

SIGMÁL

FRÉTTABRÉF STEINSTEYPUFÉLAGS ÍSLANDS

Febrúar 2019

1. tbl. 32. árgangur



STEINSTEYPU DAGURINN 2019

Steinsteypudagurinn 2019 verður haldinn föstudaginn 15. febrúar næstkomandi.
Upplýsingar um dagskrá og skráningu á bls. 7

SJÓNSTEYPA

Fyrsta flokks sement fyrir fyrsta flokks byggingar



Safnaðarheimili Kársnessóknar, AALBORG WHITE sement.

Helstu framleiðsluvörur Aalborg Portland eru:
AALBORG WHITE sement, **RAPID** sement
og **MESTER** sement.

 **aalborgportland**

CEMENTIR HOLDING

Aalborg Portland Íslandi ehf

Bæjarlind 4, 201 Kópavogi

Sími: 545-4800

aalborg@aalborg-portland.is

www.aalborgportland.is

EFNI FRÉTTABRÉFS OG YFIRLIT GREINA

Nú hefur árlegt fréttabréf Steinsteypufélagsins borist innum lúgur flestra áhugamanna steinsteypu á landinu og er það von okkar að allir finni eitthvað við sitt hæfi í blaðinu að þessu sinni. Þetta er stærsta fréttabréfið sem félagið hefur hingað til gefið út og þökkum við auglýsendum í blaðinu fyrir öflugan stuðning og svo einnig þeim fjölmörgu aðilum sem voru tilbúnir við að aðstoða okkur við öflun á efni í blaðið. Án ykkar væri þessi útgáfa ekki möguleg.

Starfsemi Steinsteypufélagsins 2017-2018 og

Styrktarmeðlimir

Steinsteypudagurinn 2019 - Dagskrá

Fyrsta steinsteypa húsið á Íslandi

Ábyrg notkun sements

Steypan og loftlagsmálin

Reiknilegt spálíkan fyrir niðurlögn og

aðskilnað steypu

Bacteria-based self-healing concrete

Sementsfesta - morgunfundur

Þjóðarskjöl við steypustaðlana ÍST EN 206

og 13670

Er hægt að meta jákvæð áhrif

lágalkalísements á alkálívirgni

steypublandna á rannsóknarstofu?

Hvaða áhrif hefur loftíblöndun á eiginleika

steinsteypu?

Hæfniskröfur til starfsmanna sem vinna við

gerð steyptra mannvirkja

Steypa á hjólum

Fraðsteypuhleðslusteinar

STJÓRN STEINSTEYPUFÉLAGS ÍSLANDS

Guðbjartur Jón Einarsson,
formaður

Karsten Iversen, varaformaður

Ingunn Loftsdóttir,

Kai Westphal,

Mikael Svend Sigursteinsson

Framkvæmdastjóri,

Erla Margrét Gunnarsdóttir



4

7

9

12

13

15

18

19

20

24

28

31

32

33

Facebook

Steinsteypufélag Íslands er líka á Facebook. Þar eru sett inn skilaboð og hægt er að fylgjast með nýjustu fréttum félagsins. Við hvetjum alla sem eru á Facebook til að líka við síðuna okkar:

facebook.com/steinsteypufelag

FRÉTTABRÉF STEINSTEYPUFÉLAGS ÍSLANDS 2019

Útgefandi: Steinsteypufélag Íslands

Ritstjóri: Erla Margrét Gunnarsdóttir

Ábyrgðarmaður: Guðbjartur Jón Einarsson

Umbrot: Erla Margrét Gunnarsdóttir

Prentun: Prentmet

Upplag: 2100 eintök

Forsíðumynd: Kai Westphal



Fréttabréf Steinsteypufélags Íslands er vettvangur félagsmanna og stjórnar til að miðla upplýsingum og fróðleik til félagsmanna og annarra velunnara félagsins. Skoðanir einstakra greinarhöfunda endurspeglar ekki endilega opinbera afstöðu Steinsteypufélagsins til einstakra málefna.

Leyfilegt er að birta efni úr fréttabréfinu ef heimildar er getið. Myndefni er eign viðkomandi höfundar.

Steinsteypufélag Íslands – Skólavörðustígur 6b, 101 Reykjavík- steinsteypufelag@steinsteypufelag.is

STARFSEMI STEINSTEYPUFÉLAGSINS 2017-2018

Stjórn Steinsteypufélags Íslands fundaði reglulega allt starfsárið, en aðalþunginn fór í að skipuleggja Steinsteypudaginn 2018 og koma út fréttablaðinu, Sigmál.

Þetta starfsár var óvenjulegt að því leitinu til að enginn framkvæmdastjóri var starfandi og á miðju starfsári þurfti formaðurinn frá að hverfa vegna anna í öðrum störfum. Stjórnarmeðlimir sinntu því öllu starfi félagsins.

Steinsteypudagurinn 2018 var haldinn 9. Mars á Grand Hótel en var að þessu sinni einungis hálfur dagur. Hann var þó fullur af fróðleik og skemmtilegur að vanda.

Stjórnin gaf einnig út fréttablaðið, Sigmál, uppfærði heimasíðu félagsins og facebook síðu eins og kostur var.

Aðalfundur Steinsteypufélagsins var haldinn 3. maí 2018 í húsakynnum Mannvirkjastofnunar á Skúlagötu 21. Úr stjórn gengu Árni Jón Sigfússon, Sólrún Lovísa Sveinsdóttir og Þórunn Vilmarsdóttir. Áður hafði Valgeir Ólafur Flosason gengið úr stjórn.

Eftir sat Ingunn Loftsdóttir og til liðs við stjórnina gengu Guðbjartur Jón Einarsson, Mikael Svend Sigursteinsson, Kai Westphal og Karsten Iversen.

Á haustmánuðum var Erla Margrét Gunnarsdóttir ráðinn framkvæmdastjóri, en hún hefur áður sinnt því starfi að kostgæfni.

Takk fyrir samfylgdina. Steinsteypufélagið hyggst standa fyrir morgunfundum, halda steinsteypudag og gefa út fréttablað, ásamt fjölmörgu öðru sem er í bígerð. Það er fyrst og fremst ykkur að þakka sem takið þátt í starfinu.

Ingunn Loftsdóttir,
verkfræðingur

STYRKTARMEÐLIMIR STEINSTEYPUFÉLAGS ÍSLANDS

Aalborg Portland	Ísafjarðarbær	SRG Múrun
Akraneskaupstaður	Kópavogsbær	Sementsverksmiðjan
BM Vallá	Landsbanki Íslands	Seyðisfjarðarkaupstaður
Björgun	Landsvirkjun	Skagafjörður
Efla	Loftorka	Steinsteypir
Einingaverksmiðjan	Mannvit	Steypustöð Skagafjarðar
Fasteignir Ríkissjóðs	Múrarafélag Reykjavíkur	Steypustöðin
Framkvæmdasýsla Ríkisins	Múrarameistarafélag Rvk	Steypustöðin Dalvík
Garðabær	Norðurþing	Steypustöðin Hvammstanga
Grindavíkurbær	Nýsköpunarmiðstöð Íslands	Teiknistofan Óðinstorgi
Hnit	Rarík	VSÓ Ráðgjöf
Hveragerðisbær	Reykjanesbær	Vegagerðin
Íslenskir aðalverktakar	Samtök Iðnaðarins	Verkís
Ístak	Orkuveita Reykjavíkur	Verkfræðingafélag Íslands

Grænir verktakar

– með allt á hreinu

BM Vallá tekur síðan við pokunum og skilar þeim til endurvinnslu

Ekkert efni fer til spillis við notkun



Endurgjald af pokum nýtt til umhverfismála



Sterkari múrþokar úr 100% endurvinnanlegu efni



Grænir verktakar - betri verktakar

Stoltur Grænn verktaki

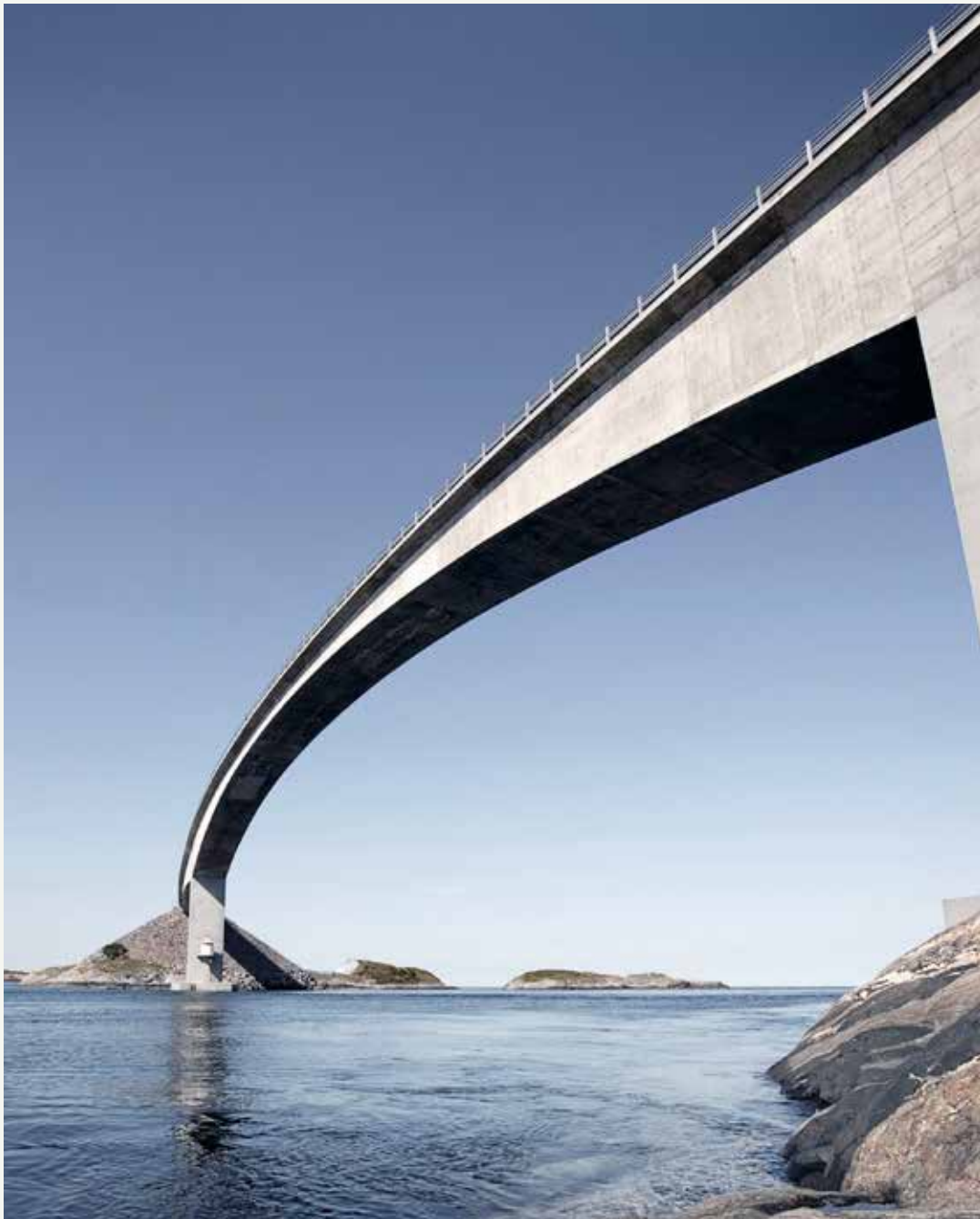
Auðunn Kjartansson, Aðalmúr
Formaður Múrarmeistarafélags Reykjavíkur

Grænir verktakar er samstarfsverkefni BM Vallá við múrverktaka sem felur í sér sameiginlega ábyrgð í endurvinnslu umbúða.

Allir verktakar sem taka þátt í þessu endurvinnslusamstarfi fara á lista BM Vallá yfir Græna verktaka og fá meðmæli sem slíkir.



BM·VALLÁ



Mörg af hæstu mannvirkjum Noregs eiga uppruna sinn á 250 metra dýpi undir yfirborði jarðar í Brevík Stóreyjarsundsbrúin er steipt með sementi frá Norcem AS. Brúin er ein af 8 brúm á Atlantshafsveginum sem er 8,2 km að lengd í Mæri og Raumsdal á vesturströnd Noregs. Norcem AS sækir kalkstein til sementsframleiðslunnar í námur sínar sem staðsettar eru í Brevík á þelamörk. Þannig má líta svo á að hæstu mannvirki úr steinsteypu eigi uppruna sinn í allt að 250 metrum undir yfirborði jarðar.

STEINSTEYPUÐAGURINN 2019

15.FEBRÚAR Á GRAND HÓTEL



DAGSKRÁ

08:00 Skrifning og kaffisöfn - Búar til sjóns

09:00 Sveining - Guðbjartur Jón Einarsson, formaður Steinsteypufélags Íslands

09:10 Rafmálariðing óttuð og hvern lítað stundur í þessari vinnu - Vigdís Louisa Jónsdóttir, lítað

09:30 Gerð þjófakopjól við umróðna steypustaðana EN 206 og EN 12670

- Karsten Overm, Steinsteypufélagið

09:50 Umfjöllun um námskeiðsáhrif - Ingunnur Loftsdóttir, Steinsteypufélagið

10:10 Samantektargundir frá Norcem; Digtaleikar, umhverfismál og unding í steinsteypu

- Þorgeir Jóhannsson Vilgus, Norcem



10:30 Kaffihlé

10:50 Málvæn steinsteypa - Prof. Ólafur H. Völleik, Nýtt Spasarnalætið Íslands

11:10 Steypa í sjávarflokksmálverki á Íslandi - Gísli Guðmundsson, Mannvirk

11:30 Endurnýta steypa nýtt til vegagurðar - Þorbjörg Samundóttir, Eða

11:50 Besta tilfellið af self-healing concrete - Þórkell Jónsson, Delft

12:20 Hádegismatur

13:00 Bagla framtíð ís fortíðar - Steinn Christen, Stóðir Granda

13:40 Bláa Létið - Hótel og kaffiáhrif - Helmar Rafn Bjartason, Þá Verk

14:00 Stokkna Birtileikar - Guðbjartur Jón Einarsson, Mannvirk

14:20 Hringbrennastærkerfalið, Stóða daginn - Gunnar Sveinsson, framkvæmdastjóri SLSH ehf

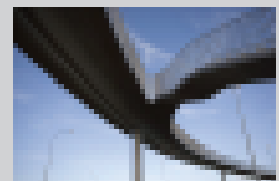
14:40 Kaffihlé

15:00 Borgarinn - Þorsteinn E. Hermannsson, Reykjavíkurborg

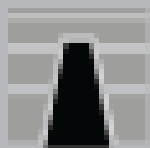
15:20 Uppbygging á Kaffiáhrifagrylli - Páll Sveinn Pálsson, Dæva

15:40 Steinsteypur Stóða áhrif

16:20 Ráðgjafar - Guðbjartur Jón Einarsson, formaður Steinsteypufélags Íslands



16:30 Léttar veitingar í boði Norcem/Semmentsverksmiðjunnar



Hótel dagur: 20.000 kr. með hádegismatni

Hótel dagur: 15.000 kr. án hádegismatna

Mannagjöld: Frítt með hádegismatni, hámark 30 manna dæva

Búar: 55.000 kr. Ítarfalið ein skrifning með hádegismatni



Steinsteypufélagið Ísland
Steinsteypufélagið Ísland





ÍSTAK - TRAUSTUR VERKTAKI

ÍSTAK er leiðandi verktakafyrirtæki sem leggur áherslu á samfélagslega ábyrgð og sanngjarna samkeppni á markaði. Fyrirtækið hefur verið kraftmikill þátttakandi á íslenskum verktakamarkaði frá 1970 og býr við góða verkefnastöðu.

Stefna ÍSTAKS er að mæta þörfum markaðarins og veita bestu þjónustu sem völ er á.



ÍSTAK
Framkvæmdagleði í fyrirrúmi

FYRSTA STEINSTEYPTA HÚSIÐ Á ÍSLANDI

Árið 1895 byrjuðu hjólin að snúast. Á bæ, efst í Norðurárdal lét bóndi að nafni Jóhann Eyjólfsson byggja fyrir sig fyrsta steinsteypa húsið í sögu Íslands. Maðurinn sem hann réð í verkið hét Sigurður Hansson en hann var steinsmiður. Í fyrstu huggðist bóndi þó byggja steinhús úr höggnum steini, líkt og hafði verið gert í Reykjavík um þó nokkurt skeið. Veturinn áður hafði Jóhann safnað að sér efni sem hann ætlaði að nota til þess að reisa húsið en komst Sigurður steinsmiður að því að efnið sem Jóhann hafði safnað væri ókleyft blágrýti. Blágrýtið var engu að síður notað og var það notað í kjallara hússins. Steinarnir voru lagðir í sementsmúrlímið og sú hlið sem snéri inn í kjallarann var höggvín. Ekki leið á löngu áður en Jóhann bóndi og Sigurður steinsmiður stóðu frammi fyrir stóru vandamáli. Það kom í ljós að engir steinar voru nýtanlegir til þess að hlaða yfir dyr og glugga. Datt þeim félögum í hug að steypa sér steina sem þeir gætu notað í þetta verkefni. Steinana ætluðu þeir að steypa saman úr mulningi sem þeir myndu binda saman með sementsmúrlími. Þá voru gerðar tilraunir með missterkum blöndum og steypu þeir alls þrjá steina. Hlutföll steypunnar voru 1:2:2 sement, sandur og mulningur, sem reyndist best af þessum prófunum þeirra.

Þeir dóu ekki ráðalausir og töldu að best og einfaldast væri að gera mót fyrir veggjunum og steypa svo steinana í þau. Borðin voru fest með því móti að þau voru skorðuð af með fleygum en ekki negld og lágu mótin laus þegar fleygarnir voru teknir frá. Uppistöðum var þannig háttað að eins metra millibil var meðfram

veggjum, að ofan voru þau svo tengd með timbri. Ofan á blágrýtiskjallarann var þá steypumóti stillt upp, aðeins eitt borð á hæð. Mótin voru fyllt með þessari blöndu sem þeir höfðu fundið að best væri af þeim sem þeir höfðu prófað. Eftir að þessi blanda fékk að harðna var næst stillt upp næsta lagi og aftur, aðeins eitt borð á hæð. Mörgum gæti eflaust fundist þessi aðferð nokkuð spaugileg í dag en reynslan var ekki meiri í þá daga. Jóhann bóndi og Sigurður steinsmiður hafa verið nokkuð ráðagóðir og létu ekki hendur falla þegar babb kom í bátinn og leystu þetta prýðinlega með mikilli þrautseigju og þolinmæði þegar þeir reistu bæinn Sveinatungu.

Þetta hús var þó ekki eina steinhúsið sem reist var þetta árið því Davíð Sigurðsson, húsamiður á Akureyri, reisti við sjúkrahúsið á Akureyri fjós og haughús. Ekki er vitað um blöndunarhlutfall hjá Davíð en þar setti hann sement og sand saman í mót og raðaði smásteinum í blönduna. Mikið var talað um sveitungahúsið í Norðurárdal og þótti fólkinu í landinu þetta vera mikil tíðindi. Engu að síður varð engin almennileg útbreiðsla á þessum byggingarmáta fyrr en um aldamótin.

Fyrsta steinsteypa húsið í Reykjavík var reist á árunum 1897 til 1898. Það hús var nefnt Barónsfjós og var við



Aron Leví Beck, höfundur greinar, fyrir framan elsta steinsteypa húsið á Íslandi

Hverfisgötu sem nú er Barónsstígur 4. Barónsfjós var reist af franska baróninum Charles Gouldrée Boilleau en Charles hafði ákveðið að hefja rekstur á kúabúi í Reykjavík. Reksturinn á fjósinu gekk þó ekki eins og Charles hafði vonað og eignaðist Núi-Sírús fjósið svo seinna og var með starfsemi sína í því um nokkurt skeið. Húsið stendur við Barónsstíg og dregur gatan nafn sitt af húsi þessu.

Snemma hófst mannvirkjagerð með steinsteypu á Ísafirði. Þar var skósmiður að nafni Magnús Jónsson sem byggði tvílyft steinsteypuhús. Varð uppi fótur og fit og spurðist mikið af húsi þessu, svo mikið að gatan sem húsið stóð á var nefnd Steinsteypuhúsagata en síðar nefnd Sólargata. En þá er komið að Reykvíkingum. Þrjú hús og einn kjallari voru reist í það minnsta í Reykjavík á árinu 1903. Halldór

Þórðarsson sem var bókbindari í Reykjavík reisti sér hús á einni hæð sem var staðsett við Ingólfsstræti og kaupmaðurinn Helgi Magnússon reisti sér tvílyft verslunar- og íbúðarhús sem var við Bankastræti. Þessi hús áttu það sameiginlegt að bæði voru þau reist með flekamótum og fest saman með jarnsteinum. Teinarnir gengu inn í veggina og hafa átt að þjóna sama tilgangi og bendistál sem við þekkjum í dag. Guðjón Sigurðsson fór þó hærra en fyrrnefndi menn og reisti sér þrílyft hús. Uppbygging útveggja var þó nokkuð frábrugðin því sem áður hafði verið gert þar sem veggirnir voru tvíbreiðir og með loftunarbili á milli. Hugmyndin með því var sú að loftbilið ætti að einangra húsið og koma í veg fyrir að vatn kæmist í gegnum veggina þegar verst viðraði. Netajárn voru notuð í jarnabindingu en jarnabinding hafði það hlutverk að sporna gegn sprungumyndun.

Þekkt var að jarnabinding hafi verið notuð erlendis.

Það var ekki fyrr en eftir 1912 sem gjörbreyting varð á byggingarmáta í Reykjavík því þá komu til sögunnar steinsteypuhús. Tímabilið sem var um það leyti að hefjast var oft nefnd „steinöldin“ vegna þess hversu mikið steinsteypa var notuð og varð töluverð bylting í byggingariðnaði hérlandis. Árið 1912 voru þrjú steinsteypu hús reist í Reykjavík líkt og árið 1903. Eitt þessara húsa lét Jón Magnússon byggja en til gamans má geta að Jón varð síðar forsætisráðherra. Húsið sem hann lét reisa var staðsett við Hverfisgötu 21. Það var svo Hið íslenska prentarafélag sem festi kaup á þessu húsnæði árið 1941. Árið 1926 gisti svo Kristján X Danakonungur og Alexandrína drottning í húsinu þegar þau heimsóttu Íslands. Húsið er óbreytt samkvæmt virðingum frá



Með félögum okkar í Corpus3
hönnum við nýjan Landspítala
www.vso.is/landspitali

VSÓ RÁÐGJÖF
VERKFRÆÐISTOFA

1918 og 1941.

Við Templarasund 5 byggði Sigurjón Sigurðsson stórt hús úr steinsteypu. Sigurjón var trésmiður og var þetta hús þrílyft og einnig með kjallara. Jón K. Ísleifsson teiknaði húsið. Húsið nefndist síðar Þórshamar og er ekki ólíklegt að þetta hafi verið veglegasta og stærsta steinsteypuhúsið á þessum tíma. Við Skólalabú 2 reis í öllu sínu veldi hús læknisins Ólafs Þorsteinssonar.

Kvennaskólinn í Reykjavík við Fríkirkjuveg var til þessa stærsta steinsteyppta húsið en það var byggt árið 1909. Það má með sannni segja að steinsteypptar byggingar voru farnar að spretta upp ansi hratt og þótti ekkert sjálfsgaðara en að steypa hús. Skemmtilegt dæmi um þetta kemur frá árinu 1913 en þá þurfti bæjarstjórn að ræða sérstaklega um hvort mætti byggja hús úr

timbri í miðbæ Reykjavíkur, svo algeng var steinsteypa orðin. Á fundi þessum reis maður að nafni Tryggvi Gunnarsson upp og lét út úr sér þau orð að bæjarstjórn mætti ekki láta það henda sig að leyfa byggingar í Reykjavík úr öðru efni en steinsteypu. Það var samþykkt og töldu bæjarfulltrúar að breyta þyrfti byggingarsamþykkt í samræmi við það.

Sturlubræður voru þekktir athafnamenn í Reykjavík. Þeir höfðu byggt sér hús sem brann í október 1912. Þeir dóu ekki ráðalausir og ekki nema ári seinna byggðu þeir steinsteyppt hús. Húsið var staðsett á sama stað en það var á Steinstaðablettinum við Hverfisgötu. Þetta hús var nokkuð sérstakt að því leytnu til að þakið, allir stigar og öll loft voru steinsteyppt. Þetta hafði ekki verið gert áður. Breytti þetta áliti almennings til steinsteypu verulega

og fór fólk smátt og smátt að hafa meiri trú á þessu byggingarefni en það voru nefninlega ekki allir sem treystu á steinsteypuna. En það er eins með hana á þessum tíma líkt og með margar nýjungar, fólk þurfti að sjá og öðlast þekkingu á hlutum áður en þeir voru teknir í sát.

Aron Leví Beck
Byggingafræðingur

Höfundur vill þakka Guðna Jónssyni verkfræðingi og steypusérfræðingi fyrir alla hans aðstoð og þolinmæði í gegnum árin.



ÍAV

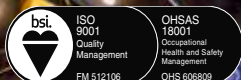
1954
2019

65

FÆRNI | FRUMKVÆÐI | FAGMENNSKA

ÍAV er eina Íslenska verktakafyrirtækið sem er bæði ISO 9001 gæðavottað og OHSAS 18001 öryggisvottað. Við erum stolt af því að huga vel að bæði starfsmönnum og viðskiptavinum.

Við breytum vilja í verk



Vaðlaheiðargöng

Íslenskir aðalverktakar hf. | Höfðabakka 9D | 110 Reykjavík | s. 530 4200 | iav.is

ÁBYRG NOTKUN SEMENTS

Mikið hefur verið rætt og með réttu um kolefnisspor steinsteypu. Hér á Íslandi búum við þá stöðu að allt sement sem við notum er innflutt og getum við valið milli sements frá Noregi eða Danmörku. Báðir innflutningsaðilar bjóða t.d. uppá hefðbundið CEM I 52,5 N sement með tiltölulega lágu alkaliinnihaldi og báðir aðilar bjóða uppá aðrar gerðir ásamt því að blanda kísilryki í sement eftir pöntun viðskiptavina.

Óháð uppruna, þá eru þessi tvö vinsælustu sement á markaðnum á Íslandi mjög svipuð þegar kemur að því hversu mikinn koltvísýring þau losa við framleiðslu en bæði eru þau að losa um 760 kg CO₂/tonn af sementi. Þá á eftir að sigla þeim til Íslands, en um svipaðar fjarlægðir er að ræða og siglingin losar um 130 kg CO₂/tonn af sementi. Að lokum á eftir að keyra sementið á framleiðslustað, og ef sementið er notað til steypuframleiðslu á höfuðborgarsvæðinu þá bætast svo við um 5 kg CO₂/tonn af sementi fyrir aksturinn. Þetta þýðir að þegar er búið að koma sementi á steypustöð á höfuðborgarsvæðinu þá hefur hvert tonn losað um 895 kg koltvísýring. Þetta þýðir þegar er búið að hræra 1 m³ af steypu þá er sementið í þeim rúmmeter búið að losa um 300 kg CO₂. Þá er eftir að taka tillit til aksturs á fylliefnum og akstri á steypunni á verkstað við losun koltvísýrings, en þær stærðir eru hverfandi miðað við framlag sementsins.

Til gamans og samanburðar má geta þess að koltvísýringurinn af sementi í einum rúmmetra af steypu er jafn mikill og losun koltvísýrings eins farþega á almennu farrými í flugi frá Íslandi til Spánar.

Af þessum langa inngangi má sjá að sementið sem við notum hefur talsverð áhrif á umhverfi okkar, en það er ekki ætlun mín á þessum vettvangi að tala fyrir því að við notum minni steinsteypu, heldur að við sem höfum sérfræðiþekkingu og aðstöðu til þess hugum að því hvaða tækifæri eru til staðar að minnka sement í þeim framkvæmdum sem við komum að.

Dæmi um aðgerðir til að minnka sementsnotkun og þar með minnka kolefnisspor steypunnar okkar eru m.a. og engan vegin tæmandi:

-Ekki fyrirskrifa meira sement en þarf, til að ná fram þeim eiginleikum sem hönnun og umhverfi kallar eftir.

-Hvetja til notkunar á kísilryki, flugösku, gjalli og öðrum virkum fínefnum.

-Leyfa notkun hvatastuðuls við notkun kísilryks. Eins og staðan er skv. gr. 8.3.9 í Byggingarreglugerð þá má ekki nota hvatastuðul á kísilryk

við útreikning á vatnssementstölu. En skv. gr. 5.2.5.2.3 í ÍST EN 206:2013 má nota hvatastuðull, $k = 2,0$ fyrir kísilryk, nema þegar v/s -talan er $> 0,45$ og steypan í áreytisflokkum XC og eða XF þá er $k = 1,0$.

-Velta upp hvort að þörf sé á að fyrirskrifa steypu í XF flokki þegar steypan verður notuð í útvegg sem er einangraður að utan með loftræsti einangrun, verður steypan fyrir frostálagi ef hún er einangruð og helst þurr?

Þetta hér að ofan eru vangaveltur og vonandi hvetjandi fyrir lesendur til umhugsunar. Það er skoðun undirritaðs að hægt sé að gera betur og nota minna sement víða í framkvæmdum og minnka kolefnisspor okkar án þess þó að á nokkurn hátt draga úr gæðum eða öryggi.

Guðbjartur Jón Einarsson,
verkfræðingur



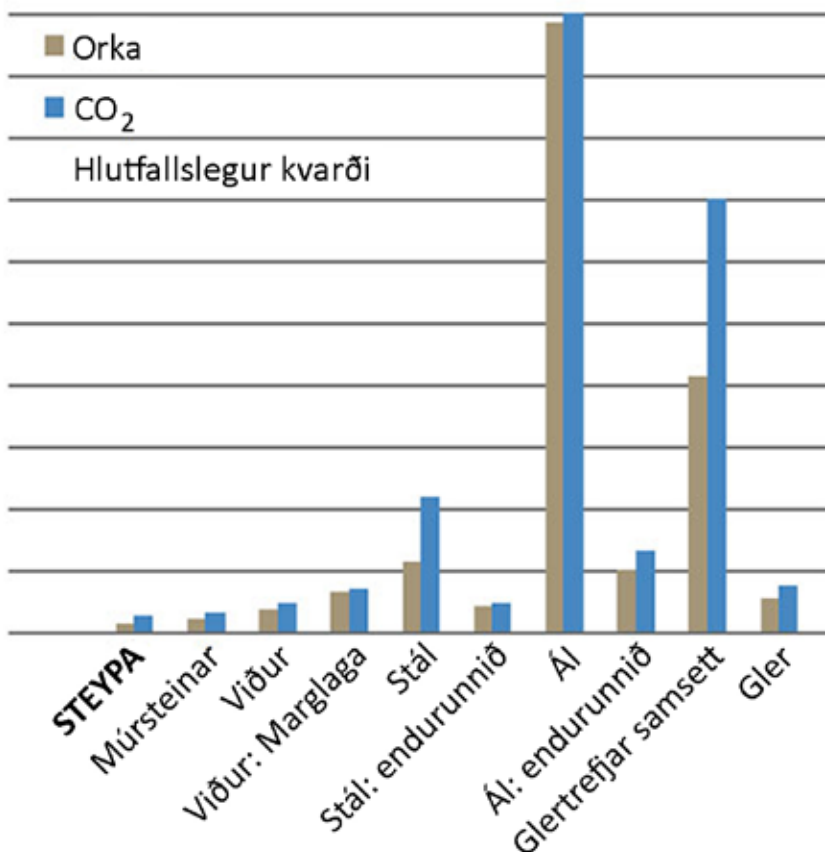
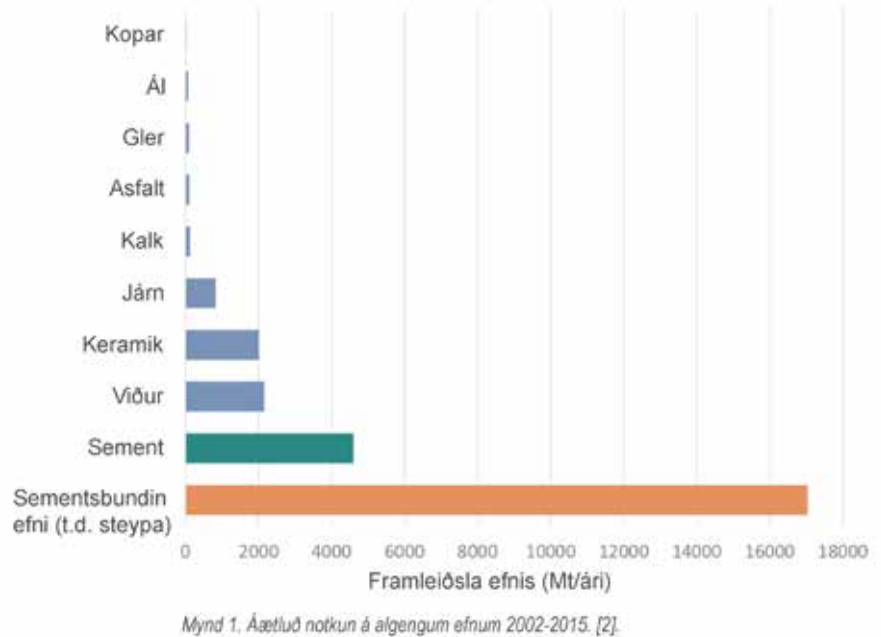
STEYPAN OG LOFTLAGSMÁLIN

Það er framleitt í heiminum tvöfalt meira af steypu en af öllum öðrum byggingarefnum til samans. Árið 2015 voru framleidd 4,6 milljarðar tonna af sementi sem samsvarar um 625 kg á mann. Með þessu sementi mætti framleiða um 2m³ af steypu á hvert mannsbarn.

Umhverfisáhrif minni en annarra

Það myndast koldíoxíð við framleiðslu sements en samt er steypa í samanburði við flest önnur byggingarefni tiltölulega lítið mengandi. Hana er hægt að framleiða næstum hvar sem er í heiminum úr hráefnum á staðnum sem minnkar útblástur gróðurhúsalofttegunda vegna flutninga.

Samanburður á CO₂ útblæstri á tonn fyrir mismunandi byggingarefni getur verið snúinn og háður m.a. aðstæðum á hverjum stað enda sjást mismunandi tölur þar um. Eitt dæmið má sjá á mynd 2.



Mynd 2

Lítið mengandi en samt mikil umhverfisáhrif

En þótt kolefnisspor steypunnar sé þannig hlutfallslega lítið ber hún, vegna þess gífurlega magns sem er framleitt, ábyrgð á um 3- 8 % af CO₂ útbæstri af mannavöldum.

Því er spáð að vegna einstakra eiginleika steypunnar þá muni notkun hennar aukast enn á næstu árum og áratugum (mynd 3), þegar þróunarríkin munu í auknum mæli fara að byggja upp innviði sína.

Þótt vilji væri fyrir því að minnka notkun steypu og nota annað byggingarefni í staðinn er það fullkomlega óraunhæft, vegna þess að ómögulegt er að framleiða annað efni í því magni sem þörf er á. Það er t.d engin leið að jörðin gæti framleitt nægan trjágróður til að koma í einverjum mæli í stað steypu.

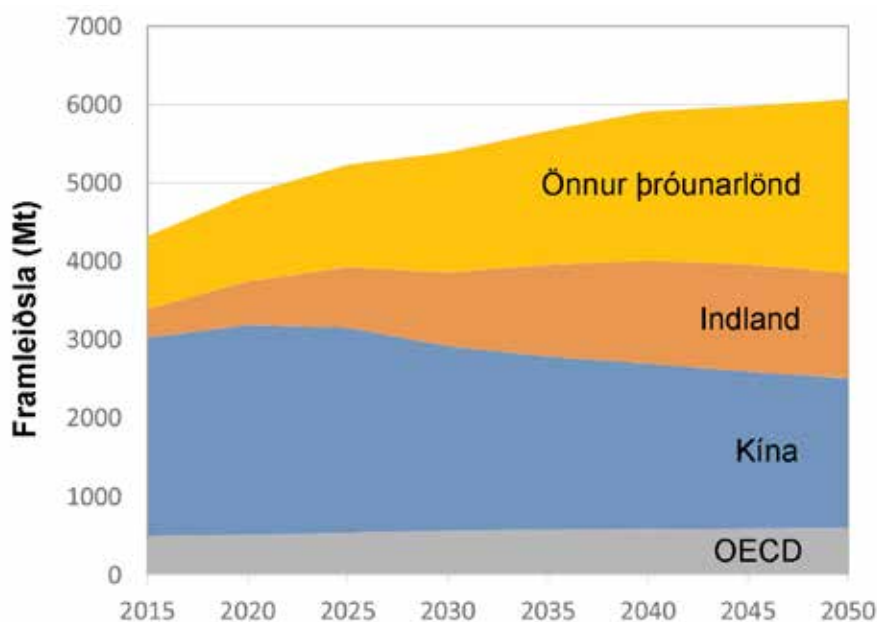
Steypa er auk þess afar hagkvæmt byggingarefni sem skiptir miklu þegar byggja á upp innviði í fátækum löndum.

Steypa er lykillinn

Það er því eitt af lykilatriðum í loftslagsmálum í byggingar-iðnaðinum að einbeita sér að steypunni. Vegna hins mikla framleiðslumagns er hægt með litlum skrefum að ná miklum árangri. En það krefst samvinnu allra í greininni allt frá framleiðendum sements til byggingaraðilanna sem nota steypuna. Þar eru hönnuðir sem fyrirskrifa steypugerðir í mannvirkin ekki undanskildir.

En þótt markmiðið sé að minnka sementsnotkun með ýmsum leiðum má aldrei missa sjónir af gæðum steypunnar og áfram þarf að gera strangar kröfur þar sem aðstæður krefjast þess.

Einar Einarsson, BM Vallá



Mynd 3: IEA framtíðaráætlun á sementsnotkun eftir svæði

Heimildir

1) Straight talk with Karen Scrivener on cements, CO2 and sustainable development, Bulletin cover story

2) Eco-efficient cements: Potential economically viable solutions for a low-CO2 cement-based materials industry; UN Environment, Karen L. Scrivenera, Vanderley M. Johnb, Ellis M. Gartner

Til öryggis

Mannvirkjastofnun fer með yfrumsjón byggingar-, rafmagnsöryggis- og brunamála í landinu. Hún hefur með höndum fjölmörg verkefni á þessum sviðum.

Öll miða að því sama: að vernda líf, heilsu, umhverfi og eignir.

Mannvirkjastofnun tryggir samræmingu á byggingareftirliti og eldvarnaeftirliti og starfsemi slökkviliða um allt land. Stofnunin vinnur að samræmingu brunavarna í landinu og stuðlar að samvinnu þeirra sem starfa að brunavörnum. Hún hefur eftirlit með öryggi raforkuvirkja, neysluveitna og raffanga í mannvirkjum. Auk þess sér stofnunin um menntun slökkviliðs- og eldvarnaeftirlitsmanna, löggildingu iðnmeistara og hönnuða og fjölmörg önnur verkefni.



REIKNILEGT SPÁLÍKAN FYRIR NIÐURLÖGN OG AÐSKILNAÐ STEYPU



Mynd 1: Dæmi um aðskilnað í steypu

Góð steinsteypa hefur marga kosti sem byggingarefni, en þrátt fyrir það geta steypuskemmdir komið fram. Ein aðalorsök steypuskemmda er aðskilnaður við niðurlögn eins og sýnt er á mynd 1. Merki um aðskilnað eru oft augljós þegar mótin eru rifin af, en þá er stundum hægt að sjá að grófkorna fylliefni hafa safnast fyrir á botninum í steypumóti. Í versta falli geta myndast steypuhreiður. Slæm áhrif aðskilnaðar eru margvísleg, en í grundvallaratriðum leiðir hann til skerðingar á burðargetu steypuvirkisins, aukinnar lektar, misleittrar rýrnunar, sprungumyndunar og fleiri galla.

Í síðasta tölublaði Sigmáls [1] var sagt frá upphafi þróunar á sérstökum leysi (e. solver) sem getur líkt eftir niðurlögn ferskrar steinsteypu í steypumótum og tekið tillit til mögulegs aðskilnaðar í henni. Markmiðið með þessum leysi er að geta séð hugsanlegan aðskilnað fyrir áður en raunveruleg niðurlögn á sér stað og þannig skapað möguleika á úrbótum á vinnuferlinu. Á Rannsóknastofu byggingariðnaðarins (Rb) við Nýsköpunarmiðstöð Íslands hefur verið unnið að þessari þróun og verkefnið er styrkt af Rannsóknasjóði

Rannís [2]. Nú er farið að síga á seinni hluta verkefnisins og í ljósi þess er vel til fundið að gefa nánari lýsingu á uppbyggingu og möguleikum leysisins, þar sem töluverðar breytingar hafa átt sér stað á útfærslu forritsins frá síðustu lýsingu þess í Sigmáli [1]. Samhliða þessari þróunarvinnu er verið að skrifa sérstaka skýrslu sem lýsir nákvæmlega fræðunum sem líkanið byggist á og er sú vinna langt komin. Að verkefninu loknu verður skýrslan aðgengileg á netinu.

Það er flókið viðfangsefni að þróa leysi sem bæði getur hermt eftir niðurlögn steypu og líkt eftir hreyfingu grófra fylliefna þegar þau valda misleitni í steypunni fyrir sakir aðskilnaðar. Þarna þarf að taka tillit til þó nokkuð margra mismunandi eðlisfræðilögmála sem eru innbyggð í leysinn með misjafnlega flóknum reikniaðferðum, háð gerð og umfangi tiltekinna eðlisfræðilögmála. Í þessu verkefni er notast við forritunarumhverfið OpenFOAM (openfoam.org) og reikniaðferðin sem þar er notuð er á ensku kölluð „finite volume method“ [3]. Rb hefur sett upp allmargar útgáfur af þessu umhverfi á nokkrum Linux vélum sem eru til

umráða. Einnig hefur deildin sett upp OpenFOAM á ofurtölvunni Garpi við Háskóla Íslands (sjá mynd 2) og eru umfangsmestu reikningar verkefnisins gerðir þar.

Í aðalatriðum hagnýtir ofangreindur leysir tvær grundvallar reikniaðferðir. Önnur nefnist „Volume of Fluid“ (VOF) [4], þar sem reiknikerfinu sem heild er skipt á tvo fasa (e. phase) annars vegar ferska steinsteypu og hinsvegar andrúmsloft (sjá mynd 3). Hin reikniaðferðin er sérstakt lögmál, notað til að lýsa hreyfingu grófra fylliefna og nefnist á ensku „Drift Flux Method“ (DFM) [5]. Þetta gerir steypunni kleift að aðskiljast í reiknilíkaninu vegna eðlisþyngdarmismunar grófra fylliefna og umlykjandi múrblöndu (þ.e. umlykjandi efuríkrar steypu). Einnig er hægt að taka aðskilnað vegna annarra þátta með í reikninginn, eins og vegna mismunar í skerhraða [6,7]. DFM-aðferðin byggist á svokölluðu tveggja fasa kerfi



Mynd 2: Greinarhöfundur við hlið ofurtölvunnar Garps (ihpc.is)

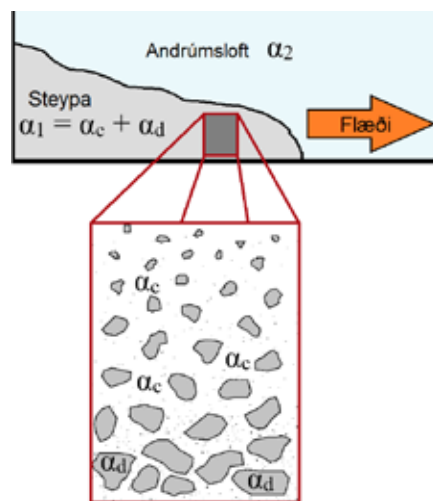
(e. two-fluid model) [8], en í kerfinu er samfellu- og hreyfilögmálinum beitt sér fyrir hvorn fasa um sig. Fyrir DFM hinsvegar, eru samfellujöfnurnar og hreyfilögmálin splæst saman í ákveðna blandaða samfellujöfnu (e. mixture continuity equation) og blönduðu hreyfilögmáli (e. mixture momentum equation).

Þar sem aðferðirnar VOF og DFM eru notaðar samtímis sem ein heild, þá eru til staðar þrír mismunandi grunnfasar í líkaninu, þar sem andrúmsloftið er einn þeirra. Steinsteypunni er síðan skipt í múrblöndu annarsvegar og gróf fylliefni hinsvegar, sem eru þá annar og þriðji grunnfasi líkansins eins og sýnt er á mynd 3. Ofangreindir grunnfasar eru táknaðir með α_i og lýsa hlutfallslegu rúmmáli. Það er að segja, hlutfallslegt rúmmál andrúmslofts er táknað með α_2 en fersk steinsteypa er táknuð með α_1 . Síðarnefnda fasanum er skipt í múrblöndu α_c og gróf fylliefni α_d , þannig að $\alpha_1 = \alpha_c + \alpha_d$ (sjá mynd 3).

Sem dæmi um nýlega fengnar niðurstöður, þá hafa verðir gerðir reikningar á niðurlögn ferskrar steypu í stórum vegg, sem er sýndur á mynd 4. Lengd veggjarins er 10 m, hæðin er 4 m og þykkt hans er um 30 cm. Steypunni er dælt inn í mótið og vídd inntaksins er í kringum 20 cm. Fjöldi reiknisella í þessu tilviki eru tæplega 420.000. Reikningar voru gerðir á ofurtölvunni Garpi (sjá mynd 2). Til myndrænnar lýsingar á reikniniðurstöðunni er notað þversnið sem er staðsett í miðju veggisins og þetta snið er sýnt á mynd 5. Þetta tiltekna þversnið er í aðalatriðum með bláum lit sem tákna andrúmsloftið, en hluti myndarinnar er rauðleitur (á neðri hluta sniðsins) og tákna þversnið steypunnar. Guli flöturinn sýnir yfirborð hennar.

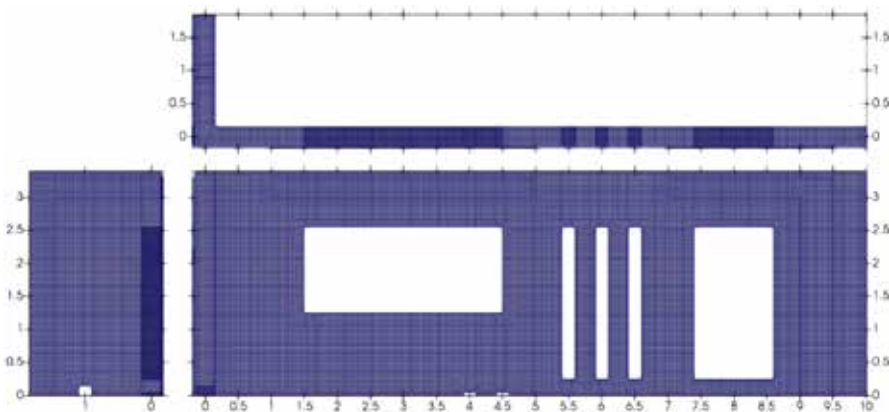
Mynd 6 sýnir dæmi um niðurstöður tilraunareikninga sem gilda 15 sekúndum eftir að steypudæling í mótið er hafin. Mynd 7 sýnir það sama, nema 60 sekúndum eftir að dæling er hafin. Efri myndin sýnir hlutfall grófra fylliefna (lýst betur fyrir neðan) en sú neðri sýnir aðskilnaðarhraða í mm/s.

Í efri hluta mynda 6 og 7 (6a og 7a) er litrófsskali (efst) sem sýnir dreifingu grófu fylliefnanna, hér skilgreind sem efniskorn sem ekki smjúga 11 mm möskvsikti (þ.e. 11 – 16 mm). Nánar tiltekið tákna dökkrauði liturinn gildið 0.3, sem þýðir að 30% af hlutfalli rúmmálsins eru gróf fylliefni. Í þessum tilteknu reikningum tákna gildið 0.2 (við þetta hlutfall) aðstæður sem eru óraskaðar af aðskilnaði, en þetta gildi er háð þeirri steinsteypublöndu sem verið er að herma. Hámark leyfilegs magns af fylliefnum er í þessu tilfelli 0.4 sem tákna steypuhreiður, en þetta gildi er einnig háð steypublöndunni



Mynd 3: Flæði ferskrar steinsteypu í steypumóti

og enn fremur holrýmd grófu fylliefnanna (11 – 16 mm). Athuga ber að þetta hámarksgildi næst aldrei fyrir tilfellin sem eru sýnd á myndum 6 og 7. Blái liturinn (í steypunni) sýnir að 0% af hlutfalli rúmmáls (þ.e. skortur á grófu fylliefni), sem þýðir að aðskilnaður er til staðar. Athuga ber að blár litur fyrir utan (ofan við) steypuna tákna andrúmsloftið.



Mynd 4: Möskvanet hermílíkansins og mál (í metrum) fyrir tiltekinn vegg

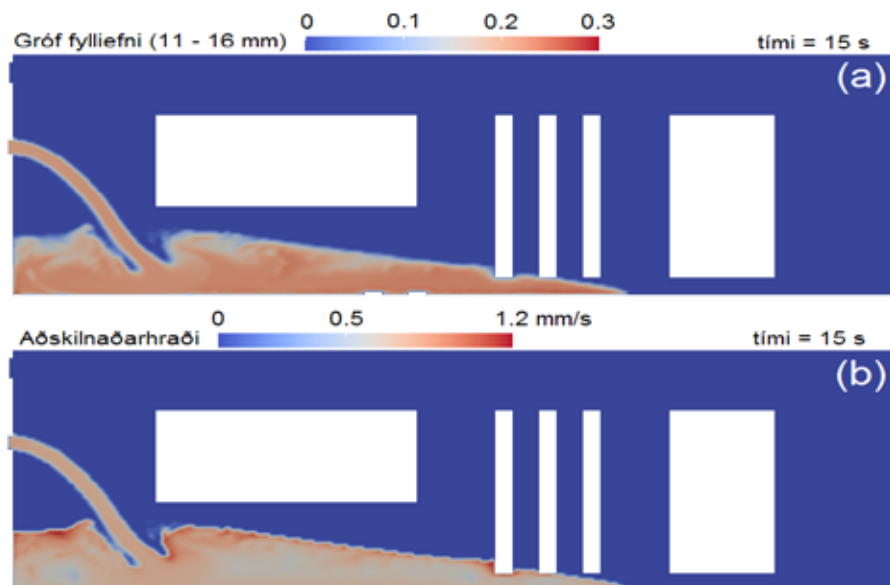


Mynd 5: Þversnið í miðju veggjarins. Sama snið er notað í myndum 6 og 7

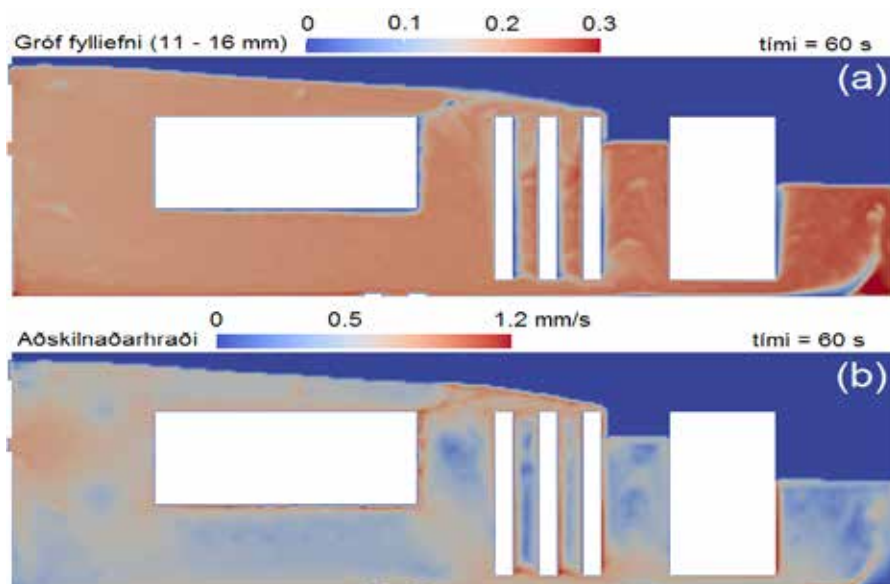
Á mynd 6a (þ.e. við tímann 15 s), sést að steypa er ennþá nokkurn veginn óröskuð af aðskilnaði. Á mynd 7a, hinsvegar, við tímann 60 s, má sjá á rauðleita litnum hvernig grófkornaða fylliefnið hefur lítilla náð að safnast fyrir á botni mótsins og einnig sérstaklega við veggenda, hægra megin við hurðargáttina. Þetta þýðir að steypuhreiður er farið að myndast á síðarnefnda staðnum, þó í mismunandi miklum mæli. Einnig má sjá á bláa litnum hvernig aðskilnaður er að verða rétt undir og hægra megin við glugga og hurðargátt. Í myndum 6b og 7b er sýndur hraðinn sem er notaður til reikninga á aðskilnaði í samræmi við heimild [9]. Nánar tiltekið er aðskilnaðarhraðinn reiknaður út frá jafnvægi milli þyngdar grófrar fylliefna, flotkrafts (e. buoyancy) og skriðmótstöðu (e. drag force). Samkvæmt þessu reiknifyrirkomulagi er aðskilnaðarhraðinn engan veginn föst stærð, heldur mjög breytilegur háð tíma, ástandi og flæðihraða steypunnar eins og má sjá á myndum 6b og 7b.

Seigja steypunnar er reiknuð samkvæmt heimild [9], sem þýðir að við breytingu á hlutföllum steypunnar (þ.e. við aðskilnað) breytast flotfræðilegu gildin að sama skapi. En notandi forritsins getur auðveldlega breytt þessu og einnig breytt því hvernig aðskilnaðarhraði er reiknaður. Eins og nefnt var að ofan, þá er verkefnið styrkt af Rannsóknasjóði Rannís [2] og er lokaskýrsla væntanleg í byrjun árs 2020. Forritið (þ.e. leysirinn) og svo önnur gögn verða aðgengileg á netinu á sama tíma. Nánar tiltekið verður forritið ókeypis undir leyfinu GNU GPL.

Jón Elvar Wallevik,
Rannsóknastofa byggingariðnaðarins,
Nýsköpunarmiðstöð Íslands



Mynd 6: Niðurstöður reikninga fyrir steypuflæði í vegg á augnablikinu $t = 15$ s eftir að byrjað er að að dæla steypu í mótið



Mynd 7: Niðurstöður reikninga fyrir steypuflæði í vegg á augnablikinu $t = 60$ s eftir að byrjað er að að dæla steypu í mótið

Heimildir

- [1] J.E. Wallevik, Reiknilegur aðskilnaður í steinsteypu, *Sigmál*, 1. tbl., 31 árgangur, 2018.
- [2] Verkefni styrkt af Rannsóknasjóði Rannís - RANNIS - styrktarnúmer 163382-051, 163382-052 og 163382-053.
- [3] N. Roussel, A. Gram, *Simulation of Fresh Concrete Flow, State-of-the Art Report of the RILEM Technical Committee 222-SCF*, Springer, 2014.
- [4] C.W. Hirt, B.D. Nichols, Volume of fluid (VOF) method for the dynamics of free boundaries, *Journal of Computational Physics*, 39 (1981) 201-225.
- [5] M. Ishii, *Thermo-Fluid Dynamic Theory of Two-Phase Flow*, Eyrolles, 1975.
- [6] H.A. Barnes, J.F. Hutton, K. Walters, *An Introduction to Rheology*, Elsevier Science, Amsterdam, 1989.
- [7] J. Spangenberg, N. Roussel, J.H. Hattel, H. Stang, J. Skocek, M.R. Geiker, Flow induced particle migration in fresh concrete: Theoretical frame, numerical simulations and experimental results on model fluids, *Cement and Concrete Research*, 42 (2012) 633-641.
- [8] D. Brennan, *The Numerical Simulation of Two-Phase Flows in Settling Tanks*, Ph.D. thesis, Department of Mechanical Engineering, Imperial College of Science, London, 2001.
- [9] J. Spangenberg, N. Roussel, J.H. Hattel, E.V. Sarmiento, G. Zirculis, M.R. Geiker, Patterns of gravity induced aggregate migration during casting of fluid concretes, *Cement and Concrete Research*, 42(12) (2012) 1571-1578.

BACTERIA-BASED SELF-HEALING CONCRETE

Concrete structures usually show some self-healing capacity, i.e. the ability to heal or seal freshly formed micro-cracks. This property is mainly due to two processes: 1. Delayed or secondary hydration of partially or non-hydrated excess cement particles present in the materials matrix reacting with crack ingress water, and 2. Formation of calcium carbonate (limestone) due to reaction of atmospheric carbon

dioxide with portlandite minerals (calcium hydroxide) present at the crack surface. This 'autogenous' self-healing capacity of concrete can, at best, seal 0.2 mm wide cracks. At the Delft University of Technology (TU Delft) a new type of self-healing concrete is under development in which bacteria mediate the production of calcium carbonate based minerals. This process of 'autonomous', or enhanced self-

healing, can result in sealing of cracks up to 0.8 mm wide, what is more than 4 times the autogenous self-healing capacity of concrete. Sealing of cracks and pores in concrete decreases permeability and ingress of harmful substances such as chloride ions, improves water tightness, and improves frost resistance. The process of self-healing thus better protects embedded steel reinforcement from corrosion and is therefore expected to increase the service life time of construction, while at the same time reducing the need for costly manual inspection and repair actions. In a series of research projects not only self-healing concrete has been developed but also two repair systems based on the same technology to be applied on existing and aged structures. This self-healing repair mortar, and a liquid repair system can be used for structural and durable repair of larger defects, and for regaining water tightness of damaged and cracked concrete structures respectively.

*Henk Jonkers & Erik Schlangen
Delft University of Technology,
Faculty of Civil Engineering and
GeoSciences, The Netherlands*

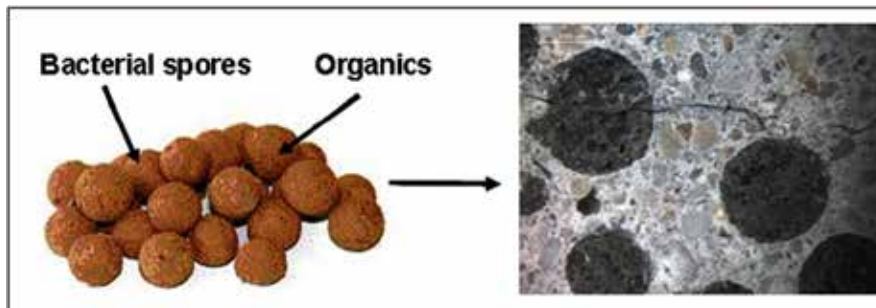


Figure 1. Concrete self-healing agent composed of expanded clay particles (left) loaded with bacterial spores and organic bio-mineral precursor compound (calcium lactate). When embedded in the concrete matrix (right) the loaded expanded clay particles represent internal reservoirs containing the two-component healing agent consisting of bacterial spores and a suitable bio-mineral precursor compound.



Figure 2. Compressed powder-based healing agent prepared by tableting, crushing, and application of mineral coating (Mors and Jonkers 2012)



Figure 3. Healing of 0.8 mm wide crack in concrete specimen amended with powder compressed healing agent. Left picture: freshly cracked specimen; middle picture: same specimen after 28 submersion in water; right picture: same specimen after 56 days submersion in water. Image courtesy of Renee Mors.

SEMENTSFESTA - MORGUNFUNDUR



Þann 13. nóvember síðastliðinn buðu Steinsteypufélag Íslands og Mannvit uppá málstofu um sementsfestun í vegagerð. Þrír fyrirlesarar voru með erindi á málstofunni sem haldin var í höfuðstöðvum Mannvits í Kópavogi.

Fyrstur tók til máls Karsten Iversen, varaformaður Steinsteypufélagsins. Hann fjallaði um sögu sementsfestunar á Íslandi og ræddi svo líka um þær áskoranir sem þurfti að takast á við framleiðslu á

sementsfestun í steypustöð vegna Bakkavegar árið 2017.

Næst á mælandaskrá var Þorbjörg Sævarsdóttir, fagstjóri samgangna og vega hjá Eflu. Hún fjallaði um samanburð á sements-, bik- og óbundnum burðarlögum, bæði út frá framleiðslu, útlögn og endingu. Einnig fjallaði hún um efnisprófanir og falllódsmælingar ásamt áhrifum festunar á yfirborðsstífni og niðurbeygjur.

Síðastur tók svo til máls John Skalshöi frá Aarsleff í Danmörku, en hann starfar þar sem yfirmaður rannsóknarstofu. Hann fjallaði um danska aðferðafræði, leiðbeiningar og staðla, ásamt því að fjalla um mæliaðferðir og útlögn.

Nokkuð góð mæting var á fundinn og mæltust fyrirlestrar vel fyrir af þátttakendum ásamt því að lífleg umræða var í lok fyrirlestra um efnid.

Árangur í verki

JÄRNBENDING
PLÖTU SJÁ
GRUNNMYND

500
500
20mm FLOTMR
180mm BURRSTYPA
23.00
2K12
250
21.50
K12e250
K12e200
2K12
3K12

Mannvit er eitt öflugasta ráðgjafar fyrirtæki landsins á sviði verkfræði og tækni. Mannvit rekur rannsóknarstofu í Kópavogi og á Akureyri ásamt færanlegri rannsóknarstofu sem hægt er að setja upp tímabundið á verkstað. Sérfræðingar okkar framkvæma allar helstu prófanir, rannsóknir og greiningar ásamt aðstoð við framleiðslu- og framkvæmdaæftirlit.



MANNVIT

ÞJÓÐARSKJÖL VIÐ STEYPUSTAÐLANA ÍST EN 206 OG 13670

Inngangur

Hér á landi eru evrópsku staðlarnir „ÍST EN 206 Tæknilýsing, eiginleikar, framleiðsla og samræmi“ og „ÍST EN 13670 Framkvæmdir við steipt mannvirki“ ráðandi hvað varðar lýsingar, framleiðslu, eftirlit og niðurlögn á steinsteypu. Til viðbótar eru nokkur sérákvæði í byggingarreglugerð um ytra eftirlit og vottun, kröfur til steypugæða og tilvísun í lög um byggingarvörur.

Staðlarnir eru gefnir út af evrópsku staðlastofnuninni CEN sem hefur umsjón með gerð og útgáfu sameiginlegra staðla innan Evrópusambandsins (ES) og Evrópska efnahagssvæðisins (EES) sem Ísland er aðili að.

Vegna aðildar að EES, er Ísland skuldbundið til að taka upp ofan nefnda staðla með því „... að gera þessa evrópsku staðla að þjóðarstöðlum án nokkurra breytinga“. Síðan er gert ráð fyrir að stöðlunum verði fylgt eftir með sérákvæði í þjóðarskjali eða viðauka við staðlana. Þetta hefur verið gert í Noregi, Danmörku, Svíþjóð og vel flestum öðrum löndum sem eru aðilar að CEN.

Á Íslandi eru nokkur sérákvæði um steinsteypu í byggingarreglugerð, en engin þjóðarskjöl eða viðaukar við EN 206 og 13670 staðlana eins og gert er ráð fyrir. Sérákvæðin í byggingarreglugerð um steypu og

steypugerð er bæði rýr og henni ábótavant og á reyndar ekki heima heima þar, heldur eins og kveðið er á um í EN 206 og 13670 í þjóðaskjöllum við staðlana.

Stutt um steypustaðla

Fyrstu eiginlegu íslensku steypustaðlanna voru ÍST 10 I og II sem tóku gildi 1972, síðan voru hafðir til hliðsjónar evrópskir staðlar, fyrst prEN 206 árið 1980 og síðan ENV 206 árið 1990. Með aðild að EES samningum 1994 fylgdi aðild að evrópsku staðlastofnuninni CEN og skuldbinding til að taka upp sameiginlega evrópska staðla og fyrsti eiginlegi evrópski steypustaðallinn var EN 206-1 árið

HRINGDU NÚNA 519 5191



 **STEINSTEYPA**



2000 sem síðan var leystur af hólmi af EN 206 árið 2013, sem m.a. fjallar um sjálfútleggjandi steypu.

Kröfur til menntunar

EN 206 er mjög sparsamur með tilliti til hæfniskröfu til starfsmanna sem vinna við hönnun, eftirlit, framleiðslu og flutning á steinsteypu. Í nýjustu útgáfinni af danska þjóðarskjalinu, sem var gefið út s.l. haust, er í vinnslu viðauki um kröfur til starfsmanna um þekkingu, menntun og reynslu.

Í Noregi er löng hefð fyrir kröfum til menntunar starfsfólks sem vinnur við gerð steyptra mannvirkja. Betonplæringsráðet (BOR) sem samanstendur af hagsmunaraðilum hefur umsjón með viðurkenndum námskeiðum sem uppfylla hæfniskröfur („kompetance krav“) settum fram í norsku þjóðarskjölunum við EN 206 og EN 13670.

Eftir bankahrunið voru mikil umsvif íslenskra byggingarverktaka í Noregi. Vegna krafna um „kompetance“ þurftu því íslenskir starfsmenn sem unnu við steypugerð í Noregi að afla sér viðunandi réttinda eins og gert er ráð fyrir í þarlandum þjóðaraskjölum og var að frumkvæði íslenska verktaka hér á landi

haldið viðurkennt námskeið 2014 í niðurlögn steypu með hliðsjón af EN 13670 staðlinum í umsjón Betonplæringsráðet með Þorvaldi Nóasyni leiðbeinanda.

Á vegum Steinsteypufélags Íslands var haldið vel sótt steypunámskeið árið 2006 á grunni leiðbeininga frá Betonplæringsráðet, sömuleiðis með aðstoð Þorvalds Nóasonar. Hjá IÐAN fræðslusetri hafa undanfarið verið haldin námskeið í steyputækni, en engin námskeið eru á námsskrá að svo stöddu.

Á Íslandi eru svo til engar kröfur gerðar um þekkingu, menntun og reynslu til starfsfólks sem vinnur við framleiðslu á steinsteypu, umfram nokkrar laust orðaðar línur um málið í EN 206:

Kafli 9.6.1 í EN 206 sem fjallar um hæfniskröfur til starfsfólks:

Þekking, þjálfun og reynsla starfsfólks sem vinnur við framleiðslu og framleiðslustýringu skal vera viðeigandi. Í sumum löndum eru sérstakar kröfur til þekkingar, þjálfunar og reynslu fyrir mismunandi störf.

Eitt meginmarkmið Steinsteypufélags Íslands á þessu starfsári er að koma á fót námskeiðum um framleiðslu og niðurlögn steinsteypu fyrir aðila sem málið varðar. Það er álit félagsins að þörf sé á sérnámskeiðum sem sniðin eru að EN 206 og 13670 stöðlunum. Til þess að það heppnist þarf sameiginlegt átak hagsmunaaðila og er þegar hafinn undirbúningur Steinsteypufélagsins um samráð við opinbera aðila, verkkaupa, fagfélög, framleiðendur og verkfræðistofur um formið á námskeiðum og kröfum um hæfniskröfur í verklýsingum til þeirra sem vinna við framleiðslu á steinsteypu.

Ytra eftirlit og vottun

Í EN 206 er mælt með að steypuframleiðsla sé undirlögð viðurkenndu ytra eftirliti og vottun. Í dönskum og norskum þjóðarskjölum er gerð krafa um ytra eftirlit og vottun framkvæmda af viðurkenndum óháðum aðilum og er algengt að ytra eftirlit og vottun sé framkvæmd af sama aðila.

Á Íslandi þarf eftirlits- og vottunaraðili leyfi umhverfis- og auðlindaráðherra til að gefa út „jákvæðar umsagnir“. Byggingarfulltrúi skal síðan gæta þess að fyrir liggji „jákvæð umsókn“ og að framleiðandi hafi gefið út yfirlýsingu um nothæfi í samræmi við lög um byggingarvörur III. kafli um „Byggingarvörur sem falla ekki undir kröfu um CE-merkingar“.

Efla og Mannvit er einu „óháðu rannsóknarstofurnar“ sem eru viðurkenndar af umhverfis- og auðlindaráðherra til umsagnar um nothæfi steypustöðva til framleiðslu á steinsteypu.

Þjóðarskjöl á Norðurlöndum

Í Danmörku, Noregi og Svíþjóð eru gefin út aðlöguð þjóðarskjöl við EN 206 og 13670.

Hér á eftir verður stiklað á stóru um innihaldið í dönsku og norsku þjóðarskjölunum til EN 206.

Þeir 18 umhverfisflokkar sem eru skilgreindir í EN 206 eru í norska þjóðaskjalinu minnkuð í 5 endingarflokka, með nánari tilmælum um lágmarks kröfur til prófana, sementsgerðar, fylliefna, íblöndunarefna, samsetningu o.fl.. Síðan ber að nefna nánari lýsingu á notkun á virknisstuðli fyrir notkun íauka eins og svifösku og kísilryks allt eftir endingarflokki.

Í norska viðaukanum við EN 206 er nánari útlistun á ábyrgð og kröfum til menntunar starfsmanna sem vinna við framleiðslu og flutning á steinsteypu. Skilgreind eru eftirfarandi verksvið og með tilheyrandi hæfniskröfum og krafa um viðeigandi prófskírteini („kompetance bevis“) frá norska Betonoplæringsráðet:

- Framleiðslustjóri
- Gæðastjóri
- Stöðvarstjóri
- Rannsóknarmaður
- Dælustjóri
- Steypubílsstjóri



Í Danska þjóðarskjalinu við EN 206 sem gefið var út s.l. haust hefur ekki náðst að klára kaflann um hæfniskröfur, en hans er að vænta nú á nýja árinu. Umhverfisflokkunum er fækkað úr 18 í aðeins fjóra áreitissflokka og er nánar tiltekið hvaða krafa er gerð um prófun fyrir einstaka flokka.

Sérákvæði í Byggingarreglugerð

Í byggingarreglugerð er fyrst og fremst slegið fast að „Steinsteypa og steinsteypuvirki skulu uppfylla ákvæði laga um byggingarvörur, íslenskra þolhönnunarstaðla og staðlanna ÍST EN 206 og ÍST EN 13670“.

Síðan er fjallað um prófanir á alkalívirgni og sérákvæði um klóríðinnihald í sandi.

Umfram þá 18 umhverfisflokka sem skilgreindir eru í EN 206, er í byggingarreglugerðinni til viðbótar skilgreindar kröfur til tveggja „nýju“ umhverfisflokka, „Útisteypa sem er að mestu laus við saltáhrif“ og „Útisteypa sem verður fyrir saltáhrifum“.

Krafan til loftinnihalds og veðrunarþols er sú sama fyrir báða flokkana, en kröfur til Vatns/sements-tölu eru 0,55 og 0,45. Það er hæpið, ef ekki villandi, að gera kröfu um veðrunarþolsprófun þegar á sama tíma eru ekki gerðar hærri kröfur en 0,55 til vatns/sements-tölu.

Með því að fyrirskrifa, athugasemdarlaust sænska veðrunarþolprófið, þar sem prófun hefst á viku gamalli steypu, er verið, á fölskum forsendum, að umbuna steypu með hreint portlandssement og nánast hafna steypu með hægari harðnandi sement blandaðar flugösku og öðrum gerðum finefna.

Þegar farið verður í gerð tilskyldra þjóðarskjala mætti alveg nota tækifærið og dusta rykið af ákvæðinu í grein 8.3.9 „Við útreikning á vatnssementstölu (v/s) er ekki heimilt að beita hvatastuðli á kísilryk“.



Niðurlag

Fyrir ekki löngu hafði greinahöfundur til skoðunar steypulýsingar fyrir þrjár opinberar stofnanir á höfuðborgarsvæðinu með þann tilgang að leita að rammamálum um afhendingu á steypu í öll þrjú mannvirkin. Skilgreindar voru 2, 5 og 12 gerðir af steypu með mjög misjafnar steypulýsingar og því erfitt að koma þeim undir einn hatt til þess að einfalda tilboðið.

Og það er ekki langt síðan að greinahöfundur átti hlut í afhendingu og eftirliti með steypu í plötu, þar sem var gerð krafa um sigmál 5 – 10 cm, sem er alveg úr takti við nútímalega steypugerð og nánast ekki framkvæmanlegt með þeim tækjum sem voru fyrir hendi. Þegar haft var samband við

hönnuðinn, var það álit hans að fyrirskrifað lágt sigmál átti við sigmál „fyrir flotíblöndun“. Sigmál „fyrir flotíblöndun“ var haft sem viðmið hér á landi fyrstu árin eftir að farið var að nota floteftni. Hugtakið „fyrir og eftir flotíblöndun“ á ekki lengur við þar sem floteftnið er oftast sett í steypuna í stöð og því oftast ekki lengur hægt að mæla sigmál fyrir flotíblöndun.

Ofan nefnd eru dæmi um þörf fyrir að samræma skilgreiningar og hugtök við meðferð á steinsteypu. Við yfirferð á EN 206 rakst ég á hugtakið „provisions valid in the place of use“ alls 45 sinnum, sem segir manni að það er töluvert af götum sem þarf að fylla í til þess að staðalinn gegnir sínu hlutverki sem best.

Til þess að einfalda og staðfæra sameiginlegar „leikreglur“ fyrir framleiðslu og niðurlögn steinsteypu er þörf á að hefja gerð þjóðarskjala við EN 206 og 13670 eins og gert er ráð fyrir. Og alls ekki nægjanlegt eingöngu að styðjast við fá sérákvæði í byggingarreglugerð, enda ekki gert ráð fyrir sérákvæði um steypugerð þar.

*Karsten Iversen,
byggingartækniþráðingur*



Verkís er öflugt og framsækið ráðgjafar fyrirtæki sem býður fyrsta flokks þjónustu á öllum sviðum verkfræði. Yfir 300 starfsmenn vinna að fjölbreyttum og krefjandi verkefnum á Íslandi og erlendis. Sýndarveruleiki hefur aukið gæði hönnunar hjá Verkís og skapað tækifæri til hagræðingar í framkvæmd og rekstri.

Verkís verkfræðistofa | Ofanleiti 2 | 422 8000 | www.verkis.is | verkis@verkis.is



ER HÆGT AÐ META JÁKVÆÐ ÁRHRIF LÁGALKALÍSEMENTS Á ALKALÍVIRKNI STEYPUBLANDNA Á RANNSÓKNARSTOFU?

Alkalívirkni steinsteypu var þekkt vandamál á Íslandi á árunum 1960-1980, jafnvel á meðal almennings. Þökk sé rannsóknum og fyrirbyggjandi aðferðum hefur alkalívirkni verið haldið í lágmarki frá því í lok áttunda áratugarins og yngri kynslóðir því farnar að gleyma hversu alvarlegt vandamál alkalívirkni steypu er. Þessi barátta við steypuskemmdir vegna alkalívirkni hefur þó ekki verið unnin á heimsvísu. Í flestum löndum í heiminum eru alkalískemmdir í steinsteypum mannvirkjum greindar reglulega, og oft í mannvirkjum sem er erfitt, tímafrekt og kostnaðarsamt að gera við eða endurbyggja.

Nokkrar staðlaðar prófunaraðferðir hafa verið þróaðar til að meta alkalívirkni steinefna og steinsteypu. Bandarísku staðlasamtökin (ASTM), kanadíska staðlaráðið (CSA) og alþjóðlegar staðlanefndir RILEM hafa allar þróað mýrstrendinga- og steypustrendingapróf sem í grundvallaratriðum eru eins. Á Íslandi hefur Byggingareglugerð lengst stuðst við mýrstrendingapróf frá ASTM (ASTM C227) og hraðstrendingaprófið ASTM C1260. Nýlegar breytingar á reglugerðinni leyfa notkun á steypustrendingaprófi RILEM (RILEM AAR-3) til þess að meta alkalívirkni steypublöndu sem gerð er með alkalívirku steinefni. Sambærilegt steypustrendingapróf (ASTM C1293) hefur verið staðlað frá árinu 1995 í Bandaríkjunum.

Alkalívirkni steinefna var uppgötvuð af Stanton upp úr 1940 í Bandaríkjunum¹ og allt frá því hafa vísindamenn unnið að því að

þróa áreiðanlegar prófunaraðferðir til að tryggja endingu steinsteyptra mannvirkja². Þrátt fyrir að þessar prófunaraðferðir hafi verið staðlaðar í fleiri tugi ára, og í stöðugri notkun út um allan heim, þá eru þau alls ekki án annmarka. Upprunalega mýrstrendingapróf ASTM, ASTM C227, sem þróað var upp úr 1940 var fellt úr gildi í október 2018 þar sem rannsóknir sýna að niðurstöður prófsins eru ekki í samræmi við það sem búast má við að gerist í steypum mannvirkjum og önnur áreiðanlegri próf hafa tekið við. Langflestar rannsóknir sýna að af þeim prófunaraðferðum sem eru staðlaðar og í sem mestri notkun í dag, er steypustrendingaprófið áreiðanlegast, þrátt fyrir þær takmarkanir sem eru við notkun þess.

Þegar steinefni og steypublöndur eru prófaðar samkvæmt steypustrendingaprófinu, eru sýnin geymd við 38°C og >98% raka. Til þess að tryggja nægilegan raka eru strendingarnir geymdir í lokaðri fötu, ofan á grind fyrir ofan vatnsbað og passa þarf sérstaklega upp á að strendingarnir séu ekki í beinni snertingu við vatnið. Daginn fyrir lengdarmælingar eru föturnar færðar í herbergishita til að útiloka að mæld þensla sé vegna hitabreytinga. Þessar geymsluaðstæður steypustrendinganna leiða til þess að 22-45% af alkaliinnihaldi blöndunnar lekur úr steypunni og safnast fyrir í vatnsbaðinu³. Til þess að koma á móts við þetta er krafa gerð um að steypublandan sé gerð úr háalkalísementi (með alkaliþingildi 0.9% ± 0.1%) og að auki er alkaliinnihald blöndunnar hækkað

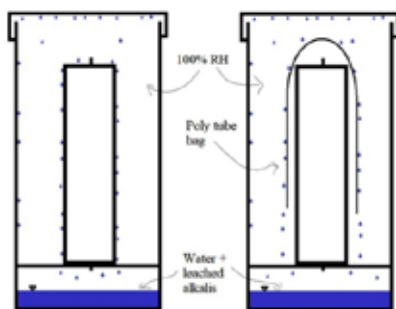
upp í 1.25% eða 5.25 kg/m³. Þetta gerir það að verkum að ekki er hægt að meta áhættu á steypuskemmdum vegna alkalívirkni steinefna á steypublöndum úr semneti með lágu eða miðlungsháu alkaliinnihaldi. Að auki er ekki hægt að þróa svokölluð frammistöðupróf (performance test) þar sem prófuð er sú steypublanda sem áætlað er að nota. Þessháttar prófanir hafa mikið verið ræddar á alþjóðlegum vettvangi þar sem þess háttar prófanir eru yfirleitt taldar raunsærri en prófanir á stöðluðum steypublöndum.

Markmið doktorsverkefnis höfundar, sem unnið var að við Háskólann í Toronto, var að skoða hvort hægt væri að meta áhrif lágalkalísements á alkalívirkni með þeim stöðluðu prófunaraðferðum sem eru í mestri notkun í dag. Hluti þess verkefnis sneri að því að skoða hvort sementstegund steypublöndunnar hafi áhrif á hversu mikið af alkaliinnihaldi hennar lekur úr steypunni við prófun. Prófaðar voru steypublöndur með þekktu alkalívirku steinefni frá Kanada og þremur mismunandi sementstegundum. Notast var við háalkalísement með 1.01% alkaliþingildi, lágalkalísement með 0.57% alkaliþingilidi og sement með miðlungshátt alkaliþingildi eða 0.89%. Að auki var notast við flugösku og gjall (e. slag) til að hefta alkalívirkni steypunnar. Sýni voru tekin úr vatninu undir sýnunum í hvert sinn sem lengdarmæling var gerð og greint var magn natriums, kalíum og hýdroxýl jóna í vatnssýnunum. Rannsóknin leiddi í ljós að um 50% alkaliinnihalds steypublöndunar endar í vatninu

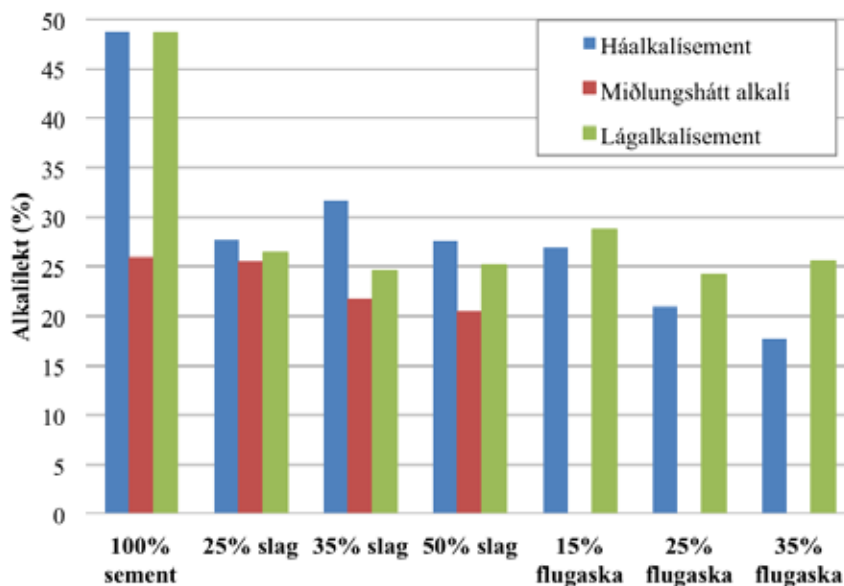
Þegar prófuð er steypa með 100% portlandsementi (mynd 1). Mun minni alkalisambönd voru mæld í vatninu í þeim fötum þar sem steypublanda sem innihélt flugösku eða slag var geymd.

Með þetta í huga var ákveðið að í stað þess að auka alkaliinnihald steypublandanna í 1.25% eins og krafa er um í staðlinum, þá var alkaliinnihaldið aukið um 40% af alkaliþafngildi þess sements notað er. Ef notast var við sement með alkaliþafngildi 0.57%, þá var alkaliinnihaldið aukið í $(1.4 \times 0.57)\%$ eða 0.80%. Með þessu var hægt að sjá mismun á þenslu steypustrendinganna og jákvæð áhrif lágalkalísementsins komu í ljós (sjá mynd 2).

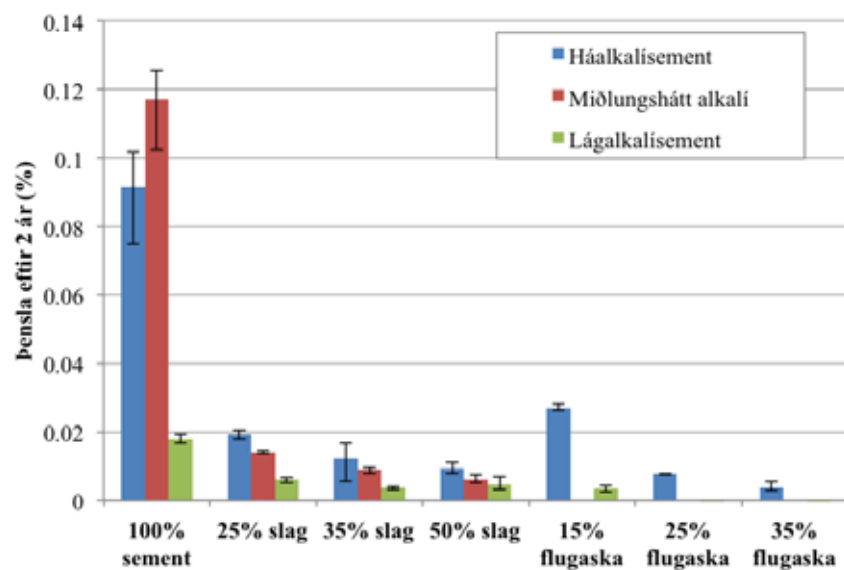
Einnig var skoðað hvort hægt væri að minnka hversu mikið af alkaliinnihaldi steypunnar læki úr strendingunum. Nokkrar aðferðir voru skoðaðar og sú áhrifaríkasta var að hylja hvern strending með poka sem opinn er að neðanverðu. Með þessu var hægt að draga verulega úr alkalílekanum og einungis um 10-15% alkaliinnihalds strendinganna lak út. Þokinn huldi u.þ.b. 2/3 af lengd hvers strending og passa þurfti vel upp á að plastið væri nógu stíft til að haldast opið að neðanverðu til að hefta ekki aðgang raks lofts að strendingunum (sjá mynd 3).



Mynd 3: Tillaga að bættum geymsluaðferðum við prófanir til að minnka tap alkalímalma úr steypustrendingum



Mynd 1: Tap alkalíjóna eða alkalílekt (Na^+ og K^+) úr steypustrendingum eftir 2 ár þegar prófað er samkvæmt steypustrendingaprófi ASTM C1293



Mynd 2: Þensla mismunandi steypublanda eftir 2 ár þegar prófað var samkvæmt steypustrendingaprófi ASTM C1293

Í framhaldi af þessum niðurstöðum var ákveðið að skoða hvort hægt væri að prófa steypublöndu sem vitað er að muni sýna skemmdir af völdum alkalívirgni, þrátt fyrir að notast við lágalkalísement. Þannig var lagt mat á hvort þessar breytingar á steypublöndunni og geymsluaðstæðum strendinganna væru nægar til þess að auka áreiðanleika prófunaraðferðarinnar. Notast var við þekkt alkalívirkt

kanadískt steinefni (Spratt) og steyparblöndur með lágalkalísementi. Vitað er að ekki er næginlegt að notast við lágalkalísement með þessu steinefni til að hefta alkalívirgni steypublöndunnar. Þrjár blöndur voru hrærðar: ein þar sem alkaliinnihald blöndunnar kom einungis frá sementinu, önnur þar sem notast var við 20% aukningu á alkaliinnihaldinu með því að leysa upp natríum hýdroxíð í

Rb-blöð

Rb-blöð eru upplýsingaveita á byggingasviði um viðhald, hönnun og byggingu mannvirkja. Blöðin spanna flest svið byggingariðnaðarins og mörg þeirra fjalla sérstaklega um steinsteypu.

Upplýsingar og áskrift að **Rb-blöðum** er
á www.nmi.is/utgafa



Nýleg Rb-blöð

- ▶ Parket
- ▶ Torfpök
- ▶ Merkingar á gagnvörðu timbri
- ▶ OSB-plötur
- ▶ Rakamælingar í byggingum
- ▶ Burðarviður
- ▶ Ísetning þakglugga
- ▶ Hitamyndun húsa

www.nmi.is



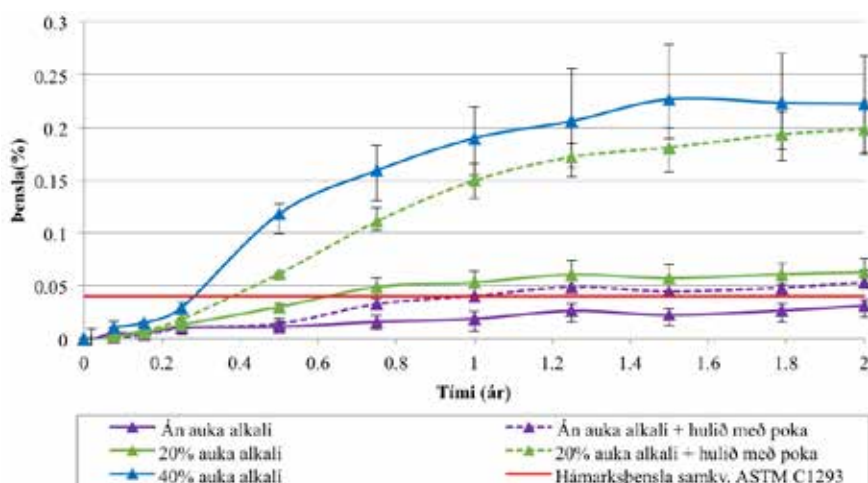
Nýsköpunarmiðstöð
Íslands

blendivatninu og í þeirri þriðju var aukningin 40%. Strendingar með engri og 20% alkálíaukningu voru prófaðir með og án plastpoka til að minnka alkálílektina. Myndir 4 og 5 sýna hversu mikil þensla og alkálílekt var mæld yfir 2ja ára próftímann.

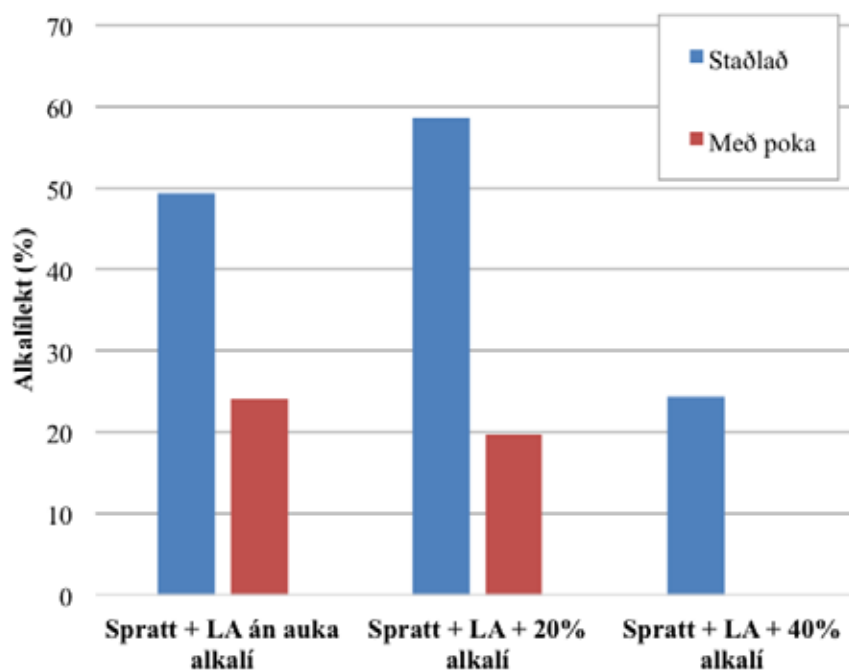
Eins og sjá má var lítil sem engin mælanleg þensla á strendingum úr steypublöndunni með Spratt og engri alkálíaukningu, á meðan blandan með 40% aukningu sýndi þenslu upp á 0.22%. Blöndur sem sýna meiri þenslu en 0.04% eru taldar alkálívirkar og líkur á steypuskemmdum mjög líklegar. Með því að verja strendingana frá vatnsdropum á meðan á prófunum stendur var einnig hægt að minnka hversu mikið þurfti að auka alkálíinnihald strendinganna til að sjá niðurstöður sem staðfestar hafa verið í veðrunarstöðvum.

Þetta gerir það að verkum að hægt er að aðlaga prófið að því að prófa þá steypublöndu sem áætlað er að nota, og einnig bera saman mismunandi möguleika til að koma í veg fyrir steypuskemmdir vegna alkálívirkra steinefna. Á svæðum þar sem lágalkalísement hafa markaðsráðandi stöðu er t.d. oft erfitt að sannfæra viðeignandi aðila að flugöskublandað hálalkalísement geti skilað sambærilegum, og jafnvel betri, niðurstöðum þegar kemur að steypugæðum ef ekki er hægt að bera saman blöndurnar.

Þrátt fyrir að steypuskemmdir vegna alkálívirnkni fylliefna eru ekki mikið vandamál á Íslandi í dag, megum við ekki gleyma því að það er einungis vegna þess að stífar kröfur voru gerðar um prófanir og fyrirbyggjandi aðgerðir til þess að koma í veg fyrir vandamálin. Um leið og við minnkum kröfurnar um prófanir og gleymum að hafa



Mynd 4: Þensla steypustrendinga úr Spratt og lágalkalísementi þegar prófað var samkvæmt steypustrendingaprófi ASTM C1293. Alkálíinnihald steypunnar var aukið um 0-40% með því að bæta natríumhýdroxíði í blendivatnið



Mynd 5: Tap alkálíjóna eða alkálílekt (Na^+ og K^+) úr steypustrendingum eftir 2 ár þegar prófað er samkvæmt steypustrendingaprófi ASTM C1293 og þegar notast var við plastpoka til að hefja tapið

Heimildir:

1. Stanton, T. E. (1940). Expansion of concrete through reaction between cement and aggregate. *Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, 66, 1781-1811.
2. Stanton, T. E. (1943). Studies to develop an accelerated test procedure for the detection of adversely reactive cement-aggregate combinations. *Proceedings of the 46th annual meeting*. Vol. 43, pp. 875-893. Pittsburgh: ASTM.
3. Rivard, P., Bérubé, M., Olliver, J., & Ballivy, G. (2007). Decrease in Pore Solution Alkalinity in Concrete Tested for Alkali-Silica Reaction. *Materials and Structures*, 40, 909-921.

Sóley Unnur Einarsdóttir Ph.D

HVAÐA ÁHRIF HEFUR LOFTÍBLÖNDUN Á EIGINLEIKA STEINSTEYPU?

Loftíblöndun hefur mikil áhrif á eiginleika steinsteypu. Til þess að geta ráðlagt viðskiptavinum okkar betur varðandi loftíblöndun í steinsteypu hefur það verið rannsakað á rannsóknarstofu Aalborg Portland hvaða áhrif ólíkir þættir hafa á magn og tegund viðbættis lofts.

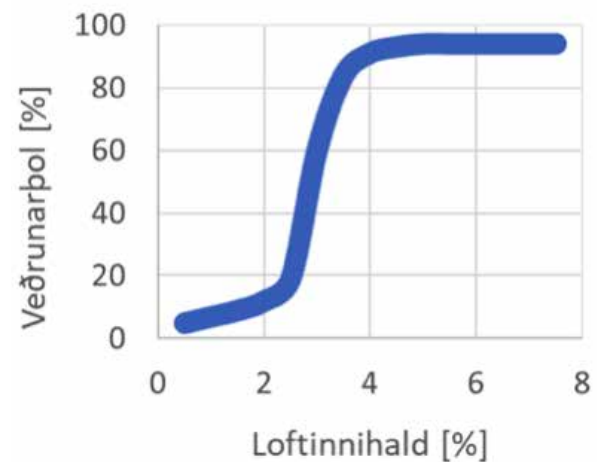
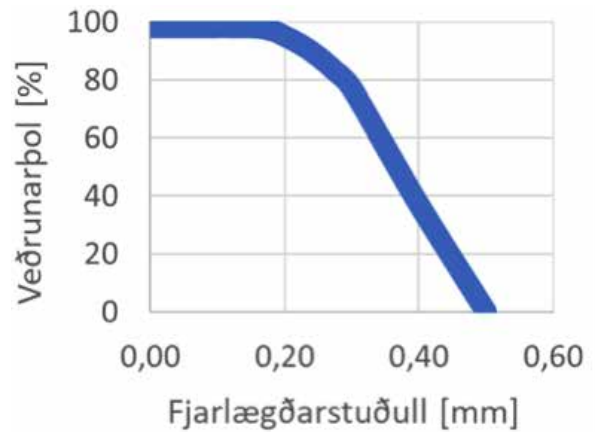
Ýmsar ástæður eru fyrir loftíblöndun í steinsteypu, þ. á m.:

- Kröfur um veðrunarþol
- Bættur vinnanleiki
- Aukinn innri stöðuguleiki og þar með mótstaða gegn aðskilnaði í m.a. flotsteypu
- Til þess að gera steypuna ódýrari

Loft í steinsteypu getur annars vegar verið náttúrulegt loft og hins vegar viðbætt loft.

- Náttúrulegt loft: Það loft sem er í steypunni þegar hún hefur verið blönduð án viðbættra kemískra efna. Náttúrulegt loft er yfirleitt um 1-1,5% af steypunni.
- Viðbætt loft: Loft sem bætt er við steypuna með loftblendi, umfram það loft sem fyrir er. Oft er miðað við að samanlagt loftinnihald steypu sé 6-7%.

Mynd 1: Myndræn framsetning á þýðingu loftmagns annars vegar og fjarlægðarstuðuls hins vegar í steypu, fyrir veðrunarþol steypunnar, [2] og [3].



Loftblendi myndar ekki loft í steypunni, heldur kemur jafnvægi á og festir það loft sem lokast inni við blöndun steypunnar, sem að öðrum kosti hefði losnað úr henni.

Kveðið er á um viðnám steypu gegn niðurbroti vegna frosts/þíðu í dönskum viðauka við steypustaðalinn „DS/EN 206 DK

NA:2018“ (áður DS2426), og eins og sést í Töflu 1 er það sett fram samkvæmt loftmagni steypunnar og svokölluðum fjarlægðarstuðli. Fjarlægðarstuðull er eins konar mælikvarði á meðalfjarlægð á milli tveggja loftbóla í steypunni.

Áhrif loftmagns og fjarlægðarstuðuls á frostþol steypu eru sett fram á myndrænan hátt á mynd 1, sem byggð er á rannsóknarniðurstöðum sem upphaflega eru frá 7. áratug 20. aldar, [2] og [3]. Eins og sjá má byggjast kröfurnar í Danmörku á skynsamlegum grunni og reynslan sýnir að niðurbrot vegna áraunar af frosti/þíðu er sjaldgæft ef kröfurnar eru uppfylltar.

Umhverfisflokkar	XF1	XF2	XF3	XF4
Lágmarks loftinnihald	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%
Mesti fjarlægðarstuðull	-	0,20 mm	0,20 mm	0,20 mm

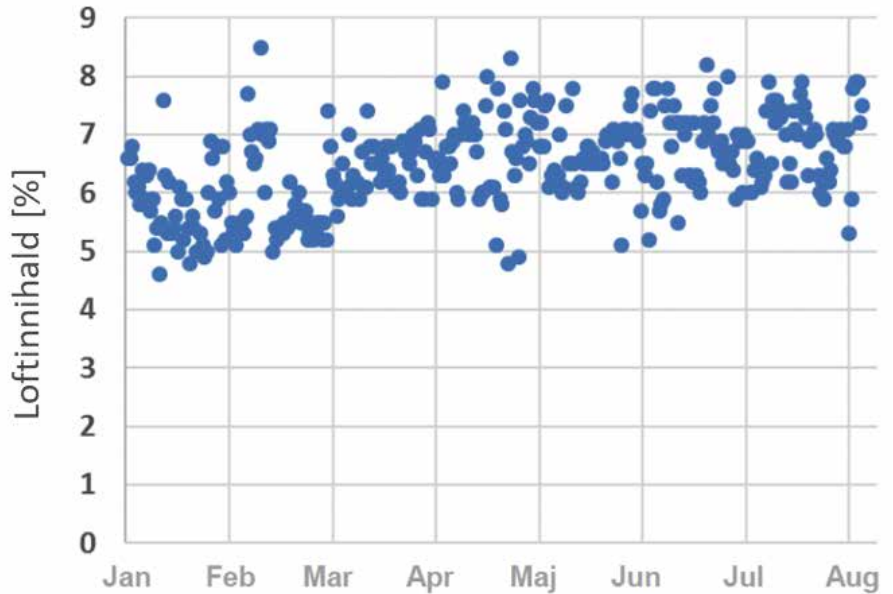
Tafla 1: Kröfur um loftmagn og fjarlægðarstuðul fyrir mismunandi umhverfisflokkka, skv. „DS/EN 206 KD NA: 2018“ (danskt þjóðarskjal við EN 206).

Loftblendi

Loftblendi samanstendur af lífrænum samböndum sem annars vegar eru vatnsfælin og hins vegar vatnssækin. Verkun loftblendis felst í meginatriðum í því að það:

- Dregur úr yfirborðsspennu vatns og kemur jafnvægi á loftbólur í steypunni
- Bætir lofti í steypuna í blöndunarferlinu
- Sest á milli loftsins og vatnsins og myndar sambönd á milli sementskorna, loftbólna og íblöndunarefna, sem gera steypublönduna stöðugri.

Verkun loftblendis er lýst með ítarlegum hætti í [1].



Mynd 2: Mælt loftmagn yfir sjö mánaða skeið í C35/45 steypu sem blönduð var í steypustöð í Danmörku.

Mismunandi loftmagn

Loftmagnið í steypu sem blönduð er í steypustöð getur verið breytilegt innan ákveðinna marka, rétt eins og aðrar breytur steypunnar. Á mynd 2 má sjá mælt loftmagn yfir sjö mánaða tímabil í C35/45 steypu sem blönduð var í steypustöð í Danmörku. Fleiri þættir sem tengjast framleiðslu og samsetningu steypunnar hafa áhrif á þennan breytileika, svo sem:

Blöndun steypunnar:

- Tegund hrærivélar: Fríttfalls, þvingunar, dobbeltaksler.
- Stærð lögunar: Stór lögun -> minna loft
- Viðhald hrærivélar: Slitnir spaðar -> minna loft
- Blöndunarhraði: Meiri -> meira loft
- Blöndunartími: Lengur -> meira loft

Samsetning steypu:

- Vatns-/sements-hlutfall
- Vinnanleiki
- Hitastig
- Kornakúrfa
- Hlutarefni:
- Sandur, steinn, vatn, sement, íblöndunarefni.

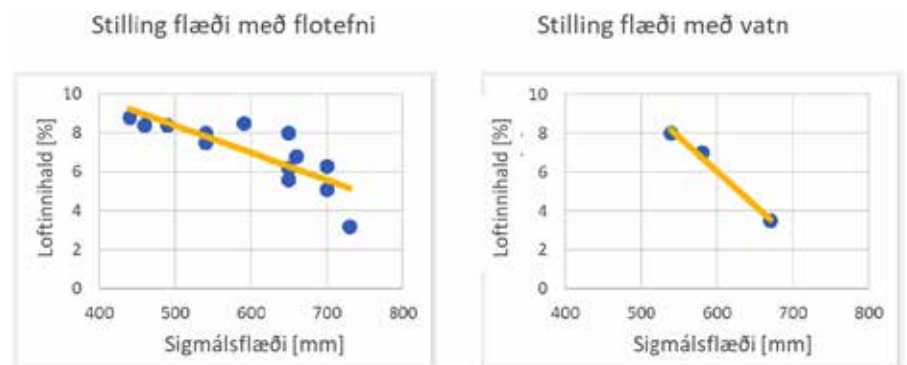
Hér á eftir má sjá niðurstöður rannsókna á áhrifum eftirfarandi þátta á loftmagni í ólíkum gerðum af steypu: Vinnanleiki, hitastig sements og steypu, kol í svifösku, fínefni í sandi og blöndunaraðferðir.

Vinnanleiki steypunnar

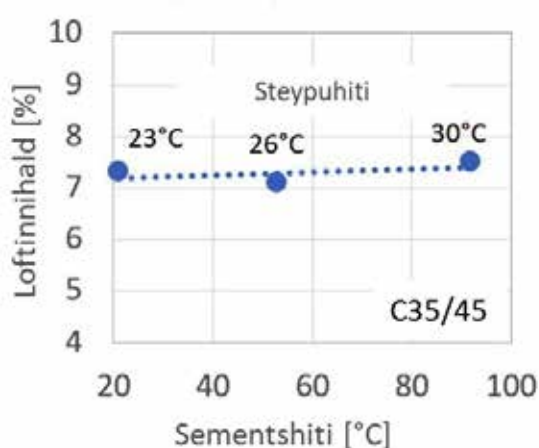
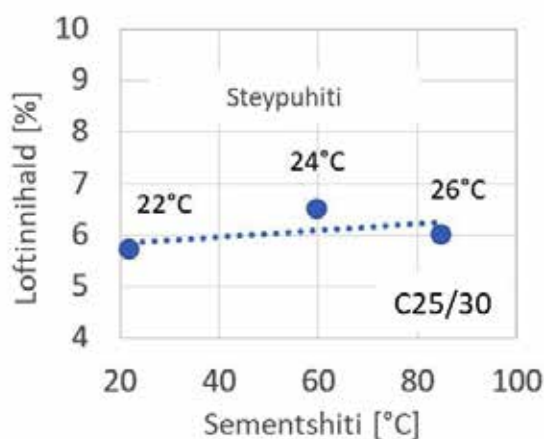
Loftmagnið breytist við breytingu á vinnanleika steypunnar án þess að frekara loftblendi sé bætt við: Aukinn vinnanleiki, t.d. herra sigmál, skilar að öðru óbreyttu minna lofti, og öfugt. Á mynd 3 má sjá samband á milli sigmáls og loftmagns í sjálfútleggjandi steypu.

- Aukið flotefni: 100 mm herra sigmál skilar 1,4% minna lofti
- Aukið vatn: 100 mm herra sigmál skilar 3,3% minna lofti

Reynslan sýnir einnig að mjög fljótandi steypa, t.d. þegar steypan skilur sig, inniheldur lítið loft samanborið við þéttari blöndu af sömu steypu. Segja má að steypan hafi losnað við loftið þegar lyftikraftur loftbólanna varð of mikill miðað við þau sambönd sem loftblendidi myndar við sementið og íblöndunarefni.



Mynd 3: Áhrif vinnanleika á loftmagn í steypu. Vinnanleiki stilltur af annars vegar með flotefni og hins vegar vatni.



Mynd 4: Áhrif hitastigs sements og steypu á loftmagn eftir blöndun tveggja gerða af steypu, annars vegar C25/30 og hins vegar C35/45.

Hitastig sements og steypu

Hitastig hlutaefna, þ. á m. sementsins, er það sem ákvarðar hitastig steypunnar, sjá nánar í [4].

Á mynd 4 má sjá niðurstöður mælinga á loftmagn í annars vegar C25/30-steypu og hins vegar C35/45-steypu, þar sem hitastig steypunnar breytist með því að nota sement með mismunandi hitastigi. Eins og sjá má breytist loftmagn steypunnar ekki markvert miðað við eðlilegt hitastig á sementi og steypu.

Fínefni í sandi

Til þess að rannsaka áhrif fylliefnamagns á floteiginleika og loftmagn var „framleiddur“ sandur á rannsóknarstofunni sem skipt var niður í nokkra hluta og í kjölfarið settur saman aftur með þekktu fínefnamagni (korn innan við 0,25 mm að stærð):

- 7% fínefni (lítið fínefnamagn)
- 17% fínefni (eðlilegt fínefnamagn)
- 27% fínefni (mikið fínefnamagn)

Sandurinn var rannsakaður í sjálfútleggjandi C25/30 steypu með sigmál og loftmagn í samræmi við mynd 5:

- 10% meira fínefni í sandinum eykur loftmagnið með u.þ.b. 0,4%.

Það þýðir að það þarf að vera tiltölulega mikill munur á

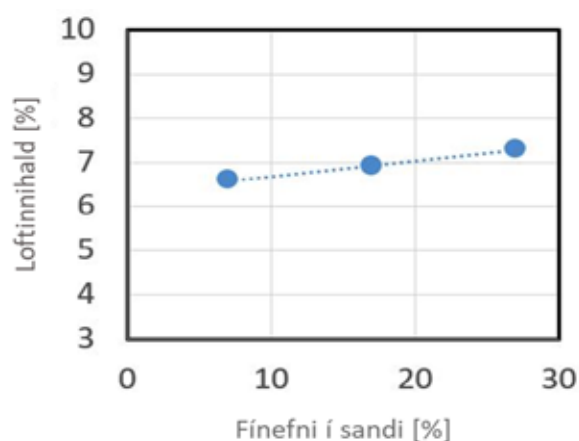
fínefnamagninu í sandinum til þess að það hafi áhrif á loftmagn steypunnar, en slíkt er sjaldgæft frá einu hlasi til annars.

Blöndunaraðferð

Til að rannsaka áhrif blöndunaraðferðarinnar á loftmagn steypunnar eru gerðar breytingar á því hvenær íblöndunarefnum, þ.m.t. loftblendi, er bætt við. Ekki fæst skýr mynd af áhrifunum ef íblöndunarefnum er bætt við 30–60 sekúndum eftir að vatni er bætt við, en draga má þá ályktun að:

- Blöndunaraðferðin hafi ákveðin áhrif á loftmagnið.

Mynd 5: Áhrif fínefnis í sandi á loftmagn steypu, [5].



Heimildir:

- [1] Hewlett, Peter C. o.fl. „Lea's Chemistry of Cement and Concrete“, fjórða útgáfa, 2004. ISBN: 0750662565
- [2] Neville, A. M., „Properties of Concrete“, 1995. ISBN 0-582-23070-5
- [3] Cordon, W.A. and Merrill, D., „Requirements for Freezing and Thawing Durability for Concrete“, Proceedings, ASTM vol. 63, 1963.
- [4] Jacob Thryssøe, „Betons temperatur efter blanding“, Dansk Beton, nr. 2. 2017
- [5] Jacob Thryssøe og Lasse Frølich, „Indflydelse af filler i beton“, Dansk Beton, nr. 4. 2017.

HÆFNISKRÖFUR TIL STARFMANNA SEM VINNA VIÐ GERÐ STEYPTRA MANNVIRKJA

Hér á landi eru evrópsku staðlarnir „ÍST EN 206 Tæknilýsing, eiginleikar, framleiðsla og samræmi“ og „ÍST EN 13670 Framkvæmdir við steipt mannvirki“ ráðandi hvað varðar lýsingar, framleiðslu, eftirlit og niðurlögn á steinsteypu.

Báðir evrópsku staðlarnir eru mjög sparsamir með tilliti til hæfniskröfu til starfsmanna sem vinna við gerð steyptra mannvirkja, en gera ráð fyrir að farið sé eftir innlendum stöðlum og reglugerðum með tilliti til hæfnis starfsmanna sem vinna við þá þætti sem staðlarnir taka til við gerð steyptra mannvirkja.

Burt séð frá ákvæðum í það er von stjórnar Steypufélagsins byggingarreglugerð um hæfniskröfur að átakið leiði til bætts skilnings á til byggingarmeistara eru engar undirstöðu við steypugerð og að í sérstakar hæfniskröfur í stöðlum eða verklýsingum fyrir steipt mannvirki reglugerðum, til starfsmanna sem verði kröfur um sérsniðin námskeið fást við steypugerð. sem muni leiða til bætta gæða við steypugerð.

Á þessu starfsári hefur stjórn Steinsteypufélagsins m.a. sett fókus á menntamál og hafið undirbúning, í samráði við hagsmunaaðila, um gerð námskeiða sem verða sérsniðin að starfsfólki sem fæst við framleiðslu og niðurlögn steypu, með hliðsjón af m.a. gildandi stöðlum.

*Fyrir hönd Steinsteypufélags Íslands,
Karsten Iversen*



Rannsóknarstofa

Steinsteypa, múr og fylliefni

Eftirlit, prófanir og vottun efnisgæða
Úttektir og vottun steypustöðva

Umhverfis- og efnamælingar

Jarðefnarannsóknir

Greining á myglu og sýnataka

EFLA VERKFRÆÐISTOFA

+354 412 6000 efla@efla.is www.efla.is

STEYPA Á HJÓLUM



Svo virðist sem að notkunar möguleikum steinsteypu séu engin mörk sett. En gott dæmi um það er listaverkið „Concrete traffic“ eða steyppt umferð.

Verkið er frá árinu 1970 og var partur af gjörningi við nýlistasafnið í Chicago og listamaðurinn heitir Wolf Vostel og er frá Þýskalandi.

Verkið er innsteyptur bíll, nánar til tekið Cadillac Sedan De Ville frá árinu 1957 og alls fóru um 14 tonn af steypu eða um 6 m³ í að steypa bílinn

inn, og má segja að þessi Cadillac sé með furðulegri fylliefnum í steinsteypu.

Innsteypti bíllinn var til sýnis á nýlistasafninu í 6 mánuði frá sköpun, en eftir það var hann fluttur á bílaplan í Chicago borg þar sem hann stóð allt þar til ársins 2016, þegar hann var færður inn í bílastæða hús við Háskólann í Chicago.

Ástæðan fyrir flutningunum var sú að sýnilegra verðrunaráhrifa var farið að gæta, en það er ekki óeðlilegt

eftir rúm 40 ár að bíll láti sjá á eftir geymslu þar sem hann er óvarinn fyrir veðri og vindum. En á árunum 2012 til 2016 voru framkvæmdar miklar viðgerðir á verkinu þar komu m.a. að listamenn, steinsteypusérfræðingar og sérfræðingar um viðhald fornbíla.

Fyrir áhugasama er hægt að skoða bílinn í bílastæðahúsinu við S. Ellis Avenue nr. 5501 í Chicago.

Sjá: <https://arts.uchicago.edu/public-art-campus/browse-work/concrete-traffic>



FRAUÐSTEYPUHLEÐSLUSTEINAR

Svíinn, Axel Erikson, sem starfaði sem arkitekt, þróaði milli 1918 til 1923 frauðsteypu á rannsóknastofu sinni, síðan hófst framleiðsla Ýxhult. Frauðsteypa er samsett úr fínum kvarssandi, kalki, sementi og vatni. Til að mynda frauð er álduft sett út í fljótandi efju og efnið síðan steipt í mót. Eftir hörðun eru steinar sagaðir sem verða svo þrýstihertir með gufu í 180 til 200°C hita. Frauðsteypueiningar eru til í mismunandi flokkum háð rúmþyngd, þrýstistyrk og einangrunargildi.

Í dag eru milliveggir úr frauðsteypueiningum mjög vinsælir og er markaðhlutfall þeirra um 20%. Frauðsteypueiningar eru með góða einangrun, lága rúmþyngd, mikla nákvæmni og góða hljóðeinangrun.

Þrýstistyrks-flokkur	Þrýstipól f_k [MPa]	Rúmþyngd [kg/dm ³]	Einangrun-gildi [W/m ² *K]
2	1,8	0,40	0,10
4	3,0	0,50	0,13
6	4,1	0,65	0,21



LYNGÁS 1, 68 ÍBÚÐIR MIÐSVÆÐIS Í GARÐABÆ

UPPSELT Í FYRRI ÁFANGA – 70 ÍBÚÐIR
FYRSTU AFHENDINGAR VOR 2019

Nánari upplýsingar hjá söluaðilum

M MANNVERK
FRAMKVÆMDIR
OG RÁÐGJÖF



Steypustöðin byrjaði árið 2014 að selja einingar sem eru framleiddar hjá Lemga í Þýskalandi. Byrjunin var erfið því þekking á hleðslusteinum úr frauðsteypu var lítil. Í dag hafa frauðsteypusteinarnir fest sig í sessi á íslenskum markaði.

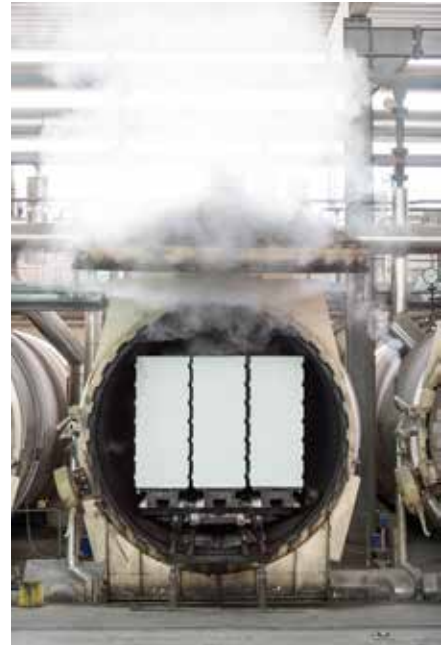
Helsti kostur frauðsteypusteina er að þeir eru ekki viðkvæmir fyrir raka. Af ýmsum ástæðum myndast oft raki í rýmum. Ástæðan getur verið léleg loftræsting, kuldabryr í byggingunni eða raki sem þéttist á kaldavatnsrörum. Afleiðingin getur verið of hátt rakastig í andrúmslofti í rýmum með rökum veggjum og mygluvexti. Góð kynding og loftræsting hjálpar, en til að fá þægilegt og heilbrigt andrúmsloft þurfa innveggirnir að vera byggðir úr réttu efni. Gegnheilir, ekki berandi milliveggir úr múrsteinum og veggplötum hafa reynst vel um áratugaskeið. Ef rétt er farið

að við uppsetningu þá uppfylla þeir kröfur sem gerðar eru til eldvarna, hljóðeinangrunar og varmaeinangrunar sem og álagsþols vegna notkunar. Hægt er að múra milliveggi með lítilli fyrirhöfn í fókheldum byggingum og einnig má nota þá til að endurskipuleggja skiptingu rýma í eldri byggingum.

Steypustöðin hefur lagt mikið á sig að þýða lesefni og upplýsingar um frauðsteypueiningar til að upplýsa hönnuði. Á heimasíðu Steypustöðvarinnar: www.steypustodin.is er hægt að hlaða niður kynningarefni

um hönnun og tæknilegum upplýsingum.

*Kai Westphal,
Steypustöðin*



HNIT verkfræðistofa veitir alla almenna verkfræðiráðgjöf, s.s. mannvirkja- og vegghönnun, ásamt framkvæmdaráðgjöf, verkeftirliti og mælingum. Hnit er góður og eftirsóknarverður vinnustaður, með metnað, samheldni og fagmennsku að leiðarljósi.

HNIT
VERKFRÆÐISTOFA

STEINSTEYPUÐAGURINN 2018

Hinn árlegi steinsteypudagur var haldinn í nýjum ráðstefnusal á Grand Hótel þann 9. Mars 2018. Að þessu sinni var dagurinn einungis með dagskrá frá kl. 12:30 til 16:30, en venjan hefur verið að hafa dagskrá í heilandag. Engu að síður var dagurinn einstaklega vel heppnaður og var það forstjóri Mannvirkjastofnunar, Björn Karlsson sem setti daginn. Dagskráin var að venju fjölbreytt og áhugaverð, en þar sem steypa hefur mörg lög og ýmsar áferðir er af nógu að taka.

Ólafur Wallevik, forstöðumaður rannsóknastofu byggingar- iðnaðarins, hóf daginn með umfjöllun um stöðu íslenskra byggingarannsókna og norrænt samstarf. Ljóst er að þar er af nógu að taka þrátt fyrir að margt hafi verið vel gert. Með honum var Wassim Mansour sem fjallaði um steypuframleiðslu og framkvæmdir í Abu Dhabi.

Á eftir þeim fylgdu nýjungar í steypuiðnaðinum, en Stefán Vignisson og Barði Kárason frá Thermo Tec kynntu ráðstefnugesti

fyrir i-Tec millveggjakerfi úr léttsteypu. Jón Elvar Wallevik sérfræðingur hjá NMÍ greindi frá rannsóknum og tilraunum sem NMÍ hefur unnið að, m.a. í samráði við Vegagerðina, varðandi sértækar steypublöndur sem blandaðar eru beint í steypubíl. Vegna stöðu innviða og því hversu dreifbýlt Ísland er hefur Vegagerðin þurft á slíkri tækni að halda í flóknari viðhaldsverkefnum á steiptum brúm. Þá var ekki úr vegi að fara með ráðstefnugesti í sjóferð og kynnst vinnu vitadeildar Vegagerðarinnar við viðhald á vitum sem finna má meðfram strandlengju Íslands og á eyjum og skerum. Vitar eru flest allir steiptir og eiga það allir sameiginlegt að vera í fjandsamlegu umhverfi. Því krefjast þeir umtalsverð viðhalds, einnig vegna aldurs. Fyrri hluta dagskráarinnar lauk síðan með áhugaverðum og skemmtilegum fyrirlestri Önnu Sigríðar Jóhannsdóttur, arkitekts hjá VA arkitektum og Halldór Daðasonar verkfræðings hjá Verkís sem bar heitið „Hús eða ekki hús“.

Í kaffihléi gæddu ráðstefnugestir sér

á kaffi og með í, en dagskráin eftir hlé var ekki síðri en sú fyrir hlé. Jón Axel Jónsson verkfræðingur hóf seinna holl með því að fjalla um yfirlit og kröfur til steinsteypu í Cityringen, stækkun á neðanjarðarlestartarkerfi Kaupmannahafnar. Verkefnið er einkar umfangsmikið og flókið, vegna staðsetningu og stærðar, og nóg af steypu til að fylla dagskrá fyrir heilandag. Guðrún Þóra Garðarsdóttir, verkfræðingur hjá Vegagerðinni, fjallaði um hönnun steinsteyptra brúa á Íslandi, helstu þætti og áskoranir með fyrirlestrinum „Að brúa bilið“. Síðasti fyrirlestur dagsins var um einstaklega velheppnað verkefni, endurgerð Marshallhússins úti á Granda, en myndin á forsíðu Sigmáls 2018 er einmitt úr því. Það var Steinþór Kárason arkitekt hjá Kurt og Pí sem lýsti verkefninu, frá vöggu til notkunar. Ráðstefnulok voru óvenjuleg, eins og dagurinn, en það var hinn þjóðþekkti grínisti Pétur Jóhann Sigmússon sem sendi ráðstefnugesti einstaklega kátá beint í léttu veitingarnar og inn í helgina, fullir af fróðleik eftir daginn og með bros á vör. Takk fyrir okkur.



FAGMENN Í FLOTI



Steypustöðin býður upp á gott úrval flotefna og flotvagna.
Fáðu upplýsingar hjá sölumönnum okkar í síma **4 400 400**.

Malarhófi 10 • 110 Reykjavík • s: 4 400 400 • steypustodin@steypustodin.is • www.steypustodin.is



STEYPUSTÖÐIN