

SIGMÁL

FRÉTTABRÉF STEINSTEYPUFÉLAGS ÍSLANDS

Febrúar 2026

1. tbl. 38. árgangur



STEINSTEYPUÐAGURINN 2026

Steinsteypudagurinn 2026 verður haldinn föstudaginn 27. febrúar
Upplýsingar um dagskrá og skráningu á bls. 5

KEF KEFLAVÍKUR
FLUGVÖLLUR

Saman í átt að nýjum hæðum

Keflavíkurflugvöllur heldur áfram að þróast og vaxa.
Flugvallarsamfélagið stendur vörð um umhverfið
og vinnur í sameiningu að öflugri uppbyggingu.



Starfsemi Keflavíkurflugvallar er stöðugt að þróast til að bæta upplifun gesta og skapa sterkari tengsl við ferðalanga sem fara um völinn. Gæði, góð þjónusta og sjálfbærni eru lykilþættir sem gera okkur kleift að skara fram úr í alþjóðlegu samhengi.

Markmið okkar er að byggja áfram á árangri, styrkja samstarfið enn frekar og gera flugvöllinn að spennandi áfangastað sem hreyfir við gestum okkar í hvert sinn. Við höldum ótrauð áfram inn í nýtt ár og hlökkum til að taka á móti ykkur á Keflavíkurflugvelli.

Nánari upplýsingar um verkefni og framkvæmdir
á flugvöllum má nálgast á kefplus.is

SIGMÁL FRÉTTABRÉF STEINSTEYPUFÉLAGS ÍSLANDS 2026

Fréttabréf Steinsteypufélags Íslands er vettvangur félagsmanna og stjórnar til að miðla upplýsingum og fróðleik til félagsmanna og annarra velunnara félagsins. Greinar eru á ábyrgð greinarhöfunda og þurfa ekki að endurspegla opinbera afstöðu Steinsteypufélagsins til einstakra málefna.

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

Steinsteypufélag Íslands
Valshlíð 4, 102 Reykjavík
steinsteypufelag@
steinsteypufelag.is

STJÓRN STEINSTEYPUFÉLAGS ÍSLANDS

Andri Jón Sigurbjörnsson
formaður,
Ólafur Sveinn Haraldsson
varaformaður,
Ágúst Pálsson,
Björn Davíð Þorsteinsson,
Óskar Helgason.

Starfandi varamaður:
Jóhann Albert Haraldsson

Framkvæmdastjóri,
Þorbjörg Hólmgeirsdóttir



EFNI FRÉTTABRÉFS OG YFIRLIT GREINA

Nú hefur árlegt fréttabréf Steinsteypufélagsins borist inn um lúgur flestra áhugamanna steinsteypu á landinu og í ár eru mjög fjölbreyttar greinar. Í fyrra var skemmtileg nýjung í blaðinu og í ár er önnur skemmtileg nýjung.

Þökkum við auglýsendum í blaðinu fyrir öflugan stuðning og einnig öllum þeim aðilum sem aðstoðuðu okkur við öflun á efni. Án ykkar væri þessi útgáfa ekki möguleg!

Steinsteypudagurinn 2026 - Dagskrá	5
Starfsemi Steinsteypufélagsins á árinu 2025	6
RB-Leiðbeiningarblöð - Steinsteypa	8
Umhverfisvæn brúarsteypa	11
Kuldabryr - Vanmetinn skaðvaldur	14
Lífsferilsgreiningar - Krafa í byggingarreglugerð	17
LOKI - Lífsferilsgreining og kolefnisreiknir	21
Norrænt samstarf	25
Hringrásarhús - Byggjum á visvtænni framtíð	26
Steinsteypuorðaruglið 2026	31
Nýjung í mannvirkjaframkvæmdum	32
Kolefnishlutlausar byggingar á Íslandi	35
Tímamóti í sjálfbærari mannvirkjagerð	37
Burður: Nýr samstarfsvettvangur	40

Útgefandi: Steinsteypufélag Íslands
Ritstjóri: Erla Margrét Gunnarsdóttir
Ábyrgðarmaður: Andri Jón Sigurbjörnsson
Umbrot: Erla Margrét Gunnarsdóttir
Prentun: Prentmet Oddi ehf
Upplag: 1750 eintök

Forsíðumynd: Steinsteypuverðlaunin 2025,
Landsbankinn, Claudio Parada Nunes

**BJÖRGUN SEMENT**

MINNA SPOR MEIRI ÁHRIF

Fyrsta lágkolefnissement heims, **evoZero®**, er komið
á markað. **evoZero®** er framleitt með kolefnisföngun og
skilur eftir sig nánast ekkert kolefnisspor.

Við styðjum viðskiptavinum okkar í átt að sjálfbærari
mannvirkjagerð með vistvænna sementi sem skilar
raunverulega minna kolefnisspori.

Kynntu þér málið á bjorgunsement.is/evozero

**Heidelberg
Materials****evozero**
Carbon captured near-zero cement

STEINSTEYPUÐAGURINN 2026

27.FEBRÚAR Á GRAND HÓTEL



DAGSKRÁ

08:30 Skráning og kaffisopi - Básar til sýnis

09:00 Setning - Andri Jón Sigurbjörnsson, formaður Steinsteypufélags Íslands

09:10 Upcoming changes to EN 206 – Berit Gudding Petersen, Unicon AS

09:30 Niðurlögn og aðhlúun steypu – Gústaf Adolf Hermannsson, HMS

09:50 Vindmylluundirstöður í Vaðölduveri – Oddur Bjarni Thorarensen, COWI

10:10 Umræður

10:25 Kaffihlé

10:50 Kuldabryr – vanmetinn skaðvaldur í íslenskum byggingum – Ágúst Pálsson, Verkís

11:10 Hlustaðu á verktakann – Kristófer Ásgeirsson, múrvirki

11:30 LCA -krafa í byggingarreglugerð. Tækifæri og áskoranir – Áróra Árnadóttir, HMS

11:50 Umræður

12:05 Hádegismatur

13:00 Hvers vegna erum við ekki að velja umhverfisvæna steypu? – Gísli Guðmundsson, Tæknisetri

13:20 Loki - tæki til að meta kolefnisspor framkvæmda – Hólmfríður Bjarnadóttir, Vegagerðin

13:40 EVO-zero sement – Sigríður Ósk Bjarnadóttir, Hornsteinn

14:00 Steypt íbúðarhús í Reykjavík - Hvað er hátt og lágt kolefnisspor árið 2026? – Eldar Máni Gíslason, EFLA

14:20 Umræður

14:35 Kaffihlé

14:55 Upplýst síðar

15:15 Pallborðsumræður – Stjórnandi: Þórarinn Hjartarson

15:55 Umræður

16:10 Nemendaviðurkenningar - Andri Jón Sigurbjörnsson, formaður Steinsteypufélags Íslands

**16:15 Ráðstefnulok og léttar veitingar
í boði Aalborg Portland og Björgun Sement**

Skráning til og með 23. febrúar

Heill dagur: 33.000 kr. með hádegisverði, hálfur dagur: 28.000 kr. án hádegisverðar

Básar: 75.000 kr. Innifalin ein skráning með hádegisverði

Nemar: Frítt með hádegisverði, hámark 15 manns

Skráning hér:



STARFSEMI STEINSTEYPUFÉLAGSINS Á ÁRINU 2025

Árið 2025 var viðburðaríkt í starfsemi Steinsteypufélags Íslands, þar sem félagið hélt áfram að vera leiðandi vettvangur fyrir miðlun þekkingar og eflingu fagmennsku í íslenskum byggingariðnaði. Starfsemin einkenndist af ríkri áherslu á umhverfismál, tæknilegar framfarir og öflugt samstarf þvert á faggreinar.

Hápunktur starfsársins var hinn árlegi Steinsteypudagur, haldinn 28. febrúar. Þar voru Steinsteypuverðlaunin 2025 afhent nýbyggingu Landsbankans við Reykjastræti. Mannvirkið þótti skara fram úr fyrir djarfa notkun á sjónsteypu og flókna hönnun sem sækir innblástur í íslenska náttúru.

Einnig hlutu þau Ester María Eiríksdóttir og Ingi Sigurður Ólafsson

nemendaviðurkenningar fyrir framúrskarandi lokaverkefni og óskar stjórn þeim aftur til hamingju.

Einn mikilvægasti þátturinn í starfsemi félagsins eru fagferðir félagsmanna og var farið í tvær slíkar á árinu sem leið. Félagsmenn sóttu Steypustöðina heim í maí þar sem skoðuð var starfsstöð fyrirtækisins í Hafnarfirði. Í heimsókninni voru skoðaðar þær framleiðslulínur sem eru á staðnum, blautsteypu- hellu- og flotframleiðsla ásamt því að farið var yfir gæðaeftirlit sem sinnt er á staðnum og þær steypuprófanir sem þar fara fram. Stjórn þakkar kærlega fyrir góðar móttökur.

Í lok ágúst var svo farið í heimsókn á byggingarstað ÍSTAK í Safamýri þar

sem fyrirtækið reisir tvö fjölbýlishús úr forsteyptum einingum. Rúmlega 30 félagsmenn sóttu viðburðinn og þykir það með besta móti. Móttökurnar voru til fyrirmyndar og fengu gestir að kynnst öllu því ferli sem á sér stað þegar að svona verkefni er unnið, bæði því sem gerist á byggingarstað en einnig allri þeirri vinnu sem liggur að baki slíkrar framkvæmdar og er oft ekki sjáanleg. Stjórn kann ÍSTAK bestu þakkar fyrir frábæra heimsókn og kynningu.

Aðalfundur félagsins var haldinn 15. maí þar sem undirritaður var endurkjörinn formaður. Nýir í stjórn komu þeir Björn Davíð Þorsteinsson og Óskar Helgason sem meðstjórnendur og Jóhann Albert Harðarson sem starfandi varamaður.



ÍSTAK

Byggjum upp bjarta framtíð

Sterkar stoðir sem þjóna íslensku samfélagi

istak.is

Úr stjórn gengu þau Sigríður Ósk Bjarnadóttir, Heimir Rafn Bjarkason og Kristófer Ásgeirsson en Sigríður og Heimir voru bæði að ljúka sínu fjórða ári. Stjórn félagsins þakkar þeim fyrir mikið og gott samstarf og þeirra framlagi til Steinsteypufélags Íslands. Stjórnin lagði ríka áherslu á útgáfu fréttabréfsins Sigmáls, sem þjónar sem mikilvæg brú á milli rannsókna og starfandi verkfræðinga og tæknifólks á Íslandi.

Með því að blanda saman fræðilegum ráðstefnum og hagnýtum heimsóknum í fyrirtæki á borð við ÍSTAK og Steypustöðina, tókst Steinsteypufélaginu að efla faglegt samtal á árinu 2025. Starfsemin sýnir að íslenskur steypuiðnaður er í virkri sókn þegar kemur að tækni og umhverfisvitund og eru fagfélög eins og Steinsteypufélagið mikilvægur hlekkur í þessari framþróun. Starfsemi

félagsins væri þó ekki möguleg nema með stuðningi fjölda einstaklinga og fyrirtækja, hvort sem það er með fjárstyrkjum eða sjálfböðastarfi og kann félagið þeim bestu þakkir fyrir.

Félagið tók eftir sem áður þátt í erlendu samstarfi. Fulltrúi Íslands í norræna RCNCF vísindastarfinu, Dórótea Höeg Sigurðardóttir, sótti fund vísindanefndarinnar í Helsinki í apríl. Einnig sótti Ólafur Sveinn Haraldsson seminar og fund tækninefndar fib í Frakklandi s.l. sumar.

Að lokum má svo nefna heimasíðu félagsins og hvet ég alla til að skoða hana en þar má finna ýmsan fróðleik ásamt fréttum frá starfsemi félagsins. Áætlunin er að safna þarna saman flestum þeim rannsóknum sem gerðar hafa verið á steypu í gegnum árin og biðjum við alla sem mögulega liggja á gömlum skýrslum að hafa samband

við félagið til þess að hægt sé að birta þær á síðunni.

steinsteypufelag.is

Með von um að starfsemi félagsins haldi áfram að blómstra og styrkjast og að félagið verði áfram leiðandi í framþróun steinsteypu á Íslandi.



*F.h. Steinsteypufélags Íslands
Andri Jón Sigurbjörnsson,
formaður Steinsteypufélags Íslands*



TRAUSTUR SAMSTARFSADILI Í MANNVIRKJAGERÐ

Steinefni frá Björgun-Sement eru framúrskarandi fyrir mannvirkjagerð og henta jafnt í steinsteypu, malbik og vegagerð. Meirihluti steinefnanna eru CE-merkt og hafa vottaða umhverfisfirlýsingu (EPD) sem hentar vel fyrir byggingar í umhverfisvottun.

Á athafnasvæði í Álfsnesvík býður Björgun-Sement upp á sérhæfða hafnarþjónustu fyrir fyrirtæki sem leita hagkvæmra flutningslausna. Öflug dæluskip fyrirtækisins leysa einnig fjölbreytt verkefni á sviði hafnaryþpkunar og uppdælingar hráefna úr sjó.

Fáðu nánari upplýsingar um vörur og þjónustuframboð Björgunar-Sements á bjorgunsement.is

RB-LEIÐBEININGABLÖÐ – STEINSTEYPA

Heiti blaðanna er skírskotun í uppruna sinn en í áratugi voru leiðbeiningarit fyrir byggingariðnaðinn gefin út af Rannsóknarstofnun byggingariðnaðarins, oft nefnt Rb. HMS tók við hlutverki Rb varðandi útgáfu leiðbeininga fyrir byggingariðnaðinn og hóf vinnu við að móta útgáfuferli Rb-leiðbeiningablaðanna haustið 2023.

Í ritunarferli blaðanna er mikilvægt að nýjasta þekking sé viðhöfð á því viðfangsefni sem er til umfjöllunar hverju sinni. Við ritun og rýni nýrra blaða er leitað til sérfræðinga á markaði til þess að fá nýjustu þekkingu af markaði inn í blöðin. Er það ekki síst til að tryggja að umfjöllun blaðanna sé í samræmi við gott verklag og fjalli um þær áskoranir sem við stöndum frammi fyrir í mannvirkjagerð.

Mannvirki eru í eðli sínu flókin samsetning margra þátta sem krefjast vandaðra vinnubragða svo byggingin hafi þá virkni og eiginleika sem til er ætlast. Þessu fylgja áskoranir og má lítið út af bregða svo ekki verði til gallar á mannvirkinu.

Alla tíð hafa slíkar áskoranir verið og munu verða. Það sem við getum gert er að lágmarka eins og framast er unnt að mistök verði í hönnunar- og framkvæmdaferli. Í því samhengi er fræðsla stórt og gott verkfæri til þess að allir hagaðilar bygginga séu meðvitaðir um réttar aðferðir. Við þurfum að tryggja að ekki sé skortur á þekkingu eða að þekkingaryfirfærsla sé takmörkuð. Dæmi um slíkt er t.d. að Rómverjar þróuðu endingagóða steinsteypu, sú þekking tapaðist og rúmum þúsund árum síðar var búið

að enduruppgötva eiginleikana sem rómverska steypan hafði. Nærtækt dæmi væri hins vegar að vitna í útgáfu Rb, *Gæðaflokkun steinsteypu -tölfræðilegar leiðbeiningar, Rb-rit nr.2 eftir Dr. Óttar P. Halldórsson*. Í inngangi ritsins fjallar höfundur um áskoranir samtímans og eru ýmis kunnugleg atriði þar að finna og ekki víst að lesandi átti sig á því að þetta er ritað árið 1966, fyrir 60 árum.

„Nákvæmt eftirlit með framleiðslu og meðhöndlun steinsteypu er atriði, sem verðskuldar nána athygli byggingarverkfræðinga og steypu framleiðenda. Á undanförunum árum hefur gifurlegu fé verið varið til mannvirkjagerðar hér á landi, og þá fyrst og fremst til steinsteyptra bygginga, bæði íbúðarhúsnæðis, vegagerðar, verksmiðjuhúsnæðis og



STEYPUSTÖÐ SKAGAFJARÐAR



annarra. Samfara aukinni notkun steinsteypu hefur þörfin aukizt fyrir strangara eftirlit með framleiðslu og meðferð steinsteypu og uppfræðslu ýmissa hlutadeigandi aðila á mörgum grundvallarreglum í steinsteyputækni. Fullvíst er, að margir kostnaðarsamir gallar á steypum mannvirkjum eiga rætur sínar að rekja til fáfræði eða trassaskapar á vinnustað og að hægt hefði verið að koma í veg fyrir þá með betra eftirliti. Ekki er t.d. óalgengt, að vatni sé bætt í steypublöndur á vinnustað, að ábyrgum aðilum forspurdum, en slikt ætti ekki að líðast. Prófanir á eiginleikum afhentrar steypu sýna því oft niðurstöður, sem hafa litla sem enga þýðingu, þar ef vatni hefur verið ausið í blönduna, eftir að sýnishorn voru tekin, og mörgum eiginleikum steypunnar þar með gerspillt. Einnig hafa verið brögð að því, að óljósar kröfur til steypugæða af hálfu verkfræðinga hafa valdið deilum, ef steypugallar hafa komið í ljós, því að erfitt er að skera úr um, hvort steypa sú, er afhent var, uppfylli þær kröfur, sem verkfræðingur setti, - eða hélt sig setja. Þeir, sem harðast verða úti í þessari ringulreið, eru húsbýggjendur almennt. Komi í ljós alvarlegir gallar í steypu, skella viðkomandi aðilar oft skuldinni hvor á annan, eins og búast má við, og málarekstur verður oft gagnslaus,

vegna þess hve staðreyndir í málinu eru óljósar. Er því brýn þörf fyrir aukið eftirlit, og æskilegt væri einnig, að bæði verkfræðingar og steypuframleiðendur gerðu sér mun betri grein fyrir þeim kröfum, sem rétt væri að gera til styrkleikakontrolls í steypuframleiðslu. “

Fyrir ári síðan, á fyrirlestri Steinsteypufélagsins, var flutt erindi um niðurlögn steypu og vandamál og áskoranir því tengdu. Starfmaður HMS greip boltann og skoðaði málið nánar. Í kjölfarið var sett í gang vinna innanhúss hjá HMS við að mynda hóp sérfræðinga af markaði til þess að koma að vinnu við gerð Rb-leiðbeiningablaðs um niðurlögn steinsteypu. Í desember 2025 var gefið út nýtt Rb-blað um niðurlögn steinsteypu. Í þeirri vinnu kom enn og aftur í ljós hve mikilvæg samvinna og upplýsingagjöf er frá sérfræðingum á markaði. Vinnan við gerð blaðsins vatt uppá sig og samhliða var annað blað unnið sem fjallar almennt um steinsteypu. Er það í megin atriðum uppfærsla á eldra blaði um steinsteypu með ýmsum nýjum uppfærslum og er ritað fyrir breiðari markhóp lesenda. Einnig er fyrirhuguð á næstunni útgáfa á blaði sem fjallar almennt um vistvæna steypu. Fyrir haustið á að gefa

út uppfært blað varðandi vetrarsteypu. Fjöldmörg Rb-blöð hafa verið gerð um steypu allt frá upphafi þeirra og geyma þau mikið af góðum og gildum upplýsingum. Allt útgáfusafn Rb-blaða er aðgengilegt og gjaldfrjálst inná vef HMS.

Í gerð leiðbeininga fyrir mannvirkjajafnaðinn er mikilvægt að áhersla sé á efnistöð sem fjalla um vandamál og áskoranir sem mannvirkjajafnaður stendur frammi fyrir á hverjum tíma og fræðsla því tengdu nái til þeirra faghópa sem vinna verkin. Mikilvægt er því fyrir HMS að fá ábendingar varðandi brýn viðfangsefni og að gott samstarf sé við markaðinn. Steinsteypufélagið er mikilvægur hlekkur í að tryggja að traust og góð þekking sé til grundvallar í gerð leiðbeiningablaða er tengjast steinsteypu.



Guðstaf Adolf Hermannsson,
Sérfræðingur HMS,
Starfsumhverfi mannvirkjagerðar

STERKARI LAUSNIR



Putzmeister Telebelt er byltingarkennt færí-bandatæki sem flytur steypu, mól, sand og jarðveg hratt og örugglega þangað sem erfitt er að komast með hefðbundnum búnaði. Tækið hentar sérstaklega vel í stórar botnplötur, brýr, vöruhús og aðstæður þar sem loft hæð er lítil, og býður upp á allt að 250 m³ afkastagetu á klukkustund með mun minni hávaða en áður hefur þekkst. Með Telebelt er ekki þörf á að breyta samsetningu steypunnar til að hún flæði í gegnum rör, hún heldur hámarksstyrk og gæðum alla leið í mótin – án aukinna íblendiefna eða sements.

Með lægra sementsinnihaldi og engri efnissóun við ræsingu minnkar kolefnisspor framkvæmdarinnar verulega. Þar að auki er engin hætt á að loftmagn rýrni eða að steypa skilji sig í flúrningi á færí-bandinu. Tækið krefst engrar smurningar sem tryggir hreinna vinnusvæði og hámarks gæði frá fyrsta rúmmetra. Hvort sem verkefnið felst í drenfyllingum eða steypu í krefjandi mót eða stórum botnplötum, þá er Telebelt hagkvæmur, skilvirkur og umhverfisvænn kostur fyrir nútímaframkvæmdir.



STEYPUSTÖÐIN



Skoðaðu meira um Steypustöðina á steypustodin.is

Hafðu samband í síma 4 400 400 fyrir nánari upplýsingar.

UMHVERFISVÆN BRÚARSTEYPA

Umhverfisáskoranir og brúarsteypa

Aukin umhverfisvitund og aðgerðir í loftslagsmálum eru nauðsynlegar til þess að sporna gegn hækkun hitastigs á jörðinni. Þótt steypa hafi umtalsvert kolefnisspor við framleiðslu, getur hún – þegar horft er til líftíma mannvirkja – verið meðal umhverfisvænustu byggingarefna sem völ er á, einkum vegna langrar endingar og lítillar viðhaldsþarfar. Sements- og steypuiðnaðurinn losar engu að síður umtalsvert magn gróðurhúsalofttegunda í andrúmsloftið og vinnur því nú markvisst að því að draga úr kolefnisspori steypu.

Steyptar brýr sameina bestu eiginleika steinsteypu hvað varðar styrk, endingu og fjölbreytileika í smíði. Íslensk brúarsteypa inniheldur þó jafnan mikið magn sements, oft um 400 kg/m³, til að tryggja kröfur um endingu við krefjandi umhverfisaðstæður og hefur því tiltölulega hátt kolefnisspor. Á sama tíma eru í dag til staðar raunhæfar lausnir til þess að draga úr sementsmagni, m.a. með notkun íauka í stað sements. Íaukar eru fímöluð efni, bæði náttúrulegt og afurðir úr iðnaðarferlum, sem geta stuðlað að lægra kolefnisspori án þess að skerða eiginleika steypunnar.

Rannsóknarverkefnið og markmið þess

Rannsóknarverkefni sem miðar að því að lækka kolefnisspor brúarsteypu hlaut styrk úr Rannsóknarsjóði Vegagerðarinnar fyrir árið 2025, og eru í undirbúningi umsóknir fyrir 2026 um áframhaldandi vinnu á þessu sviði. Markmið verkefnisins er að draga úr kolefnisspori brúarsteypu Vegagerðarinnar án þess að hafa neikvæð áhrif á framleiðslu steypunnar, eiginleika hennar eða endingu mannvirkja. Kannað er hvort, og að hve miklu leyti, unnt sé að lækka sementsmagn í steypublöndum með því að vega sementsmínkun upp með notkun fínmalaðra íslenskra íauka,



Mynd 1:
Mælingar á langtíma afmyndun steypu vegna álags í skriðrekkum, bæði handmælingar og sjálfvirkar samfeldar mælingar. Rýrnun er mæld samfara skriðmælingunum á sama hátt.

svo sem móbergs, auk flugösku með lágt kolefnisspor. Steypublöndur eru þróaðar og prófaðar sérstaklega með tilliti til íslenskra aðstæðna og þeirra krafna sem gerðar eru til brúarsteypu. Prófanir og eiginleikar steypunnar

Þegar dregið er úr umhverfisáhrifum brúarsteypu með því að skipta hluta sements út fyrir virka íauka getur skapast hætt á því að styrkur og ending steypunnar skerðist. Í verkefninu eru því eiginleikar nýrrar umhverfisvænnar steypu rannsakaðir með kerfisbundnum hætti. Framkvæmdar eru mælingar á styrk, fjaðurstuðli (E-stuðli), skriði (mynd 1), rýrnun, frostþol, klóríðleiðni og kolsýringu (mynd 2), sem og áhrifum kolsýringar á frostþol. Allar prófanirnar byggja á viðurkenndum og stöðluðum prófunaraðferðum.

Sérstök áhersla er lögð á endingu steypu og tengsl hennar við steypuhulu járna og framkvæmdar verða mælingar á klóríðleiðni og kolsýringu fyrir mismunandi steypugerðir til að skapa vísindalegan og hagnýtan grunn fyrir ákvarðanir um hönnun og viðhald steinsteyptra mannvirkja við íslenskar aðstæður. Jafnframt verður hörðnun steypunnar rannsökuð til að tryggja sambærilega hörðnunarhraða og í hefðbundinni steypu, enda hefur hörðnun bein áhrif á framkvæmdatímann.

Einn þáttur verkefnisins snýr að skriði og rýrnun steypu með lágu sementsmagni. Langtímamælingar í uppfærðum skriðrekkum Tækniseturs afla gagna sem eru forsenda öruggar og hagkvæmrar hönnunar grannra burðarvirkja, t.d. eftirspenntra burðarbita, og stuðla jafnframt að

minni efnisnotkuna án þess að skerða öryggi eða endingu mannvirkja.

Niðurstöður verkefnisins munu nýtast við ákvarðanir um val á steypugerð, hönnun og kröfur við íslenskar aðstæður og leggja grunn að mannvirkjagerð með lægra kolefnisspori.

Tilraunir og helstu niðurstöður

Tilraunaverkefnið árið 2025 náði til fimm steypublanda, allar með 400 kg/m³ af bindiefni:

- Tvær blöndur voru hefðbundnar íslenskar brúarsteypur og nýttar sem viðmið, önnur eingöngu með aðeins CEM I sementi og hin með CEM I og 6% kísilryki.
- Tvær blöndur innihéldu flugöskusement, annars vegar 100%



Mynd 2:

Kolsýring prófsýna sem geymd voru við 55-65 % RH og 22 °C í andrúmslofti (CO₂ um 425 ppm) í allt að 120 daga.

Brotfletirnir sýna framgang kolsýringar. Ókolsýrður hluti er bleikur og kolsýrður hluti er ólitaður.

Kolsýringin gengur inn í sýnin frá yfirborði og hefur náð um 1 til 2,5 mm inn í sýnin.

Ath. neðri hluti sýnis sem er lengst til hægri er ekki hluti af rannsókninni.

Prófsýni frá vinstri til hægri eru: steypa með CEM I, steypa með CEM I og 6 % kísilryki, steypa með flugöskusementi, steypa með flugöskusementi og 6 % kísilryki, og steypa með CEM I og 20 % móbergi.

flugöskusement og hins vegar með 94% flugöskusement og 6% kísilryki.

- Ein steypublanda innihélt 20% fínkorna móbergi og 80% CEM I (hraðsement).

Vatns-/bindiefnishlutfallið var 0,4 í fyrstu þremur blöndunum en var í 0,37 hinum tveimur blöndurnar. Allar blöndur voru hannaðar með um 7% loftinnihald.

Helstu niðurstöður eru að:

- Allar blöndur uppfylltu kröfu um 28 daga styrk. Þrýstistyrkur mældist um 17% herra en viðmiðunarblandan þegar kísilryki er bætt við, þrýstistyrkur með flugöskusementi er um 16% lægri en hjá viðmiðunarböndum og blandan með móbergi hefur um 2% hærri styrk en viðmiðunargildið.

- Frost/þíðuprófanir sýndu mjög litla flögnun í. Flögnunin var einnig rannsökuð eftir að yfirborð sýnanna var kolsýrt. Fyrstu niðurstöður virðast sýna að kolsýring hafi áhrif á flögnunina. Hún verður meiri en í ókolsýrðum sýnum en vel innan settra marka.

Skríðmælingar eru langtímamælingar og endanlegar niðurstöður liggja því ekki fyrir.

Kolefnisspor og ávinningur

Kolefnisspor prófsteypa var áætlað í samræmi við forskrift Byggingarreglugerðar.

1. CEM I:	317 kg CO ₂ /m ³ (brúttó)
2. CEM I + kísilryk:	300 kg CO ₂ /m ³ (brúttó)
3. Flugöskusement:	266 kg CO ₂ /m ³ (brúttó)
4. Flugöskusement + kísilryk:	252 kg CO ₂ /m ³ (brúttó)
5. CEM I (hraðsement) + móberg*:	248 kg CO ₂ /m ³ (brúttó)

*móberg kolefnisspor (4 % af kolefnisspori sements – 30 kg CO₂/m³)

Samkvæmt þessum einföldu útreikningum væri unnt að lækka kolefnisspor brúarsteypu um allt að 50 kg CO₂/m³. Má því áætla að ef nýja brúin yfir Hornafjarðarfljót, þar sem notuð voru um 2.900 m³ af steypu, hefði verið steypt með uppskriftum prófsteyrna 3, 4 og 5, hefði verið hægt að ná 7,4–16% samdrætti í CO₂-losun, sem samsvarar um 65–140 tonnum CO₂.

Rannsóknin var styrkt af Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar (styrknr. 1800-1088), BM Vallá og Vistu verkfræðistofu



Mynd 3: Allar steypurnar voru með hátt sigmálsflæði, í þessu tilviki er sigmálsflæðið 500 mm (þvermál steypuflatar)

Höfundar

Gísli Guðmundsson, Ph.D.

*Verkefnisstjóri,
Tæknisetur*

Jón Elí Guðmundsson

*Rannsóknamaður,
Tæknisetur*

Ólafur Sveinn Haraldsson, Ph.D.

*Forstöðumaður rannsóknadeilda
Vegagerðarinnar*

Helgi S. Ólafsson

*Brúarverkfræðingur á hönnunardeild
Vegagerðarinnar*

Einar Einarsson

*Sjálfstætt starfandi ráðgjafi og fyrrum
framkvæmdastjóri
steypuframleiðslu BM Vallá*

Sigríður Ósk Bjarnadóttir, Ph.D.

*Framkvæmdastjóri umhverfis- og
gæðasviðs,
Eignarhaldsfélagið Hornsteinn*

Eggert Guðmundsson

*Tæknistjóri,
Verkefðistofan Vista*

KULDABRÝR

VANMETINN SKAÐVALDUR Í ÍSLENSKUM BYGGINGUM

Hver kannast ekki við móðukenndan spegil eftir heita sturtu, eldhúsglugga í móðu á köldum vetrardegi eða blauta áldós með köldum drykk í heitu loftslagi? Í öllum þessum tilvikum er um sama fyrirbæri að ræða, rakapéttingu. Hún á sér stað þegar rakt loft kemst í snertingu við yfirborð sem er undir daggarmarki loftsins, þ.e. því hitastigi þar sem rakinn fellur úr loftinu.

Til að skilja við hvaða aðstæður rakapétting á sér stað er gagnlegt að skoða daggarmark innilofts í sambandi við hitastig og hlutfallsraka þess. Í töflu 1 má sjá hvernig daggarmarkið hækkar með hækkandi hitastigi og hlutfallsraka, sem skýrir til dæmis hvers vegna raki myndast á speglinum við heita sturtu þar sem bæði rakastig og hitastig eru há.

Á Íslandi er löng hefð fyrir því að útveggir bygginga séu einangraðir að innan, fyrirkomulag sem oft er nefnt íslenski útveggurinn. Í slíkri uppbyggingu rofnar einangrunin þar sem byggingarhlutar mætast, til dæmis í kverkinni við útvegg og steypa milliþötu. Við þessar aðstæður myndast kuldabryr, þar sem varmaflutningur byggingarhluta er óreglulegur. Varmaflutningur er meiri við kuldabryr en í nærliggjandi flötum, sem leiðir til lægra yfirborðshitastigs, sjá mynd 1.

Við slíkar aðstæður skapast, vegna kuldabrya eða illa einangraðra flata, skilyrði sem geta leitt til rakapéttingar í byggingum, en það er þó alltaf háð innri skilyrðum, svo sem hitastigi og rakastigi, eins og sýnt er í töflu 1. Ekki nóg með það, heldur geta kuldabryr einnig valdið skemmdum á steypunni í formi sprungna sem auka áhrif

Innihitastig (°C)	Daggarmark við hlutfallsraka (°C)			
	30%HR	40%HR	50%HR	60%HR
20,0	3,2	7,5	11,0	13,9
21,0	3,9	8,3	11,8	14,7
22,0	4,6	9,0	12,5	15,5
23,0	5,2	9,7	13,2	16,2
24,0	5,9	10,3	13,9	16,9
25,0	6,5	11,0	14,6	17,6

Tafla 1: Daggarmark (°C) við mismunandi innihitastig og hlutfallsraka (%HR). Rakapétting á sér stað þegar yfirborðshitastig flatar er undir gefnu daggarmarki.

þeirra enn frekar. Skemmdirnar verða vegna spennumyndunar í steypunni, sem stafar af mismunandi þenslu og samdrætti vegna hitamunar innan steypunnar sjálfrar, sjá mynd 2.

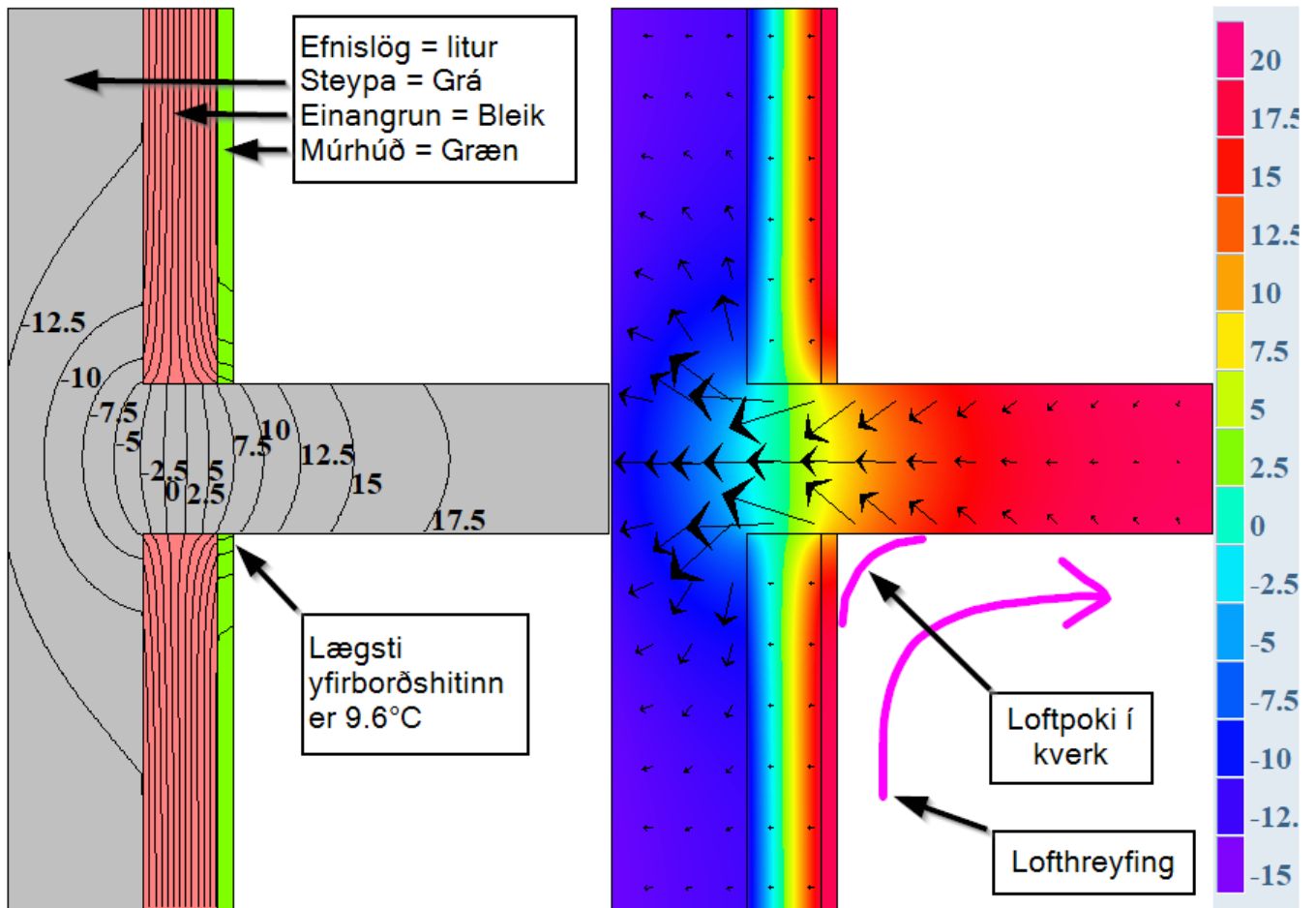
Í þessu samhengi má velta því fyrir sér hvort viðhorfið „þetta reddast“ hafi í einhverjum tilfellum haft áhrif á hvernig kuldabryr eru metnar, eða öllu heldur vanmetnar, í hönnun bygginga á Íslandi, þar sem afleiðingar þeirra koma oft ekki fram fyrr en löngu eftir að byggingu er lokið eða þegar rétt skilyrði skapast innan og utan.

Mögulega tengist þetta þeim kröfum, eða skorti á þeim, sem gerðar eru í íslensku byggingarreglugerðinni (hér eftir BR), þar sem aðeins er vísað einu sinni til kuldabrya og ekki eru settar sérstakar kröfur til þeirra svo lengi sem vegið meðaltal varmataps útveggja, glugga og hurða uppfyllir sett viðmiðunargildi (0,85 W/m²K).

Áhrif kuldabrya og þar með gildi þeirra eru örsjaldan, ef einhvern tímann, reiknuð, líklegast sökum þess að útreikningar eru tímafrekir og krefjast



Mynd 2: Sprunguviðgerðir með inndælingu vegna kuldabrya við samskeyti milliþötu og innvegg í íslenskum útvegg.



Mynd 1: Lóðrétt þversnið af íslenskum útvegg við steypa milliþötu sem sýnir loftpoka í kverkinni og loftþreyfingu við hann. Myndin sýnir hitastigsdreifingu með litaskala og jafnhitalínur, ásamt stærð og stefnu varmastreymisins sem sýnt er með örvm. Lægsti yfirborðshitinn í kverkinni er 9,6 °C við útihitastig -15 °C og 11,0 °C við útihitastig -10 °C.

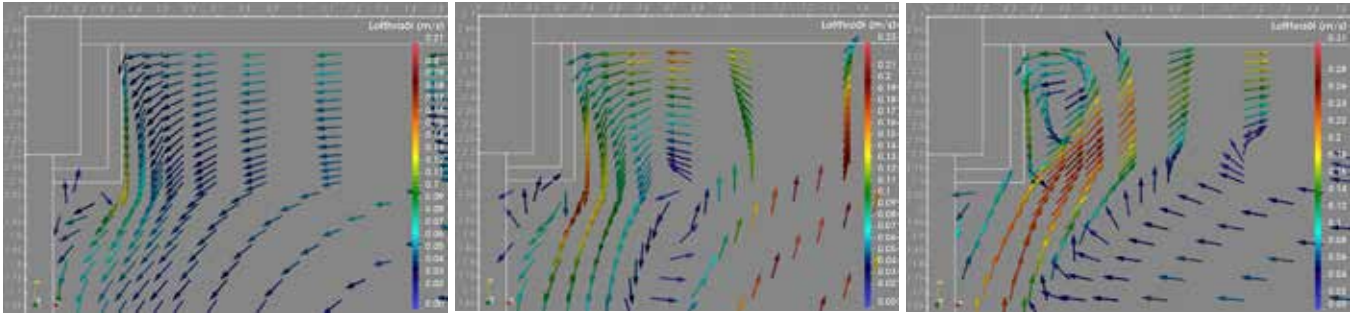
reiknilíkana sem byggja á búta- (e. finite element) eða mismunaaðferðum (e. finite difference). Þess í stað er notast við stöðluð gildi sem gefin eru upp í staðlinum ÍST 66 (Varmatap húsa – Útreikningar) sem BR vísar til. Gildin eru hins vegar fá og langt í frá að vera tæmandi fyrir þann fjölbreytileika sem raunverulegar byggingar og útfærslur fela í sér. Ekki nóg með það þá sýna niðurstöður ritrýndrar greinar Björns Marteinssonar frá árinu 2013, þar sem kuldaþrúargildi voru reiknuð sérstaklega, að þessi stöðluð gildi eru einnig vanmetin eða of lág ^[1].

Í meistaraverkefni höfundar, „Rakapétting vegna kuldaþrúa í íslenskum útveggjum – töluleg hermun á áhrifum loftflæðis á innilofti“ ^[2], var

þetta viðfangsefni rannsakað nánar. Til þess var þróað þrívítt tölvuvætt varma- og straumfræðilíkan (CFD) í OpenFOAM, sem sameinar varmaleiðni í föstum efnum, geislun og varmastreymi í lofti sem og hreyfingu þess. Með þessu var hægt að rannsaka áhrif loftpokans sem myndast í kverkum og horn-kverkum við útvegg og steypa þötu, sjá mynd 1.

Loftpokinn er afleiðing kuldaþrúarinnar og einkennist af skertu loftflæði, sem veldur því að rakt inniloft situr lengur kyrrt við kalt yfirborð og leiðir til lægra yfirborðshitastigs en ella. Í verkefninu voru áhrif mismunandi lofthæða og ólíkra hitagjafa (gólfhiti eða ofn með og án sólbekks) á aðstæður

í kverkum og horn-kverkum rannsökuð. Niðurstöðurnar sýndu að yfirborðshitastig við kuldaþrú var allt að um 1 °C lægra, sökum loftpokans, miðað við hefðbundna kuldaþrúarútreikninga sem taka einungis tillit til varmaleiðni í byggingarhlutum. Líkurnar jukust með aukinni lofthæð og reyndist loftpokinn jafnframt stærri í horn-kverkum en í hefðbundnum kverkum. Lofthraði í kverkum var minnstur við gólfhita, meiri þegar ofn var með sólbekk fyrir ofan sig og mestur þegar ofn var án sólbekks, sjá mynd 3. Minni lofthraði og staðsetning hvirfilsins, þ.e. hringhreyfingar loftsins við kverkina, höfðu afgerandi áhrif á yfirborðshitastig kverkarinnar og þar með líkur á rakapéttingu.



Mynd 3: Straumstefna og lofthraði í kverkinni fyrir þrjú mismunandi tilfelli við lofthæð 2,5 m og útihitastig -10°C . Frá vinstri: gólfhiti, ofn með sólbekk og ofn án sólbekks.

Niðurstöður verkefnisins benda til þess að áhrif kuldabrua séu vanmetin í íslenskum byggingum. Á köldustu dögum ársins getur yfirborð kuldabrua fallið undir daggarmark innilofts við algengar aðstæður innandyra, eins og sjá má með samanburði á niðurstöðum á mynd 1 og töflu 1. Niðurstöðurnar gefa einnig til kynna að hinn íslenski útveggur henti ekkert sérstaklega vel við íslenskar vetraraðstæður, þó ber að hafa í huga að útreikningar endurspegla ekki alltaf raunverulegar aðstæður né hegðun íbúa.

Heimildir

[1] Björn Marteinsson (2013). *Einangrun, kuldabryr og yfirborðshiti flata*. Verktækni, 19, 30–34.
Aðgengilegt á: https://www.vfi.is/media/utgafu/Einangrun_kuldabryr_og_yfirborðshiti_flata.pdf

[2] Ágúst Pálsson (2025). *Rakaþétting vegna kuldabrua í íslenskum útveggjum – töluleg hermun á áhrifum lofthæðis á innilofti*. Meistaraverkefni, Háskóli Íslands. Aðgengilegt á: <https://hdl.handle.net/1946/51538>



Ágúst Pálsson,
vélaverkfræðingur
hjá Verkís



VIÐ BYGGJUM UPP SAMFÉLÖG

Traustir innviðir, byggðir upp í sátt við umhverfi og náttúru, einfalda okkar daglegu athafnir og gera líf okkar betra. Að baki uppbyggingunni liggur dýrmæt sérþekking, stöðugt mat og ómæld vinna færustu sérfræðinga.



LÍFSFERILSGREININGAR (LCA – LIFE CYCLE ASSESSMENT)

KRAFA Í BYGGINGARREGLUGERÐ

Tækifæri og áskoranir fyrir steinsteypuiðnaðinn

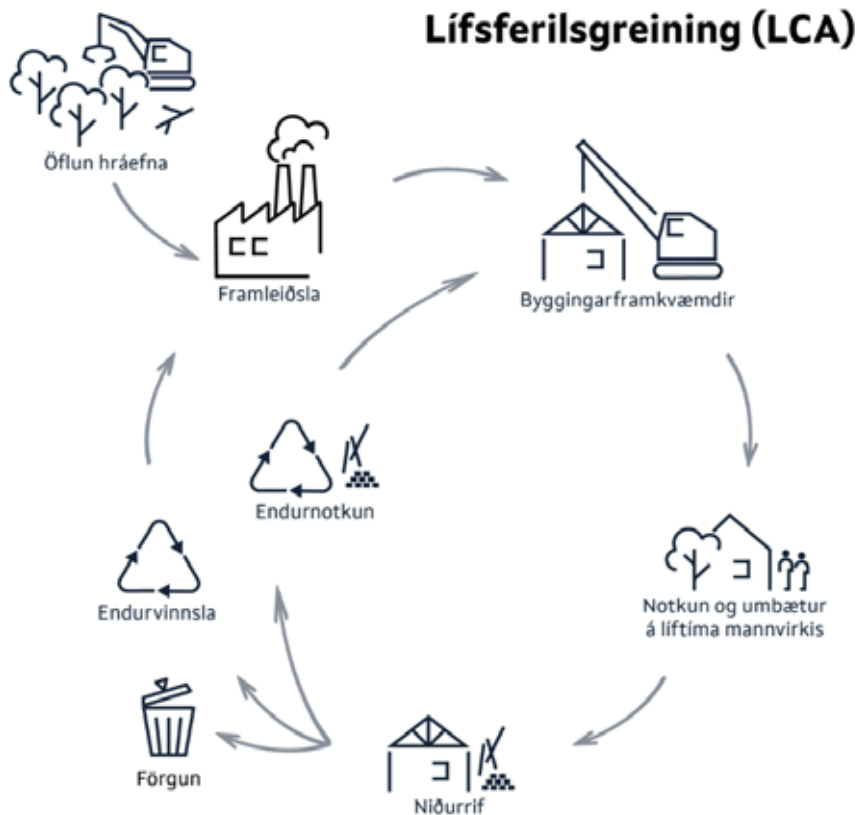
Byggingariðnaðurinn stendur á tímamótum. Auknar kröfur um sjálfbærni, gagnsæi og ábyrgð kalla á ný vinnubrögð, þar sem ákvarðanir byggja í auknum mæli á gögnum fremur en hefð. Mikilvæg breyting tók gildi í september 2025, krafa um lífsferilsgreiningu sem skilyrði fyrir útgáfu byggingarleyfis. Með þessari kröfu er stigið stórt skref í átt að gagnadrifnum og markvissari aðgerðum til að draga úr kolefnisspori mannvirkja á Íslandi.

Steinsteypa gegnir lykilhlutverki í íslensku mannvirkjagerð, bæði fyrir uppbyggingu mannvirkja og innviða. Þar liggja jafnframt gríðarleg tækifæri til úrbóta. Innleiðing LCA veitir sameiginlegt mælitæki sem gerir kolefnisspor sýnilegt, samanburðarhæft og umfram allt stýranlegt. Því er mikilvægt að steinsteypuiðnaðurinn tileinki sér verklag þar sem áhersla er lögð á lífsferilsgreiningar og samdrátt kolefnisspors mannvirkja. LCA-innleiðingin veitir okkur tól til að mæla kolefnisspor sem býr til grundvöll og hvata fyrir hönnun með lægra kolefnisspor.

Hvað er LCA í mannvirkjagerð?

Aðferðafræði til að meta umhverfisáhrif bygginga

LCA er kerfisbundin aðferð sem metur umhverfisáhrif byggingar yfir allan lífsferil hennar, frá hráefnavinnslu og framleiðslu efna til byggingarframkvæmdar, reksturs, viðhalds, og að lokum niðurrifs og förgunar eða endurnýtingar efna. Markmiðið er að leggja mat á heildaráhrif byggingarinnar.



HMS

Mynd 1: Lífsferilsgreining nær til allra lífsferilsfasa mannvirkja

Með því að láta LCA verða hluta af hönnunarferlinu verður hægt að meta umhverfisáhrif fyrir í ferlinu, ekki eftir á. Þetta skapar hvata og svigrúm til að bera saman lausnir og velja lausnir sem draga úr kolefnisspori byggingarinnar. Stefnt er að því að setja kröfu um skil á LCA við lokaúttekt mannvirkja árið 2027. Þar með verður hægt að safna gögnum um raunverulegt kolefnisspor mannvirkja á Íslandi, að teknu tilliti til breytinga á hönnunartíma og framkvæmd. Að auki er stefnt að því að setja hámarksgildi á losun mannvirkja þegar krafan um seinni skil bætist við.

Hvers vegna vegur steypa þungt í kolefnisspori bygginga?

Rannsóknir og reynsla sýna að oft megi rekja um 50–60% af innbyggðu kolefnisspori hefðbundinna mannvirkja til steypu. Það er mikilvægt að átta sig á því hvaða þættir í framleiðslu og notkun steinsteypu valda mestu kolefnisspori, eftirfarandi eru helstu þættir:

1) Sement

Framleiðsla sements er losunarfrekt ferli. Losun verður bæði vegna efnahvarfa við afkölkun kalksteins og vegna mikillar orkuþarfar við brennslu í ofnum sem ná um 1450°C.

An aerial photograph of a river with a bridge. The river is a deep teal color, and the surrounding land is a mix of brown and green. The bridge is a simple metal structure with a single lane. The text 'Saman stuðlum við að sjálfbærri samfélagi' is overlaid on the left side of the image.

Saman stuðlum við að sjálfbærri samfélagi

COWI er alþjóðlegt ráðgjafarfyrtæki á sviði verkfræði, hönnunar og arkitektúrs. Við erum með sex starfsstöðvar víðsvegar um landið, auk starfsemi í yfir 35 löndum og telur samstarfsfólk okkar um 7.500 sérfræðinga.

Markmið okkar eru skýr: Við, ásamt viðskiptavinum okkar, stuðlum að sjálfbærum heimi og sköpum lausnir í sameiningu sem bæta lífsgæði fólks og komandi kynslóða.

Nánar á www.cowi.is

COWI

2) Járnabinding

Framleiðsla stáls eykur kolefnisspor steyptra byggingarluta með járnabindingu.

3) Of mikil varfærni í hönnun

Hefðbundin hönnun, öryggismörk og of stífar forskriftir geta leitt til óþarfa steypunotkunar, óþarfa járnabindingar og notkun steypu með meiri styrk en raunverulega er þörf á.

4) Mikið magn

Steypa er notuð í mjög miklu magni í byggingum, meðal annars í undirstöðum, plötum, burðarvirkjum og veggjum. Þrátt fyrir tiltölulega lága losun á hvert kíló miðað við t.d. stál, leiðir heildarmassi steypunnar til mikillar heildarlosunar.

5) Takmarkað svigrúm til efnisskipta í burðarvirkjum

Burðarþols- og endingarkröfur leiða oft til þess að steypa er eini raunhæfi valkosturinn og setja einnig skörður á hversu mikið má draga úr sementsmagni, sérstaklega í burðarhlutum og undirstöðum.

6) Kröfur um hraða og byggingaraðferðir

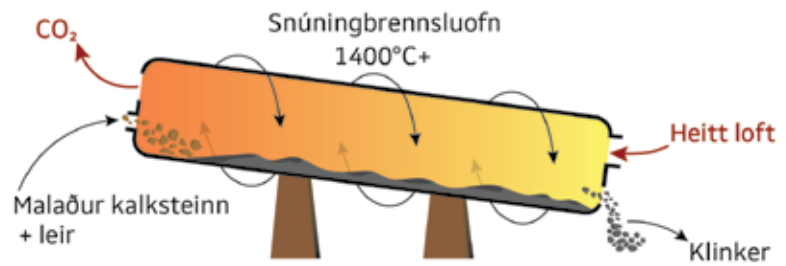
Hröð byggingarframkvæmd krefst oft meiri sementsnotkunar eða hraðharðnandi bindiefna, sem eykur losun.

Þessir þættir sýna að kolefnisspor steypu ræðst ekki aðeins af efninu sjálfu, heldur einnig af hönnunarákvörðunum, forskriftum og framkvæmd.

Helstu leiðir til að draga úr kolefnisspori steypu í byggingum

LCA greiningar sýna að verulegur samdráttur í kolefnisspori steypu er mögulegur án þess að fórna burðarþoli, endingargæðum eða hagkvæmni.

Sementsframleiðsla



Mynd 2: Framleiðsla sements leiðir til losunar koltvísýrings vegna afkölkunar kalksteins og orkunotkunar

Meðal helstu aðgerða eru:

1) Blöndun steypu með lægra sements- og klinkerhlutfalli

Vel hönnuð steypublanda getur dregið verulega úr losun án þess að skerða eiginleika.

2) Betri efnisnýting

Með markvissri hönnun má draga úr heildarmagni steypu, til dæmis með skilvirkari burðarvirkjum, grennri burðarhlutum og betri nýtni efnis.

3) Val á viðeigandi steypublöndu og styrk fyrir mismunandi hlutverk

Steypa er oft forskrifuð með meiri styrk eða endingareiginleikum en nauðsynlegt er. Að laga blöndur nákvæmlega að álags- og umhverfisskilyrðum gerir kleift að minnka sementsmagn og auka hlutfall íblöndunarefna.

4) Bætt framkvæmd og stýring hörðunar

Með minni kröfum um hraða hörðunar steypu opnast svigrúm til aukinnar notkunar bindiefna með lægra kolefnisspor. Góð gæðastýring í framkvæmd dregur jafnframt úr sóun.

Þetta sýnir að stór hluti lausnanna liggur í samspili hönnunar, efnisvals og framkvæmdar.

Innleiðing LCA-kröfunnar

– hvað þýðir hún fyrir steinsteypuiðnaðinn?

Krafan um lífsferilsgreiningar hefur áhrif á alla virðiskeðjuna. Fyrir steinsteypugeirann birtast áhrifin meðal annars í:

• Auknum hvata til að draga úr klinkerhlutfalli í steypu

Hönnuðir og verktakar munu í auknum mæli óska eftir sementslausnum með lægra kolefnisspor, aukinni notkun íblöndunarefna og endurunnum fylliefnum sem uppfylla gæðakröfur.

• Aukinni þörf fyrir áreiðanleg gögn

LCA kallar á staðlaðar umhverfisyfirlýsingar (EPD), rekjanleika hræfna og að gögn séu tiltæk á rafrænu, stöðluðu formi.

Þetta eykur gagnsæi, styrkir traust og skapar hvata til vöruþróunar og nýsköpunar.

Tækifæri til nýsköpunar og samstarfs

Innleiðing LCA skapar einnig tækifæri. Á Íslandi eru forsendur fyrir þróun umhverfissvænni steinsteypulausna, meðal annars vegna hreinnar raforku, stuttra flutningsleiða og öflugs samstarfs iðnaðar, háskóla og

opinberra aðila. Auknar kröfur um gögn og greiningar geta:

- eftir rannsóknir á lágmörkun efnisnotkunar og endurnýtingu steypu
- stutt við þróun staðbundinna íblöndunarefna
- bætt stafræna verkferla og gæðastjórnun

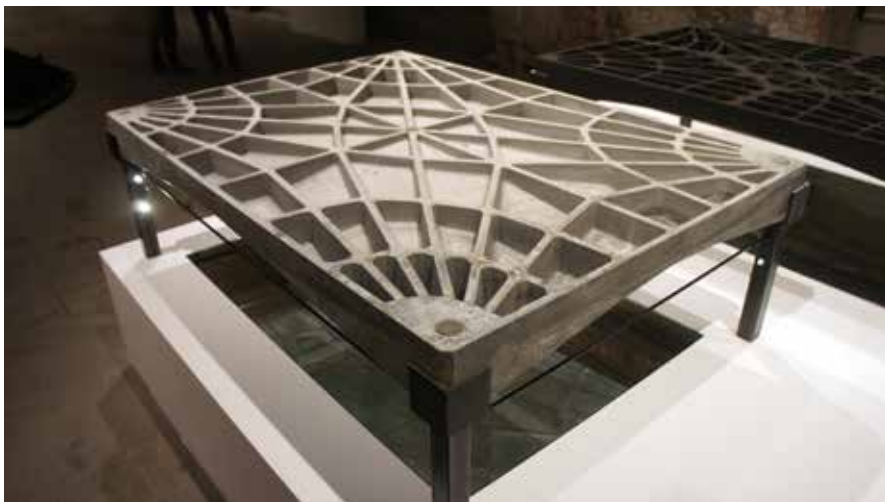
Samantekt

Krafa um lífsferilsgreiningu við útgáfu byggingarleyfa markar tímamót í íslenskri mannvirkjagerð. Hún gerir kolefnisspor sýnilegt, styður við markvissari efnisnotkun og beinir athyglinni að þeim ákvörðunum sem skipta miklu máli. Fyrir steinsteypugeirann felur þetta ekki aðeins í sér áskorun, heldur einnig skýrt tækifæri til að þróa betri lausnir, efla samkeppnishæfni og leggja sitt af mörkum til sjálfbærari byggðar.

Nánari upplýsingar um LCA aðferðafræðina skv. kröfu í byggingarreglugerð er að finna á leiðbeiningavef HMS:

hms.is/lifsferilsgreining

Fyrirspurnir varðandi lífsferilsgreiningar má senda á lca@hms.is.



Mynd 3: Skilvirk notkun á steypu og lágmörkun efnisnotkunar
Heimild: ETHZ - Block Research Group (<https://www.brg.ethz.ch/research/exhibitions/729>)



Mynd 4: Endurnotkun steypu
Heimild: EPFL - Structural Xploration Lab (<https://www.epfl.ch/labs/sxl/>)



Áróra Árnadóttir, HMS
BA Arkitektúr
PhD Umhverfisfræði



Elín Þórólfsdóttir, HMS
MAA Arkitektúr
MSc Umhverfis- og auðlindafræði



Páll Ársæll Hafstað, HMS
MSc Byggingarverkfræði

LOKI – LÍFSFERILSGREINING OG KOLEFNISREIKNIR

INNVIÐAFRAMKVÆMDA VEGAGERÐARINNAR

LOKI í stefnu Vegagerðarinnar um samdrátt í kolefnisspori

Vegagerðin hefur tekið í notkun kolefnisreikni fyrir innviðaframkvæmdir á hennar vegum sem ber heitið LOKI, skammstöfun fyrir lífsferilsgreiningu og kolefnisspor innviðaframkvæmda. Innleiðing kolefnisreiknisins er liður í markmiði Vegagerðarinnar um að draga úr kolefnisspori framkvæmda, í takt við áherslur stjórnarsáttmála ríkisstjórnarinnar um samdrátt í kolefnislosun og landsmarkmið Íslands um 55% samdrátt í losun á beinni ábyrgð Íslands fyrir árið 2030, miðað við 2005.

Með LOKA er hægt að meta kolefnisspor framkvæmda á

samræmdan og einfaldan hátt og leggja þannig grunn að markvissum aðgerðum til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda.

Árið 2022 tók Vegagerðin ákvörðun um að ráðast í heildstætt mat á kolefnisspori framkvæmda. Markmiðið er að öðlast betri yfirsýn yfir losun og skapa forsendur fyrir upplýstar ákvarðanir um útfærslu samgöngumannvirkja sem stuðla að minni kolefnislosun. Verkfræðistofan EFLA var fengin til að þróa kolefnisreikninn í nánú samstarfi við Vegagerðina og var LOKI kynntur til leiks sumarið 2024.

Uppbygging kolefnisreiknisins LOKA

LOKI er byggður upp í töflureikni og er þróaður að norrænni fyrirmynd, en aðlagður að íslenskum aðstæðum. Hann nýtir magntölur úr hönnun samgöngumannvirkja og byggir á verkþáttaskrá Vegagerðarinnar, sem einfaldar gagnavinnslu og eykur möguleika á að meta áhrif einstakra verkþátta. Í reikninum eru íslenskir losunarstuðlar, meðal annars fyrir orkugjafa, flutninga og efnisnotkun. LOKA er hægt að aðlaga að mismunandi efnum og útfærslum og meta þannig áhrif ýmissa þátta á kolefnisspor mannvirkja yfir líftíma þeirra. Þar má nefna möguleika á að



Vegagerðin

greiðir þér leið til framtíðar



Traust umgjörð um gott líf

Verkefnin okkar eru af öllum stærðum og gerðum en markmið okkar er alltaf það sama: að útkoman verði hámarksgæði og umgjörð um betra líf fyrir íbúa, notendur og samfélagið í heild. Með vali á fyrsta flokks byggingarefnum og áherslu á umhverfisvænar lausnir búa verkin okkar vel að framtíðinni.

javerk.is

 **JÁVERK**



lækka kolefnisspor með því að nota steypu með lægra sementsinnihaldi, auk endurnýtingar malbiks og jarðefna í framkvæmdum. Reiknirinn er ætlaður fyrir öll stig hönnunar, allt frá frumdrögum til verkhönnunar, en nákvæmni útreikninga eykst eftir því sem hönnun þróast og magntölur verða skýrari.

Fyrsta útgáfa LOKA nær yfir framleiðslu hráefna, flutning þeirra á verkstað, framkvæmdina sjálfa og stærra viðhald á líftíma mannvirkja, eða fasa A1–A5 og B4 samkvæmt aðferðafræði lífsferilsgreininga. Á næstu árum er stefnt að frekari þróun reiknisins, þannig að hann taki til fleiri þátta og endurspegli breytingar í losunarstuðlum, orkugjöfum og hráefnum. Horft verður meðal annars til þess að ná betur utan um viðhald á líftíma mannvirkja, losun vegna reksturs og þjónustu, sem og að tengja

reikninn betur við breytingar og magntölur meðan á framkvæmdatíma stendur.

Með því að leggja til samræmda aðferðafræði við lífsferilsgreiningar fyrir samgönguinnviði og skila mælanlegum niðurstöðum skapar LOKI möguleika á samanburði milli mismunandi útfærslna og ólíkra verkefna.

LOKI í notkun hjá Vegagerðinni

Í dag er gerð krafa um að við hönnun allra framkvæmda sem falla undir samgönguáætlun sé LOKI notaður til að reikna kolefnisspor, allt frá frumdrögum til verkhönnunar. Að auki eru minni framkvæmdir á vegum Vegagerðarinnar metnar þegar við á. Reynslan af notkun LOKA innan Vegagerðarinnar hefur verið góð og starfsfólk hefur lýst ánægju með hversu einfaldur reiknirinn er í

notkun. Reglulegar uppfærslur fela í sér að bæta við efnum, verkþáttum og virkni til að auka nákvæmni og umfang útreikninga.

LOKI er aðgengilegur öllum áhugasömum á vef Vegagerðarinnar og getur nýst öðrum framkvæmdaraðilum sem innblástur eða grunnur að eigin lífsferilsgreiningum.

Höfundar

*Páll Valdimar Kolka Jónsson
Verkefnisstjóri umhverfis- og
sjálfbærnideild Vegagerðarinnar*

*Hólmfríður Bjarnadóttir
Forstöðumaður umhverfis- og
sjálfbærnideildar Vegagerðarinnar*

*Ólafur Sveinn Haraldsson, Ph.D.
Forstöðumaður rannsóknadeildar
Vegagerðarinnar*



SJÓNSTEYPA

Fyrsta flokks sement

fyrir fyrsta flokks byggingar

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

 **aalborgportland**

CEMENTIR HOLDING

Aalborg Portland Íslandi ehf
Bæjarlind 4, 201 Kópavogi
Sími: 545-4800
aalborg@aalborg-portland.is
www.aalborgportland.is

NORRÆNT SAMSTARF

Á árinu 2025 hélt Ísland áfram þátttöku í norrænu samstarfi á sviði steinsteypu í gegnum Norræna steinsteypusambandið (Nordic Concrete Federation, NCF), sjá nánar <https://nordicconcrete.net/>. Markmið NCF er að efla samstarf milli norrænna steinsteypufélaga og styrkja rannsóknir, þróun og miðlun þekkingar á sviði steinsteypu á Norðurlöndunum. Starfsemin snýst meðal annars um að stuðla að sjálfbærri nýtingu steinsteypu, auka faglega þróun, styðja við kennslu, og skapa vettvang fyrir rannsóknarsamstarf.

Stjórn NCF samanstendur af formönnum og framkvæmdastjórum aðildarfélaganna, en Rannsóknaráð NCF (RCNCF) er skipað fulltrúum frá hverju landi. Ráðstefnur á vegum NCF eru haldnar á þriggja ára fresti og laða að 150–200 þátttakendur, bæði frá Norðurlöndunum og alþjóðavettvangi. Þessir fundir eru mikilvægt tæki til að styrkja norræna tengingu bæði á faglegum og persónulegum vettvangi og örva áframhaldandi norrænt rannsóknarsamstarf. Auk þess eru skipulagðir opnir vefyfyrirlestrar á vegum RCNCF.

Rannsóknarráðið fundar tvisvar á ári, vorfundir eru haldnir til skiptis í aðildarlöndunum og haustfundir eru rafrænir. Í apríl 2025 fór Dórótea Höeg Sigurðardóttir, fulltrúi Steinsteypufélags Íslands í RCNCF og aðstoðarritstjóri Nordic Concrete Research (NCR), til Finnlands og tók þátt í vorfundi norrænu vísindanefndarinnar. Síðar á árinu, í nóvember, tók hún þátt í haustfundi nefndarinnar sem var haldinn rafrænt. Fundirnir stuðla að norrænu samstarfi, faglegri þróun

og miðlun nýrrar þekkingar innan Norðurlanda. Þátttaka Íslands tryggir sýnileika Steinsteypufélags Íslands og stuðlar að þátttöku í norrænum vísindaverkefnum.

Í ágúst 2025 var 25. Rannsóknarráðstefna NCF haldin í Sandefjord í Noregi (XXV Nordic Concrete Research Symposium). Ráðstefnuna sóttu 140 þátttakendur og 91 fyrirlestur var kynntur. Doktorsnemar fluttu flest erindin, og mörg þeirra verða þróuð í fræðigreinar sem birtast í næstu útgáfum NCR. NCR er ritrýnt fræðirit með opnum aðgangi sem gefið er út tvisvar á ári og birtir meðal annars framlög sem eiga rætur að rekja til norrænu steinsteypuráðstefnanna (<https://reference-global.com/journal/NCR>).

Á árinu 2025 náði NCR metárangri með 20 birtingum: 2 frá Danmörku, 9 frá Finnlandi, 2 frá Noregi og 7 frá Svíþjóð. Greinar í NCR árið 2025 endurspeglar þróun norrænna steinsteypurannsókna þar sem sjálfbærni, ending og efnishegðun eru í forgrunni. Fjallað er um helstu orsakir skemmda í steinsteypu við norrænar aðstæður, svo sem klór- og rakaflutning í steinsteypu, kolsýringu og frostskemdir auk rannsókna á viðgerðum og leiðum til að lengja líftíma steyptra mannvirkja. Mikil áhersla er á efnisrannsóknir sem miða að minni umhverfisáhrifum, þar á meðal notkun íblendiefna (SCM), enduruninna steinsteypuefna, ál-ríks sements og lausnir tengdar hringrásarhagkerfi, en jafnframt eru birtar greinar um burðarvirki og hönnun auk sérhæfðra viðfangsefna á borð við steinsteypu fyrir geymslur kjarnorkuúrgangs.

Í formálum NCR árið 2025 leggur ritstjórinn áherslu á að sjálfbærni í steinsteypurannsóknum taki til margra þátta, svo sem endingar, viðgerða, endurvinnslu og notkunar annarra bindiefna í stað Portland-sements. Jafnframt er bent á að áherslur í steinsteypurannsóknum hafi færst frá hefðbundnum burðarvirkjarannsóknum yfir í aðgerðir sem draga úr umhverfisáhrifum steinsteypu. Ritstjóri NCR hvetur þó áfram til innsendingar vandaðra greina bæði um efni, burðarvirki og framleiðslu steinsteypu, enda séu öll þessi svið mikilvæg fyrir sjálfbæra framtíð.

Í lokin eru íslenskir rannsækendur og sérfræðingar hvattir til að skipuleggja þátttöku í næstu NCR ráðstefnu (Nordic Concrete Research Symposium) sem verður haldin í Helsinki 14.–17. ágúst 2028. Þetta verður framúrskarandi vettvangur til að kynna nýjar rannsóknir og þekkingu, senda inn greinar til NCR og styrkja tengslanet á norrænum vettvangi.

Dórótea Höeg Sigurðardóttir



HRINGRÁSARHÚS BYGGJUM VISTVÆNNI FRAMTÍÐ



Hringrásarhagkerfið

Byggingariðnaðurinn er að mestu byggður á línulegu hagkerfi. Vörur eru framleiddar, notaðar og svo er þeim fargað. Hann er ábyrgur fyrir um 40% af hráefna- og auðlindanotkun heims og yfir 40% af úrgangi. Hringrásarhagkerfi felur í sér að hámarka efna- og orkunýtingu með því að hanna varanlega byggingarhluta sem hafa möguleika á því að vera teknir í sundur og endurnýttir. Áætlað er að einungis 20-30% af byggingarúrgangi sé endurninn eða endurnýttur. Hringrásarhagkerfi býður upp á kerfisbundna og hagkvæma leið til þess og útrýma úrgangi og stuðla að lokaðri hringrás byggingarefna.

Hringrásarhús BM Vallá

BM Vallá hefur ráðist í framkvæmdir við Bíldshöfða 7 þar sem hringrásarhús á tveimur hæðum hefur risið, og

var það tekið í notkun í nóvember 2025. Hringrásarhúsið mun hýsa starfsemi söludeildar BM Vallár tímabundið þar sem nýtt deiliskipulag við Ártúnshöfða gerir ráð fyrir að öll atvinnustarfsemi muni flytjast af svæðinu. Umhverfismál eru í fyrirrúmi hjá BM Vallá og var því ljóst að húsið skyldi hannað í anda vistvænni lausna. Húsið er byggt með forsteyptum húseiningum frá BM Vallá sem eru hannaðar þannig að hægt sé að taka þær í sundur og setja upp að nýju. Við verkfræðihönnun hringrásarhússins var beitt nálgun sem gerir kleift að endurnýta útveggi, innveggi og þak.

Hönnun og þróun

Mannvirkjagerð er íhaldssamur geiri en undanfarin ár hefur áhugi á hringrásarlausnum aukist. Forsteypt einingahús hafa verið byggð þannig að einingarnar eru steypar saman.

Þegar verkefnið fór af stað var ljóst að það þyrfti að skoða núverandi aðferðir og hvaða þróun þyrfti að eiga sér stað til þess að hægt sé að taka einingarnar í sundur og setja þær saman aftur. Verkefnið hefur tekið mörgum breytingum síðan það hófst, en árið 2024 var ákveðið að reisa Hringrásarhús við Bíldshöfða og nýta þá vinnu sem var búin að eiga sér stað og klára verkefnið. Stofnaður var hönnunarhópur sérfræðinga í kringum verkefnið. Það þurfti að huga að ýmsu og hönnunarhópurinn skoðaði meðal annars álagsforsendur og líftíma m.v. íslenska þölnhönnunarstaðla, tengingar, einingar og endurnotkun þeirra.

Hefðbundnar steypar eða rafsoðnar tengingar henta ekki til niðurrifs og endursamsetningar. Skoðaðar voru lausnir úr eldri verkefnum BM Vallá og var hægt að nýta hluta þeirra.



Valið var að nota svokallaðar „SUMO Wall Shoe“ tengingar frá PEIKKO og „HALFEN“ boltatengingar í samskeyti veggeininga.

Farið var yfir mögulegar þykktir og útfærslur á vegg- og plötueiningum og hvernig þær flytja krafta í samsíða vegg, niður í gólf og upp í þak eða í

milliplötu. Einingarnar boltast saman á verkstað og tengjast festingum í botnplötu. Valdar voru „heilsteypar“ milliplötur sem boltaðar eru við vegg hússins og flotaðar. Tengingar á gólfplötum við veggeiningar eru hannaðar þannig að þær eru aðgengilegar frá fyrstu hæð og var valið að hafa festingar sýnilegar þar

sem húsið verður fært innan fárra ára og auðvelt verður þá að taka einingarnar í sundur. Þakið var byggt úr léttþakseiningum og er það einnig færanlegt.

Í alla byggingarhluta var notuð steypa með CEM II sementi (sement með íaukum) þ.e. í innveggi, burðarlag



www.efla.is

Steypu- rannsóknir

Framkvæmd rannsókna og prófana

Steinsteypa, múr og steinefni

Eftirlit, prófanir og vottun efnisgæða

Úttektir og vottun steypustöðva

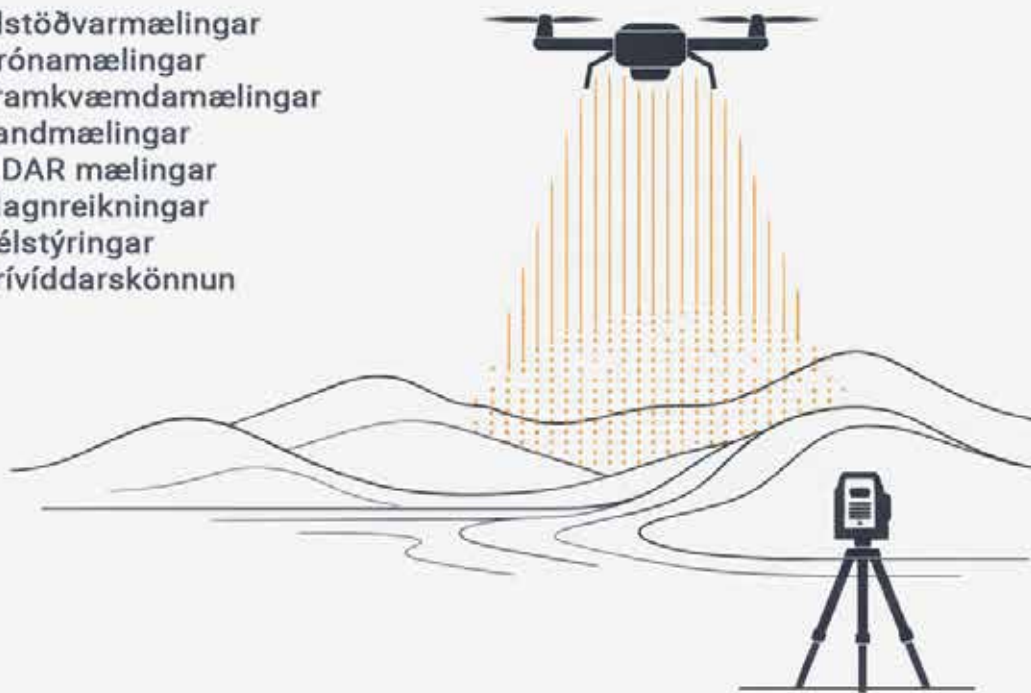
Umhverfis- og efnamælingar

Jarðefnarannsóknir

Greining á myglu og sýnataka

Nákvæmni í hverri mælingu

Alstöðvarmælingar
Drónamælingar
Framkvæmdamælingar
Landmælingar
LIDAR mælingar
Magnreikningar
Vélstýringar
Þrívíddarskönnun



LIDAR ehf - gps@lidar.is

og í veðurkápu. Með því að notast við CEM II sement er verið að draga verulega úr kolefnisspori forsteyptu eininganna eða í þessu tilfelli um tæplega 20% [SB1.1]m.v. hefðbundið CEM I sement.

Framkvæmd

Vinna við uppsetningu hússins hófst vorið 2025. Ýmsar tillögur varðandi útlit hússins að utan hafa verið teiknaðar upp. Sú ákvörðun var tekin að fjórir veggfletir verða klæddir að utan með loftræstu klæðningarkerfi og múrklæðningu úr framleiðslu BM Vallá. Tveir veggfletir verða einnig klæddir með veggflísum sem verða búnar til með því að saga niður gamlar veggeiningar í flísar sem verða svo límdar á veggfletina.

Framtíðin

Þegar framtíðarstaðsetning BM Vallá liggur fyrir er ráðgert að taka húsið niður og flytja það með á nýjan stað. Húsið var hannað þannig að það þolir auknar álagsskröfur á þeim stöðum þar sem BM Vallá sér fyrir sér að það mögulega verði reist eftir að það verður tekið niður af Bíldshöfða í RVK. Upphaflega hugmyndin var að staða í Álfsnesvík þar sem systurfélag BM Vallá, Björgun-Sement, er með starfsstöð. Einnig kom til tals að nýta húsið fyrir söludeild BM Vallá á Akureyri.

Það er almennt viðurkennt að gæði og endingartími forsteyptra byggingahluta sem steptir eru við kjöraðstæður er meiri en byggingahluta sem steptir eru við aðstæður utandyra. Það eru því mikil tækifæri í því að þróa forsteyptar einingar sem hægt er að endurnýta. Hringrásarhúsið er ávallt opið öllum, og þessi tenging við iðnaðinn skiptir sköpum þegar kemur að því að miðla boðskap hringrásarhagkerfisins og skiptir höfuðmáli að sýna í verki að nýjar lausnir eru ekki aðeins



mögulegar, heldur raunhæfar og þegar komnar til framkvæmda.

Við teljum að með því að nota húsnaðið sem „lighthouse“ verkefni í hringrásarhönnun séum við að skapa sterka fyrirmynd sem getur hrundið af stað raunverulegum breytingum í byggingariðnaði[JS2.1].



Jóhanna Katrín Stefánsdóttir,
sérfræðingur í umhverfismálum,
Eignarhaldsfélagið Hornsteinn ehf.

Verkefnið var styrkt af Aski mannvirkjarannsóknarsjóði og Hringrásarsjóði umhverfis-, orku- og loftslagsráðuneyti. Nánari upplýsingar um hringrásarhúsið má finna í lokaskýrslu verkefnisins sem verður birt innan skamms á heimasíðu Asks mannvirkjarannsóknarsjóðs í gegnum hms.is.



Sigríður Ósk Bjarnadóttir,
Framkv.stjóri umhverfis- og gæðasviðs,
Eignarhaldsfélagið Hornsteinn ehf.





EININGAVERKSMIÐJAN
→ TRAUSTUR SAMSTARFSADILI

KOPARHELLA 5,
221 HAFNARFJÖRDUR
414 8700 ev.is ev@ev.is

STEINSTEYPUORÐARUGLIÐ 2026

P	I	T	F	G	N	Æ	V	S	I	F	R	E	V	H	M	U	O	T	G
M	B	O	I	N	L	Á	J	Þ	U	J	P	F	I	K	R	Y	G	O	Q
B	R	I	D	M	M	E	K	S	Í	L	A	K	L	A	I	H	P	G	K
M	N	I	N	F	E	T	O	L	F	H	E	L	L	U	R	O	L	S	W
W	I	I	E	D	W	U	T	H	Ö	R	Ð	N	U	N	G	H	M	T	S
T	Ð	P	L	N	I	U	B	V	I	Æ	O	A	Ð	J	L	A	D	Y	D
R	R	Y	B	L	N	E	Q	A	N	R	M	S	U	U	Ö	X	S	R	H
U	O	E	T	R	F	E	F	T	F	I	S	F	T	Ó	M	R	Y	K	N
L	B	K	F	M	E	C	A	N	E	V	O	F	S	Þ	A	B	N	U	A
V	R	T	O	J	R	A	R	E	I	É	A	K	R	K	O	Q	I	R	V
U	I	Ð	L	L	A	E	G	M	L	L	K	N	U	Ð	O	L	M	A	S
A	F	R	Þ	F	N	R	L	E	L	V	E	A	Ð	M	S	O	R	O	J
M	Y	Æ	J	W	U	Y	S	S	Y	Á	Í	V	A	Q	F	Þ	E	E	Ó
V	O	T	Ö	D	D	A	K	I	F	X	M	U	J	W	T	I	V	V	N
M	W	S	P	G	N	K	Q	D	O	W	I	G	F	H	V	T	T	B	S
J	W	A	P	D	Ö	S	T	Y	R	K	L	E	I	K	I	S	Ú	B	T
I	R	N	U	E	L	L	Í	B	U	P	Y	E	T	S	E	Ý	C	D	E
J	Á	R	N	A	B	I	N	D	I	N	G	S	E	M	P	R	E	A	Y
W	Y	O	W	T	Í	P	L	H	N	Y	M	G	D	Z	P	Þ	X	V	P
O	V	K	M	B	L	H	R	Q	S	T	E	I	N	S	T	E	Y	P	A

Mögulegar áttir: → ↓ ↘ ↗ ← ↑ ↖ ↙

*Í fyrra var það steinsteypukrossgáta, í ár er það steinsteypuorðaruglið!**Við vonum að þið hafið gagn og gaman af þessari nýjustu viðbót í Sigmáli.**Í orðaruglinu eru falin hvorki meira né minna en 36 orð. Ef þið lendið í vandræðum þá eru orðin á blaðsíðu 36.**Lausnin mun birtast á heimasíðunni okkar í byrjun mars, og kannski á skjánum í lok Steinsteypudagsins.**Svo er aldrei að vita nema ritstjórnin geti aðstoðað ykkur á Steinsteypudeginum sjálfum ;)*

NÝJUNG Í MANNVIRKJAFRAMKVÆMDUM

Sumarið 2025 hófst samstarfsverkefni Ístaks og Steypustöðvarinnar við Búrfellslund. Verkefni Steypustöðvarinnar er að framleiða og afhenda steypu í undirstöður fyrir vindmyllur. Hver undirstaða er um 450 m³.

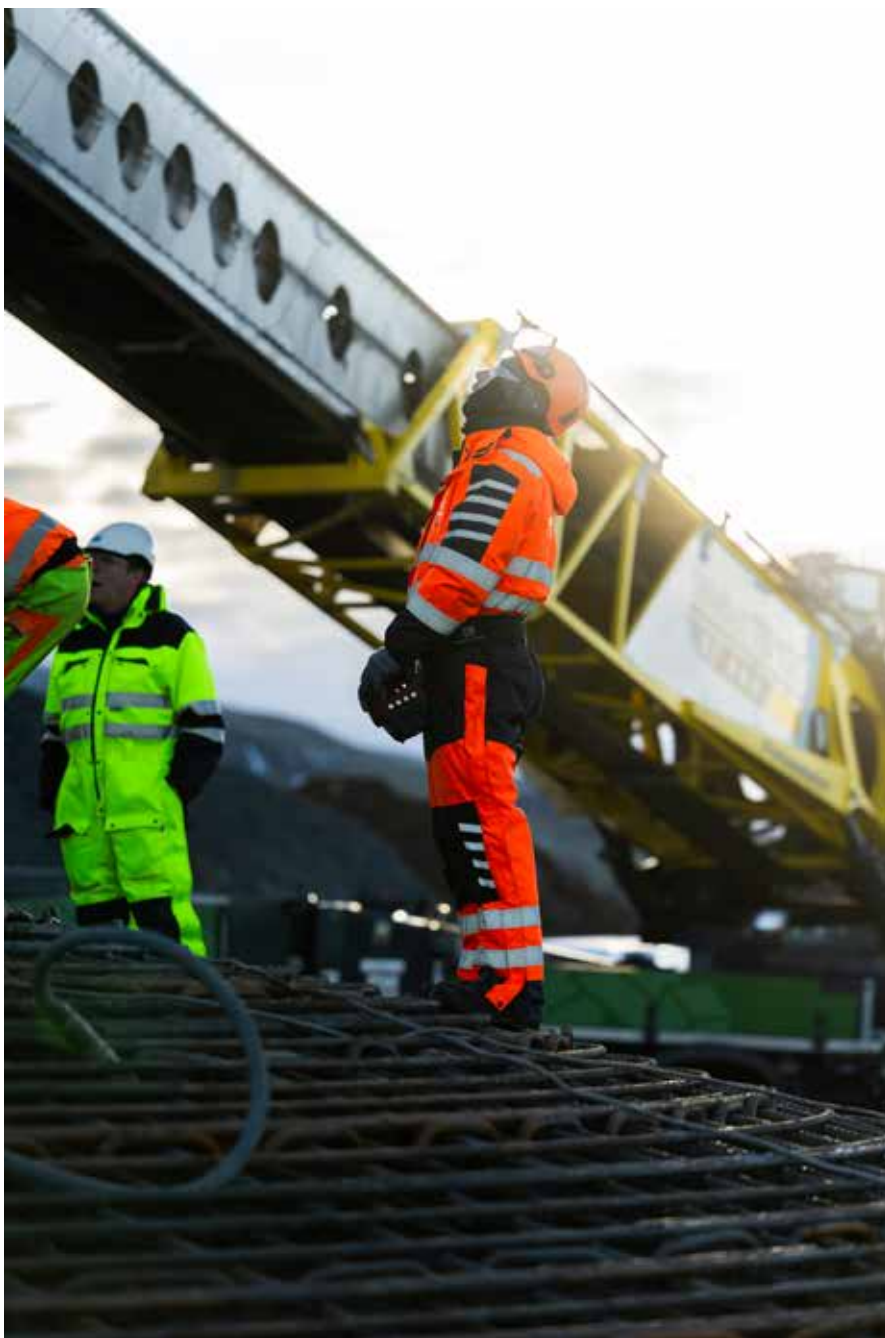
Áskorun var að þróa steypu sem fer vel í gegnum mjög þrönga járnagrind en samtímis þarf að halda sementsmagni í lágmarki til að koma í veg fyrir of mikla hitamyndun. Þegar það þarf að dæla steypu er aftur á móti nauðsynlegt að rúmmál sementsefju sé nóg til að gera steypu dælanlega. Þetta er almennt vítahringur sem er erfitt að leysa.

Á Bauma sýningunni í vor 2025 var sýnd nýjung á evrópskum markaði, Telebelt 130 frá Putzmeister. Nýja Telebelt® TB 130 – yfir 38 metrar fyrir fjölhæfan og skilvirkan efnisflutning.

Svona tæki er vel þekkt vestan hafs en hefur verið beðið eftir því á evrópskum markaði. Teleskópíska færibaldið gerir kleift að flytja fjölbreytt úrval af efni hratt – og sparar tíma við samsetningu og þríf. Nýja TB130 mun tryggja að jafnvel mikið magn af efni sé nákvæmlega sett á áætlaðan stað.

TB 130 er komið á íslenska vegi á Volvo vörubíl með 10x4 öxulstillingu. Þökk sé nettri hönnun og þyngd undir 40 tonnum er það óaðfinnanlegt og því svo hreyfanlegt að það er hægt að nota það sveigjanlega hvar sem þarf að flytja efni.

Telebelt® TB 130 er útbúið viðurkennda Ergonic® 3 stjórnkerfinu sem tryggir uppstillingu á öruggan hátt, jafnvel í erfiðum þröngum



aðstæðum á byggingarsvæði eða ójöfnu undirlagi. Með fimm örmum sínum nær TB 130 glæsilegri láréttri drægni allt að 38,5 metrum. Með miklum afhendingarhraða allt að 275 m³/klst tryggir TB 130 einnig hámarksnýtingu á byggingarsvæðinu.

Telebelt® TB 130 er ótrúlega fjölhæft þar sem það hentar fyrir fjölbreytt

efni, þar á meðal – jafnvel ekki dælanlega – steypu, möl, mulið berg, sand, jarðveg o.s.frv. Hún býður upp á hraða og samfellda dreifingu efnis með kornastærð allt að 100 mm. Ef til dæmis þarf að setja möl og steypu í hraðvirkri röð á sama byggingarstað, þá getur TB 130 tekist á við þessi verkefni auðveldlega.





Algeng notkun Telebelt® er meðal annars: steypa botnplötur í húsa- og iðnaðarbyggingum, steypa í byggingum með lága lofthæð, fylling á kjallaraveggjum og byggingargryfjum, græn þök, sem og að setja efni á yfirborð sem ekki er hægt að aka á, og margt fleira.

Landsvirkjun er leiðandi í að takmarka kolefnisspor á meðan þeirra mannvirki eru framkvæmd.

Kolefnisspor sementsins vegur í steypum mannvirkjum alltaf mest. Þess vegna er mikilvægt að halda notkun sementsins í lagmarki.

Með notkun Telebelts er núna hægt að hanna steypu án þess að taka tillit til efjumagns vegna dælingar. Það með er hægt að spara mikið sement og minnka kolefnisspor steypunnar verulega. En tækið er líka að eyða mun minna eldsneyti á meðan steypan er flutt.

Þar með er notkun Telebeltsins umhverfisvænni valkostur í steypuframkvæmdum.



*Kai Westphal
framkvæmdstjóri
steypuframleiðslu og dreifingar
Steypustöðvarinnar*

KOLEFNISHLUTLAUSAR BYGGINGAR Á ÍSLANDI OG AÐLÖGUN AÐ NÝJU REGLUVERKI

Íslenski byggingariðnaðurinn stendur frammi fyrir verulegum breytingum. Samkvæmt landsáætluninni „Byggjum grænni framtíð“ stefnir geirinn að því að draga úr kolefnislosun sinni um 43% fyrir árið 2030. Þar sem rekja má um 45% af kolefnisspori bygginga á Íslandi til byggingarefnis (A1-A3) beinist athyglin í auknum mæli að umhverfisáhrifum helstu byggingarefna.

Við hjá Aalborg Portland á Íslandi erum staðráðin í að styðja iðnaðinn í gegnum þessar breytingar. Með því að nýta okkur loftslagsvegvísi okkar til 2030, samhliða innleiðingu lögboðinnar vistferilsgreiningar (LCA) og tilskipunar ESB um orkunýtni

bygginga (EPBD) á Íslandi stefnum við að því að útvega nauðsynleg efni fyrir næstu kynslóð sjálfbærra íslenskra bygginga.

Lærum af dönsku leiðinni:

Stigvaxandi kröfur

Ísland hóf vegferð sína með lögboðna vistferilsgreiningu í september 2025 en í dönsku byggingarreglugerðinni (BR18) má sjá skýr dæmi um hvernig slíkar kröfur geta þróast. Í Danmörku eru loftslagskröfur ekki fastsettar heldur er gert ráð fyrir að þær verði hertar verulega á næstu árum til að ná landsmarkmiðum í loftslagsmálum.

Danska byggingarreglugerðin (BR25) sýnir hvernig það sem í

upphafi felst í skýrslugjöf þróast yfir í ströng losunarmörk sem fara lækkanði. Samkvæmt nýja BR25-samkomulaginu eru lögbundin mörk mismunandi eftir byggingarflokkum, en öll fara hratt lækkanði fram til ársins 2030. Sem dæmi má nefna að árið 2025 voru mörkin fyrir fjölbýlishús og skrifstofhúsnæði 7,5 kg CO₂-ígildi/m²/á ári en áætlað er að þau lækki niður í 6,8 kg árið 2027 og svo 6,1 kg árið 2029.

Þessi þrepaskipta nálgun skapar fyrirsjáanlegan en ákveðinn þrýsting frá regluverkinu. Einnig verða flóknari mannvirki, svo sem vöruhús og verslunarrými, sem byrjuðu með 8,0 kg mörk árið 2025, að minnka



Loftslagskröfur fyrir byggingar

Tegun byggingar	2002	2026	2027
Sumarhús undir 150 fermetrum	4	3,6	3,2
Einbýlishús, raðhús, smáhýsi og sumarhús yfir 150 fermetrum	6,7	6,0	5,4
Fjölbýlishús / íbúðir	7,5	6,8	6,1
Skrifstofu húsnæði	7,5	6,8	6,1
Stofnana húsnæði	8,0	7,2	6,4
Aðrar byggingar (iðnaðarhúsnæði, vöruhús, verslanir, bílastæðahús ofl.)	8,0	7,2	6,4

kolefnisspor sitt niður í 6,4 kg fyrir árið 2029 en það er lækkun sem nemur 20% á aðeins fjórum árum. Með því að herða kröfurnar svona í fyrirframákveðnum skrefum skapast þrýstingur á alla hluta virðis kedjunnar að vinna stöðugt að nýsköpun og draga úr kolefnisspori. Þessa leið er íslenski byggingariðnaðurinn einnig að búa sig undir með landsáætlun sinni, þar sem markmiðið er að færa sig frá skráningu, yfir í innleiðingu tiltekinnar kolefnismarkaðs. Í íslenska vegvísinum er áhersla lögð á þörfina á áframhaldandi þróun á „umhverfissvænni steinsteypu“ til að uppfylla losunarstaðla í byggingum í framtíðinni.

Þess vegna vinnur Aalborg Portland stöðugt að því að fínstilla sementsframleiðslu sína. Markmið okkar er að bjóða upp á gæðafni sem styður við umskipti iðnaðarins í átt til minni kolefnislosunar og hjálpa viðskiptavinum okkar með beinum hætti að bæta niðurstöður lögboðinnar vistferilsgreiningar og uppfylla síbreytilegar kröfur regluverksins.

Vegvísir okkar er viljayfirlýsing. Með því að beina sjónum okkar að nýsköpun og kolefnisföngun viljum við gera viðskiptavinum okkar kleift að takast á við umhverfisleg úrlausnarefni framtíðarinnar án þess að fórna burðarþoli.

Leiðin að kolefnishlutleysi

Aalborg Portland er á metnaðarfullri vegferð í átt til kolefnishlutlausrar sementsframleiðslu.

Vegvísir okkar byggist á gagnsæjum áfangamarkmiðum og fjárfestingu í nýrri tækni:

- Núverandi árangur: Frá árinu 2021 höfum við nú þegar náð meira en 800.000 tonna samdrætti í losun koldíoxíðs frá framleiðslu Aalborg Portland í Danmörku.
- Aðrir orkugjafar: Sem stendur eru 80% eldsneytis sem notað er við framleiðslu okkar á gráu sementi af öðrum uppruna en jarðefnaeldsneyti.
- Tækifæri í kolefnisföngun og -geymslu (CCS): ACCSION-verkefnið er hornsteinninn í framtíð okkar. Með stuðningi frá nýsköpunarsjóði ESB vinnum við að því að koma á fót fullkominni verksmiðju sem hefur möguleika á að fanga 1,4 milljónir tonna af CO₂ árlega.

Markmið Aalborg Portland er að nýta þessa tækni til að vinna að því að geta boðið upp á kolefnishlutlaust sement fyrir árið 2030.

Samstarf og gagnsæi

Umskiptin yfir í kolefnislágt hagkerfi krefst samstarfs þvert á alla virðis kedjuna. Við innleiðingu uppfærðrar tilskipunar ESB um orkunýtni bygginga á Íslandi í gegnum EES-samninginn eru gagnsæi gagna og tæknileg nýsköpun lykilatriði.

Aalborg Portland á Íslandi verður eftir sem áður traustur samstarfsaðili í þessu ferli og er staðráðið í að tryggja að íslenski byggingariðnaðurinn verði í stakk búinn að takast á við kröfur regluverks framtíðarinnar.

*Mads Hørlyk,
Aalborg Portland*

ORÐARUGL

*Alkalískemmdir, bindiefni,
flotefni, flugaska, form,
fjaðurstuðull, frostþol,
fylliefni, hellur, hlutfall,
hrærivél, hörðnu, íaukar,
íblöndunarefni, járnabinding,
kornastærð, loftblend, mót,
möl, samloðun, sandur, sement,
sigmál, sjónsteypa, steinsteypa,
steypubíll, styrkleiki, togstyrkur,
treffar, umhverfissvæn,
útvermin, vatn, yfirborð, þjálmi,
þjöppun, þrýstipól.*

TÍMAMÓT Í SJÁLFBÆRARI MANNVIRKJAGERÐ MEÐ evoZero®

Heidelberg Materials hefur sett á markað evoZero®, fyrsta sementið í heiminum sem framleitt er í verksmiðju þar sem koldíoxíð er fangað frá framleiðslu, og skilur eftir sig nánast ekkert kolefnisspor. Með þessari framleiðsluaðferð er hægt að draga verulega úr losun gróðurhúsalofttegunda og gera sjálfbærari mannvirkjagerð að raunhæfum valkosti.

Björgun-Sement flytur inn sement frá Heidelberg Materials og getur nú boðið evoZero® til viðskiptavina á Íslandi.

Hvað er evoZero®?

evoZero® er sement framleitt í Brevik í Noregi með aðstoð kolefnisföngunartækni, Carbon Capture and Storage (CCS). Þar hefur Heidelberg Materials byggt fyrstu kolefnisföngunarstöð fyrir sementsverksmiðju í heiminum. Árleg afkastageta hennar er um 400.000 þúsund CO₂ tonn sem samsvarar um 50% af heildarlosun verksmiðjunnar.

Steypa með evoZero® fær sama styrk og endingu og hefðbundin steypa og er því hægt að nota evoZero® í hefðbundnum steypuuppskriftum án nokkurra aðlagana. Munurinn liggur fyrst og fremst í því hvernig losun frá sementinu er meðhöndlað.

Fyrir byggingarstjóra, hönnuði og steypuframleiðendur þýðir þetta í raun eitt. Hægt er að nota evoZero® strax í dag án þess að breyta ferlum, framleiðslulínum eða venjum á byggingarsvæðum. evoZero® hefur nú þegar verið tekið í notkun á Norðurlöndunum meðal annars hjá Tranemo Prefab og Benders í Svíþjóð, Skanska í Noregi ásamt því



Mynd 1: evozero er framleitt með kolefnisföngun og skilur eftir sig nánast ekkert kolefnisspor



Mynd 2: Björgun og Sementsverksmiðjan, bæði í eigu Hornsteins, sameinuðust 1. september 2025 undir heitinu Björgun-Sement

að fyrirhugað er að nota evoZero® við byggingu nýrrar Nóbeldmiðstöðvar í Stokkhólmi.

Grá vara með stórt fótspor

Sement er ein stærsta uppspretta losunar í heiminum en um 7-8% af losun CO₂ í dag koma frá sementsframleiðslu. Við sementsframleiðslu losnar mikið magn

koldíoxíðs þegar kalksteinn er hitaður í ofnum til að framleiða klinker sem er lykilefni í sementsgerð. Með nýju CCS tækninni er kolefnið fangað áður en það sleppur út í andrúmsloftið, því breytt í fljótandi form og flutt til öruggrar og varanlegrar geymslu í jarðlögum í Norðursjó.



Mynd 3: Kolefnisspor steypu í mannvirkjum getur minnkað gríðarlega mikið með evoZero

Kolefnisbókhald og vottorð

Heidelberg Materials styðst við umhverfisvottorð (EAC) til að halda utan um og úthluta þeim kolefnissparnaði sem hlýst af kolefnisföngun í sementsframleiðslu. Vottorð eru eingöngu gefin út fyrir klinker sem er framleiddur samkvæmt skilyrðum framleiðslunnar í Brevik.

Hvert tonn af klinker sem framleitt er með kolefnisföngun jafngildir losunarsamdrætti sem nemur 307,3 kg CO₂ ígilda á hvert tonn samanborið við hefðbundna framleiðslu.

Til að tryggja samræmi og gagnsæi í kolefnisútreikningum er notaður sérstakur kolefnisbanki þar sem kolefniseiningar eru staðfestar út frá gögnum um kolefnisföngun í framleiðslu og varanlega kolefnisbindingu.

Þegar evoZero® er afhent viðskiptavini er kolefnissparnaður reiknaður út samkvæmt umhverfisvottorði (EAC)

og samsvarandi magn tekið úr kolefnisbankanum.

Viðskiptavinur fær P-EPD, það er bráðabirgða umhverfisyfirlýsingu fyrir nýjar vörur, gefna út af EPD Norge þar til gagnasöfnun yfir heilt framleiðsluár liggur fyrir.

Staðfesting frá þriðja aðila

Heidelberg Materials hefur falið DNV Business Assurance Germany GmbH að annast óháða staðfestingu á inn- og úttektum í kolefnisbankann og á úthlutun kolefnissparnaðar til sementsafurða. DNV yfirfer gögn um kolefnisföngun og það magn CO₂ sem hefur verið varanlega bundið samkvæmt viðmiðum evoZero®. Að lokinni yfirferð gefur DNV út staðfestingaryfirlýsingu.

Auk þess sannprófar DNV að kolefnissparnaður samkvæmt umhverfisvottorði (EAC) fari aldrei fram úr því magni CO₂ sem

raunverulega er tiltækt til úthlutunar í kolefnisbankanum.

Hátt kolefnisspor byggingariðnaðar

Íslensk stjórnvöld hafa sett sér það markmið að Ísland verði kolefnishlutlaust eigi síðar en árið 2040 og að draga úr losun sem nemur 55% árið 2030 miðað við losun ársins 2005. Ljóst er að grípa þarf til markvissra aðgerða til að þessum markmiðum verði náð.

Byggingariðnaðurinn er einn stærsti einstaki losunarvaldur heims og hefur veruleg áhrif á kolefnisspor ríkja. Framleiðsla byggingarefna, sérstaklega sements og steinsteypu vegur þar þungt. Samkvæmt Húsnæðis- og mannvirkjastofnun er talið að losun íslenskra bygginga sé um 360.000 tonn CO₂ á ári og þar af ber steypa ábyrgð á 45% af kolefnissporinu en sement ber ábyrgð á 80-90% af kolefnisspori steypunnar.



Mynd 4: Stórir tankar í Brevik, Noregi, geta geymt allt að 5.000 tonn af fljótandi CO₂

Þess vegna er mikilvægt að innleiða tafarlaust lausnir og hvata sem hvetja fyrirtæki til að draga úr losun. Með evoZero® opnast raunhæfur möguleiki fyrir íslenskan byggingariðnað til að taka virkan þátt í loftslagsaðgerðum og minnka kolefnisspor mannvirkja strax í dag án þess að skerða öryggi, gæði eða endingu.

Breytum leiknum og setjum ný viðmið

- evoZero® er ekki sérframleiðsla.
- evoZero® er ekki grænt tilraunaverkefni.
- evoZero® setur ný viðmið fyrir sement.

- evoZero® veitir steypu með sama styrk, endingu og hefðbundið sement og má nota í hefðbundnum steypuuppskriftum án aðlögunar.

Fyrir byggingaraðila og verktaka þýðir þetta öryggi.

Fyrir samfélagið þýðir þetta framfarir.

Fyrir byggingariðnaðinn þýðir þetta að taka afstöðu.

Ætlum við að halda áfram að gera eins og áður eða byggja með lausn sem skiptir raunverulegu máli fyrir framtíðina og fyrir umhverfið?



*Anna Bára Teitsdóttir,
framkvæmdastjóri
markaðs- og viðskiptapróunar
hjá Björgun-Sement*

BURÐUR: NÝR SAMSTARFSVETTVANGUR MUN EFLA RANNSÓKNIR OG NÝSKÖPUN Í MANNVIRKJAGERÐ

Tímamót urðu í íslenski mannvirkjagerð árið 2025 þegar Húsnæðis- og mannvirkjastofnum (HMS) hleypti af stokkunum Burði, samstarfsvettvangi um mannvirkjarannsóknir og prófanir.

Aðdraganda Burðar má rekja aftur til 1. júlí 2021 en þá tóku í gildi lög um opinberan stuðning við nýsköpun sem m.a. var ætlað að efla nýsköpun í mannvirkjagerð með einföldu verklagi, skýrri ábyrgð og sterkum tengslum við háskólasamfélag, atvinnulíf og hagaðila. Þrátt fyrir setningu þessara laga kallaði mannvirkjageirinn eftir heildstæðri stefnu fyrir mannvirkjarannsóknir á Íslandi, yfirlit yfir þær ásamt tryggri fjármögnun.

Í kjölfarið hóf HMS að greina aðgerðir og fylgja þeim eftir til að hægt væri að taka upplýstar ákvarðanir um mótun öflugs framtíðarumhverfis mannvirkjarannsókna.

Greiningarvinnan fór fram í víðtæku samstarfi við háskólasamfélagið, atvinnulífið og opinberar stofnanir og var afrakstur vinnunnar birtur í *Vegvísi að mótun rannsóknnaumhverfis mannvirkjagerðar árið 2024*.

Ári síðar var Burður stofnaður. Markmiðið er skýrt; að sameina þekkingu, innviði og fjármögnun á einum stað til að mæta áskorunum framtíðarinnar í húsnæðis- og mannvirkjamálum.

Askur -

mannvirkjarannsóknasjóður

Askur – mannvirkjarannsóknasjóður hefur undanfarin ár stutt við rannsóknir og þekkingarsköpun í mannvirkjagerð. Úthlutanir hafa verið fjórar á árunum 2021-2024. Alls hafa 135 verkefni fengið styrk að heildarupphæfð 472,5 milljónir króna.

Þrátt fyrir góðan árangur þótti eðlilegt að endurskoða starfsemi sjóðsins þegar hann var færður undir Burð. Í kjölfarið voru gerðar nokkrar breytingar, þar á meðal:

- **Færri en stærri styrkir:** Áhersla er lögð á umfangsmeiri verkefni með víðtæk áhrif.

VIÐ LEIÐUM ÞIG Í ÁTT AD BETRA SAMFÉLAGI

VSÓ RÁÐGJÖF

VSÓ Ráðgjöf er alhliða ráðgjafar- og verkfræði-fyrirtæki sem leggur áherslu á trausta og faglega þjónustu. Með ráðgjöf á sviði umhverfismála, skipulags og mannvirkjagerðar stuðlum við jafnframt að kolefnishlutleysi og sjálfbærnu samfélagi.

vso.is





• **Áhersla á hagnýtingu:** Lokaafurðir verkefna og gildi þeirra fyrir atvinnulífið vega nú þyngra við mat á umsóknum.

• **Lengri verkefnatími:** Heimilt er að styrkja verkefni til allt að 36 mánaða, sem tryggir samfellu og dýpt

í rannsóknarvinnu.

• **Aukin miðlun:** Burður starfar sem miðlægur vettvangur þar sem niðurstöðum er miðlað á aðgengilegan hátt í gegnum vefinn www.burdur.is.

Vísindaráð

Einn af hornsteinum Burðar er vísindaráð, stofnað á grundvelli aðgerðar 1.1.a. í *Vegvísi að mótun rannsóknarumhverfis mannvirkjagerðar*.

Vísindaráðið hóf störf 22. apríl 2024 og samanstóð á þeim tíma af fjórum fulltrúum vísindasamfélagsins, fjórum fulltrúum atvinnulífsins og þremur fulltrúum stjórnvalda. Meginhlutverk ráðsins var að greina hvar þörfin fyrir nýja þekkingu væri brýnust.

Í nóvember 2025 birtust niðurstöðurnar í skýrslunni Rannsóknarþörf í húsnæðis- og mannvirkjagerð. Ráðið skilgreindi 16 lykilviðfangsefni, flokkuð í sex meginflokka.

STEINSTEYPIR

STEYPA - JARÐVINNA - KJARNABORANIR - MÚRBROT

Haukamýri 3 640 Húsavík s: 464 2515 steinsteypir@steinsteypir.is steinsteypir.is



Verkfræðingafélag Íslands
- félag verkfræðinga og tæknifræðinga -
er **stærsta og öflugasta** félag
- tæknimenntaðra á Íslandi

Upplýsingar um starfsemi
félagsins eru á vfi.is


Verkfræðingafélag
Íslands **110** 1912-2022

Virðing og jafnrétti // Fagleg ábyrgð og ráðvendni // Samfélagsleg ábyrgð og sjálfbærni



Við undirbúning styrkveitinga úr Aski fyrir árið 2025 var ákveðið að leggja sérstaka áherslu á þrjá flokka:

- **Íslenskt veðurfar:** Áhrif slagregns, vinds og frostálags á byggingarhluta í ljósi loftslagsbreytinga.

- **Rakatengd málefni og byggingagallar:** Orsakir rakaskemmda og virkni veðurhjúpa og lagnakerfa.

- **Innivist:** Loftgæð i, hljóðvist og áhrif bygginga á heilsu og vellíðan íbúa.

Rannsóknabörf í mannvirkjagerð er síbreytileg og þróast í takt við nýja tækni og umhverfisáskoranir.

Verkefni styrkt af Aski - mannvirkjarannsóknasjóði

Styrkveitingar úr Aski hófust árið 2021. Frá þeim tíma hafa rannsakendur lokið fjölmörgum verkefnum. Sem dæmi má nefna eftirfarandi:

- **Hámörkun steinefna til að lækka kolefnisspor venjulegrar og vistvænnar steypu.** Verkefnið snerist um að hanna og þróa bæði hefðbundna og umhverfisvænni steinsteypu með verulega lægra kolefnisspori, m.a. með breytingum

á kröfum til steinefna og minnkuðu sementsinnihaldi.

- **Bætt vistvæni steinsteypu með minna sementi:** Markmiðið var að draga úr sementsmagni í steypu með notkun íauka og þannig minnka CO₂-losun byggingariðnaðarins.

- **Bláþráður – umhverfisvæn styrking í steinsteypu:** Um var að ræða rannsóknir á hráefnum til framleiðslu basalttréfa til notkunar í steypu, unnar bæði á Íslandi og við háskólann í Aachen í Þýskalandi.

Framtíðarsýn:

Lifandi þekkingarbrunnur

HMS er rekstraraðili Burðar en hlutverk stofnunarinnar felst í að

tryggja virkt samstarf og áframhaldandi uppbyggingu samstarfsvettvangsins. HMS leiðir starf Burðar og Asks – mannvirkjarannsóknasjóðs í samvinnu við stýrihóp vettvangsins.

Í stýrihópi Burðar sitja fulltrúar frá:

HMS,
Félags- og húsnæðismálaráðuneyti,
Menningar-, nýsköpunar- og háskólaráðuneyti,
Háskóla Íslands,
Háskólanum í Reykjavík,
Listaháskóla Íslands,
Arkitektafélag Íslands,
Verkfræðingafélag Íslands,
Bygginga-fræðingafélag Íslands
og Samtökum iðnaðarins.

Stýrihópurinn er hreyfiafl fyrir opið og markvisst samtal allra hagaðila, en slíkt samráð er grundvöllur þess að efla samstöðu og samheldni um rannsóknir og prófanir innan mannvirkjagerðar.

Virkt samtal og samstaða tryggir að allir aðilar stefni í sömu átt og vinni að sameiginlegum markmiðum um framþróun í mannvirkjagerð. Með því að móta skýra stefnu og aðgerðaráætlun leggur stýrihópurinn grunninn að kerfisbundinni uppbyggingu þekkingar sem mun nýtast hönnuðum, verktökum og almenningi um ókomna tíð.



*Eyþór Bjarki Sigurbjörnsson
Sérfræðingur á HMS*



*Sæunn Ósk Unnsteinsdóttir
verkefnastjóri Burðar*



BYGGJUM

BETUR

SAMAN



Úr einingu í þína eign

Forsteyptar húseiningar eru hagkvæmur kostur fyrir þá sem vilja hanna hús frá grunni – hvort sem um er að ræða íbúðarhús, sumarbústað, fjölbýli eða atvinnuhúsnæði.

Einingarnar eru sérhannaðar og framleiddar við bestu aðstæður, sem tryggir gæði og styttnir byggingartíma. Hjá okkur starfar samhentur hópur hönnuða og byggingarverkfræðinga með áratugareynslu af gerð einingahúsa sem leiðbeina þér í næstu skrefum.

Nánari upplýsingar á bmvalla.is

