

SIGMÁL

FRÉTTABRÉF STEINSTEYPUFÉLAGS ÍSLANDS

Febrúar 2023

1. tbl. 35. árgangur



STEINSTEYPUDAGURINN 2023

Steinsteypudagurinn 2023 verður haldinn föstudaginn 10. febrúar.
Upplýsingar um dagskrá og skráningu á bls. 5

SJÓNSTEYPA

Fyrsta flokks sement

fyrir fyrsta flokks byggingar

 **aalborgportland**

CEMENTIR HOLDING

Aalborg Portland Íslandi ehf

Bæjarlind 4, 201 Kópavogi

Sími: 545-4800

aalborg@aalborg-portland.is

www.aalborgportland.is

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

SIGMÁL FRÉTTABRÉF STEINSTEYPUFÉLAGS ÍSLANDS 2023

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
Valshlíð 4, 102 Reykjavík
steinsteypufelag@
steinsteypufelag.is

STJÓRN STEINSTEYPUFÉLAGS ÍSLANDS

Børge Johannes Wigum
formaður,
Lárus Helgi Lárusson
varaformaður,
Sigríður Ósk Bjarnadóttir,
Heimir Rafn Bjarkason,
Andri Jón Sigurbjörnsson.

Starfandi varamaður:
Guðni Jónsson

Framkvæmdastjóri,
Porbjörg Hólmgeirsdóttir



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. 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.

Steinsteypudagurinn 2023 - Dagskrá	5
Starfsemi Steinsteypufélagsins 2021 – 2022	6
Fyrsta hampsteypuhús Íslands	8
Rannsókn á notkun forsteypra eininga	
í landstöpla brúa á Íslandi	11
Fínimalað móberg í sement til að lækka kolefnisfótspor Evrópu	15
Vinum saman að minna kolefnisspori steypu	18
Hringrásarhagkerfi jarðefna:	
Er hægt að nýta betur jarðefni úr uppgreftri?	20
Rafvæðing í steypuiðnaði	25
Nýtt athafnasvæði Björgunar í Álfsnesvík	27
Grænni framtíð Aalborg Portland	29
Vetrarsteypa	30
Byggjum vistvænni framtíð	32
Steinsteypuverðlaunin 2023	35

Útgefandi: Steinsteypufélag Íslands

Ritstjóri: Erla Margrét Gunnarsdóttir

Ábyrgðarmaður: Guðni Jónsson

Umbrot: Erla Margrét Gunnarsdóttir

Prentun: Prentmet Oddi ehf

Upplag: 1600 eintök

Forsíðumynd: Sofia Nannini, Viðborðssel eyðibýli, 2016

Sement framtíð- arinnar

Sementsverksmiðjan stuðlar að vistvænni mannvirkjagerð og sjálfbærni með umhverfisvænna sementi fyrir byggingariðnaðinn.

Í Noregi vinnur sementsbirgir okkar, Norcem, að föngunar- og niðurdælingarverkefni þar sem gert er ráð fyrir að fanga að lágmarki helming losunar frá sementsframleiðslunni og minnka þannig kolefnisspor sem hlýst af framleiðslu sements.

Sementsverksmiðjan er einnig stolt af því að allur akstur og dreifing fyrirtækisins eru kolefnisjöfnuð í samstarfi við dreifingaraðila okkar, Gullvagninn.



Nánari upplýsingar um umhverfisáherslur, þjónustu og sementstegundir má nálgast á nýrri vefsíðu okkar, sement.is

Sementsverksmiðjan ehf.
Mánabraut 20 | 300 Akranes | s: 430 5000 | sement.is

NORCEM
HEIDELBERGCEMENT Group


SEMENTSVERKSMIÐJAN

STEINSTEYPUÐAGURINN 2023

10. FEBRÚAR Á GRAND HÓTEL



DAGSKRÁ

08:30 Skráning og kaffisopi - Básar til sýnis

09:00 Setning - Borge Johannes Wigum, formaður Steinsteypufélags Íslands

09:10 Fínimalað móberg í sement til að lækka kolefnisfótspor Evrópu

- Borge Johannes Wigum, Heidelberg Materials

09:30 Significant CO₂ reduction with FutureCem - Wassim I. Mansour, Steypustöðin

09:50 Hringrásarhugsun í jarðefnauppgrefti - Nína María Hauksdóttir, Mannvit

10:10 Pallborð

10:30 Kaffihlé

10:50 Rannsókn á notkun forsteyptra eininga í landstöpla á Íslandi

- Rúnar Steinn Smáráson, Vegagerðin

11:10 Háteigsvegur 59 - tilraunir - Arnhildur Pálmadóttir, S. ap arkitektar

11:30 Rafvæðing í steypuðnaði - Kai Westphal, Steypustöðin

11:50 Pallborð

12:10 Hádegismatur

13:10 Byggjum vistvænni framtíð - Sigríður Ósk Bjarnadóttir, Hornsteinn

13:30 Aukin notkun á vistvænni steypu: Hindranir og lausnir - Þóra Margrét Þorgeirsdóttir, HMS

13:40 Pallborð

14:20 Kaffihlé

14:40 Hof Ásatrúarfélagsins - sjónsteypa - Magnús Jensson, Arkitekt FAÍ

15:00 Fyrsta hampsteypuhús Íslands - Paul Smelt, Hampfirma ehf

15:20 Drangar - Steve Christer, Studio Granda

15:40 Nemendaviðurkenning - Borge Johannes Wigum

15:50 Steinsteypuverðlaunin - Þorbjörg Hólmgeirsdóttir

16:10 Ráðstefnulok og léttar veitingar í boði Sementsverksmiðjunnar og Aalborg Portland

Skráning á steinsteypufelag@steinsteypufelag.is til 8. febrúar

Heill dagur: 28.000 kr. með hádegisverði, hálfur dagur: 23.000 kr. án hádegisverðar

Básar: 65.000 kr. Innifalin ein skráning með hádegisverði

Nemar: Frítt með hádegisverði, hámark 30 manns

STARFSEMI STEINSTEYPUFÉLAGSINS 2021 - 2022

Mjög vel heppnaður Steinsteypudagur var haldinn **5. nóvember 2021**. Um 100 manns mættu á daginn. Að venju var dagskráin bæði fróðleg og skemmtileg en að þessu sinni var hún helguð 50 ára afmæli félagsins. Þetta hefði ekki verið möguleiki nema fyrir hjálp allra sem að honum stóðu; stjórn, fyrirlesurum, þátttakendum og styrktaraðilum. Sementsverksmiðjan bauð upp á léttar veitingar. Sementsverksmiðjan og Norcem buðu nemendum á Steinsteypudaginn og Efla og Mannvit styrktu nemendaviðurkenningar félagsins og fékk Björgvin Grétarsson viðurkenningu. Sofia Nannini, Karsten Iversen og Einar Einarsson fengu öll viðurkenningu sem heiðursfélagar Steinsteypufélags Íslands.



Þéttskipaður salur áhugasamra fundargesta á Steinsteypudeginum 2021.

Félagið hefur verið virkt í erlendu samstarfi. Við erum nú hluti af ECSN (www.ecsn.net) sem er samband/net evrópskra steinsteypufélaga og samanstendur af 13 aðildarlöndum. Á vefráðstefnu sem var haldin **25. nóvember, 2021**, komu saman helstu sérfræðingar ECSN til að kynna hvernig steypubýggingageirinn getur dregið úr loftslagsáhrifum sínum í Evrópu. Sigríður Ósk Bjarnadóttir var með innlegg frá Íslandi, sem bar titillinn: „Circular solutions within the concrete industry to reach climate ambitions“. Borge Johannes Wigum tók þátt í að stjórna ráðstefnuninni frá stúdíó í Osló.

Þorbjörg Hólmgeirsdóttir og Borge Johannes Wigum tóku þátt í fundi norrænnu tækninefndarinnar (Research Committee of NCR) og stjórnarfundu norræna Steinsteypufélagsins (Nordic Concrete Federation - NCF), dagana **4. – 5. apríl, 2022** í Kaupmannahöfn.

Aðalfundur Steinsteypufélags Íslands var haldinn fimmtudaginn **19. maí, 2022**, kl. 17 á skrifstofu Eflu, Lynghálslí 4.

Borge Johannes Wigum var að hefja sitt þriðja ár í stjórn, og Lárus Helgi Lárusson að hefja sitt þriðja ár í aðalstjórn, meðan Heimir Rafn Bjarkason og Sigríður Ósk Bjarnadóttir voru að hefja sitt annað ár í aðalstjórn. Guðni Jónsson var að hefja sitt annað ár sem varamaður. Andri Jón Sigurbjörnsson bauð sig fram í stjórn og var það samþykkt með öllum greiddum atkvæðum.

Stjórnin skipti með sér verkum á fyrsta fundi stjórnar skv. lögum félagsins, þar sem Borge Johannes Wigum var kosinn áfram formaður og Lárus Helgi Lárusson kosinn varaformaður. Sigríður Ósk Bjarnadóttir, Heimir Rafn Bjarkason og Andri Jón Sigurbjörnsson eru meðstjórnendur og Guðni Jónsson er í varastjórn.

Erla Margrét Gunnarsdóttir gegndi starfi framkvæmdastjóra fram til ársloka 2021 og Þorbjörg Hólmgeirsdóttir tók við sem framkvæmdastjóri í ársbyrjun 2022.

Félagið stóð fyrir þremur rafrænum þemafundum á tímabilinu. Voru þeir allir vel sóttir og umræður líflegar. Flest erindi eru til á Youtube-rás félagsins.

23. febrúar 2022 var þema fundarins: „Breytingar á Byggingarreglugerð“. Fundarstjóri var Borge Johannes Wigum.

Erindi voru:

- Einar Einarsson hjá Hornsteini: „Byggingarreglugerð – endurskoðun steypukafla 2022“

23. maí 2022 var þema fundarins: „Íaukar í sementi – (Supplementary Cementitious Materials SCM's)“. Fundarstjóri var Guðni Jónsson.

Erindi voru:

- Kai Westphal hjá Steypustöðinni: „Sement með metakaolin“
- Björn Davíð Þorsteinsson hjá BM Vallaa: „Notkun móbergs sem possólanefni í sementi“

9. nóvember 2022 var þema fundarins: „*Alkalívirgni í steinsteypu*“ Fundarstjóri var Borge Johannes Wigum.

Erindi voru:

- Borge Johannes Wigum hjá Hornsteini: „Ný Byggingarreglugerð og RILEM-prófanir“
- Guðbjartur Jón Einarsson hjá Landsvirkjun: „Niðurstöður úr veðrunarstöð“

Föstudaginn 18. nóvember 2022 var haldinn sameiginlegur haustfundur um mannvirkjajarðfræði. Að fundinum stóðu fimm félög: Jarðfræðafélag Íslands, Jarðtæknifélag

Íslands, Jarðgangafélag Íslands, Steinsteypufélag Íslands og ISCOLD. Rafrænt ágripahefti fundarins er aðgengilegt á heimasíðu Steinsteypufélagsins.

Stjórnin hefur lagt áherslu á að félagið þurfi meira fjármagn til að geta lagt meiri metnað í starfið og aukið umsvif. Markmið er m.a. að styrkja orðspor steinsteypu í samkeppni við innflutt byggingarefni, efla áhuga nemenda á steinsteypu, endurvekja og styrkja norrænt og annað erlent samstarf, og gera ýmsar leiðbeiningar og skýrslur um steinsteypu aðgengilegar á heimasíðu Steinsteypufélagsins.

Haustið 2022 var send beiðni til iðnaðarins á Íslandi um aukin framlög til að geta uppfyllt þessi markmið frekar. Hefur þeirri beiðni verið afar vel tekið, og má vænta þess að sjá aukin umsvif í starfi félagsins á næstunni.



Heiðursfélagar Steinsteypufélags Íslands: Sofia Nannini, Karsten Iversen og Einar Einarsson.

Borge Johannes Wigum
Formaður Steinsteypufélags Íslands

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

Upplýsingar um starfsemi félagsins eru á vfi.is

vfi
Verkfræðingafélag Íslands 1912-2022 **110**

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

FYRSTA HAMPSTEYPUHÚS ÍSLANDS

Hampsteypa, framleidd úr iðnaðarhampi, er nýtt og spennandi byggingarefni en EFLA hefur verið að skoða hvernig hún getur nýst við húsbyggingar á Íslandi.

Hvað er hampsteypa?

Hampsteypa (e. hempcrete) er ein þeirra vistvænu lausna sem vert er að gefa gaum þegar kemur að framtíðarefnisvali í byggingaframkvæmdum. Um er að ræða byggingarefni sem hægt er að búa til að hluta úr íslenskum hráefnum. Hampsteypa er samsett úr muldum hampi, kalkdufti og vatni en hampinn er hægt að rækta hérlandis. Sem byggingarefni hefur hampsteypa ákaflega eftirsóknarverða eiginleika, hún myglar hvorki né brennur og er sérstaklega einangrandi bæði þegar kemur að hita og hljóði. Endurvinnsla hampsteypu er auk þess afar einföld. Þegar hlutverki hennar lýkur má loka hringrásarferli vinnslunnar með því að mylja hampsteypuna niður og nota beint sem lífrænan áburð á ræktarland.

Hlutverk í húsbyggingum

Hampsteypa getur ekki nýst sem burðarefni í mannvirkjum og mun því ekki leysa steinsteypu af hólmi sem slíkt. Hana er hins vegar vel hægt að nota samhliða burðarvirki úr steinsteypu, stáli eða timbri, svo dæmi séu tekin. Hampsteypan hentar afar vel sem einangrandi lag í útveggjum eða í innveggi í húsbyggingum. Á vaxtarskeiði hampsins dregur hann til sín koltvísýring úr andrúmsloftinu og virkar þannig sem kolefnisgeymir á líftíma sínum, líkt og timbur og önnur lífræn byggingarefni. Kostur hampsins umfram timbrið er þó hversu hraðvaxta hann er, og virkar hann því sem einstaklega

kolefnisgleypin nytjajurt. Við vinnslu hamps og framleiðslu hampsteypu verður einhver losun, en kolefnisspor hampsteypu er neikvætt þegar horft er yfir allan líftímann, þ.e. varan veldur nettóbindingu koltvísýrings í stað losunar. Hampsteypa, líkt og önnur steypa, dregur auk þess til sín koltvísýring úr umhverfinu á líftíma sínum vegna kolsýringar kalksteins.

Erlendis hafa umtalsverðar rannsóknir verið gerðar á notkun hampsteypu í húsbyggingar og því er töluverðar upplýsingar að fá úr þeim. Hins vegar er ekki mikið að finna um áhrif frosts og þýðu við hörðnun steypunnar, og því gerði EFLA rannsókn tengda því sumarið 2021. Rannsóknin sýndi að mikilvægt væri að hampsteypan fengi góða aðhlúun á hörðnunartíma sínum og frost myndi rýra gæði hennar verulega.

Rannsaka þarf enn frekar hvernig hampsteypa reynist við íslenskar aðstæður þar sem veðurskilyrði hér geta verið erfið, með miklum sveiflum á bæði hitastigi og raka.

Fyrsta hampsteypuhús Íslands?

Í desember 2021 hafði Paul Smelt samband við EFLU í þeim hugleiðingum að flytja aftur á æskulóðir sínar í Bolungarvík og reisa þar hús fyrir sig og fjölskyldu sína. Paul hefur ættir að rekja til Hollands en þegar hann stundaði nám þar fyrir rúmum áratug komst hann í fyrsta sinn í kynni við hús byggt úr hampsteypu, sem honum þótti afar heillandi. Hugmyndin var því að byggja húsið í Bolungarvík úr hampsteypu en þar sem það hafði aldrei verið gert hérlandis vantaði hann hönnuði sem voru tilbúnir að takast á við nýja áskorun. Þar sem EFLA hafði verið að skoða

hampsteypu vorum við að sjálfsögðu tilbúin að taka þátt í hönnun á fyrsta hampsteypu húsi Íslands og Marimo arkítektar voru það einnig. Í kjölfarið fékkst styrkur frá Askí Mannvirkjasjóði til nánari rannsóknar á hvernig nýta ætti hampsteypuna sem byggingarefni hérlandis. Sér í lagi á að skoða hvernig þak- og vegguppygging skal vera til þess að uppfylla einangrunarkröfur og koma í veg fyrir rakavandamál. Þá þarf einnig að útfæra hvernig framkvæmdarlega er best byggja húsið.

Til stendur að reisa fyrst 50 m² bílskúr til þess að fá reynslu á byggingaraðferðina en einbýlishúsið sjálft sem Marimo arkítektar hafa teiknað er 270 m² á tveimur hæðum og verður nokkuð flóknara í framkvæmd. Gert er ráð fyrir að klára hönnun á því þegar lokið hefur verið við smíði bílskúrsins og þannig verður hægt að nýta reynsluna þaðan í hönnuninni.

Uppbygging hússins

Burðarvirkið verður líkt og í hefðbundnu timburgrindarhúsi en lagt er upp með að húsið verði einungis einangrað með hampsteypu. Varmaleiðni hamps er um það bil helmingi meiri en varmaleiðni steinullar. Útveggir á almennu íbúðarhúsi þurfa því að vera um það bil 300 mm þykkir til þessa að uppfylla U-gildi byggingarreglugerðar.

Verið er að skoða nokkrar útfærslur á byggingu hússins en ein hugmyndin er að forsteypa hampsteypukubba sem yrði komið fyrir milli veggstoða og þaksperra. Þar sem hampsteypa þarf að vera þykkari en timburstoðirnar og sperrurnar yrði

umframmagnið stept á staðnum innan á vegg þegar búið verður að loka húsinu. Annar kostur væri að forsmíða timbureiningarnar innanhúss og steypa í þær áður en þær eru fluttar á staðinn og reistar.

Krossviður utaná timburgrind hússins mun tryggja vindstífingu þess en þar sem hampsteypa er stífari en hefðbundin steinullareinangrun má skoða hvort hana megi nota til stífingar með krossviðnum eða alfarið í staðinn fyrir hann. Gert er ráð fyrir að þetta verði rannsóknarefni til seinni tíma en krossviðurinn verði notaður fyrst um sinn.

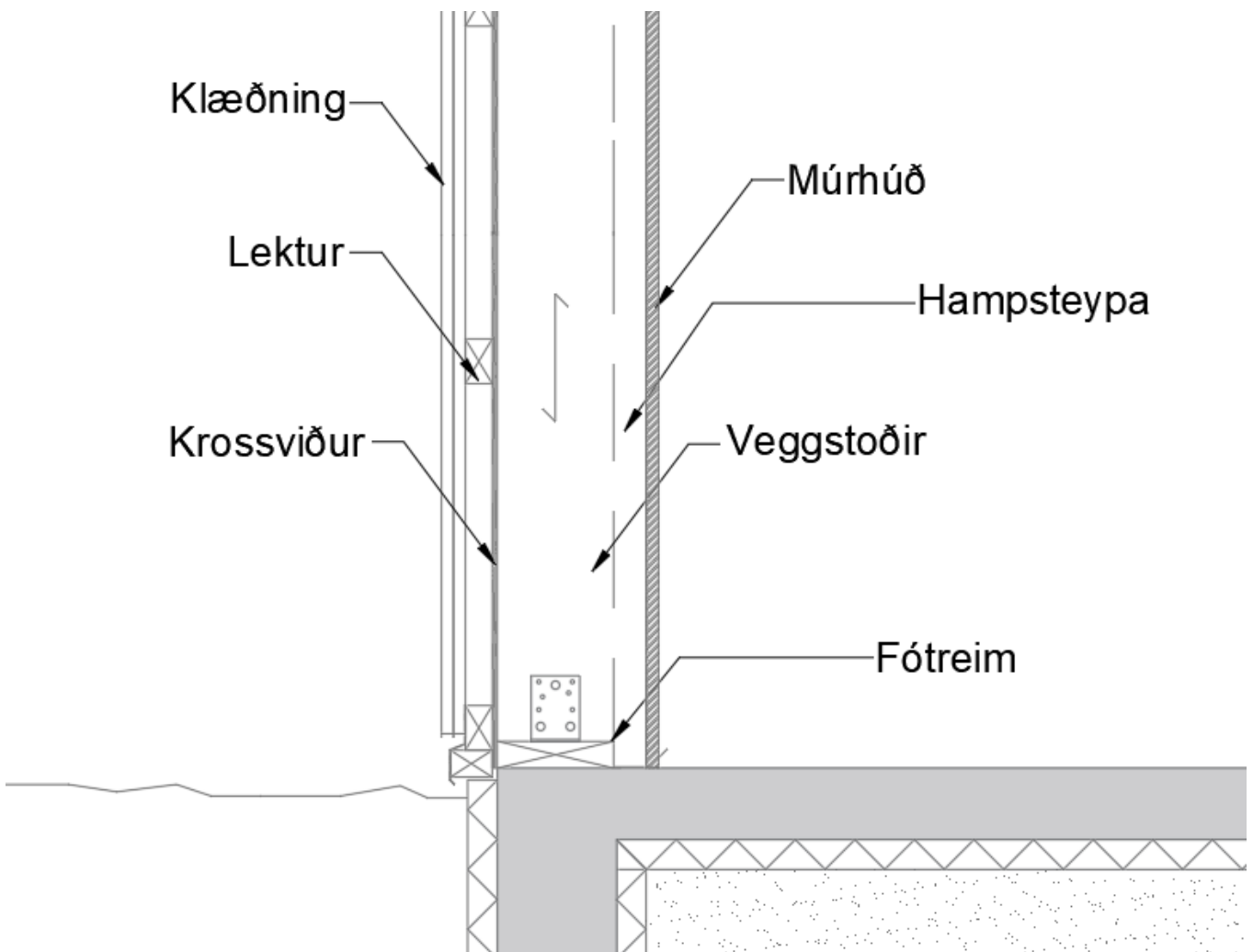
Næstu skref

Næstu skref eru að smíða hluta útveggjar í fullri stærð til að prufa mismunandi útfærslur. Með því er hægt að sannreyna hvort efniseiginleikarnir eru þeir sömu og gögn gefa til kynna, til að mynda með því að framkvæma mælingar á raka- og hitaleiðni. Einnig þarf að mæla uppsöfnun byggingarraka í timbrinu til að tryggja að það verði ekki vandamál. Þessar prufur munu einnig gefa hönnuðum og framkvæmdaraðilum betri tilfinningu fyrir því hvernig er að vinna með og byggja úr hampsteypu.

EFLA hefur fundið fyrir miklum áhuga á hampsteypu og það verður mjög spennandi að fylgja þessu verkefni eftir og sjá hvernig það þróast. EFLA hyggst áfram vera í fararbroddi þegar kemur að því að stuðla að vistvænum framförum í byggingariðnaði og vinna með áhugasömum og framsæknum einstaklingum og fyrirtækjum á því sviði, og er þetta verkefni gott dæmi um slíkt.

*Ingi Sigurður Ólafsson, EFLA,
byggingarverkfræði B.Sc.*

*Ingimar Jóhannsson, EFLA,
byggingarverkfræði M.Sc.*



Mynd 1: Uppbygging útvegg með hampsteypu

Lykillinn að góðri framtíð er að huga að henni strax

Opinn lífeyrissjóður fyrir háskólamenntaða

- Meiri ávinningur réttinda
- Hagstæð sjóðfélagalán
- Sjóðfélagalýðræði
- Ábyrg fjárfestingastefna
- Val um sparnaðarleiðir

LÍFSVERK lífeyrissjóður
Engjateigi 9
105 Reykjavík
www.lifsverk.is

RANNSÓKN Á NOTKUN FORSTEYPTRA EININGA Í LANDSTÖPLA BRÚA Á ÍSLANDI

Tækifæri eru til staðar til þess að hraða brúarframkvæmdum með nýrri byggingartækni. Ein lausn er að forsteypa einingar í land- og millistöpla og setja þær upp um leið og þær koma á verkstaðinn. Þessi lausn hefur aðra jákvæða þætti eins og aukið öryggi starfsmanna á verkstað og meiri byggingargæði [1]. Það er áskorun að nota forsteyptra einingar á jarðskjálftasvæðum þar sem tengingarnar þurfa að geta ráðið við jarðskjálftaálagið. Tengingarnar eru gjarnan staðsettar þar sem búast má við mesta vægi sem og miklum ólínulegum formbreytingum í brotmarkaástandi. Það helgast af því að tengingarnar eru settar við undirstöður brúarinnar og við brúargólfið til að auðvelda bæði smíði eininga og gera flutning þeirra auðveldari [2].

Margar rannsóknir hafa verið gerðar í Bandaríkjunum við þróun lausna með forsteypum einingum til að hraða framkvæmd á verkstað. Þessar rannsóknir hafa þó eingöngu miðað að annars vegar þróun nýrra tenginga milli brúarsúlna og undirstaða og hins vegar milli brúarsúlna og brúargólfs. Minna hefur verið um rannsóknir á landstöplum en vegagerðir í ýmsum ríkjum Bandaríkjanna hafa þróað slíkar lausnir [3].

Þróun nýrrar tengingar milli forsteyptra stöpulveggjar og staðsteyptra sökkuls í landstöpla brúa

Ný tenging var þróuð í Háskóla Íslands í samráði við Vegagerðina, BM Vallá og Vistu verkfræðistofu. Hún er sýnd á mynd 1. Við þróun nýju tengingarinnar var horft til tiltölulega nýrrar hönnunar á brú fyrir Jökulsá á

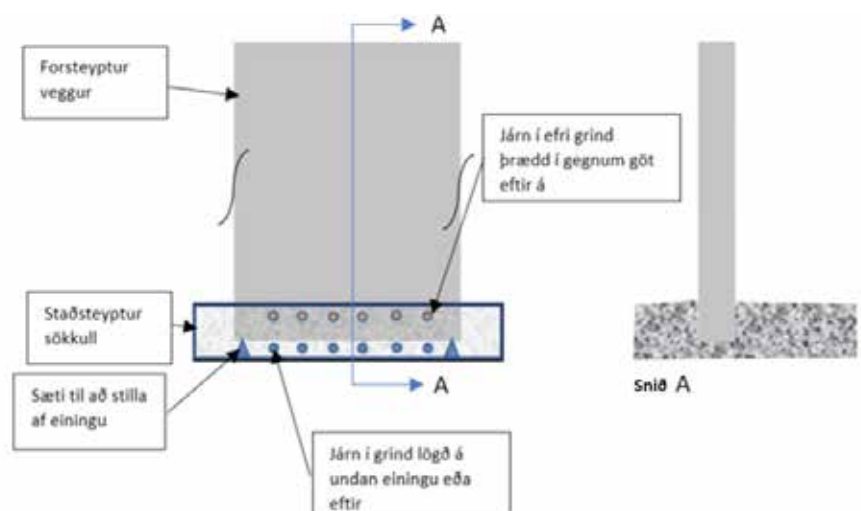
Dal við Hákonarstaði. Í landstöplum þeirrar brúar voru stöpulveggir forsteyptrir með útstandandi U-járn sem stungust niður í staðsteyptan sökkul. Hugmyndin með nýju tengingunni er að stöpulveggurinn sé forsteypstur án útstandandi járna, og að hann stingst niður sökkulmót og sé steypstur fastur samhliða því sem sökkul er steypstur. Sá hluti veggjarins sem stingst niður í staðsteyptra sökkulinn er með hrjúfu yfirborði sem eykur bindingu milli hans og sökkulsins. Einingin er jafnframt framleidd með rífluðum götum svo efri járnagrind sökkulsins komist í gegnum hana óhindrað. Byggingaröðin er eftirfarandi:

1. Veggeining forsteyptr.
2. Slegið upp fyrir sökkli og neðri járnagrind komið fyrir.
3. Veggeining hífið á sinn stað og hún stillt af.
4. Efri járnagrind í sökkli komið fyrir og þau þrædd í gegnum göt forsteyptrar veggeiningar.
5. Gengið frá járnagrind í sökkli og hann steypstur á staðnum.

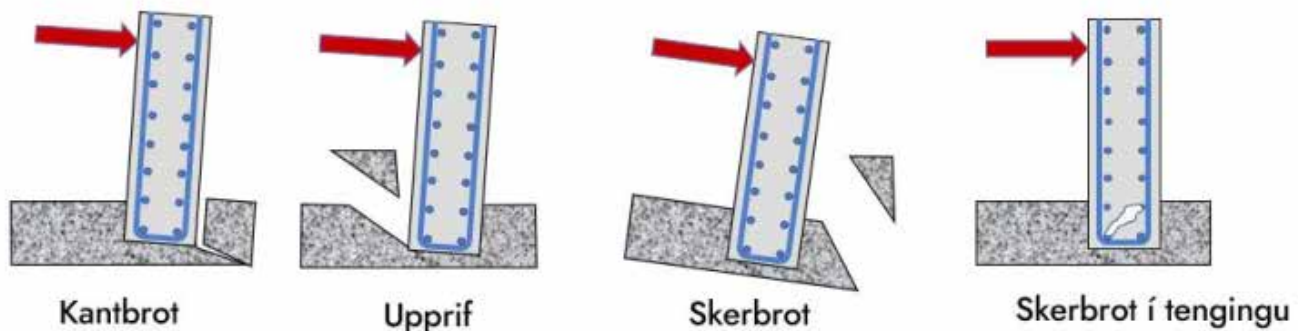
Þar sem engin járn standa út úr tengingunni er hún einfaldari í smíðum og flutningur á verkstað og reising þar er auðveldari. Með nýju tengingunni er hægt að byggja landstöpul á sama tíma og það tekur að byggja sökkul í hefðbundinni staðsteyptri útfærslu.

Aðal rannsóknaspurningin í þessu verkefni var hvort að tengingin gæti yfirfært álag (eða vægi) frá vegg yfir í sökkul án þess að tengingin gæfi sig og að lausnin væri á pari við staðsteyptran vegg. Álag á svona vegg er frá jarðvegsfyllingu og eftir atvikum frá jarðskjálftaálagi. Óæskilegar brotmyndir í tengingu eru sýndar á mynd 2.

Fjórar brotmyndir voru til skoðunar en þau voru kantbrot, upprif, skerdbrot í sökkli og skerdbrot í tengingunni sjálfri (e. joint shear).



Mynd 1.



Mynd 2.

Tilraunir í Háskóla Íslands

• Hönnun og smíði prófstykkja

Tvö sköluð (63%) prófstykki voru byggð í Vegagerðinni og í BM Vallá vorið 2022. Fyrri prófstykkið var hannað eins og um hefðbundna staðsteypa útfærslu væri um að ræða (skv. Eurocode og brúarhönnunarleiðbeiningum Vegagerðarinnar). **Kallað Prófstykki SL (Staðsteypur landstöpull).** Stuðst var við stærðir landstöpla brúarinnar yfir Jökulsá á Dal við Hákonarstaði.

Síðarprófstykkið var útfært með nýju tengingunni og notast var við sömu hönnunarstaðla. **Kallað Prófstykki FL (Forsteypur landstöpull).** Sá hluti veggjarins sem stakkt niður í staðsteypan sökkulinn var með hrjúft yfirborðsflatarmál til að auka við bindingu við staðsteypan sökkulinn. Skölunin þýddi að hægt var að nota K10 járn í járnabindingu og götin í gegnum forsteypa vegginn voru 30 mm. Samsetning nýju tengingarinnar gaf til kynna að hún væri auðveld í samsetningu í feldi.

• Uppsetning tilrauna

Í tilraunastofu Umhverfis- og byggingarverkfræðideildar Háskóla Íslands í VR-III er sérútbúið spennigólf sem er hentugt fyrir próf eins og þessi. Uppsetning tilraunarinnar má sjá á mynd 3. Sérstök viðspyrna var smíðuð til þess að koma 115 kN vökvatjakki

lárétt fyrir þannig hægt væri að prófa tengingarnar statískt (e. quasi-static). Þetta var í fyrsta skiptið sem prófað var gagnvart láréttu álagi á spennigólfinu.

Keyrðar voru ellefu stigvaxandi færslustýrðar lotur á bæði prófstykkjun. Ástandsskoðun var gerð eftir hverja lotu til þess að geta borið saman prófstykkjun á kerfislegan hátt. Stuðst var við lýsingu á skemmdum sem má finna í UW/PEER Structural Performance Database fyrir brúarsúlur en var aðlöguð fyrir þetta rannsóknarverkefni.

• Framkvæmd tilrauna

Bæði prófstykki kláruðu allar ellefu loturnar og brot beggja prófstykkja

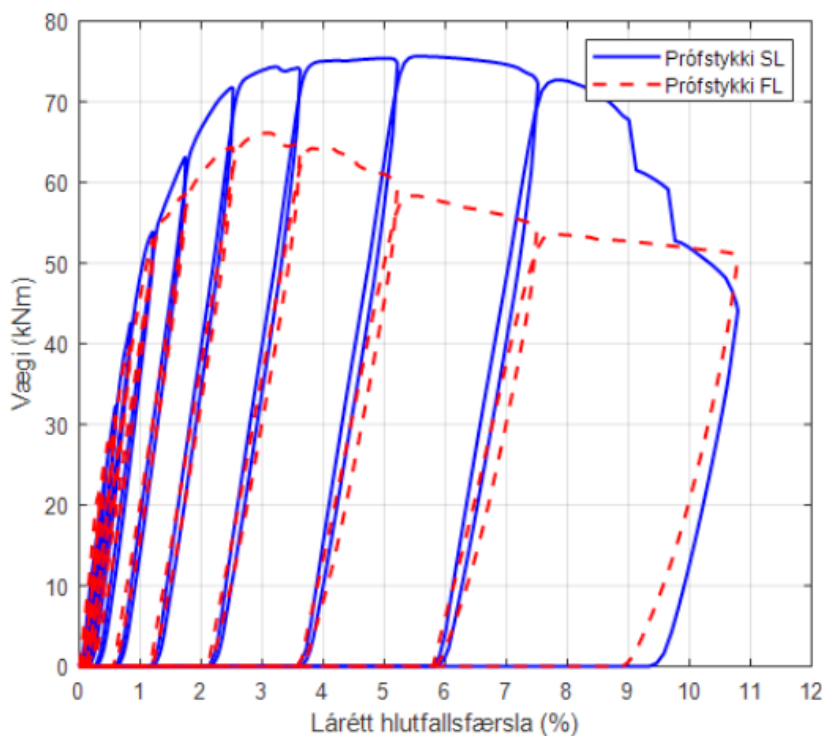
var í stöpulveggnum en ekki í sökkli. Mynd 4 ber saman vægi yfir tengingu sem fall af lárétttri hlutfallsfærslu fyrir bæði prófstykkjun. Hlutfallsfærsla er skilgreind eftirfarandi:

$$\text{hlutfallsfærsla} = 100 \times (\text{Lárétt færsla vegg}) / (\text{Hæð vökvatjakkis yfir sökkli})$$

Brot í viðmiðunartengingunni (Prófstykki SL) var vægisbrot meðan það var blanda af vægis- og skerbroti í nýju tengingunni (Prófstykki FL). Í upphafi prófanna mynduðust hárfinar sprungur í báðum prófstykkjum sem lokuðust jafnóðum eða um leið og álag var tekið af. Við 3% hlutfallsfærslu fór Prófstykki FL að missa styrk en einmitt á þessum tímapunkti var tekið



Mynd 3.



Mynd 4.

eftir 45 gráðu sprungu í veggnum sem benti til skerbrots. Á mynd 5 má sjá prófstykkinn eftir lotu 11 en eftir hana höfðu þau undirgengist 10% lárétta hlutfallsfærslu, eða um 74 mm hliðarfærslu. Formlegt brot er gjarnan skilgreint þegar styrkur fellur undir 80% af mældri hámarks móttöðu. Prófstykkj SL missti styrkinn niður fyrir 80% við lárétta hlutfallsfærsluna 9,3% en prófstykkj FL við 8,7%.

Styrkur prófstykkjanna var mismunandi þar sem mældur hámarkskraftur í SL var 102 kN en um 90 kN í FL. Þessi munur á styrk og ólíkar brotmyndir urðu þess valdandi að eftir að prófunum lauk voru prófstykkinn söguð í sundur og gerðar mælingar á þykktum veggjanna. Það kom í ljós að meðalþykkt veggjar SL var um 200 mm meðan FL var 190 mm. Þessi mismunur er skýrður með því að veggur SL var steypdur

lóðréttur og þar með myndaðist þrýstingur í mótunum eftir að steypa var lögð í mótin og þau bólgnuðu út. Veggur FL var steypdur lárétt. Annað sem er rétt er að benda á er að mældur steypustyrkur veggjar SL var um 70 MPa en um 60 MPa í FL. Bæði prófstykkinn héldu styrk yfir 80% af mældri hámarks móttöðu fram í síðustu lotu 11.

• Niðurstöður

Nýja tengingin milli forsteypst stöpulveggjar og staðsteypst sökkuls yfirfærði álag yfir í sökkul án þess að tengingin gæfi sig. Brot myndaðist í veggnum og sökkullinn var óskemmdur eins og í staðsteyptu útfærslunni. Samsetningin nýju tengingarinnar var einföld í framkvæmd sem gefur vísbendingar um hún geti stytt verulega byggingartímann á verkstað. Verkefnið er gott dæmi um árangursríkt rannsóknasamstarf háskólasamfélagsins við innlend fyrirtæki og stofnanir. Eitt MS-verkefni og eitt BS-verkefni hafa verið unnin í tengslum við þessa rannsókn og eitt meistaraverkefni til viðbótar er fyrirhugað.



Prófstykkj SL



Prófstykkj FL

Mynd 5.

Þakkir

Höfundar vilja þakka Agli Einari Valssyni tæknimanni verkfræðideilda Háskóla Íslands fyrir aðstoð við uppsetningu og prófun prófstykkjanna, Fjölni Geirssyni, Geir Viðari Garðarssyni og vitaðflokk Vegagerðarinnar fyrir aðstoð við smíði prófstykkjanna, Einar Einarssyni og Alexöndru Björk Guðmundsdóttur hjá BM Vallá fyrir ráðgjöf og aðstoð við að steypa prófstykkinn, Eggerti Guðmundssyni og Heiðari Karlssyni hjá Vista verkfræðistofu við aðstoð við gagnasöfnum mælinga.

Þessi rannsókn var styrkt af Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar (styrkur nr. 1800-931).

Höfundar

Rúnar Steinn Smárasón, B.Sc.,
byggingartæknifræðingur á
framkvæmdadeild Vegagerðarinnar

Ólafur Sveinn Haraldsson, Ph.D.,
forstöðumaður rannsóknadeildar
Vegagerðarinnar

Bjarni Bessason, Ph.D.,
prófessor við Umhverfis- og
byggingarverkfræðideild Háskóla
Íslands

Franz Sigurjónsson, B.Sc.,
Meistaraneini við Umhverfis- og
byggingarverkfræðideild Háskóla
Íslands

Heimildir

1. Hieber, D., Wacker, J., Eberhard, M.O.,
og Stanton, J. F. (2005). *Precast Concrete
Pier Systems for Rapid Construction of
Bridges in Seismic Regions*. Washington
State Department of Transportation.

2. Khalegi, B., Schultz, E., Sequirant,
S., Marsh, L.M., Haraldsson, O.S.,
Eberhard, M.O., og Stanton, J.F. (2012).
*Accelerated Bridge Construction in
Washington State: From Research to
Practice*. PCI Journal, 57(4), 34-49.

3. Federal Highway Administration.
(2013). *Accelerated Bridge Construction*.
Bandaríkin: U.S. Department of
Transportation



**Komum í veg fyrir
myglu með
Schöck Isokorb®.**

**BERANDI EINANGRANDI BAKKAR
FYRIR SVALA TENGINGAR**
Slíta kuldabré með Schöck
Isokorb® við svalir og lágmarka
kuldaleiðni. Með þessu aukum
við yfirborðshita innanhúss sem
kemur í veg fyrir myglumyndun.

SCHÖCK

www.vlausnir.is

FÍNMAÐ MÓBERG TIL AÐ LÆKKA KOLEFNISFÓTSPOR SEMENTS Í EVRÓPU

Inngangur

Steypa er aðalbyggingarefni í 70% bygginga á Íslandi, og samanstendur af sementi (sem samanstendur af sementi, klinker og gífsi), vatni og steinefnum. Um það bil 90% af kolefnislosun vegna steinsteypuframleiðslu er vegna sements og 10% er vegna annarra þátta. Almenn er talið að u.þ.b. 8% af allri kolefnislosun heims séu rakin til framleiðslu sements.

Við erum nú í einstakri stöðu til þess að þróa og innleiða nýjar tegundir sements sem byggjast á hagnýtum rannsóknum sem gerðar voru af íslenskum vísindamönnum á sjöunda áratugnum. Þessi nýja tegund sements, sem byggir að hluta til á náttúrulegu íslensku móbergi, mun hafa veruleg áhrif á kolefnisspor sem tengist byggingariðnaði á Íslandi og víðar. Þetta verkefni mun skila verulegum virðisauka á Íslandi og staðfesta stöðu Íslands sem vettvangs áþreifanlegrar nýsköpunar á sviði vistvænnar mannvirkjagerðar.

Markmið verkefnisins er að rannsaka eiginleika fínmaðs íslensks móbergs sem íauka í sement, til að draga úr kolefnislosun frá byggingariðnaði. Möguleiki er á umtalsverðum útflutningi á fínmöluðu móbergi til Evrópu til íblöndunar í sement. Hagnýting móbergs í þessum tilgangi gæti leitt af sér um 10-15 milljarða króna fjárfestingu í fullvinnslu þess hér á landi og útflutning á um 1 milljón tonna á ári. Áætlaðar útflutningstekjur næmu um 10 milljörðum á ári og um 60 heilsárs störfum í kringum framleiðsluna.

Sement og íaukar

Aðal grunnhráefnið í sementi er kalksteinn, sem hitaður er upp í mörg hundruð gráður og klofnar hann niður í tvö efnasambönd, kalk eða kalsíumoxíð (CaO) annars vegar og koldíoxíð (CO_2) hins vegar.

Á undanförnum áratugum hafa víðs vegar um heiminn í auknum mæli verið notaðir íaukar í sement (*SCM – Supplementary Cementitious Materials*). Þessi íaukar, einnig kallað possólan-efni, eru efni sem bætt er í sement til að bæta tiltekna efniseiginleika hennar og fá fram sérstaka eiginleika í steypu. Má þar sem dæmi nefna efni sem kísilryk, slagg, flugösku, malað líparít, og malað kalk. Tilgangurinn er bæði að lækka magn sementsgjalls (lækkun kostnaður og jákvæð umhverfisáhrif), enn einnig hafa rannsóknir sýnt fram á að slíkt possólan-sement gefur oft endingarbetri steypu, hindrar alkalívirgni o.s.fv.

Hornsteinn, í gegnum dótturfyrirtækið Sementsverksmiðjuna, flytur inn sement frá norska framleiðandanum Norcem, en Norcem hefur náð góðum árangri í að nota um 20% flugösku í sement. Flugaska fellur til við það að brenna kol í orkuverum og hefur possólan-eiginleika (þ.e. með íblöndun í sement myndast bindieiginleik sem eykur m.a. styrk steypunnar). Markmið Evrópusambandsins er hins vegar að hætta að brenna kol og því er fyrirfram vitað að flugaska er ekki lausn sem hægt er að treysta á til framtíðar.

Fyrri rannsóknir á Íslandi á

gosefnum sem possólan íaukum í sement

Við undirbúning byggingar Sementsverksmiðjunnar á Íslandi árið 1958, var gerð könnun á hráefnum árin á undan (VFÍ)¹.

Helsta hráefnið til sementsframleiðslu var þurrkaður skeljasandur úr sjó nálægt væntanlegri verksmiðju á Akranesi. Hins vegar, þegar skeljasandinum var dælt upp, innihélt hann einnig hluta af móbergi. Það þurfti að flokka þetta móberg frá skeljasandinum. Þessi “hliðarafurð”, móbergið, var prófuð með tilliti til possólan-eiginleika.

Árið 1959 kom svo út grein um possólan-virkni móbergs eftir Hörð Jónsson og Harald Ásgeirsson í tímaritinu VFÍ². Þeir töldu að notkun possólan-efna gæti orðið mikil á næstu áratugum og því mikilvægt að hefja rannsóknir á þessum efnum. Sýnum af íslenskum possólan-efnum var safnað til rannsóknar í samstarfi við Tómas Tryggvason jarðfræðing.

Niðurstöður bentu til þess að flest efnanna sýndu possólan-virkni og að fínleiki, þ.e.a.s. yfirborðsflatarmál hefði mikil áhrif á possólan-virkni.

Á alþjóðlegri ráðstefnu um alkalí-virkni, sem haldin var í Reykjavík í 1975, birti jarðfræðingurinn Kristján Sæmundsson³ efnafræðilegt yfirlit yfir 15 sýni. Tilgangur þessarar rannsóknar var að rannsaka mismunandi bergtegundir sem hafa hátt glerhlutfall og búa yfir possólan eiginleikum.

VPI-verkefnið

(Volcanic Pozzolan Iceland)

Undanfarin þrjú ár hefur íslenskt móberg verið rannsakað á vegum Hornsteins (Björgun og BM Vallá) og móðurfélagsins Heidelberg Materials. Sýni hafa verið tekin víðsvegar á landinu, en aðallega eru um að ræða efni úr námunum í Lambafelli í Þrengslunum og fjallinu Litla Sandfelli. Jarðfræðirannsóknir hafa verið unnar í góðu samstarfi við Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands undir stjórn Ármanns Höskuldssonar. Jarðfræði fjallanna og hugsanlegt hlutfall nýtanlegs móbergs hefur verið metið út frá kortlagningu í mörkinni, mismunandi mælingum úr dróna, svarf-sýnum úr borholum, og ekki síst mælingum með GPR-búnaði (*Ground Penetration Radar*). Jarðfræðinemendur hafa tekið virkan þátt í verkefninu (sumarstarf), og eitt B.Sc. verkefni hefur verið ritað um jarðfræðikortlagningu á Litla Sandfelli⁴.

Sýni hafa verið fín-möluð í kúlnakvörn hjá rannsóknastofu múrdeildar BM Vallá í Garðabæ. Fínmöluð sýni (d_{50} 5-8 μ m) hafa verið prófuð frekar, m.a. með að mæla possólan-vikni (*Activity Index*). Þetta er gert með því að mæla þrýstistyrk (eftir 28, 56, og 90 daga) í múrblöndum þar sem 25% af upprunalegu sementi er skipt út fyrir possólan-efni. Í viðbót hafa sýni verið send út til Heidelberg Materials í Þýskalandi þar sem efnisinnihald hefur verið rannsakað með XRF, og hlutfall glers mælt með XRD.

Verkefnið hlaut nýverið styrk frá Tæknipróunarsjóði Rannís. Að verkefninu koma Raunvísindastofnun Háskóla Íslands, Umhverfis- og byggingarverkfræðideild Háskóla Íslands, Heidelberg Materials og Eignarhaldsfélagið



Jarðfræðistúdentar að kortlagningu í Litla Sandfelli. (Mynd: Børge Johannes Wigum)

Hornsteinn ehf/BM Vallá. Markmið rannsóknaverkefnisins er þríþætt:

- 1). Jarðfræðilegar rannsóknir
- 2). Efnisfræðilegar rannsóknir
- 3). Rannsóknir á umhverfisávinningi

Notkun móbergs sem possólan-efnis í sementi er þekkt á Íslandi eins og rakið hefur verið hér að ofan. Líklegast var rannsóknum á móbergi hætt hérlandis vegna þess að móbergið hafði áhrif á vinnanleika steypunnar og aðrir íaukar reyndust verktökum betur. Loftslags- og umhverfissjónarmið sýna nú að það er þörf á þessum

og enn frekari rannsóknum. Það er brýnt að kanna efni í nærumhverfi sem hafa þann möguleika að draga úr kolefnisspori sements bæði á Íslandi og á heimsvísu.

Í fyrsta lagi þarf að tryggja tilveru, magn og gæði móbergs á Íslandi. Það þarf að kortleggja móbergs einingar (td. móbergsfjöll) með upplýsingum um nýtingarhlutfall. Eins þarf að skoða kristals- og glermagn í efninu sem er áætlað til vinnslu. Þessar niðurstöður eru nauðsynlegar til þess að meta arðsemi fyrirhugaðra námusvæða.

Efniseiginleikar VPI eru óvenjulegir og þess vegna er þörf á nánari prófunum. Til að mynda þegar VPI er malað, minnkar vatnsþörfin í steinsteypu, sem er öfugt við önnur possólan-efni. Endingarprófanir með VPI í steinsteypu hafa sýnt að það virkar eins og flugaska til að draga úr viðbrögðum alkalívirka steinefna og minnka klórleiðni. Endingarvandamál eins og við frost- og þýðusveiflur eru enn óviss sem og hraði kolsýringar steinsteypu með VPI. Þetta eru dæmi og ekki tæmiandi listi um efna- og eðlisfræðilegir rannsóknir sem þarf að framkvæma til að skilja betur ástandi og hegðun móbergsins í steinsteypu.

Að lokum eru rannsóknir á umhverfisávinningi nauðsynlegar til þess að tryggja markaðsstöðu VPI. Mikilvægt er að viðhalda samkeppnishæfni steinsteypu gagnvart öðrum byggingarefnum

með staðbundnum efnum frá Íslandi. Það þarfað reikna umhverfisávinning með lífsferilsgreiningu við notkun VPI í steinsteypu samhliða því að kanna loftslagsáhrif uppbyggingu og rekstur framleiðslu innviða.

RANNÍS styrkir tvo doktorsnema, annar undir leiðsögn Ármanns Höskuldsson prófessor við jarðvísindadeild HÍ og hinn undir leiðsöng Jukka Heinonen prófessor við umhverfis- og byggingarverkfræðideild HÍ.

Nemar munu sinna jarðfræðilegum rannsóknum sem og rannsóknum á umhverfisávinningi. Stefnt verður að því að fjármagna einnig nemendavinnu við efnisfræðilegar rannsóknir. Það er mikilvægt að efla samstarf milli Háskóla Íslands og Eignarhaldsfélagið Hornsteins ehf en samstarf sem þessi tryggja að þekkingarsköpun sé viðtæk og eflir samband Háskólans við atvinnulífið.

Børge Johannes Wigum og
Sigríður Ósk Bjarnadóttir
Hornsteinn/Heidelberg Materials

Heimildir:

1. Verkfræðifélag Íslands (VFÍ), 1957: *Sementsverkmiðjan á Akranesi*. Bls. 46-55. <https://timarit.is/page/5461880#page/n3/mode/2up>
2. Hörður Jónsson og Haraldur Ásgeirsson, "Moberg Pozzolans," *Timarit Verkfræðingafélags Ísland*, Bls. 71 - 78, 1959. <https://timarit.is/issue/348306?iabr=on>
3. Sæmundsson, K., 1975: *Jarðfræðilegar horfur fyrir pozzolaníc efni á Íslandi*. Í *Proceedings of the Symposium on Alkali-Aggregate Reactions, preventive measures*. Reykjavík, Ísland, Byggingarrannsóknastofnun Íslands, bls. 77-86.
4. Birta Dís Jónsdóttir Blöndal, 2022: „Geological mapping of Litla Sandfell“. B.Sc. degree in geology. Faculty of earth sciences. School of Engineering and Natural Sciences. University of Iceland.



Litla Sandfell. (Mynd: Björn Davíð Þorsteinsson)

VINNUM SAMAN AÐ MINNA KOLEFNISSPORI STEYPU

Steypa og önnur sementsblönduð efni eru talin orsaka 5-8% heimslosunar en steypa er annað mest notaða efni heims á eftir vatni. Í Vegvísi að vistvænni mannvirkjagerð, sem unninn var í samstarfi atvinnulífs og stjórnvalda og kom út í júní 2022 (sjá byggjumgraenniframtid.is), kemur fram að 45% af kolefnisspori íslenskra bygginga stafi frá byggingarefnum. Sement er stærsti einstaki þátturinn í þeirri losun. Í vegvísinum voru sett fram markmið um að draga úr losun frá byggingarefnum um 55% til ársins 2030 og aðgerðir skilgreindar sem stuðla eiga að þeirri þróun.

Ein áhrifamesta aðgerðin í því sambandi felst í breytingum á steypukafla byggingarreglugerðar, nánar til tekið kafla 8.3. um steinsteypu. Breytingarnar tóku gildi sumarið 2022 en auk þeirra voru gerðar leiðbeiningar við ný ákvæði kaflans, sem eru til umsagnar á byggingarreglugerð.is þegar þetta er ritað í janúar 2023.

Markmið breytinganna er að lágmarka umhverfisáhrif steypu án þess að hafa neikvæð áhrif á endingu hennar. Þannig er breytingunum meðal annars ætlað að skapa hvata til að nota fjölbreyttari samsetningar í steypuþblöndun, auka heimildir til að meta þörf steypumagns og íblöndunarefna eftir aðstæðum og endurvinnna steinefni.

Upphaflegar tillögur voru unnar í samstarfi við sérfræðingana Eyþór Rafn Þórhallsson dósent iðn- og tæknifræðideildar Háskólans í Reykjavík, Einar Einarsson, framkvæmdastjóra gæða- og umhverfisviðs Hornsteins og Guðbjart Jón Einarsson, sviðsstjóra bygginga hjá Ríkiseignum.

Þegar tillögur að breytingum lágu fyrir var settur á stofn samráðshópur fagaðila. Í þeim hópi áttu sæti Samband íslenskra sveitarfélaga, Samtök iðnaðarins, Verkfræðingafélag Íslands, Arkitektafélag Íslands,

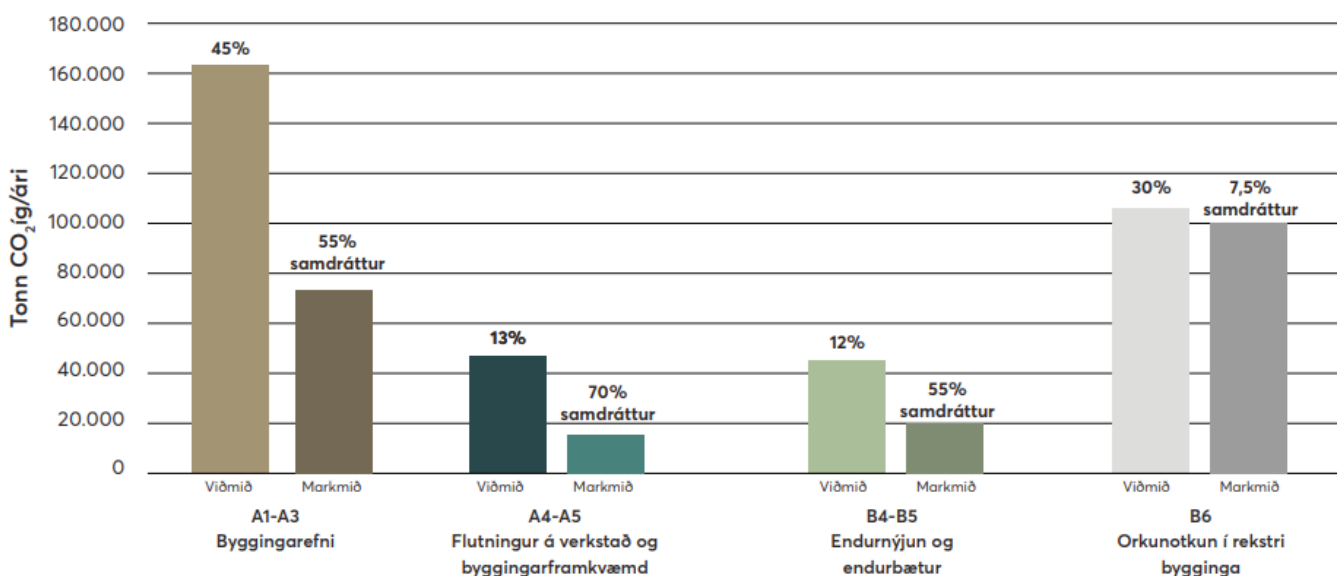
Grænni byggð, Verkfræðistofnun Háskóla Íslands og Mannvit.

Við undirbúning tillagna var litið til gildandi Evrópustaðla og framkvæmdar á Norðurlöndunum. Samráðshópurinn horfði einnig til skýrslu OECD um samkeppnismat á regluverki íslensks byggingariðnaðar og er markmiðsnálgun beitt með setningu meginreglna og viðmiðunarreglna í stað forskriftarákvæða. Er sú aðferðarfræði talin veita hönnuðum og framleiðendum meira frelsi án þess að kröfum um öryggi sé fórnað.

Að mati HMS geta breytingarnar leitt til þess að um 20-30% samdráttur verði á losun gróðurhúsalofttegunda vegna notkunar á steypu og um 6% samdráttur á losun vegna byggingariðnaðarins í heild.

Eitt er að breyta regluverkinu, annað er að innleiða breytingarnar sem tryggja að markmiðinu sé náð. Til

Losun íslenskra bygginga eftir fösum á viðmiðunarári og losunarmarkmið 2030.



Mynd úr Vegvísi að vistvænni mannvirkjagerð, II. hluta. Sjá byggjumgraenniframtid.is

Þess að innleiðing breyttrar útgáfu á steypukafla byggingarreglugerðar beri árangur þurfa allir fagaðilar sem hafa aðkomu að steypu í mannvirkjagerð að tileinka sér breytt hugarfar og ekki veigra sér við auknu samtali fagaðila á milli. Búast má við að upp komi nýjar áskoranir sem þarfnast akins samtals og rannsókna en með því eykst skilningur, þekking og framfarir.

Í flestum tilfellum byrjar ferlið hjá eiganda og hönnuði viðkomandi mannvirkis; við upphaf mannvirkjagerðar eru báðir aðilar í kjöraðstöðu til að leggja línurnar að umhverfissvænna mannvirki. Á framkvæmdatíma þarf að tryggja að á verkstað sé ekki brugðið út af þeim

verklýsingum sem hönnuður hefur unnið og eins þarf að sjá til þess að steypuframleiðandi afhendi rétta gerð steypu í hvert sinn.

HMS og Steinsteypufélag Íslands eru í viðræðum um að setja á fót samstarfsverkefni um gerð fræðsluefnis sem á að styðja ólíka hagaðila við innleiðingu á breyttum steypukafla.

Vonir standa til að afrakstur þeirrar vinnu líti dagsins ljós um mitt ár 2023. Þá hefur Askur mannvirkjarannsóknarsjóður veitt styrki til nokkurra verkefna þar sem vistvæn steypa er þróuð og rannsökuð með ýmsum hætti.

Við hvetjum áhugasama til að hafa samband með ábendingar og upplýsingar um hvernig unnt sé að styðja markaðinn betur svo að markmið um minni umhverfisáhrif frá steypu náist enn frekar.

Saman náum við árangri.

*Þórunn Lilja Vilbergsdóttir,
teymisstjóri starfsumhverfis
mannvirkjagerðar hjá HMS
Þórunn Sigurðardóttir, teymisstjóri
rannsókna og miðlunar hjá HMS*

HMS stuðlar að vistvænni mannvirkjagerð

Breytt regluverk um steinsteypu

Minna sement, minni losun

HMS Húsnæðis- og
mannvirkjastofnun

Kynntu þér
málið hér



HRINGRÁSARHAGKERFI JARÐEFNA ER HÆGT AÐ NÝTA BETUR JARÐEFNI ÚR UPPGREFTRI?

Við stöndum frami fyrir mörgum umhverfis- og samfélagslegum áskorunum sem þarf að takast á við. Ein af þeim er að skoða nýtingu jarðefnis úr uppgreftri á byggingarsvæðum og að kortleggja möguleika á sjálfbærri nýtingu auðlindarinnar. Í dag fer mikið af þessu efni í landfyllingar hér á landi, óháð því hvort hægt væri að nota það á verðmætari hátt í öðrum verkefnum. Um allan heim er byrjað að nýta efni af þessum uppruna í fjölbreyttari verkefni með hringrásarhagkerfið að leiðarljósi. Spurningin er hvort hægt er að nýta alls kyns steinefni sem koma úr uppgreftri í verðmætari verkefni

en gert er í dag, t.d. með því að nýta sem ómeðhöndlað efni eða blanda því í steypu og múr, og þannig draga úr umhverfisáhrifum við vinnslu nýs hráefnis úr námum. Einnig er endurunnin steypa í auknum mæli notuð í styrktar- og burðarlög vega og stíga víðs vegar í heiminum með góðri raun.

Í náinni framtíð er líklegt að erfiðara verði að finna góðar námur, strangari kröfur verði um efnistöku og að sama skapi verði tekið gjald við alla urðun. Með því að kortleggja núverandi stöðu og meta hvað þarf að gera til að nýta jarðefni úr uppgreftri betur, er stuðlað beint að möguleikanum

á virðisaukandi vinnslu þar sem fjármunir verða búnir til úr efni sem í dag er verðlitið. Á þennan hátt eykst sjálfbærni Íslands. Það er jafnframt mikilvægt að það sé fjárhagslega hagkvæmt að skila jarðefni flokkuðu til endurvinnslu fremur en að skila því þannig að það endi í urðun. Yfirgripsmikil kortlagning á uppgreftri hefur ekki legið fyrir hingað til en í dag er þetta flokkað sem ómengaður jarðvegur og leyfilegt til nota í landfyllingar.

Hér er kynnt rannsókn sem Mannvit vann í samvinnu við Eignarhaldsfélagið Hornstein ehf., móðurfélag Björgunar, BMVallár



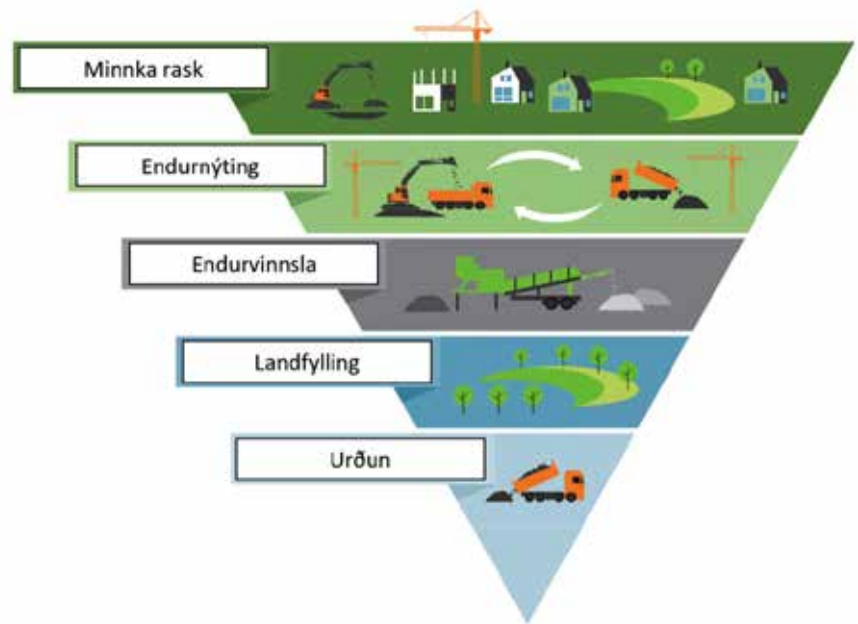
Mynd 1: Jarðefni er mikilvæg auðlind sem nýta þarf með ábyrgum hætti en úr jarðefni er meðal annars unnið allt steinefni sem notað er til mannvirkjagerðar. Á myndinni sést umfang uppgraftar vegna byggingu nýs Landspítala. ©NLSH ohf.

og Sementsverksmiðjunnar. Rammi reglugerða um jarðefni úr uppgreftri var kortlagður og stefnur sveitarfélaga og ríkis í tengslum við málefnið skoðaðar. Horft var til þess hvernig mætti bæta nýtingu efnisins og þar með auka hringrás efnis byggingargeirans. Sérstaklega var horft til Norðurlandanna og skoðað hvað er hægt að læra af þeim. Verkefnið var styrkt af Aski – mannvirkjarannsóknarsjóði sem er fjármagnaður af innviðaráðuneytinu og háskóla-, iðnaðar- og nýsköpunaráðuneytinu.

Forsaga verkefnisins nær allt aftur til árána í kringum 2000, en að undirlagi og undir stjórn dr. Børge J. Wigum gaf Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins út tvær skýrslur þar sem fjallað var um námur, efnisvinnslu og bættu nýtingu:

- *Námur á Íslandi – efnisgæði og umhverfi*
- *Byggingarúrgangur á Íslandi. Gagnagrunnur og umhverfismat*

Í þessum verkefnum var tekið saman yfirlit yfir stöðu og regluverk er varðar íslenskar námur og um magn og gerð byggingarúrgangs á Íslandi og hvort endurunin steypa gæti nýst sem nýtt hráefni. Í þessum skýrslum er margt fróðlegt að finna um stöðuna í þessum efnisflokkum um aldamótin síðustu. Í skýrslunum kom fram að langstærstur hluti byggingarúrgangs hafi verið losaður á þar til gerðum efnislosunarsvæðum. Rannsóknin sýnir að staðan var svipuð árið 2022 með þeirri breytingu að meira af þessu efni er notað til landfyllingar og minna fer í urðun. Það er áhugavert að sterkir hvatar að þessum verkefnum í kring um aldamótin voru markmið um sjálfbæra þróun og hringrásarhugsun og eru þeir það enn, árið 2022.



Mynd 2: Auðlindapíramíðinn. (Regionalplan for massehåndtering på Jæren 2018 – 2040, Rogaland fylkeskommune, desember 2017).

Íslenskt umhverfi var ekki tilbúið þá en sem betur fer hefur það breyst.

Mynd 2: Auðlindapíramíðinn. Hann sýnir hvernig dregur úr verðmæti eftir því sem neðar er farið. Það hefur minnst umhverfisleg og neikvæð áhrif á verðmæti auðlinda að draga úr raski en urðun hefur neikvæðustu áhrifin og verðmætasköpun er lítil sem engin.

Jarðefni frá uppgreftri getur hentað til endurnýtingar ýmist á byggingarsvæðinu sjálfu eða annars staðar, en reynslan sýnir að vegna tímaþröngs, skorts á samvinnu og reglugerða er jarðefnið oft keyrt til landfyllinga. Þetta breytir ásýnd lands, það dregur úr náttúrulegri fjölbreytni. Í flestum tilfellum er það á ábyrgð verktaka að losa sig við jarðefnið og niðurstaðan er oft skjótar lausnir sem geta falið í sér langar akstursvegalengdir. Jarðefni sem grafið er upp úr grunnnum er oftast í meira magni en það sem verður endurunnið á staðnum og því er mikilvægt að auka endurvinnslu

eða endurnýtingu á efninu. Þetta er gert með skipulagningu í samræmi við auðlindapíramíðann, sjá mynd 2.

Auðlindapíramíðinn

Minnka rask

Fyrsta skrefið í átt að sjálfbærari meðhöndlun á jarðefni er að minnka rask. Það er hægt að gera með því að meta jarðefni á byggingarreitnum með það að leiðarljósi að endurnýta eins og hægt er það jarðefni sem er til staðar. Þannig sparast líka nýjar auðlindir og dregur úr efnisflutningum sem hefur í för með sér minni flutningskostnað.

Endurnýting

Endurnýting á sér stað þegar jarðefnið er notað aftur í öðrum verkefnum án mikillar vinnslu. Þar sem framboð og eftirspurn á efni er ekki endilega á sama tíma þarf oft að flokka og geyma efnið sem mun krefjast meira pláss en ef farið væri með efnið beint upp á vörubíl og í landfyllingu. Lagt er til

að sveitarfélögin taki frá svæði sem hægt er að nota sem millilager til þess að hámarka endurnýtingarhlutfall og hægt sé að hafa yfirsýn yfir magn og gæði sem verða við vinnu á lóðum.

Endurvinnsla

Jarðefni úr uppgreftri er sett í endurvinnslu sem krefst oft meiri orku og flutnings en bein endurnýting. Endurvinnsla gæti þó leitt af sér efni í betri gæðum með hærra markaðsvirði.

Landfylling

Lagt er upp með að auðlindirnar haldist inni í virðiskeðjunni en sumt efni hentar ekki til endurnýtingar eða endurvinnslu og ætti þá að vera hægt að flytja á svæði sem þarf að fylla upp í eins og raskað land.

Urðun

Neðst í pýramídanum er varanleg förgun eða urðun og ætti einungis að eiga við um mengað jarðefni sem ekki má endurvinna, endurnýta eða setja í landfyllingar. Efni sem ekki er æskilegt að dreifa í náttúrunni og verður að vera einangrað á urðunarstað.

Til að viðhalda hagvexti með tíma er nauðsynlegt að breyta viðhorfi og verklagi og skipta núverandi kerfi út fyrir hringrásarhugsun. Í stað þess að taka ávallt nýtt efni inn í kerfið og henda öðru endurnýjanlegu efni út er nauðsynlegt að líta á efni úr uppgreftri sem verðmætt hráefni í önnur verkefni. Jarðefni er mikilvæg auðlind sem nýta þarf með ábyrgum hætti og nauðsynlegt er að halda auðlindinni inni í

hringrásarhagkerfinu eins lengi og unnt er.

Að nota og byggja á nýjum auðlindum getur auðveldað skipulagsvinnu en með tímanum fer að bera á efnisskortri, eins og bent var á í eldri verkefnum frá aldamótunum síðustu. Á þeim tíma var viðhorfið almennt að nóg væri af jarðefni til framkvæmda. Í dag, rúmum tuttugu árum síðar, hafa augu fólks opnast fyrir því að ósnert náttúra er takmörkuð auðlind sem ber að njóta og varðveita, auk þess sem krafa um sjálfbæra nýtingu er orðin hávær. Því er mikilvægt að hugsa til þess að nothæft efni fari ekki úr virðiskeðjunni vegna þess að við erum ekki með nógu gott kerfi til að tryggja hámarksnýtingu á efni og það notað í verðmætustu verkefnum sem eiginleikar þess bjóða upp á.



Fyrsta flokks rannsóknarstofa

Mannvit hefur 30 ára reynslu af efnisrannsóknum og starfrækir rannsóknarstofu þar sem sérfræðingar okkar framkvæma prófanir sem tengjast steinefnum, steinsteypu, vegagerð, jarðtækni og bergtækni. Einnig er boðið uppá plötupróf og prófanir á málum, svo sem á bendistáli.

MANNVIT

Nýleg endurskoðun á steypukafla byggingarreglugerðar hefur opnað dyr endurnýtingar og endurvinnslu steinefnis til að nota í steinsteypu. Þessi breyting hefur í för með sér að hægt væri að nýta jarðefni sem kemur úr uppgreftri, að því gefnu að efnisprófanir sýni að það uppfylli kröfur um öryggi og gæði. Hagur samfélagsins er að nýjar umhverfisvænar lausnir geta sprottið upp sem leiða til þess að dregið verði verulega úr losun gróðurhúsalofttegunda. Annar ágóði er að í stað þess að mögulegt hágæða efni, sem fellur til úr uppgreftri, verði notað til vegagerðar eða í steinsteypu í stað þess að fara í landfyllingar. Til að ná þessum ágóða til fulls þarf að breyta reglugerðum til að auðvelda skipulag og farveg þessara efna.

Bolalda hefur verið umfangs mesta jarðefnamóttökusvæði á höfuðborgarsvæðinu síðastliðna áratugi. Staðan er orðin sú að áætlað er að búið verði að fylla í hannað rúmmál Bolöldu eftir einungis 1-2 ár sem þýðir að það verður að fara að grípa til aðgerða og finna nýjan farveg fyrir uppgrafið jarðefni á höfuðborgarsvæðinu. Endurnýting á jarðefni virðist þó vera að aukast þar sem að verktakar óska eftir ákveðnu jarðefni sem þörf er á á tilteknum byggingarreit og verktakar frá öðrum verkefnum sem þurfa að losa sig við slíkt efni geta losað efnið án endurgjalds. Í þróun eru miðlægir gagnagrunnar sem munu auðvelda verktökum að eiga samskipti og óska eftir að fá eða losa tiltekið efni. Þegar horft er til sjónarmiða sjálfbærni og vistvænna lausna, eða

með öðrum orðum þess að fara vel með auðlindir, er mikið í húfi að líta á uppgrafrarefni sem verðmæti og nýta það í verkefni sem hæfa gæðum þess.

*Nína María Hauksdóttir,
rekstrarverkfræðingur og Þorbjörg
Hólmgeirsdóttir, jarðverkfræðingur
og fagstjóri rannsóknarstofu,
Mannvit*

VÖRN FYRIR STEYPU

Kristaltækni sem hindrar að vatn fari inn í steypu!

- Smýgur inn í hárfínar örsprungur í steypu (allt að 17mm)
- Hrindir frá vatni en leyfir steypunni að anda (diffusion)
- Eykur hörku (gerir t.d. gólf slitsterkari)
- Myndar ekki filmu á yfirborði
- Umhverfisvænt og Svansvottað efni
- Auðveldar þríf

ENDINGAGÓÐ LAUSN ...fyrir íslenskar aðstæður!

Sími: 660 2424 - www.gsr.is - gsr@gsr.is





Sterkari á 100% rafmagni

0% útblástur á 100% rafknúnum steypubíl,
þannig byggjum við sterkari framtíð.



RAFVÆÐING Í STEYPUIÐNAÐI

Ímynd steypunnar varðandi sjálfbærni er ekki góð. Samt er steinsteypa umhverfisvænt efni, unnið úr náttúrulegu hráefni og er full endurvinnanleg. Reyndar er aðalgallinn kolefnisfótspor steypunnar af því að framleiðslan er orkufrek og efnahvarf í framleiðsluferli veldur mikilli koltvísýringismengun.

Framleiðsla á hefðbundnu Portland sementi losar um 890 kg/t CO₂. Undanfarin ár hafa sementsframleiðendur þróað nýjar sementstegundir sem innihalda mun minna sementsgjall og er þess í stað notuð flugaska, gjall úr málmframleiðslu, brenndur leir og náttúrulegt pozzolan efni eins og móberg. Þar með hefur tekist að draga verulega úr kolefnisþori sementsins og í dag eru til sementstegundir sem eru með minna en 600 kg/t CO₂eq. En það dugar ekki til.

Það er nauðsynlegt að steypu-iðnaðurinn vinni markvisst að því að draga úr kolefnisfótspori á meðan framkvæmdir standa yfir. Í græna samkomulaginu í Evrópu (*European Green Deal, EC 2019a*) kemur fram að þörf verði á 90% minnkun á losun gróðurhúsalofttegunda frá vöruflutningi fyrir árið 2050 til að ná loftslagshlutleysi fyrir hagkerfið í heild sinni.

Íslensk ríkisstjórn er búinn að skuldbinda sig til að standa við þau markmið sem sett eru í EGD. Steypa er þungt byggingarefni og flutningur hennar losar mikið af gróðurhúsalofttegundum eins og CO₂. Á árinu 2021 var ársframleiðsla steypu á höfuðborgarsvæðinu um 250.000 m³. Að meðaltali eru

steypubílar lestaðir með um 6,7 m³ steypu og því voru árið 2021 samtals um 75.000 steypubílar báðar leiðir. Meðalfjarlægð frá byggingarstað að steypustöð er á höfuðborgarsvæðinu um 15 km. Miðað við þessar forsendur hér að framan má áætla að steypubílaflotinn hafi ekið samtals um 1.100.000 km árið 2021 sem gerir samtals eldsneytiseyðslu þar með um 700.000 L dísel. Kolefnisfótspor eins líters af dísel er 3,07 kg CO₂eq (brunnur að hjólum).

Eldsneytiseyðsla steypubíla per 100 km er töluvert hærri en flutningabíla vegna þess að þeir eru í „lausangang“ á meðan steypa er í tunnu. Samkvæmt tölum sem Steypustöðin hefur tekið saman er meðalmengun steypunnar vegna flutnings um 6,7 kg CO₂ eq / m³. Þar með var heildarlosun vegna flutnings á steypu 1.675.000 kg CO₂eq árið 2021.

Iðnaðurinn hefur beðið lengi eftir lausnum sem geta komið í stað fyrir díselknúna flutningabíla. Síðan 2021 hefur Steypustöðin jafnað eldsneytisnotkun sína út með endurheimtun votlendis í samvinnu við Landgræðsluna. En við leituðum að sterkari lausnum til að draga úr kolefnisfótspori okkar.

Í október 2022 voru á Bauma sýningunni í München kynntar nýjar rafmagnslausrir og í framhaldinu ákvað Steypustöðin að kaupa rafmagns steypu- og dráttarbíla. Oft er sagt að rafmagnsbílar séu ekki eins umhverfisvænir og menn vilja meina. Í ljósi þess var Scania að birta skýrslu um samanburð jarðefnaeldsneytisknúna vörubíla (*ICEV internal combustion engine vehicle*) og rafmagnsknúna vörubíla

(*BEV battery electric*).

Framleiðsla á BEV hefur í för með sér meiri umhverfisáhrif, aðallega vegna orkufrekrar framleiðslu rafgeyma. Losun gróðurhúsalofttegunda hækkar úr 27,5 tonnum CO₂eq (*ICEV framleiðsla*) í 53,6 tonn CO₂eq fyrir hvern BEV sem er framleiddur. Vegna meiri losunar gróðurhúsalofttegunda frá framleiðslunni má líta svo á að BEV séu í kolefnisskuld í samanburði við ICEV. Þessi skuld á gróðurhúsalofttegundum jafnar sig þó út á notkunarfasa af því að kolefnisfótspor per ekinn kílómeter er töluvert minna. Hversu hratt þessum núllpunkti er náð er háð orkublöndu í rafmagnsframleiðlu.

Á Íslandi er losun koltvísýrings frá jarðhitavirkjunum lítil miðað við annarskonar rafmagnsframleiðslu. Rafmagnsframleiðsla með jarðhita losar 7,5 g/kWs á móti 800g/kWs þegar rafmagn er framleitt í kolaorkuveri. Scania er að reikna með að munur milli BEV og ICEV sé kominn á núll eftir 33.000 til 68.000 km (28 t þriggja axla bíl). Á meðan kolefnisfótspor hefðbundinna 28t bíla (ICEV) er um 430 t CO₂eq á líftíma er kolefnisfótspor 28t BEV 63t CO₂eq þegar 100 % grænt rafmagn er notað til að hlaða rafgeyminn.

Steypustöðin er að stefna í orkuskiptingu og markmið er að skipta út 70% flotans fyrir árið 2032. Í dag er enginn með reynslu hvernig rafmagnssteypubílar henta í okkar umhverfi en við höfum fulla trú á að stefna í þessi átt.

Fyrstu bílarnir sem verða teknir í notkun í byrjun ársins verða af tegund Putzmeister IONTRON.

Leyfileg samtalsþyngd er 32 t og þar með geta þessir bílar vera með allt að 8 m³ steypu um borð. Rafgeymarnir í þessum bílum eru með 350 kWh sem á að duga í átta vinnutíma. En steypuiðnaðurinn er ekki bara að nota eldsneyti í flutning á steypu heldur er einnig töluverð notkun eldsneytis við dælingu á steypu. Eldsneytisnotkun við dælingu er um einn líter dísel per rúmmetra. Í dag er 75% af allri steypu dælt og miðað við það var kolefnisfótspor steypu sem var dælt á árinu 2021 um 575.000 kg CO₂eq.

Steypustöðin hefur pantað eina Putzmeister IONTRON dælu sem er útbúin með rafmagnsglussadælu til að dæla steypu á verkstað með rafmagni. Samanlagt er hægt að draga út kolefnisfótspori um tæplega 10 kg/m³ CO₂eq. En það er ekki einungis loftmengun sem er

áhyggjuefni heldur er hljóðmengun einnig stórt og vaxandi vandamál, sérstaklega í þéttbýli. Hljóðstig hefðbundinna steypubíla er um 70 dB þegar ekið er á 50 km/h hraða. Hljóðmengun frá IONTRON bílnum er til samanburða um 60 dB sem er helmingi lægra skynjað hljóðstig. Að dæla steypu fylgir einnig hljóðmengun en með rafmagnsdælu er hægt að lækka hljóðmengun um allt að 50%. Rafknúin tæki draga



töluvert úr hljóðmengun og þar með eykst vinnuöryggi. Starfsmönnum Steypustöðvarinnar hlakkar til að fá þessi nýju tæki og hefja rannsóknarvinnu um frammistöðu þessara tækja við íslenskar aðstæður.

*Kai Westphal
Framkvæmdastjóri steypuframleiðslu
og dreifingar
Steypustöðin ehf*



Ábyrg uppbygging til framtíðar

Sjálfbærni og ábyrg uppbygging eru höfð að leiðarljósi við þróun Keflavíkurflugvallar. Þannig verður hann betur búinn undir framtíðina í sátt við umhverfið og nærsamfélagið.

Kynntu þér uppbyggingu Keflavíkurflugvallar á kefplus.is.

NÝTT ATHAFNASVÆÐI BJÖRGUNAR Í ÁLFNESVÍK

Í Álfnesvík rís nú nýtt athafnasvæði Björgunar. Þar verður staðsett aðalstarfstöð Björgunar og efnisvinnsla fyrirtækisins á sjávarrefni ásamt jarðefnagarði sem verður endurvinnslustöð fyrir jarðefni og óvirkan úrgang frá byggingariðnaði.

Aðalstarfstöð Björgunar var um áratugaskeið að Sævarhöfða í Reykjavík.

Tímamót urðu hins vegar árið 2019 þegar Björgun og Reykjavíkurborg undirrituðu samning um nýja lóð félagsins í Álfnesvík. Lóðavilyrðið hljóðaði upp á 7,5 hektara lóð til 40 ára með heimild fyrir byggingu allt að 1.300 fermetra húsnæðis. Á lóðinni er einnig gert ráð fyrir höfn með viðlegukanti fyrir sanddælu- og efnisflutningaskip. Framkvæmdir við mótun nýju lóðarinnar hófust árið 2021 og er nú að mestu lokið tveimur árum síðar.

Starfsemi Björgunar er viðtæk. Björgun er leiðandi í framleiðslu steinefna til mannvirkjagerðar og rekur efnisvinnslu í Álfnesvík og í Lambafelli í Þrengslum.

Björgun hefur einnig um árabíl stundað verktöku af ýmsu tagi sem tengist dýpkunarframkvæmdum og uppdælingu hráefna úr sjó til frekari nýtingar eða til landfyllinga.

Björgun tók nýlega í notkun nýtt og öflugt sanddæluskip, Álfnes. Skipið tekur við af Dísu, fyrrum dæluskipi fyrirtækisins sem þjónað hefur ýmsum verkefnum hér á landi í rúman áratug og má þar helst nefna viðhaldsdýpkun í Landeyjarhöfn.



Mynd 1: Nýtt athafnasvæði Björgunar í Álfnesvík.

Álfnes

Nýja skipið hlaut nafnið Álfnes og var valið eftir nafnasamkeppni meðal starfsfólks en það hefur skírskotun til nýrrar starfstöðvar Björgunar í Álfnesvík.

Skipið var áður starfrækt á Spáni og sinnti aðallega verktöku í Afríku en á meðal síðustu verkefna skipsins voru hafnardýpkanir í Mariupol og Vilkovo í Úkraínu.

Skipið er 60 metrar að lengd og 13 metrar að breidd og ristir fulllestað um 5 metra. Burðargeta skipsins er allt að 1.300 rúmmetrar og getur skipið dælt efni af allt að 41 metra dýpi. Þá geta afköst skipsins við bestu aðstæður farið yfir 15.000 rúmmetra á sólarhring.

Álfnes mun sinna uppdælingu hráefna til efnisvinnslu í landi ásamt dýpkunar- og landgerðarverkefnum víðsvegar um landið. Helstu verkefni framundan eru m.a. dýpkunarverkefni á Ísafirði, dýpkun grynninganna fyrir utan Hornafjarðarós og viðhaldsdýpkun í Landeyjarhöfn.

Ný vinnslusamstæða

Ný vinnslusamstæða Björgunar í Álfnesvík framleiðir sand og mól úr hráefnum af hafsbótmi til mannvirkjagerðar á höfuðborgarsvæðinu. Vinnslusamstæðan hefur öfluga afkastagetu og getur afkastað allt að 400 tonnum á klukkustund. Framleiðandi samstæðunnar er Terex og er samstæðan stórt og tignarlegt mannvirki. Mikil vinna og undirbúningur fór í uppsetningu samstæðunnar og var stórum áfanga náð þegar hún var gangsett í september síðastliðnum.

Vinnslusamstæðan er háþrúð og sérhönnuð fyrir efnisvinnslu á sjávarrefni. Samstæðan inniheldur fyrsta flokks þvottahörpu og búnað til að þvo salt og fínefni af hráefnunum og endurnýtir hluta skolvatnsins sem dregur verulega úr vatnsnotkun. Samstæðan inniheldur einnig sandþvottastöð þar sem hægt er að fínstilla fínefnainnihald sandhlutans og auka þvott ef þörf er á. Í samstæðunni verður settur upp sjálfvirkur síritabúnaður til tryggja stöðugt eftirlit með klóríðinnihaldi.



Mynd 2: Álfsnes nýtt sanddæluskip Björgunar.

Efnisgæði og ábyrg nýting

Björgun hefur unnið efni úr námum á hafsbotni Kollafjarðar, Hvalfjarðar og Faxaflóa um áratugaskeið. Sjávarafni er verðmæt auðlind en stór hluti húsa á stórhöfuðborgarsvæðinu hafa verið steipt úr sjávarafni. Reynsla og þekking fyrirtækisins á eiginleikum námanna er því víðtæk og mikilvæg í ljósi ábyrgar nýtingar til framtíðar. Með því að þekkja eiginleika steinefnanna má nýta auðlindina með ábyrgum hætti eftir gæðum og hámarka nýtingu hennar. Nýja vinnslusamstæðan stuðlar að hámarksnýtingu sjávarnámanna með því að leyfa ákjósanlega blöndun á milli þeirra. Með blöndun má ná fram sem bestri nýtingu í samræmi við kröfur vörustaðla með tilliti til efniseiginleika og gæða.

Jarðefnagarður

Eignarhaldsfélagið Hornsteinn, móðurfélag Björgunar, hefur undirritað viljayfirlýsingu með Sorpu um uppbyggingu jarðefnagarðs á athafnasvæði Björgunar í Álfsnesvík. Jarðefnagarðurinn verður endurvinnslustöð þar sem tekið verður á móti jarðefnum og óvirkum úrgangi frá byggingariðnaði og þau endurunnninn í ný steinefni til mannvirkjagerðar.

Hornsteinn hefur átt í samstarfi við Mannvit sem unnið hefur að rannsókn á greiningu hringrásarhagkerfis jarðefna. Þar sýna niðurstöður að um 600 þúsund tonn á ári falli til af jarðefnum og óvirkum úrgangi frá byggingariðnaði á höfuðborgarsvæðinu. Langstærsti hluti efnisins er moldarblandaður jarðvegur sem hefur hingað til verið endurnýttur í landmótun á gömlum námum. Minni hluti efnisins er m.a. hrein mold, steypubrot, malarefni og sprengt berg en tvö síðastnefndu hafa verið endurnýtt sem burðarhæft efni í landfyllingar.

Endurvinnsla stórefld

Hornsteinn á í viðræðum við CDE, eitt fremsta fyrirtæki á sviði framleiðslubúnaðar til endurvinnslu á jarðefnum og óvirkum byggingarúrgangi. Vonir eru bundnar við að geta tekið á móti hluta þess jarðefnis og óvirka byggingarúrgangi sem fellur til á höfuðborgarsvæðinu og endurvinna í ný steinefni til mannvirkjagerðar. Laus jarðlög og berg er uppistaða mannvirkjagerðar í nútímasamfélagi í dag og því afar verðmæt auðlind. Auðlindinni fer hins vegar þverrandi þar sem hún endurnýjar sig hægt yfir langan tíma. Það er því mikilvægt að standa vörð um auðlindina, nýta hana með ábyrgum hætti eftir gæðum og auka endurvinnslu sem dregur úr ágangi á núverandi námur. Með tilkomu nýs jarðefnagarðs vill Björgun stuðla að aukinni endurvinnslu og sjálfbærri nýtingu auðlindarinnar sem jarðefni eru.

Alexandra Björk Guðmundsdóttir
Mannvirkjajarðfræðingur M.Sc.
Eignarhaldsfélagið Hornsteinn,
móðurfélag Björgunar, BM Vallá og
Sementsverksmiðjunnar



Mynd 3: Ný framleiðslulína Björgunar í Álfsnesvík.

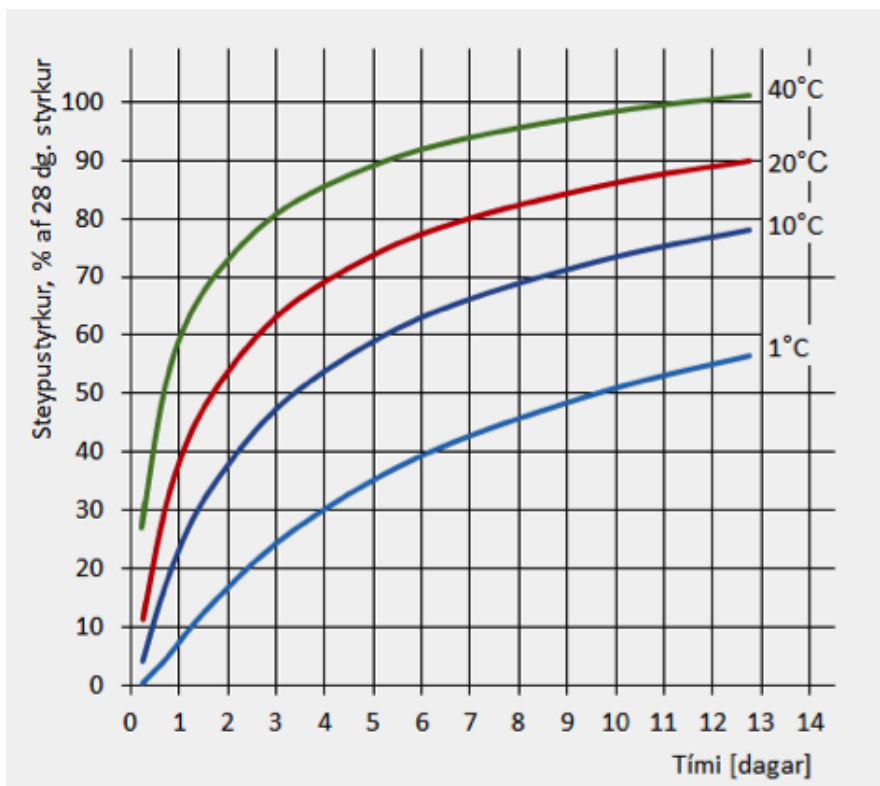
VETRARSTEYPA

Langi samfelldi frostaflinn sem hefur staðið yfir í vetur, hefur gert það erfitt að stunda steypuvinnu án þess að þurfi að gera sérstakar ráðstafanir til þess að forðast að steypa frjósi og skemmist.

Þróun styrks í steinsteypu myndast við efnahvörf á milli sements og vatns. Eins og vel er þekkt frá efnafræðinni hægir á efnahvörfunum við lægri hita. Nálægt frostmarki þarf 6 sólarhringa til þess að ná sama styrk og á einum sólarhring við 20°C og við 40°C þarf aðeins hálfan sólarhring til að ná sambærilegum styrk sem næst á einum sólahring við 20°C, sjá mynd 1.

Við efnahvörfin milli sements og vatns myndast hiti. Mjög vel einangruð steypa getur hitnað alveg upp í 70-80°C, en aftur á móti í óeinangruðu móti „gufar“ hitinn upp og verður maður varla var við hitamyndunina.

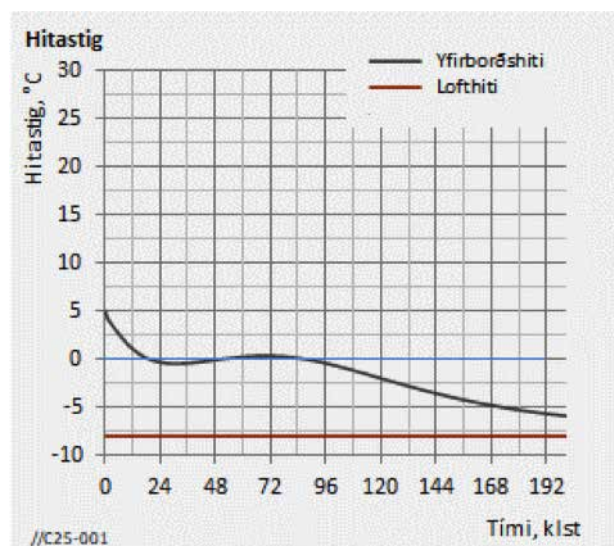
Til þess að hægt sé að steypa í köldu veðri þarf að gera viðeigandi



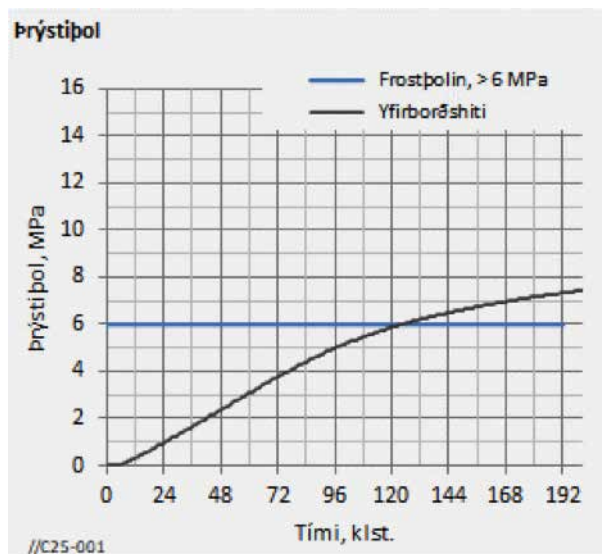
Mynd 1: Þróun steypustyrks við mismunandi hitastig

ráðstafanir til að koma í veg fyrir að steypa kólni og frjósi áður en hún hefur náð nægjanlegum styrk. Fyrst og fremst á að nota upphitaða steypu sem sparkar efnahvörfunum

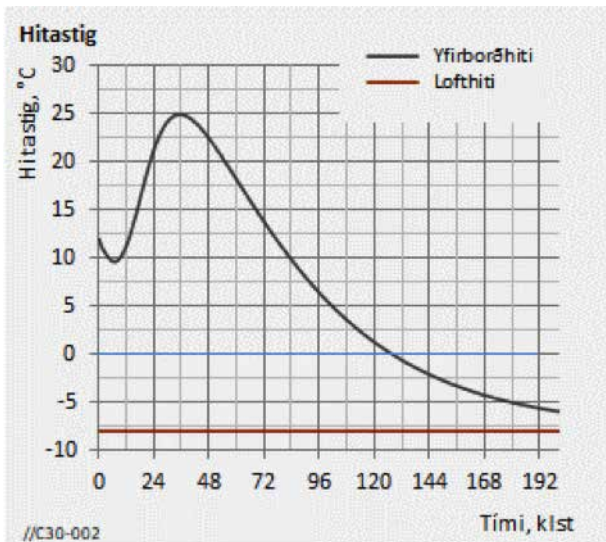
af stað, nota sterkari steypu en ella og síðan nýta hitamyndunina frá efnahvörfunum með vel einangruðu móti.



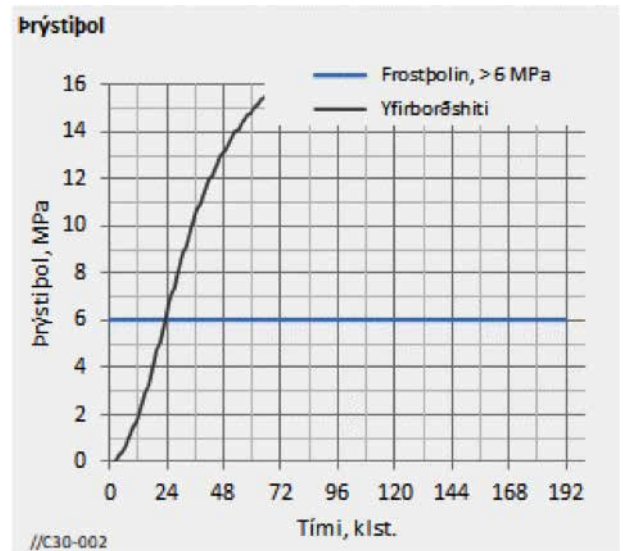
Mynd 2.1: Hitastig í 20 cm vegg með C25 steypu, steyptri í -8°C frosti



Mynd 2.2: Þróun styrks í ofanefndum vegg



Mynd 3.1: Hitastig í samskonar vegg (mynd 2.1-2.2), en með C30 steypu



Mynd 3.2: Þróun styrks í ofannefndum vegg (mynd 3.1)

Til er ýmiss hugbúnaður sem getur líkt eftir þróun hita og styrks, sem er hentugt verkfæri til að skipuleggja steypuvinnu í kulda og reyndar í hita líka. Hér skal nefna AP-TempSim hugbúnaðinn [1] til hitastigs- og styrkslíkingar, sem auk þess að segja til um þróun hita og styrks getur spáð til um hættu á sprungum vegna hitaspennu, hámarkshita og hvenær má fjarlægja einangrun og mót.

Mikilvægt er að fylgja hitastigs-áætlunum eftir með því að koma fyrir hitaskynjara í steypunni til þess að sannreyna áætlaðan hita.

Hér á eftir er dæmi um hermun á þróun hita og styrks með AP-TempSim hugbúnaðinum í 20 cm breiðum vegg steypum í -8°C frosti, annars vegar með 5°C heitri C25 steypu (mynd 2.1-2.2) og hins vegar 12°C heitri C30 steypu (mynd 3.1-3.2).

Eins og dæmin hér að ofan sýna er alveg hægt að steypa að vetri til ef gerðar eru viðeigandi ráðstafanir, með því að nýta hitann sem myndast við efnarhvörfin milli sements og vatns. Í stórum breiðum þversniðum (yfir 0,7 – 1,0 m) getur kjarnhitinn vegna efnahvarfa

orðið allt að 60 – 70°C, sem getur valdið yfirborðssprungum vegna hitaspennu eða þenslusprungum vegna ettringitsmyndunar, hita sem þarf að vinna á móti með því að leggja kælrör í mótið.

Höfundur:
Karsten Iversen,
byggingartæknifræðingur

[1]AP-TempSim: <https://www.aalborgportland.dk/vidensbase/it-tools/>

BYGGJUM VISTVÆNNI FRAMTÍÐ

Það dugar ekkert hálfkák lengur þegar kemur að baráttunni gegn loftslagsvánni. Við erum komin á þann tímapunkt að núna þarf að sporna gegn hamfarahlýnun jarðarinnar með öllum tiltækum ráðum. Verkefnið er ærið og allar þjóðir heims þurfa að taka höndum saman, og spila sem eitt lið, til sigurs gegn of miklum neikvæðum og óafturkræfum áhrifum kolefnislosunar. Loftslagsvænar lausnir, hringrásarhugsun, sjálfbærni og vörur með minna kolefnisspor koma til með að ráða úrslitum um hvernig leikurinn endar.

Kolefnisþungur byggingariðnaður

Áætlað er að mannvirkjageirinn sé ábyrgur fyrir um 40% af heildarkolefnislosun á heimsvísu, en

þó mismikið yfir allan lífsferilinn. Steinsteypa er búin til úr grjóti, sandi, vatni og sementi, en sementshlutinn ber ábyrgð á 90% kolefnislosunar á steinsteypunni. Þá er almennt talið að 8% af allri kolefnislosun heimsins séu rakin til framleiðslu sements. Það er því nokkuð borðleggjandi að með því að draga úr neikvæðum umhverfisáhrifum steypunnar er heppilegasta að skoðasementshlutann. Steinsteypa er aðalbyggingarefni um 70% allra bygginga á Íslandi og skv. lífsferilsgreiningu á steypu viðmiðunarhúsi ber steypa ábyrgð á 2/3 hluta af kolefnisspori byggingarefna hússins.

Umhverfisvænasti steypuframleiðandinn!

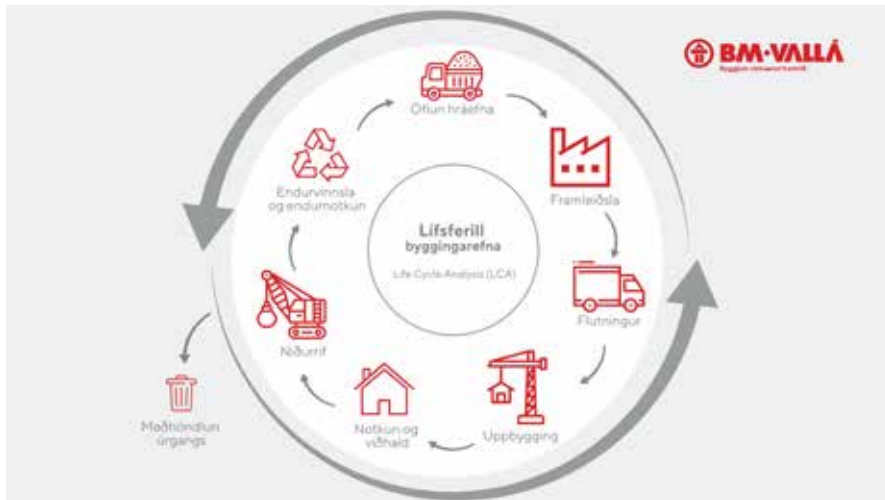
Viðmið og áherslur byggingar-

iðnaðarins eru að breytast og hið opinbera hefur skilgreint metnaðarfull markmið um vistvænni mannvirkjagerð hjá. Í dag eru gerðar meiri kröfur um að mannvirki nútímans og framtíðarinnar séu í senn endingargóð, heilnæm og umhverfisvæn með tilheyrandi áherslum á hringrásarlausnir og umhverfsvottanir. Við hjá BM Vallá fögnum þessum breyttu áherslum og leggjum því mikið upp úr þróun lausna fyrir byggingariðnaðinn sem hafa jákvæðari umhverfisáhrif. Við höfum gengið skrefinu lengra og sett okkur það metnaðarfulla markmið að öll steypuframleiðsla og starfsemi verði kolefnishlutlaus árið 2030, því við ætlum okkur að verða umhverfisvænasti steypuframleiðandi landsins.



FÆRNI | FRUMKVÆÐI | FAGMENNSKA





Mynd 1: Lífsferill byggingarefna

Berglind er umhverfisvænn leikbreytir

Umhverfisvænna sement og nýjar steypuuppskriftir með minna kolefnisspor skipta lykilmáli í okkar vöruframboði og er það okkur mikil ánægja að tilkynna til leiks: Berglindi, vistvæna steypu, sem er hönnuð fyrir metnaðarfulla framkvæmdaraðila á byggingarmarkaði sem vilja umhverfisvænni lausnir. Berglind

tekur mið af breytingum í nýrri byggingarreglugerð, bæði hvað lágmarks bindiefni í öllum styrkleikaflokkum og kolefnisspori og er mætt á svæðið til að breyta leiknum og spila til sigurs!

Nú þegar er hægt að fá Berglindi sem hefur 40% lægra kolefnisspor heldur en hefðbundin steypa og vinnum við að því hörðum höndum að þróa

fleiri vistvænar steypuuppskriftir og mótvægisáðgerðir sem miða að því að bjóða upp á kolefnishlutlausa steypu árið 2030.

Komdu í vegferðina að kolefnishlutlausri steypu og mörkum leiðina að vistvænni og traustri framtíð í mannvirkjagerð með Berglindi vistvænni steypu frá BM Vallá.

Sigríður Ósk Bjarnadóttir, framkvæmdarstjóri umhverfismála hjá Eignarhaldsfélaginu Hornsteinn ehf., móðurfélag Björgunar, BM Vallá



Mynd 2: Berglind – vistvænni steypa



Vel búið að verðlaunahönnun

Verkefni okkar eru af öllum stærðum og gerðum. Markmið okkar er alltaf það sama: að útkoman verði hámarksgæði og umgjörð um betra líf fyrir íbúa, notendur og samfélagið í heild. Fyrir okkur eru mikilvægustu verðlaunin þau að verkin okkar búi vel að framtíðinni.



STEINSTEYPUVERÐLAUNIN 2023

Haustið 2009 lagði Steinsteypufélagið upp með nýtt verkefni, Steinsteypuverðlaunin. Síðan þá hafa verðlaunin fest sig í sessi og þykja eftirsóknarverð í dag.

Verðlaunin eru veitt nýlegu mannvirki á Íslandi þar sem saman fer áhugaverð og vönduð notkun á steinsteypu í manngerðu umhverfi.

Frá upphafi hefur leiðarstefið verið að steinsteypa sé áberandi í mannvirkinu og að handverk og annað handbragð sem leiðir af hönnun og notkun sé framúrskarandi.

Einnig er lögð áhersla á að mannvirkið auðgi umhverfi sitt og sýni augljósan metnað þeirra sem að verkinu koma.

Mikil breidd einkennir eldri Steinsteypuverðlaun en um er að ræða bæði ný mannvirki, endurgerð eldra húss, forsteyptar einingar og heiðursverðlaun.

Finna má mannvirkin um allt land, en þau eru:

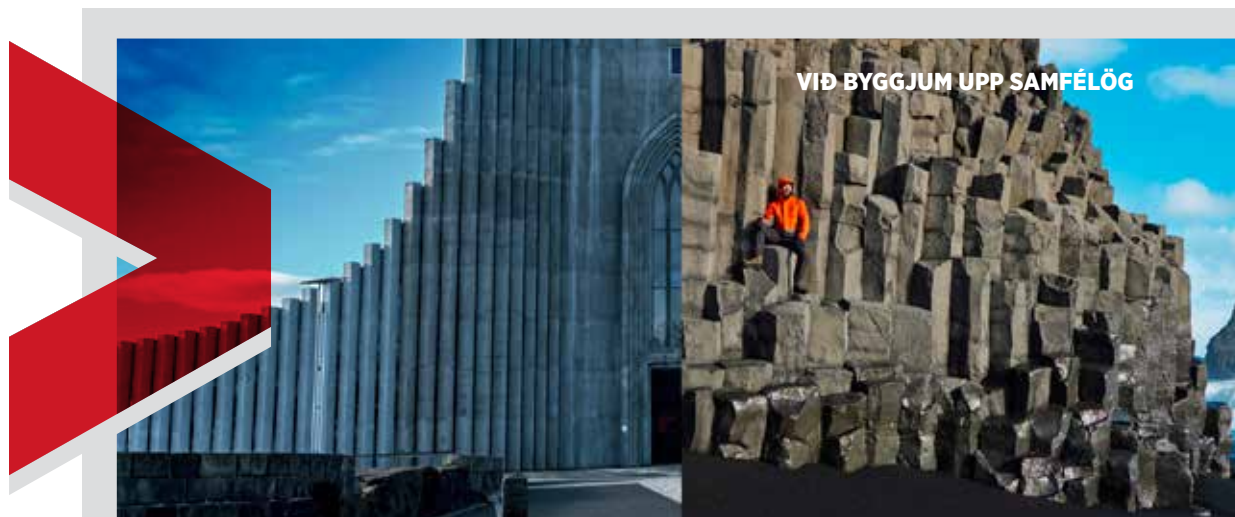
- 2010 Göngubrýr yfir Njarðargötu og Hringbraut
- 2011 Sundlaugin Hofsósi
- 2013 Nýja bíó
- 2015 M-laga sjónsteypa í tengibyggingu ípróttamannvirkja í Grindavík
- 2016 Snæfellsstofa
- 2017 Heiðursverðlaun: Högna Sigurðardóttir
- 2019 Bláa Lónið, hótél og heilsulind

Stjórn félagsins hefur ákveðið að veita verðlaunin á Steinsteypudaginn 2023, en þau voru síðast veitt í febrúar 2019.

Alls bárust átta tilnefningar að þessu sinni:

- Aðstöðuhús á Borgarfirði eystra
- Brú yfir Varmá
- Geosea Geothermal Sea-water Baths
- Hof Ásatrúarfélagsins
- Kjarnholt
- Móberg, hjúkrunarheimili
- Nesbali 35
- Vök Baths

Nánari upplýsingar og mynd af hverju verki fyrir sig má sjá á næstu síðum.



VIÐ BYGGJUM UPP SAMFÉLÖG

ÞEKKING Í VERKI

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.

Saga okkar er samofin uppbyggingu íslensks samfélags undanfarin 90 ár.





Kjarnholt

Staðsetning: Kjarnholtum Biskupstungum

Eigandi og verkkaupi: Oddný Mjöll Arnardóttir

Hönnunarteymi:

Basalt arkitektar: Hrólfur Karl Cela Aðalhönnuður,

Ari Þorleifsson, Dagbjört Ásta Jónsdóttir, Edda

Steingrímsdóttir, Harpa Heimisdóttir,

Javier Bootello, Perla Dís Kristinsdóttir ,

Rut Sigurmonsóttir

Verkfræðistofa Reykjavíkur (burðarvirki, lagnir og loftræsing):

Eggert Elmar Þórarinnsson, Jón Þór Finnbogason

Liska (raflagnir og lýsing):

Guðjón L Sigurðsson, Reynir Örn Jóhannesson,

Steinunn Harpa Einarsdóttir,

Þorvarður G Hjaltason, Örn Erlendsson

Framkvæmdaraðili: Jáverk

Steypuframleiðandi: BM Vallá/Smellinn

Stærð: 453 m²

Framkvæmdartími: 2020-2022

Tekið í notkun í ágúst 2022

GRÆNA LEIÐIN

Vistvæn hönnun hjá VSÓ Ráðgjöf

Við vinnum á öllum sviðum skipulags og hönnunar í þéttri samvinnu milli þjónustusviða okkar.

Samgöngur

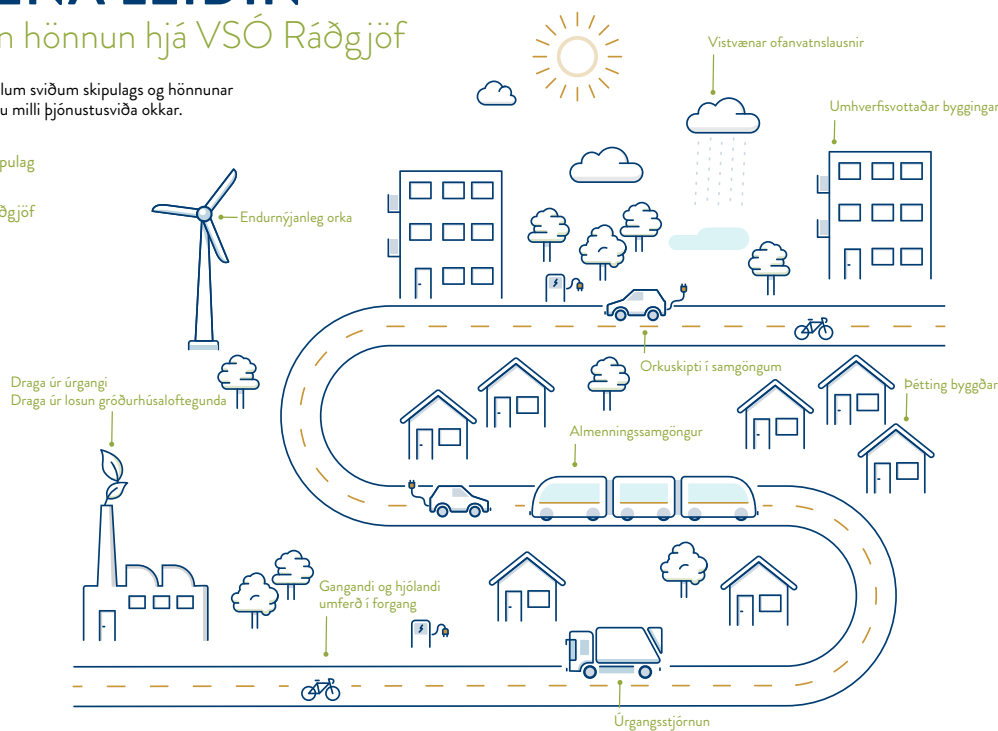
Umhverfi og skipulag

Bygðatækni

Framkvæmdaráðgjöf

Burðarþol

Tæknikerfi





Vök baðstaður

Staðsetning: Urriðavatn, Egilsstöðum

Eigandi og verkkaupi: Vök Baths, ehf.

Hönnunarteymi:

Basalt arkitektar: Sigríður Sigþórsdóttir

aðalhönnuður, Ari Þorleifsson, Dagbjört

Ásta Jónsdóttir, Harpa Heimisdóttir,

Hrólfur Karl Cela, Marcos Zotes, Perla

Dís Kristinsdóttir, Unnsteinn Jónsson

Innanhússarkitektar:

Basalt arkitektar og Design Group Italia

Verkfræðingar: Efla verkfræðistofa

Lýsingarhönnun: Efla verkfræðistofa

Framkvæmdaaðili:

VHE aðalverktaki, MVA aðstoðaði við uppsteypu

Stærð: 1020 m² bygging, 480 m² laugar

Framkvæmdaár: 2018-2019

Tekið í notkun Júlí 2019

Ljósmynd: Magnús Aðalmondsson, randomundo©



Rannsóknarstofa

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

 412 6000  www.efla.is



Aðstöðuhús

Staðsetning: Borgarfirði eystra
Verkkaupi: Borgarfjarðarhreppur /
Múlaþing (tengiliður Jón Þórðarson)
Hönnuðir:
Andersen & Sigurdsson Arkitektar
Samstarf: Efla Verkfræðistofa
Framkvæmdaaðili: VHE
Stærð: 350 m²
Framkvæmdaár: 2017 - 2019
Staða: Fullbyggt og tekið í notkun
(2019/2020)
Ljósmynd: Christopher Lund



Brú yfir Varmá

Staðsetning: Sunnumörk í Hveragerði
Verkkaupi: Vegagerðin
Hönnunarteymi: EFLA
Framkvæmdaaðili: Loftorka
Framkvæmdaár: 2022
Tekið í notkun: október 2022
Ljósmynd: Guðmundur Valur
Guðmundsson



Geosea

Staðsetning: Húsavík
Eigandi og verkkaupi: Geosea
Hönnunarteymi:
Arkitektúr: Basalt arkitektar
Sigríður Sigþórsdóttir, aðalhönnuður
Ari Þorleifsson, Guðjón Kjartansson,
Hildigunnur Sverrisdóttir, Marcos Zotes,
Rut Sigurmonsóttir
Innanhússhönnun: Basalt arkitektar
Verkfræði- og lýsingarhönnun: Verkís
Framkvæmdaaðili: Trésmiðjan Rein
Stærð: 600 m² bygging, 500 m² laugar
Framkvæmdaár: 2017-2018
Tekið í notkun: Sumar 2018



Hof Ásatrúarfélagsins

*Staðsetning: Menntasveg 15, Reykjavík
Verkkaupi og eigandi: Ásatrúarfélagið
Hönnunarteymi:
Magnús Jenson arkitekt,
Verkís verkfræðistofa og Landmótun.
Stýriverktaki: Spöng ehf
Steinsteypuverktaki: Skrauta ehf
Verkið hófst 2016 og er ekki lokið en hluti byggingarinnar hefur fengið starfsleyfi frá borginni og er í notkun. Hofið er tveir áfangar hvor um sig um 400 fermetrar.*



Móberg

*Staðsetning: Árborg
Eigandi: Heilbrigðisráðuneytið og Sveitarfélagið Árborg, Verkkaupi: FSRE
Hönnunarteymi: Arkitektar: Urban Arkitektar (ISL) / Loop architects (Dk)
Verkfræðingar: VSR (ISL)
Lýsingarhönnun: Liska (ISL)
Brunahönnun: Mannvit (ISL)
BREEAM: Efla (ISL)
Algild ráðgjöf: Harpa Cilia Ingólfssdóttir
Framkvæmdaaðili: Eykt
Stærð: 4.096 m²
Framkvæmdaár: 2018-2022
Tekið í notkun í lok árs 2022*



Nesbali 35

*Tegund: Nýbygging
Staðsetning: Reykjavík, Iceland
Verkkaupi: Ólöf Þórarinsdóttir Örn Óskarsson
Hönnun: Nordic Office of Architecture
Framkvæmdaraðili: Óskar Þór Ólafsson
Stærð: 250 m²
Tímabil: 2017 - 2019
Staða: Tekið í notkun 2019
Ljósmynd: Christopher Lund*

BERG

Við kynnum til sögunnar
vistvænu steypuna frá
BM Vallá sem er með allt að
40% minna kolefnisspor
en hefðbundin steypa.
Innan sjö ára stefnum við á að
hún verði kolefnishlutlaus.

Hún heitir Berglind.

LIND

