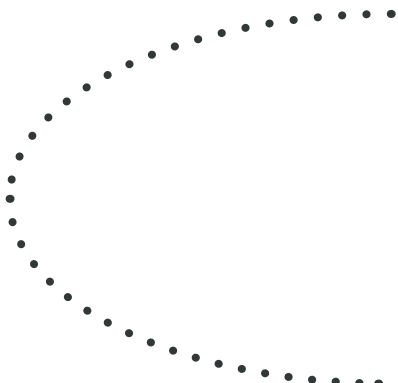
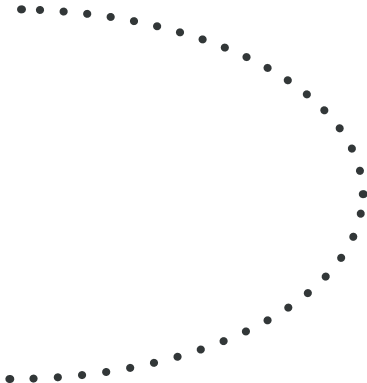




HRING

RÁSAR

VEGGUR



basalt





HRINGRÁSARVEGGUR

01.12.2023

Skýrslunúmer/ síðufjöldi

skjal 1/2

bls. 1/41

Verkkaupi

Umhverfis-, orku- og loftlagsráðuneytið

Verkefnisstjóri verkkaupa

Hafsteinn Pálsson

Verkefnisstjóri Efla

Elín Þórólfsdóttir

Höfundar

Elín Þórólfsdóttir, Perla Dís Kristinsdóttir, Þórdís Ólöf Sigurjónsdóttir, Salvör Svanhvít Björnsdóttir, Þórhildur Fjóra Kristjánsdóttir

Lykilorð

Inniveggur, endurnýting, endurvinnsla, endurnotkun, hringrásarkerfi, auðlindanýting, nýsköpun

Útdráttur

Markmið verkefnisins er að skoða hvaða úrgangstrauma á Íslandi er hægt að nýta í inniveggi í mannvirkjum. Skoðaðar tæknilegar kröfur og á sama tíma tryggt að inniveggurinn sé samkeppnishæfur í verði og að val á úrgangsstraumi geti mætt fjöldaframleiðslu.

ÞAKKIR

til allra sem hringrásarveggur hefur átt samtal eða samstarf við

Circula, Reykjavík Glass, Steypustöðin, Gerosion, Rockpore, Abltak ehf, Arctica, Efnasmiðjan, Fjallaböðin, Flétta, Flös-kumóttakan, Hringrás, Límtré Vírnet, Marel, On to something, Plastplan, Sorpa, Skógræktin, Steinull, VSÓ Ráðgjöf, Össur

Umhverfis-, orku- og loftslagsráðuneytið
Borgartúni 26
105 Reykjavík
urn@urn.is

Basalt Arkitektar
Grandagarður 14, 101 - Reykjavík
+354 515 1400 / svar@basalt.is
www.basalt.is

EFLA
Lyngháls 4, 110 - Reykjavík
+354 412 6000 / efla@efla.is
www.efla.is

Jáverk
Gagnheiði 28, 800 - Selfoss
+354 480 1700 / javerk@javerk.is
www.javerk.is

INNGANGUR

0	MARKMIÐ	04
	sveigjanleiki.....	05
	endurvinnsla.....	06
	hrein efni.....	07
1	PAPPAVEGGUR	09
	efnisupplýsingar.....	10
	ferli.....	11
	pappaveggur.....	13
	umhverfisáhrif framleiðslu.....	17
	næstu skref.....	19
2	GLERVEGGUR	20
	efnisupplýsingar.....	21
	ferli.....	22
	glerveggur.....	24
	umhverfisáhrif framleiðslu.....	28
	næstu skref.....	30
3	STEYPUVEGGUR	31
	efnisupplýsingar.....	32
	ferli.....	33
	steypuveggur.....	35
	umhverfisáhrif framleiðslu.....	38
	næstu skref.....	40

INNGANGUR

Á Íslandi hefur mikill fjöldi af byggingarframkvæmdum í för með sér samsvarandi áskoranir í úrgangsmyndun, kolefnis- spori og umhverfisáhrifum. Samkvæmt nýrri samantekt um losun byggingariðnaðarins frá verkefninu Byggjum grænni framtíð þá felst stærsti þátturinn í kolefnisspori frá íslenskum byggingariðnaði í framleiðslu byggingarefna sem nemur um 45% af heildarlosun.¹ Dýrmætar auðlindir eru notaðar í miklum mæli í byggingar- iðnaðinum og eru margar þeirra af skornum skammti í dag eða verða það í náginni framtíð. Hringrásarhlutfall Íslands árið 2022 var metið 8,5%², sem bendir til þess að aðeins brot af heildarefnisnotkun sé í endurvinnslu. Þetta undirstrikar hve brýnt er að grípa til aðgerða og þróa lausnir sem auka endurnýtingu efna og stuðla að vistvænni efnisnotkun og nýsköpun.

Umhverfis-, orku- og loftslagsráðuneytið, Húsnaðis- og mannvirkjastofnun og Grænni byggð ásamt fjölmörgum fleiri fyrirtækjum og aðilum hafa metnaðargjörn markmið að því að innleiða hugmyndafræði hringrásarhagkerfisins á Íslandi. Þau standa að fjölbreyttum verkefnum og áætlunum sem m.a. miða að því að efla samstarf milli ólíkra hagsmunaaðila í byggingargeiranum t.d. stofnun Hringvangs sem er hluti af verkefninu Nordic Networks for Circular Construction (NNCC).



Markmið
Markmið Hringrásarveggjarins er að draga úr losun við framleiðslu nýrra byggingarefna og bæta endurnýtingu ýmissa úrgangsefna á Íslandi. Í þessu verkefni er lagt mat á hvaða úrgangsstrauma er hægt að endurnýta í almenna inniveggi og skilgreina hentugustu gerðir úrgangsefna sem tryggja góða endingu veggja, samkeppnishæfni í verði og sveigjanleika til fjöldaframleiðslu. Þróun veggjarins miðar að því að leggja grunn fyrir byggingariðnað á Íslandi til að nýta úrgangsstrauma og efni með lágt kolefnisspor ásamt því að uppfylla tæknilegar kröfur eins og umhverfisgæði innandyr.

Hringrásarhagkerfið
Hringrásarhagkerfið er hagkerfi sem býður upp á sjálfbæra nálgun með því að lágmarka sóun og endurnýta auðlindir. Í stað hefðbundins línulegs líkans leggur hringrásarhagkerfið áherslu á að lágmarka auðlindanotkun með því að endurnota, endurnýta og endurvinna til að lengja líftíma vöru, efna og auðlinda. Þetta dregur ekki aðeins verulega úr sóun heldur opnar einnig ný efnahagsleg tækifæri, sem stuðlar að skilvirkni og nýsköpunaraðferðum.

Ísland hefur ákveðið að samþætta meginreglur hringrásar- hagkerfisins í byggingariðnaðinn. Eins og staðan er í dag er samþætting hringrásarhagkerfisins í byggingariðnaði á byrjunarstigi: byggir aðallega á línulegu kerfi þar sem efni og vörur eru að mestu framleiddar úr nýju hráefni.

Til að tryggja gæði úrgangsstrauma við niðurrif og gera endurnýtingu þeirra hagkvæma eru skýrar leiðbeiningar um rétta niðurrifshætti nauðsynlegar. Þar að auki er nauðsynlegt að kortleggja þau efni sem eru til staðar í byggingum og skapa vettvang þar sem hagsmunaaðilar bygginga geta skipt og verslað endurvinnanlegar byggingarvörur og lengt þannig líftíma þessara auðlinda.

Hringrásarveggur
Þar sem Hringrásarveggurinn er rannsóknarverkefni var ákveðið að einskorða niðurstöður ekki við eina lausn heldur fleiri möguleikum haldið í vinnslu.

Hringrásarveggurinn er hannaður sem sveigjanleg lausn og byggingarefnið sem er notað á að geta verið nýtt áfram og haldast í hringrásinni. Veggurinn er svokallaður efnisbanki, geymsla á efnivið fyrir framtíðina.

Haldnar voru vinnustofur eða hugarflugsfundir þar sem fjölmörgum sérfræðingum innan byggingargeirans var boðið og var m.a. rætt um íslensku steinsteypuna, þjappaða jörð (e. rammed earth), steinull, ösp og fleiri efni. Farið var yfir kosti og galla þeirra og hugsanlega framkvæmd við nýtingu úrgangsefna í Hringrásarvegginn.

¹ Byggjum grænni framtíð, Vegvísir að vistvænni mannvirkjagerð, 1. hluti Mat á kolefnislosun frá íslenskum byggingariðnaði, 2022, bls 14, Sigríður Ósk Bjarnadóttir og Björn Marteins- son
² Hringrásarhlutfall Íslands, hver er staða hringrásarhagkerfisins og hvernig er hægt að efla það, Júní 2023, bls 2, Guðmundur Steingrímsson fyrir KPMG

MARKMIÐ

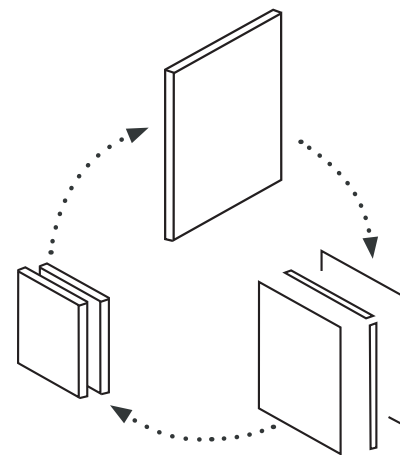
Í upphafi verksins skoðuðu skýrsluhöfundar hvaða inniveggir eru byggðir á Íslandi í dag. Að miklu leyti eru þetta gífsveggir á stál- eða timburgrind, hlaðnir veggir úr vikur- eða léttsteypu og timburveggir úr CLT eða timburgrind. Oft er erfitt að endurvinnna þá. Gífs er torvelt að endurnota og endurvinnsla á gífsi er erfið og enginn farvegur fyrir það til í dag. Hlaðnir veggir eru múraðir og ekki auðveldir að endurnota, endurvinnsla er takmörkuð en þó möguleg. Timburveggi er hægt að endurnota en oft eru lím og önnur efni notuð í samsetningu veggjanna sem takmarka beina endurnotkun, endurvinnsla er möguleg. Hringrásarveggurinn skyldi verða **sveigjanlegur** í uppsetningu þannig að auðvelt væri að taka hann niður og setja upp að nýju. Þannig væri honum haldið í hringrás endurnotkunar án þess að þurfa að endurnýja.

Skýrsluhöfundar skoðuðu stöðu á endurvinnslu og endurnotkun efna bæði hér á Íslandi og erlendis með áherslu á efni sem hægt er að nota í innivegg. Fordæmi fyrir sambærilegum verkefnum erlendis voru skoðuð nánar og er að finna í skýrsluhlutanum Forvinna og staða hringrásar.

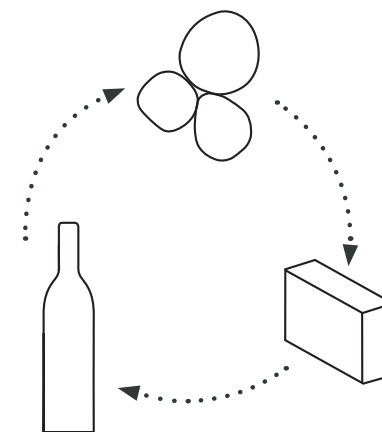
Fljótt var ljóst að mikið hefur verið gert af inniveggjum þar sem efni eru endurnotuð; veggir hlaðnir úr þakplötum, flísum, gluggum, flöskum, hurðum og veggir klæddir með bílrúðum, áldósum, símaskrá, loftræsistökkum og svo mætti lengi áfram telja. Þessi verkefni veittu öll innsýn og mörg innblástur í hringrásarvegginn. Á sama tíma voru

skýrsluhöfundar sammála því að hringrásarveggurinn yrði að vera markaðsvæn vara og ekki einstakur veggur eða eins konar “statement piece”.

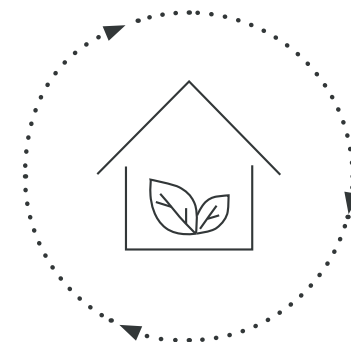
Úrgangsstraumar á Íslandi voru skoðaðir með heimsókn á Sorpu, samtali við niðurrifsverktaka, Jáverk og gegnum skýrslurnar “Kortlagning og leiðbeiningar um nýtingar- möguleika byggingarúrgangs” unna af VSÓ Ráðgjöf ásamt



Sveigjanleiki



Endurvinnsla



Hrein efni

“Kortlagning byggingarúrgangs” unna af Eflu og fleirum. Nauðsynlegt þótti að ráðast á garðinn þar sem hann er hæstur og var því markmiðið sett á að **endurvinnna** efni úr stórum úrgangsstraumum á Íslandi.

Góð innivist er nauðsynleg og því var markmið frá byrjun að forðast efni sem gætu innihaldið myglugró eða önnur skaðleg efni. Til þess að hægt væri að endurvinnna vegginn eftir líftíma

hans er áhersla á að efnisnotkunin samanstandi af **hreinum efnum**, þ.e.a.s. stökum efnum sem eru ekki blönduð við önnur á þann hátt að erfitt væri að endurvinnna þau að líftíma veggjarins loknum.

Sveigjanleiki

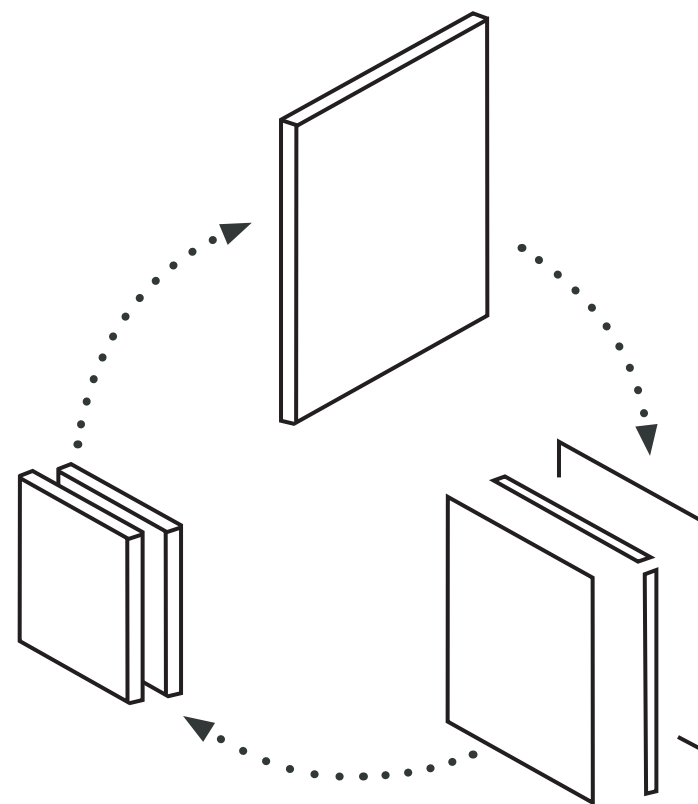
Eitt meginmarkmiðið við hönnun veggjarins er að hægt sé að endurnota hann oft og þarf notkun því að vera sveigjanleg. Veggur sem getur verið áfram í hringrás án þess að þurfa að endurvinna á ný er verðmæt vara og spornar við auðlindanotkun og úrgangslosun.

Hringrásarveggur er því bæði úr endurunnum efnum og er sífellt í hringrás endurnotkunar. Hægt er að taka vegginn niður og setja upp á nýjum stað í annars konar mynd með einföldum hætti og án þess að tapa gæðum eða minnka efnismagn sem hægt er að endurnota. Forðast er að nota lím eða múr sem bindur vegginn og kemur í veg fyrir endurnotkun eða endurvinnslu.

Með því að hanna vegginn þannig að hægt sé að taka hann niður og setja upp á auðveldan hátt veitir hann sveigjanleika í rýmisnotkun bygginga. Hvort sem fjölskylda stækkar eða minnkar er hægt að aðlaga vegginn að þörfum heimilisins, eða ef endurraða þarf á skrifstofu er auðvelt að færa til rými.

Áhersla er þannig á að lengja líftíma veggjarins með því að hann sé sé endurnotaður en við enda líftíma hans er mikilvægt að hægt sé að endurvinna efni veggjarins.

Hringrásarvegginn má endurnota eftir því sem þarfir breytast.

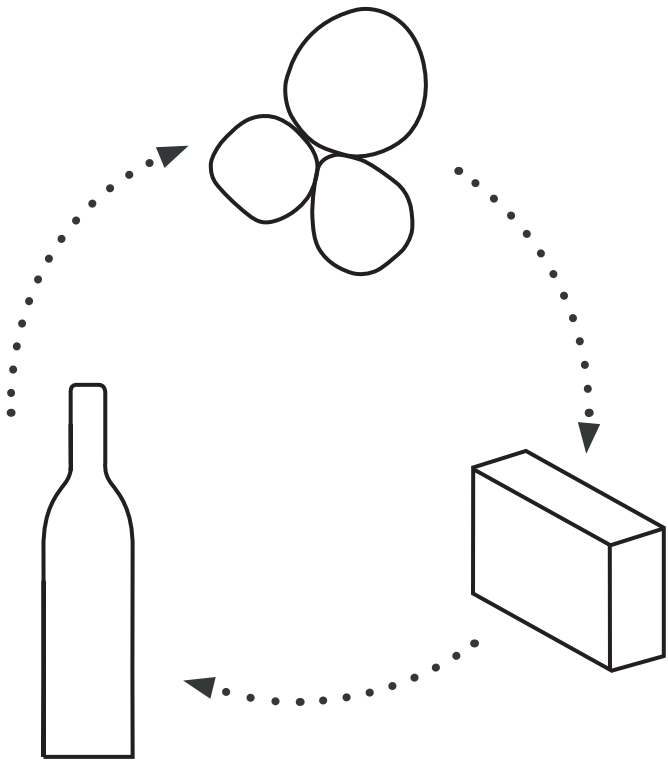


Hringrásarveggur nýtir auðlindir úr stórum úrgangsstraumum á Íslandi og endurvinnur þau til að skapa markaðsvæna vöru

Endurvinnsla¹

Meginmarkmið verkefnisins er að nýta stóra úrgangsstrauma til þess að minnka úrgang sem er urðaður hérlandis í dag. Augljóst var í forvinnu að hönnun endurnotaðra efna kallar á einstakar lausnir fyrir hvern vegg þar sem úrgangsstraumur er ekki stöðugur. Að auki er ljóst að slík framleiðsla kallar á geymslu- og söfnunarstað fyrir efnin. Ef lífræn efni eins og timbur eru geymd í opnum gámum sem blotna í rigningu og snjókomu er nýting þeirra takmörkuð að miklu leyti þar sem niðurbrot er byrjað að eiga sér stað. Ákall er fyrir auðlindatorg sem gæti auðveldað hönnun og framleiðslu úr endurnotuðum efnum.

Mikilvægt er að skapa markaðsvæna vöru með langan líftíma sem nýtir auðlindir úr stórum úrgangsstraumum á Íslandi. Góð hönnun úr gæðaefnum með langan líftíma getur komið í veg fyrir óþarfa auðlindanotkun með tilheyrandi úrgangslosun. Í stað þess að hanna vegg úr hreinni endurnotkun² efna eins og t.d. vegg úr bílrúðum, gluggum, hurðum, notuðum flísum o.s.frv. geta opnast fleiri möguleikar fyrir vegg úr endurunnum efnum auk þess sem líftími veggjarins eykst. Því var áhersla lögð á endurvinnslu úrgangsefna og að skapa þannig nýja vöru með sveigjanleika og hreinleika efna að leiðarljósi.



¹ **Endurvinnsla** hvers kyns endurnýtingaraðferð sem felst í því að endurvinna úrgangsefni í vörur, efnivið eða efni, hvort sem er til notkunar í upphallægum tilgangi eða í öðrum tilgangi. Undir þetta fellur uppvinnsla á lífrænum efniviði, en ekki orkuvinnsla og uppvinnsla sem skilar efni sem á að nota sem eldsneyti eða til fyllingar. (Lög um meðhöndlun úrgangs nr.55/2003)

² **Endurnotkun** hvers kyns aðgerð þar sem vörur eða ihlutir, sem eru ekki úrgangur, eru notuð í sama tilgangi og þau voru ætluð til í upphafi (Lög um meðhöndlun úrgangs nr.55/2003)

Endurnýting aðgerð þar sem aðalútkoman er sú að úrgangur verður til gagns þar eð hann kemur í stað annars efniviðar sem hefði annars verið notaður í tilteknum tilgangi, eða hann er útbúinn til þeirrar notkunar, í stöðinni eða úti í hagkerfinu. Endurnýting skiptist annars vegar í efnisendurnýtingu, þar á meðal undirbúning fyrir endurnotkun, endurvinnslu og fyllingu, og hins vegar í orkuendurnýtingu, þar á meðal uppvinnslu sem skilar efni sem á að nota sem eldsneyti. (Lög um meðhöndlun úrgangs nr.55/2003)

Hrein efni

Lögð er áhersla á að efni Hringrásarveggjarins séu hrein og stök efni, þ.e.a.s. ekki blönduð efnum sem ekki er hægt að endurvinna saman. Efni hringrásarveggjarins má endurvinna aftur og aftur án mikillar gæðaskerðingar.

Gæði efnanna m.t.t. myndun lífrænna agna voru mikið skoðuð í hönnunarferlinu og efni valin sem ólíklegt er að innihaldi myglu eða aðrar lífrænar agnir. Byggingarefni og kröfur til þeirra eru sífellt í þróun. Í eldri byggingum má finna byggingarefni sem hafa verið notuð í miklum mæli og á þeim tíma talin vera góð lausn, en eru bönnuð í dag í nýbyggingum. Inniveggur verður að uppfylla gæðakröfur og þess vegna þarf að rannsaka vel hvort úrgangsefni innihaldi einhver óæskileg efni eða hvort nýting þeirra sé orkufrekt eða kostnaðarsamt ferli. Sylgja Dögg Sigurjónsdóttir, líffræðingur og sérfræðingur í rakaskemmdum, myglu og innivist bygginga leiðbeindi teyminu í efnisvali ásamt Böðvari Bjarnasyni, tæknifræðingi.

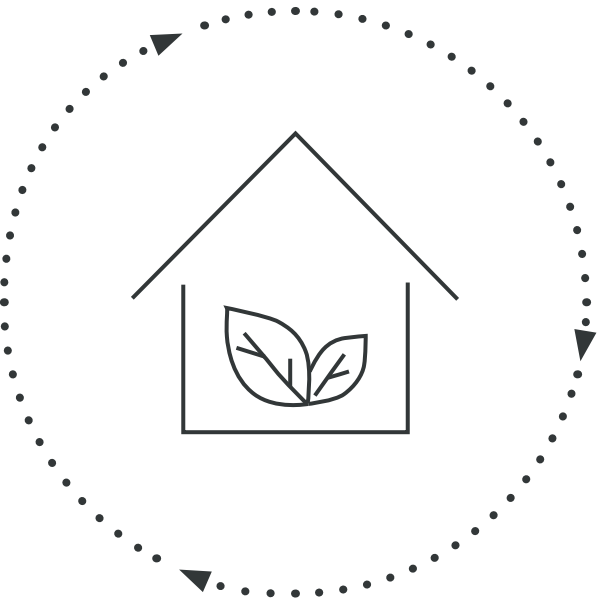
Efni í innivegginn skulu innihalda lítil sem engin umhverfis- eða heilsuskaðleg efni. Dæmi um efni sem teljast skaðleg og er hægt að finna í úrgangi eru eftirfarandi:

Arsenik: Notað til þess að gagnverja timbur, í framleiðslu á gleri og í plastvörur (PVC-vörur)
Bisfenol A: Notað sem herði- og bindiefni í PVC plasti. Finnst í (plast)gólfefnum, epoxývörum, málningu, lími og lakki.

Blý: Litar- og ryðvarnarefni í málningu og blýsambönd notuð til þess að gera efnasambönd í PVC stöðug.
Brómeruð eldvarnarefni: samheiti yfir efni sem eru notuð í efni eins og einangrunarefni úr plasti og vefnaðarvörur.
Þalót: Samheiti yfir efni sem er notað í plast, PVC, gólfefni, gúmmí, málningu og lím.
Klórparafín: Samheiti fyrir stóran flokk efna sem eru notuð sem eldtefjandi efni eða mýkingarefni. Klórparafín er notað í plast, gúmmí, textílvörur, málningu og plast.
Króm: Finnst í efnasamböndum og er notað til þess að hindra að timbur fúni og málmur ryði. Finnst líka í málningu, sementi og við framleiðslu á grænu gleri.
Fenólar: Finnst í málningu, lakki og vefnaðarvörum.
PFOS og PFOA: er notað til þess að gera vörur vatnsþéttar og hrinda frá sér óhreinindum. PFOS og PFOA finnast í málningu og lakki.
Asbest: Finnst í einangrunarefnum, þéttiefnum og rorum.
¹Allsherjarbann á asbest tók í gildi árið 2005 en asbest hafði verið notað í minni mæli hérlandis frá árinu 1983.

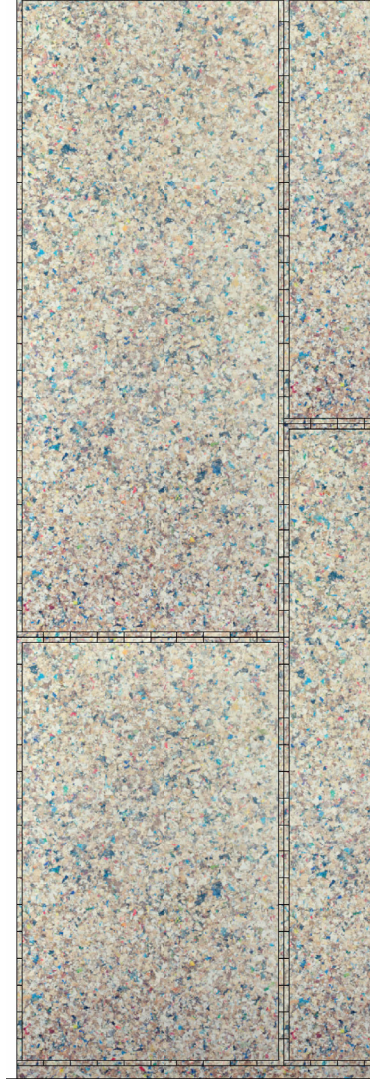
Með því að velja náttúrulega, hrein og ómeðhöndluð efni og forðast efni sem innihalda ofantalin efni, myglugró eða önnur skaðleg efni, getum við bæði verndað umhverfið og tryggt þægindi og heilsu þeirra sem búa eða starfa í byggingunni.

Hringrásarveggur notast við hrein og endurvinnanleg efni

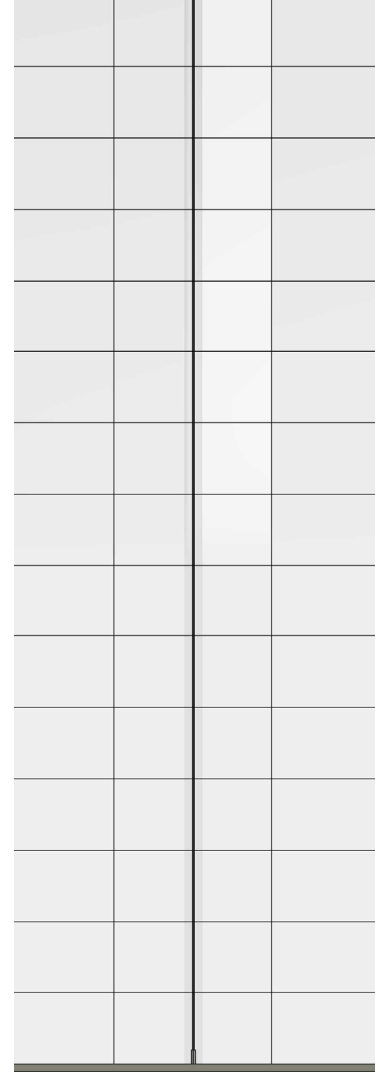


¹ Efnisgæði. Yfirlit yfir algeng byggingarefni, eiginleika þeirra og helstu umhverfisáhrif, 2017, bls 12, Margrét Kristín Gunnarsdóttir og Þórhildur Fjóra Kristjánsdóttir

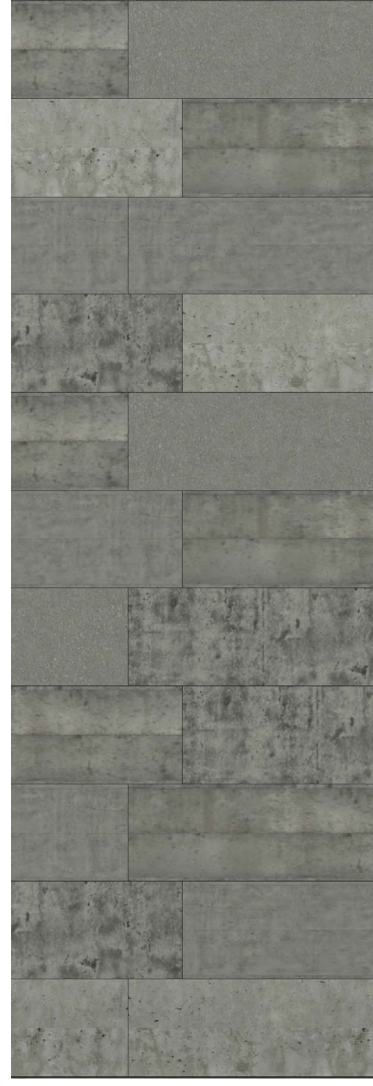
1 PAPPAVEGGUR



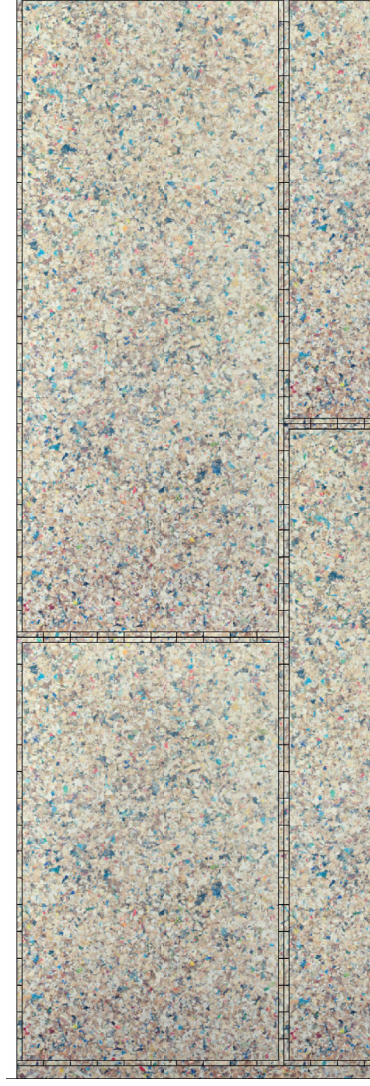
2 GLERVEGGUR



3 STEYPUVEGGUR



→ PAPPAVEGGUR



EFNISUPPLÝSINGAR

Veggjagerð 1 er samsett úr einingum úr byggingarplötum sem kallast Packwall og gerðar eru úr endurunnum drykkjarvöruumbúðum og fleiri samsettum umbúðum.

Umbúðirnar eru samsettar úr um 65-75% pappa, 25-35% plasti og 1-5% áli. Slíkar umbúðir, oft kallaðar Tetra Pak umbúðir, er erfitt að endurvinnna og tölur sýna að 55% þessara umbúða enda í sorpbrennslum í Evrópu. Byggingarplöturnar nýta aftur á móti kosti þessara samsettu umbúða. Plastið bindur pappann saman og virkar sem vatnshelt yfirborð á meðan eiginleikar álsins stuðla að hærra einangrunargildi í plötunni. Útkoman eru sterkar og endingargóðar plötur sem varna gegn raka og myglu ásamt því að hafa góða varma- og hljóðeinangrun. PackWall plöturnar eru framleiddar úr 100% endurunnum samsettum umbúðum í framleiðsluferli sem myndar engan úrgang eða losun og notar ekkert vatn eða aukaefni. Plöturnar eru öruggar í notkun þar sem engum efnum hefur verið bætt við, hvorki lími né öðru. Varan er 100% endurvinnanleg, sem stuðlar að hringrásarhagkerfi.

Efnið er fyrst og fremst ætlað sem plötuefni fyrir byggingariðnað í stað OSB platna, MDF, krossviðar og gífs platna. Nothæft í útveggi, inniveggi, þök, loft, húsgögn og undirlag gólfa, alls staðar þar sem gífs eða timburplötur væru annars notaðar. Einnig má nota efnið í hurðar, innréttingar og húsgögn. Plöturnar falla undir klæðningar í flokki 2, sem er sambærilegt við timbur, en getur uppfyllt flokk 1 með mótvægisáðgerðum.

Framleiðslan er mjög einföld og fer fram í eftirfarandi skrefum. Umbúðirnar eru fyrst viktaðar og tættar niður, svo fer hráefnið í loftunartank sem losar um og þurrkar. Kurlið er því næst fært í þrjár pressur, tvær þeirra eru með um 200 gráðu hita en við hitann deyja öll lífræn efni. Þriðja pressan kælir niður plöturnar og loks eru plöturnar sagaðar í réttar stærðir. Framleiðslan hefur 80 til 90% minna kolefnisspor en sambærilegar byggingarplötur og gefur sorpi sem annars færi í brennslu til útlanda nýtt líf. CIRCULA stefnir á að hefja framleiðslu á slíkum plötum á Íslandi, sem í dag eru framleiddar m.a. í Svíþjóð, Bandaríkjunum og Tékklandi.



Samsettar drykkjarvöruumbúðir, oft kallaðar Tetra Pak, er erfitt að endurvinnna og tölur sýna að 55% þessara umbúða endi í sorpbrennslum í Evrópu.



Kanta má fræsa til að auðvelda samsetningar eða til að hægt sé að múra milli plata og fá þannig slétt og samfelld yfirborð. Plöturnar koma einnig í ýmsum útfærslum og er hægt að velja mismunandi yfirborð eða litbrigði í þær.

Byggingarplöturnar eru einfaldur og hagkvæmur valkostur við hefðbundnar plötur með aðeins broti af loftslagsáhrifum þar sem þær draga verulega úr losun og úrgangi.

MÖGULEIKAR

- Unnið úr samsettum fernuumbúðum sem eru núna sendar erlendis í brennslu
- Plöturnar má endurvinnna að fullu í nýjar plötur
- Plöturnar má nýta með fjölbreyttum hætti í stað OSB/MDF/krossviðar
- Mun minni loftslagsáhrif en af framleiðslu hefðbundinna plata
- Kemur í ýmsum útfærslum og hægt að velja mismunandi yfirborð eða liti

ÁSKORANIR

- Þarf að kanna hversu mikið magn af fernuumbúðum fellur til héraðs
- Meta umhverfisáhrif þess að setja á fót verksmiðju á Íslandi miðað við að nýta verksmiðju erlendis

FERLI

Efnisleit

Sænska fyrirtækið Recoma með Packwall plöturnar kom snemma fram í efnisleit fyrir Hringrásarvegginn. Plöturnar eru unnar úr úrgangsefnum sem hingað til hefur reynst erfitt að finna góðan farveg. Þörfin á slíkri endurvinnslu varð enn ljósari í sumar þegar í ljós kom að íslenskar fernuumbúðir hafa ekki verið endurunnar heldur sendar erlendis í brennslu. Ókostur fannst okkur þó að efnið í Recoma plötunum er ekki íslenskt en við vildum leggja áherslu á að Hringrásarveggurinn yrði úr íslenskum úrgangsefnum.

Á Circon ráðstefnunni: Hringrás í byggingariðnaði sýndi Sighvatur Lárusson stofnandi íslenska fyrirtækisins CIRCULA frá Recoma plötunum og markmiðum sínum um að koma þeim á markað héraðs og reisa verksmiðju til að framleiða þær úr íslenskum fernum. CIRCULA stefnir að því að setja af stað samskonar verksmiðju og Recoma settu upp í Svíþjóð og framleiða þannig byggingarplötur úr íslenskum drykkjarvöruumbúðum. Flest byggingarefni á Íslandi er innflutt og má telja að markaðurinn taki fagnandi á móti innlendri framleiðslu úr íslenskum úrgangi sem er annars sendur erlendis og brenndur.

Packwall plöturnar fá við framleiðsluferli einkennandi útlit sem minnir á uppruna þeirra en framleiðslan býður einnig upp á margvíslega valkosti varðandi útlit og kanta. Hægt er að þekja plöturnar pappalagi eða fá litbrigði í plöturnar



Samstarf

Teymi Hringrásarveggjarins hitti Sighvat og ræddi við hann um möguleika þess að nota byggingarplötur úr endurunnum fernum í Hringrásarvegginn. Skoðaðar voru efnisprufur og hafin hönnun á vegg sem stæðist sett markmið um endurnotkun og hreinleika efna. Jáverk veitti ráðgjöf við tæknilegar útfærslur svo veggurinn væri sterkbyggður en einnig einfaldur í uppsetningu.

Til að útbúa prótótýpu í fullri stærð hafði Sighvatur milligöngu um að panta plötur frá Recoma sem voru sendar til landsins. Merking sá um að fræsa plöturnar eftir teikningum og var prótótýpan loks sett saman.

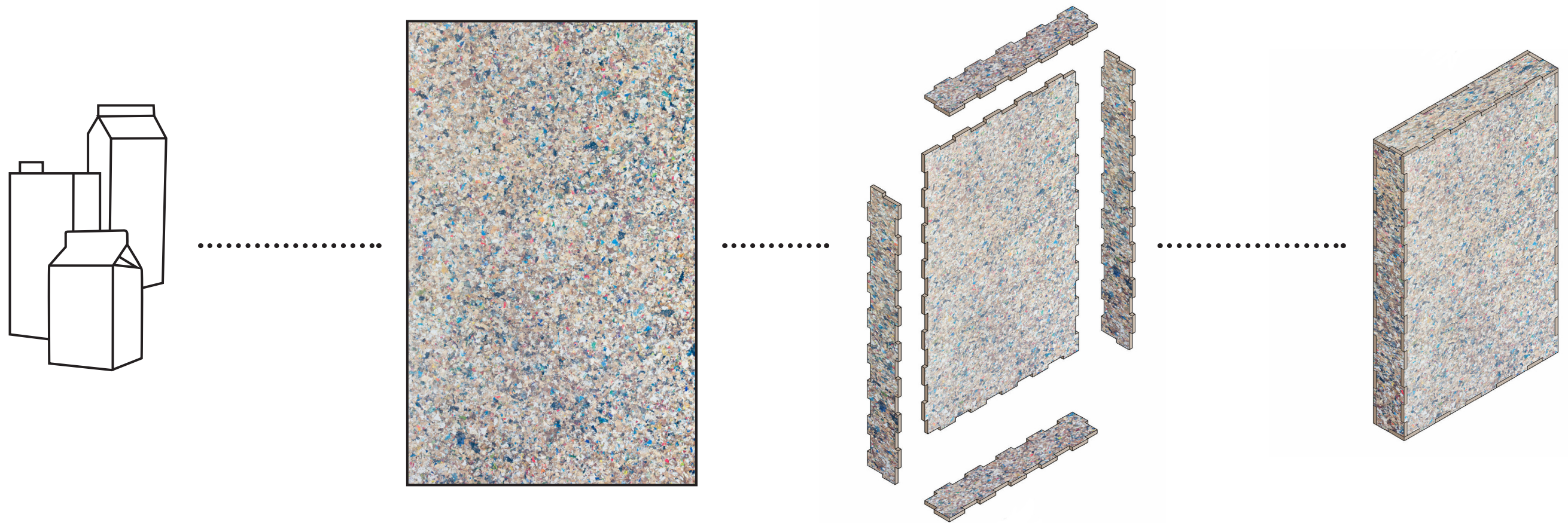
Hönnun

Útkoman eru steinullarfyllt box, eða einingar, sem raðað er upp á víxl til að mynda vegg. Einu festingarnar eru skrúfur milli eininga og í loft og gólf.

Við hönnun pappaveggjarins var einfaldleiki, sveigjanleiki og sjálfstæði notanda haft að leiðarljósi. Hönnun veggjarins er einstök að því leiti að hægt er að nota mörg efni við gerð plata í vegginn og auk pappaplatanna mætti hanna vegg úr plötum úr lúpínutrefjum eins og Efnasmiðjan hefur verið að þróa á undanförunum árum. Plöturnar eru sniðnar til að geta verið púslað saman af notanda til að mynda vegg og einnig til að hægt sé að taka þær niður og mynda vegg á nýjum stað. Jáverk veitti ráðgjöf við tæknilegar útfærslur varðandi gæði og einfaldleika í uppsetningu.

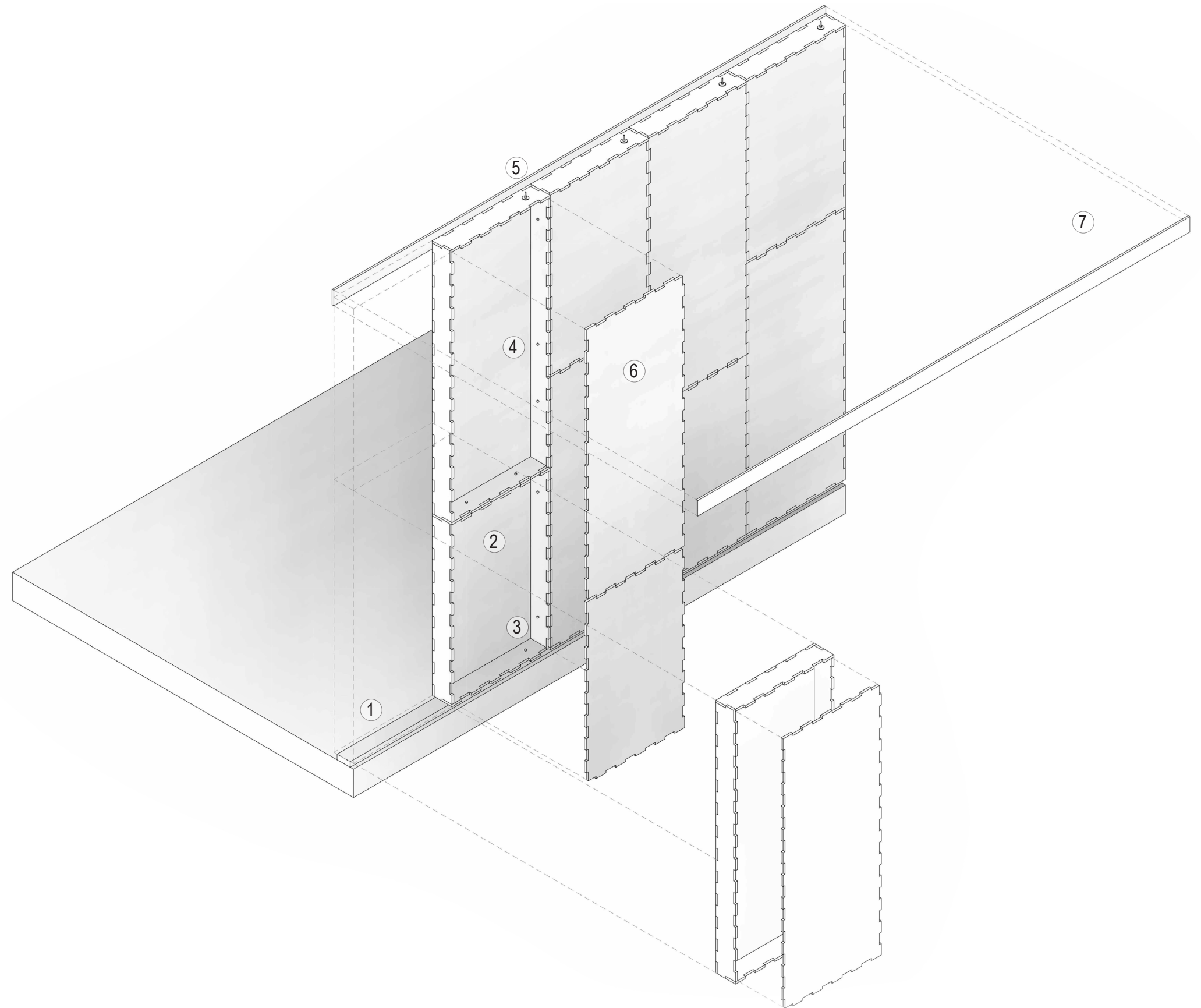
Náttúrulegt útlit byggingarplatanna er hrífandi þar sem uppruni efnisins skín í gegn. Bæði eru plöturnar ólíkar öðrum efnum sem eru notuð með sama hætti sem skapar þeim sérstöðu og vekja fólk til umhugsunar við að sjá raunverulega úr hverju vörur eru samsettar. Spannandi er einnig að skoða aðrar lausnir í útliti svo sem að fá litbrigði í vegginn.



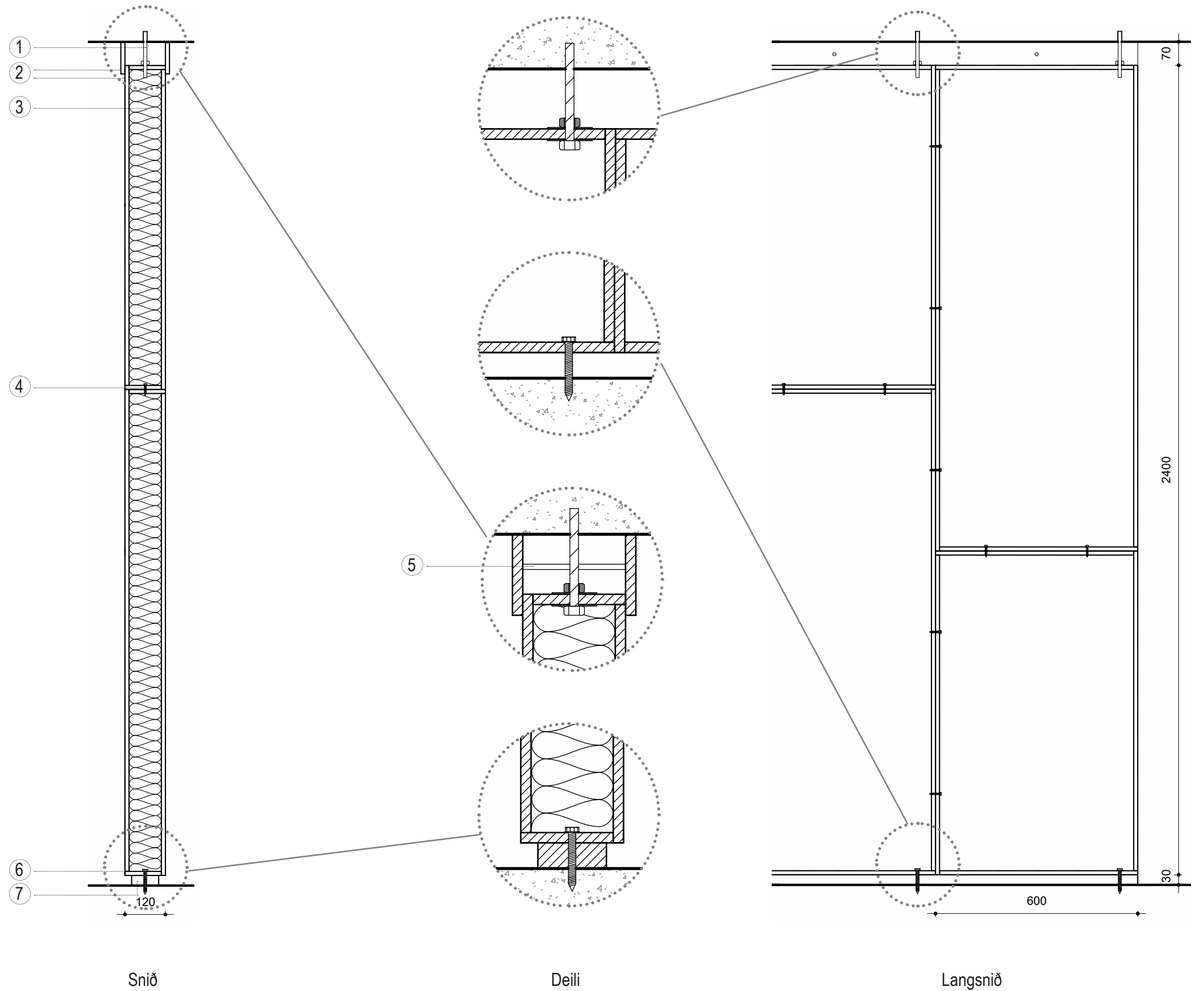


PAPPAVEGGUR

- 1 Leiðari úr pappaefninu er lagður á gólfplötu.
- 2 Einingarnar eru settar saman án framhliða og þeim raðað upp á víxl.
- 3 Neðri einingarnar eru festar við gólf í gegnum leiðara með langri skrufu.
- 4 Einingarnar eru festar saman á skammhliðum með litlum skrufum.
- 5 Upp við loft er löng skrufa ásamt plötu og boltum notuð til að festa veginn við loft.
- 6 Steinull er lögð inn í boxin og einingunum lokað að framan.
- 7 Við loft er lokað að báðum megin með listum úr sama efni sem skrufast saman.



- 1 10x175mm múrbolti eða lengd eftir þörfum
- 2 12mm Packwall pappaplötur
- 3 80mm steinull
- 4 4,8x38mm sjálfborandi skrúfa
- 5 145mm húnaskrúfa
- 6 10x105mm steinskrúfa
- 7 Packwall leiðari







UMHVERFISÁHRIF FRAMLEIÐSLU

Pappaplötur sem eru notaðar í pappavegg hringrásar-veggjarins hafa sambærilega notkunareiginleika og OSB, gífs- og mdf plötur.

Framleiðsla á krossvið og OSB felur í sér skógarhögg, pressun og límnotkun. Framleiðslan er tiltölulega orkufrek og getur stuðlað að skógareyðingu en viður geymir líka kolefni. Framleiðsla á gífsplötu felur í sér að vinna gífs, þurrka það og setja það á milli pappírlaga.

Kolefnisspor krossviðar og OSB er um 2-3 kg CO2/m². Þetta gildi getur verið breytilegt eftir uppruna viðarins, flutningsvegalengdum og framleiðsluhagkvæmni. Kolefnisspor gífsplötu er um 3 kg CO2/m². Þetta mat er breytilegt eftir orkugjafa til þurrkunar, framleiðsluferli og skilvirkni námuvinnslu.

Þegar verið er að setja upp hefðbundna inniveggi með krossvið, OSB eða gífsplötum er oftast sett upp stálgrind, einangrun og tvöföld plata. Kolefnisspor þessara veggja er því um 11,5 - 12,5 kg CO2/m².

Hönnun Pappaveggjarins er sett saman eingöngu úr Packwall plötum sem eru úr úrgangsefnum og ekki er þörf á auka stálgrindum ásamt því að einangrun er endurnýtt. Þannig fæst lágmarksnotkun á nýjum efnum og mjög lágt kolefnisspor, u.þ.b. 1 kg CO2/m². Ásamt því er auðvelt að púsla pappavegnum saman, taka í sundur og endurnota.

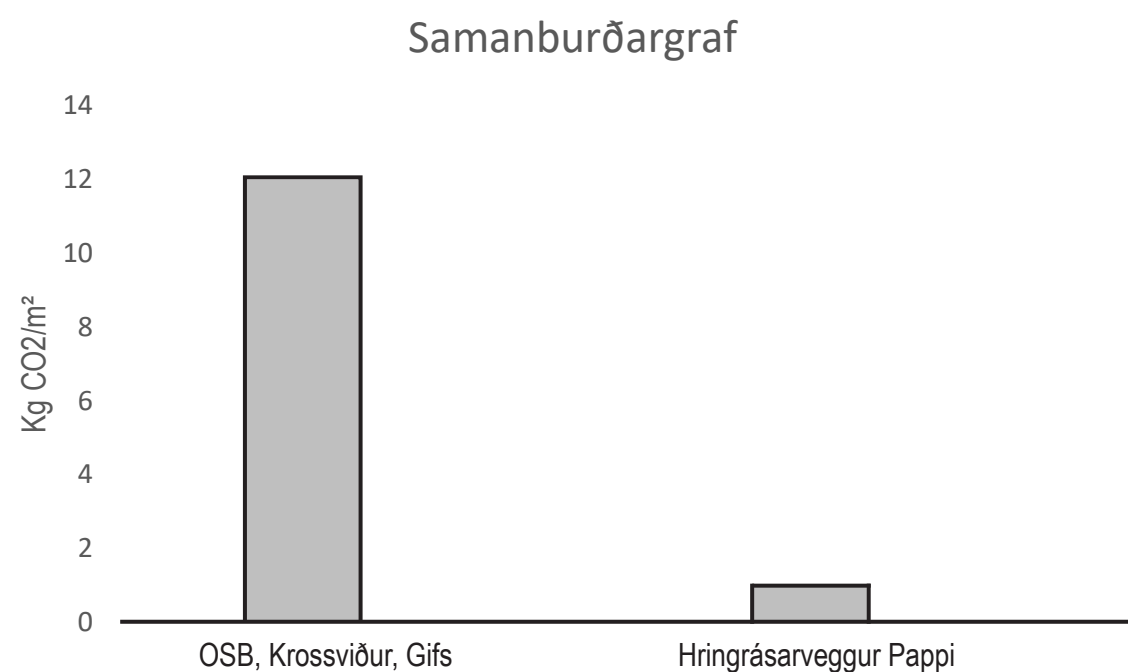
Kolefnisspor pappveggjarins er um 1 kg CO2/m² en kolefnisspor veggja sem nota krossvið, OSB eða gífs er um 12 kg CO2/m².

KROSSVIÐUR, OSB, GÍFS

- u.þ.b. 12 kg CO2/m²
- Eyðing skóga, námuvinnsla
- Nota lím og kemísk efni
- Vatnsnotkun í gífsvinnslu
- Framleiðsluferli mynda úrgangsefni
- Takmörkuð notkun, rifið og hent

HRINGRÁSARVEGGUR PAPPÍ

- u.þ.b. 1 kg CO2/m²
- Framleiðsla notar úrgangsefni
- Engin aukaefni
- Engin vatnsnotkun
- Nýtir efni sem annars væru brennd
- Sveigjanleg notkun, hringrás



Pappaveggurinn er umhverfisvænn inniveggur með hrifandi útlit sem vísar til uppruna efna veggjarins

Hringrásarveggurinn úr pappa er umhverfisvænn valkostur með einstaklega lágt kolefnisspor. Veggurinn nýtir vel endurunnið efni ásamt því að hönnun veggjarins og framleiðsla efnisins lágmarkar umhverfisáhrif.

Pappaveggurinn stendur upp úr sem einstaklega sjálfbært val vegna lágmörkunar kolefnisspors og notkunar á endurunnum efnum ásamt því að vera sérstaklega auðveldur að taka niður og setja aftur upp á nýjum stað. Þannig býður pappaveggurinn upp á sjálfbæra, endurunna lausn með langan líftíma.

Þó að OSB, krossviður og gifs séu fjölbæf efni sem almennt eru notuð í byggingariðnaði, býður hringrásarveggurinn úr pappa upp á góðan valkost fyrir vistvænar byggingarframkvæmdir með skilvirkri notkun á endurunnum efnum og aðlögunarhæfni með minni umhverfisáhrifum.

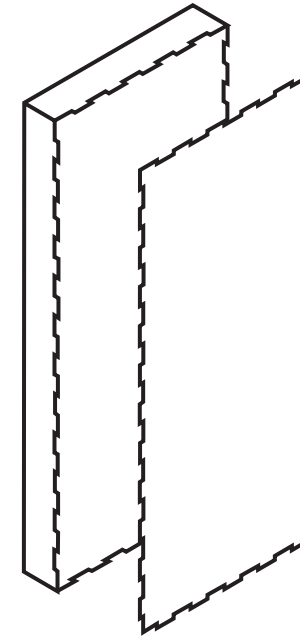
Einnig væri hægt að framleiða veggjagerðina úr öðrum efnum t.d. hampi eða lúpínutrefjaveggjaeiningum eða einfaldlega hefðbundnari útgáfu úr timburplötum. Einn af ávinningum pappaveggjarins mun ávallt vera sveigjanleg notkun hans, þar sem hægt er að færa, minnka og stækka veggina eftir þörfum.



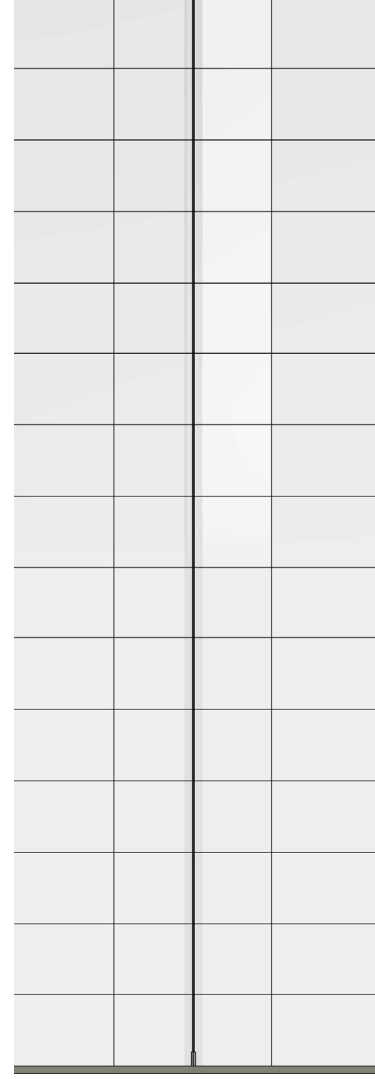
Einfaldur, hagkvæmur og sveigjanlegur valkostur við hefðbundnar plötur með aðeins broti af loftslagsáhrifum.

NÆSTU SKREF

- Skoða fjöldaframleiðslu steinullar-poka fyrir innsetningu í kassana
- Skoða ullarafganga og möguleg önnur efni fyrir einangrun veggjarins
- Setja upp prótótýpu af heilum vegg og mæla hljóðgæði og reykþéttingu
- Fá nákvæmari upplýsingar um magn umbúða sem falla til á Íslandi
- Meta fjöldaframleiðsluhæfni veggjarins
- Meta áhrif uppsetningu verksmiðju fyrir Packwall plöturnar á Íslandi
- Kostnaðargreina vegginn
- Skoða aðra möguleika í stað mekanískra samsetninga



2 GLERVEGGUR



EFNISUPPLÝSINGAR

Veggjagerð 2 eru staflanlegir glerkubbar úr endurunnu flöskugleri frá Reykjavík Glass.

Glerið kemur frá einstaklingum og fyrirtækjum á Íslandi og er efnið 100% endurunnið gler. Umhverfislega er hagkvæmt að endurvinna gler vegna þess að það er að fullu endurvinnanlegt, tapar lítið eiginleikum sínum við endurvinnslu og getur verið endurunnið nær endalaust.

Á Íslandi hefur hingað til lítið sem ekkert gler verið endurunnið en nýlega tóku í gildi lög sem færa okkur skrefi nær því að endurvinna gler samkvæmt hringrásarhagkerfishugsun. Hingað til hefur það ekki verið talið fjárhagslega eða umhverfislega hagkvæmt að endurvinna gler og þess vegna framleitt nýtt gler í staðinn. Niðurstöður vistferilsgreingar, þar sem umhverfisáhrifin eru metin í 10 flokka, framkvæmdar af EFLU fyrir hönd Endurvinnslunnar hf. og Úrvinnslusjóðs sýna að þegar gleri er safnað, flutt, flokkað og endurunnið þá er dregið úr umhverfisáhrifum fyrir alla 10 umhverfisflokkana.

Ferli Anders Vange hjá Reykjavík Glass við að endurvinna gler felst helst í því að taka límniða af flöskum, þrifa og flokka eftir litum. Glerið er brætt, því hellt í mót og leyft að kólna. Nota þarf stálskóflu til að moka bræddu gleri úr ofninum og stálmót til að forma lögun kubbanna. Stálskóflan og mótið eru margnota og ofninn sem notaður er er rafmagnsknúinn og því ekki um kolefnislosun að ræða af því tagi sem tíðkast í glerframleiðslu.



Gler er 100% endurvinnanlegt en hingað til hefur lítið af gleri verið endurunnið hérlandis þrátt fyrir að 6000 tonn falli til árlega.



Endurunnið gler hefur aukist í vinsældum á undanförunum árum og má sjá sífellt fleiri heimilismuni svo sem glös og vasa úr endurunnu flöskugleri. Við endurvinnslu tapar gler nær engum af eiginleikum sínum og hefur því almennt sömu gæði og notkunarmöguleika og nýtt gler.

Aftur á móti er erfiðara að endurvinna gler úr rúðum því þær eru oft settar saman úr fleiri efnum. Hefðbundnir glerveggir hafa því minni möguleika til endurvinnslu heldur en flöskugler. Áherslan er því að hanna glervegg úr hreinum efnum sem eru 100% endurunnin og að fullu endurvinnanleg. Líta má á glervegginn sem eins konar efnisgeymslu fyrir gler. Glerkubana má nota aftur og aftur í vegg eða bræða glerið og nýta það með annarskonar hætti.

MÖGULEIKAR

- Unnið á Íslandi úr glerflöskum sem eru núna sendar erlendis í endurvinnslu.
- Gler er 100% endurvinnanlegt
- 6000 tonn af gleri falla til á Íslandi árlega
- Hægt er að fá ólíka liti í glerið eftir því hvernig flöskur eru notaðar
- Gler er þétt efni með góða hljóðvist

ÁSKORANIR

- Lítil framleiðslugeta að svo stöddu
- Framleiðsla er tímafrek og krefst mikils mannafla
- Gæta þarf að samskeytum milli glerkubba fyrir hljóðvist.
- Gler er eðlisþungt, kubbarinn þykkir og veggurinn því þungur

FERLI

Efnisleit

Gler kom fljótt upp sem ákjósanlegt efni fyrir hringrásarvegginn enda hreint efni sem er auðvelt að endurvinnna.

Gler hefur verið nýtt með fjölbreyttum hætti í húsbýggingar, ýmist sem nýtt, endurnotað eða endurunnið. Einnig má endurnýta gler með því að mylja það smátt niður og nýta afurðina líkt og sand eða möl en slíkt markar endastöð glersins. Mörg áhugaverð dæmi eru um að glerflöskur og gluggar séu endurnotuð með beinum hætti í húsbýggingar. Slíka endurnotkun er þó erfitt að skala upp vegna þess að magn og gerð úrgangsstrauma er breytilegt. Horft er því frekar til endurvinnslu glers en þannig má búa til nýja vöru án þess að tapa neinum efnisgæðum.

Þrátt fyrir að endurvinnsla glers sé vel þekkt og mikið notuð er lítið um hana hérlendis. Erlendis eru áhugaverðar lausnir t.d. þar sem brotið rúðugler er hitað og pressað í nýjar rúður. Skoðaðar voru sambærilegar leiðir til að endurvinnna glerrúður en vegna regla og tækjabúnaðar reyndust of margar hindranir fyrir framleiðslu slíks glerveggjar. Aftur á móti er tækifæri í að vinna með glerflöskur sem annars eru sendar erlendis í endurvinnslu. Með því að útbúa glerkubba en ekki rúður sem þyrfti að herða er hægt að nýta glerverksmiðju hérlendis sem vinnur nú þegar með endurunnið gler.



Samstarf

Anders Vange býr til hönnunarvöru úr gleri undir fyrirtækinu Reykjavík Glass og hefur afnot af glerverkstæði á Kjalarnesi.

Reykjavík Glass endurvinnur gler frá Flöskumóttökunni með það að markmiði að bjóða Íslendingum möguleika á því að kaupa vandaðar glervörur sem eru framleiddar á Íslandi.

Farið var í skoðunarferð á glerverkstæðið og rætt við Anders um möguleika á því að nota endurunnið gler í vegg. Anders veitti hönnuðum Hringrásarveggjarins mikinn innblástur um möguleika þess að nýta endurunnið gler. Við bræðslu glers í ofninum verður botnfall sem reglulega þarf að hreinsa. Slíkt botnfall hefur Anders hingað til notað til að gera glervölur eða klerkubba og var tilvalið að nýta þessa aukaafurð úr glerframleiðslu Reykjavík Glass í kubb fyrir vegg.

Við hönnun veggjarins veitti Anders mikla ráðgjöf um eiginleika glers og hvernig form og þykktir væru heppilegar. Anders útbjó prótótýpu í fullri stærð.

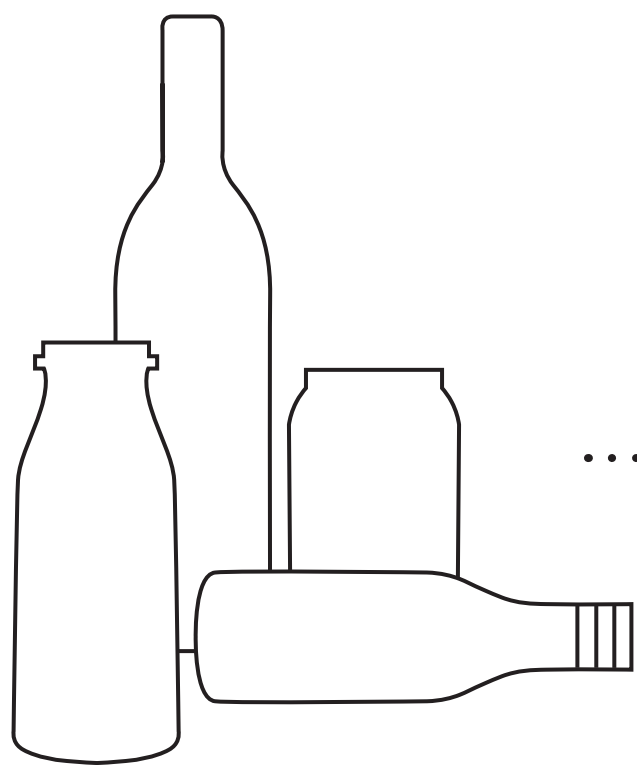
Hönnun

Útkoman er hlaðinn inniveggur úr glerkubbum úr endurunnu gleri sem staflast saman án notkunar varanlegs líms eða múrs. Almennt má segja að eftir því sem rúmþyngdin er meiri, þeim mun betra, með tillit til bruna og hljóðs. Mikilvægt er að allur frágangur og þéttingar kubbanna sé til fyrirmyndar, þannig að kröfur til hljóðeinangrunar og brunapéttingar verði

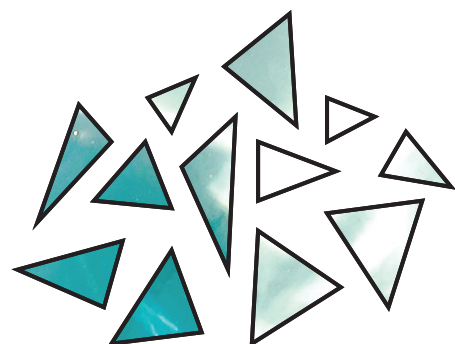
eins og best verði kosið. Milli kubbanna þarf því að vera stamt efni eða umhverfisvænt lím sem hægt er að fjarlægja ef veggurinn er tekinn niður. Slíkt auðveldar uppsetningu og bætir hljóðvist. Stálvírar með skrúfteinum á báðum endum liggja lóðrétt milli kubbanna og með því að herða að pressast veggurinn saman og nær styrk. Við loft skorðast veggurinn að stálprófil með tengiró. Prófillinn við loftið þarf ekki að vera samfelldur heldur má minnka efnisnotkun með því að hafa hann eingöngu á þeim stöðum þar sem vírin kemur að lofti.

Við hönnun kubbsins var miðað við að hafa sem minnst af skörpum brúnum til að minnka hættu á að brotni upp úr glerinu. Áhersla var lögð á að form kubbanna gæfi fjölbreytta möguleika á útliti veggjarins og að veggurinn væri eftirsóknarverður vegna útlitseiginleika.

Glerið er ekki hert og því þarf að hafa það nokkuð þykkt til að það hafi styrk en þó nógu þunnt til að lágmarka kólnunartíma. Kubburinn er því allt að 5 cm þunnur við miðju en við endana myndast rúm fyrir vírana sem ganga í gegnum vegginn og koma í staðinn fyrir múr sem vanalega er notaður við uppsetningu sambærilegra veggja. Vegginn má taka í sundur og nota glerkubbana aftur eða endurvinnna í annarskonar vöru.



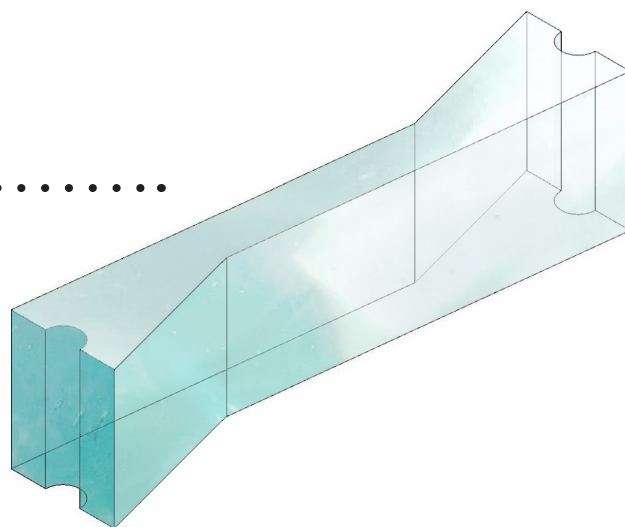
.....



.....

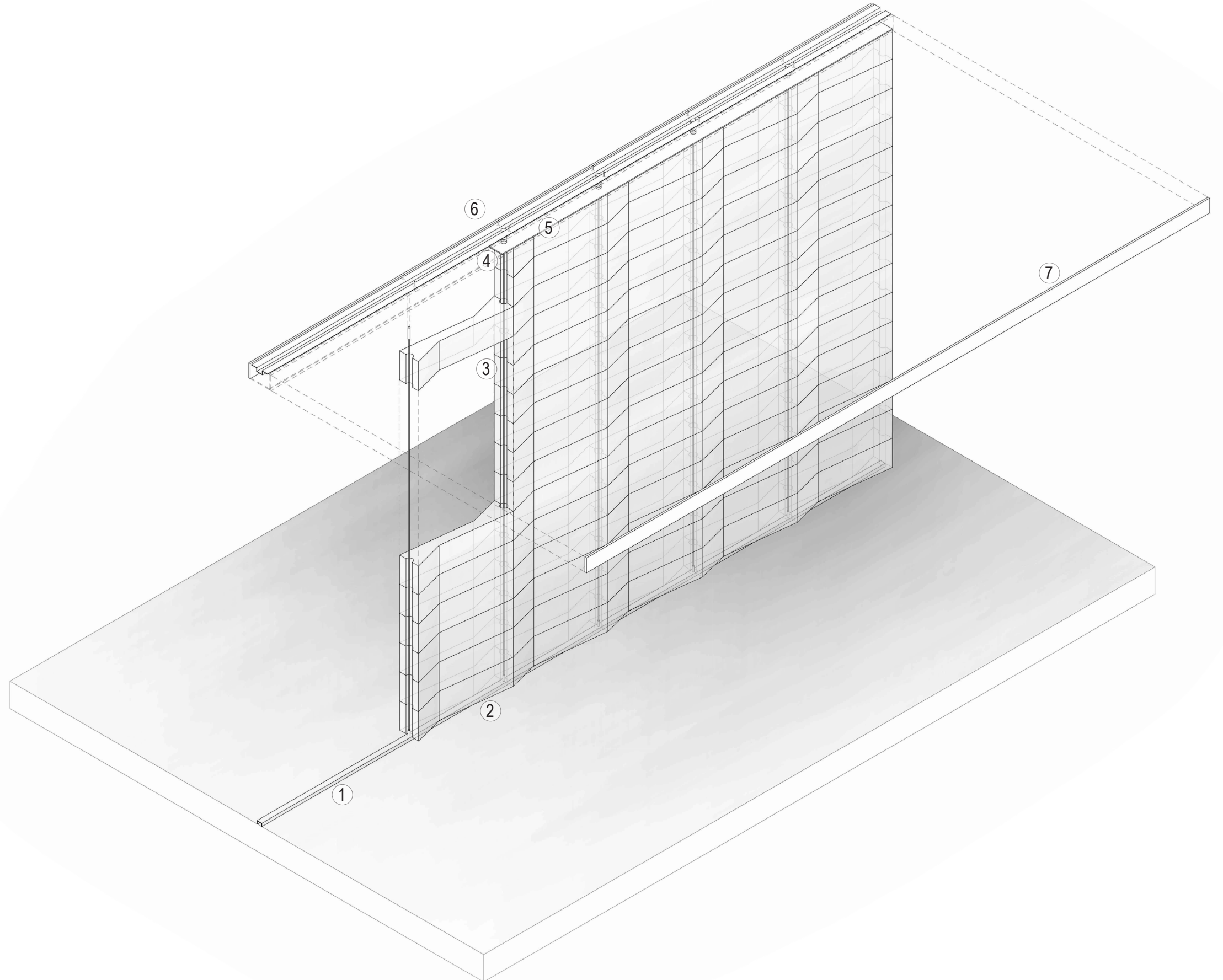


.....

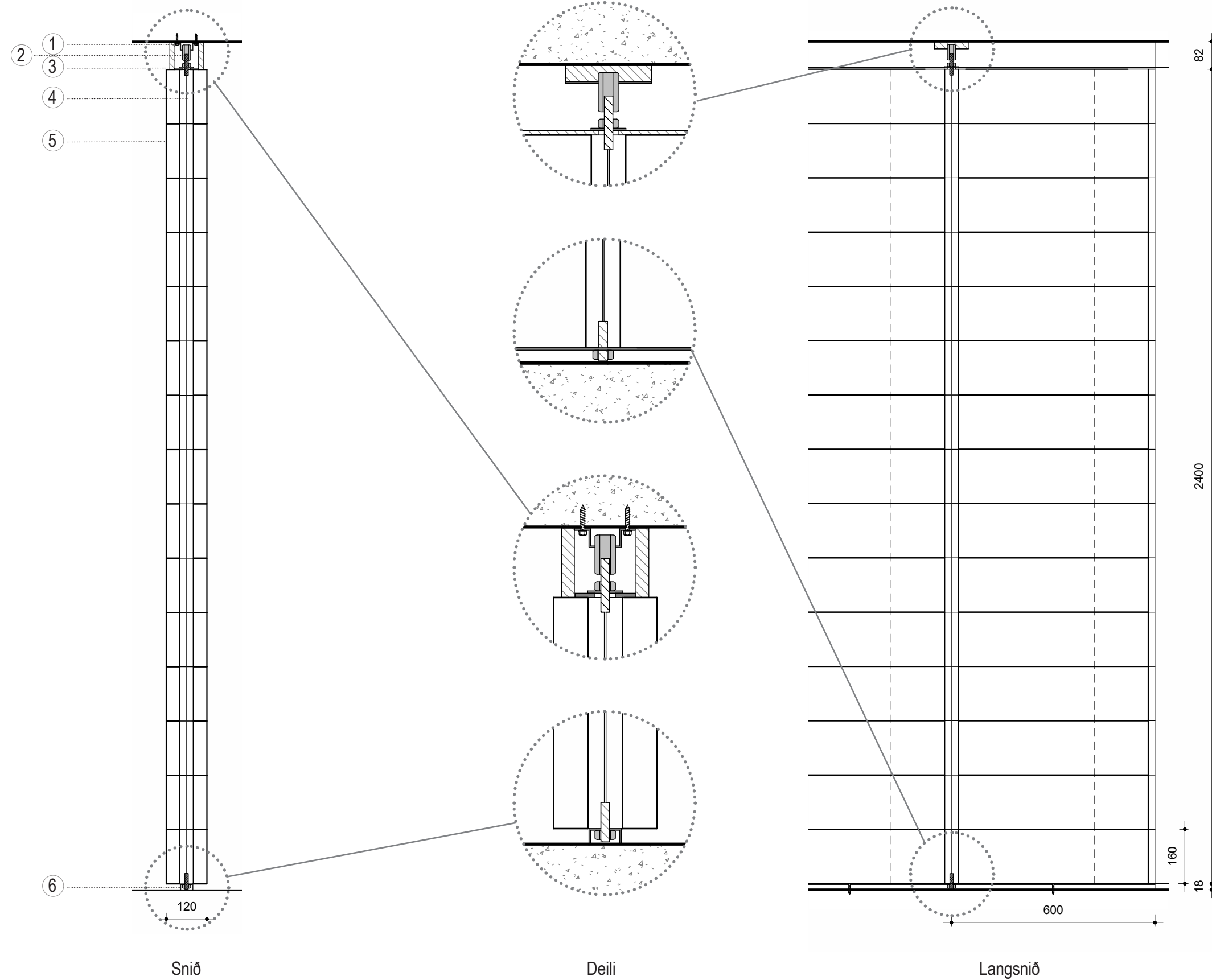


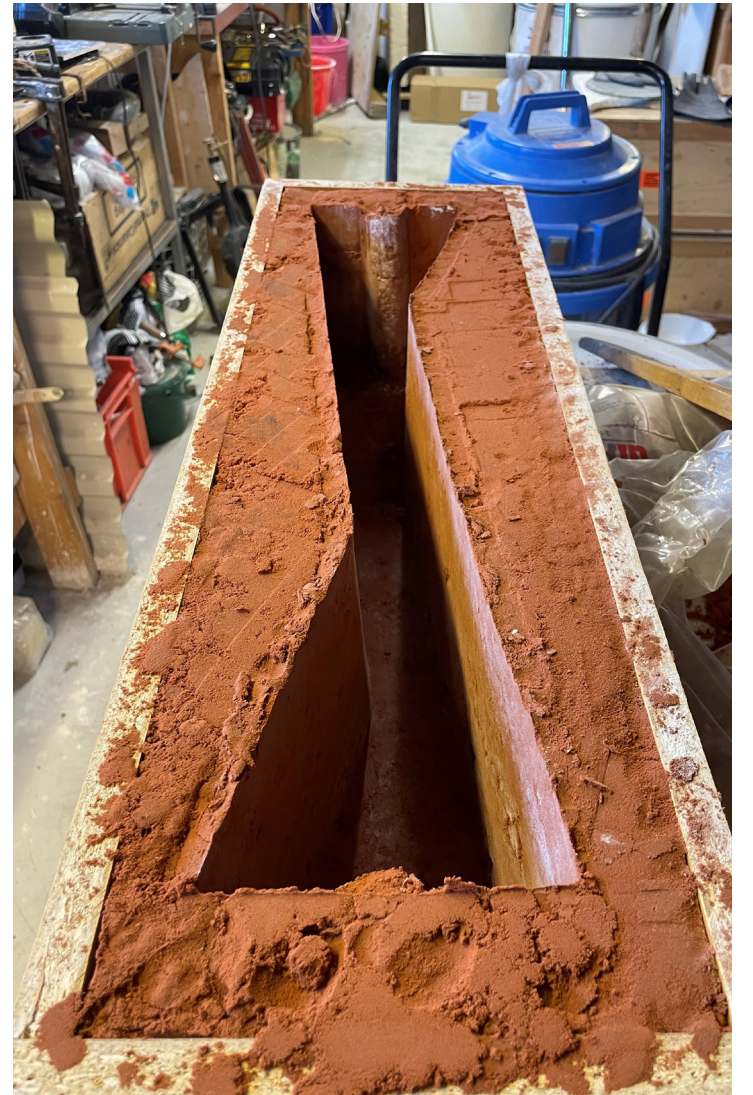
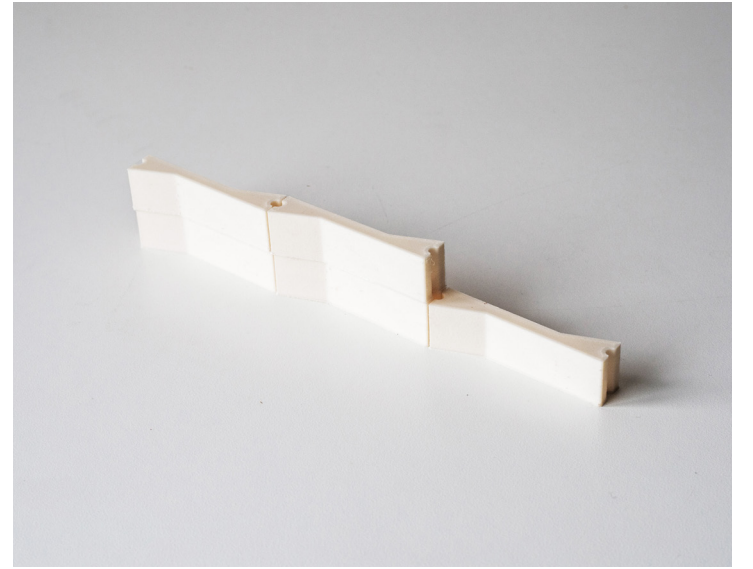
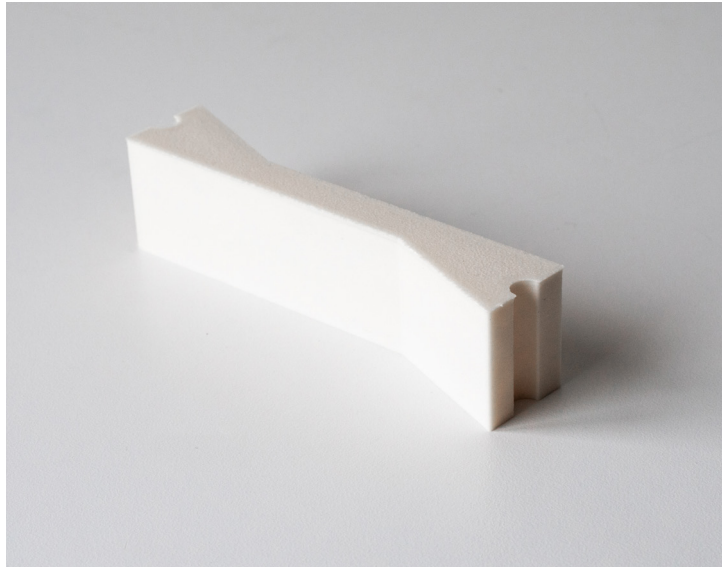
GLERVEGGUR

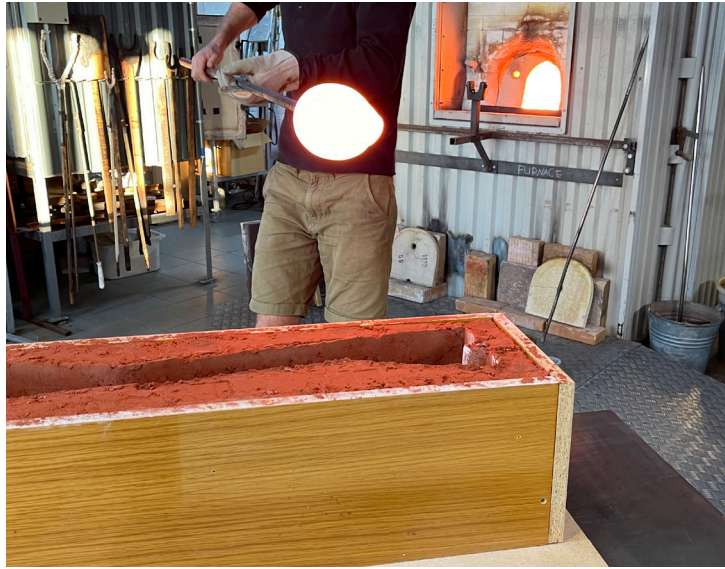
- 1 Prófíll er festur við gólfplötu
- 2 Stálvírar með skrúfteinum á báðum endum eru festir í prófílinn
- 3 Kubbum er raðað upp og liggja vírarnir lóðrétt milli kubba.
- 4 Við loft er plata lögð yfir kubbana og skrúfteinarnir ná í gegn.
- 5 Hert að plötu með ró og veggurinn pressaður lóðrétt saman og herðist.
- 6 Tengiró tyllir skrúftein í prófíl sem skrúfast við loftplötu og skorðar vegginn.
- 7 Við loft er lokað að báðum megin með listum sem skrúfast saman.



- 1 Stálprófill
- 2 8x30 tengiró
- 3 12mm listar
- 4 2mm stálvír með 8mm skrúfteinum
- 5 600x160mm glerkubbur, óreglulegur í stærð
- 6 Stálprófill







UMHVERFISÁHRIF FRAMLEIÐSLU

Hefðbundnir glerveggir bjóða upp á nútímalegt útlit í ýmsum stærðum, gerðum og litum. Þeir eru góðir til þess að hleypa náttúrulegu ljósi inn í rými og veita oft góða hljóðeinangrun.

Framleiðsla á hefðbundnu gleri er orkufrek og bræðsluferli oft með óendurnýjanlegum orkugjöfum. Þær gerðir af glerjum sem notaðar eru í þessa vegg er oft ekki hægt að endurvinna auðveldlega og geta því stuðlað að frekari úrgangsmýndun.

Glerveggur hringrásarveggjarins er unnin úr endurunnu gleri sem dregur úr þörfinni fyrir nýtt hráefni og það er brætt í rafmagnsofnum sem knúnir eru af endurnýjanlegum orkugjafa á Íslandi og veggurinn þræddur saman með þunnu, endurnotanlegu stálvírakerfi.

Kolefnisspor hefðbundinna glerveggja með álgrindarkerfi er breytilegt eftir framleiðslu- og flutningasaðferðum, áætlað um 40 kg CO2/m².

Í samstarfi við Anders var hægt að framleiða glerkubba úr aukaafurðum frá hans glerframleiðslu með fjölnota mótum.

Kolefnisspor hringrásarveggjarins úr gleri er umtalsvert lægra en hefðbundinna glerveggja vegna notkunar á endurunnum efnum og endurnýjanlegri orku í framleiðslu. Það að hafa ekki álgrindarkerfi heldur lágmarks stálvírasamsetningar dregur enn frekar úr kolefnissporinu. Áætlað kolefnisspor er um 7 kg CO2/m², sem endurspeglar sjálfbært framleiðsluferli.

Kolefnisspor hringrásarveggjar úr gleri er um 7 kg CO2/m² en kolefnisspor hefðbundins glerveggjar er um 40 kg CO2/m².

HEFÐBUNDINN GLERVEGGUR

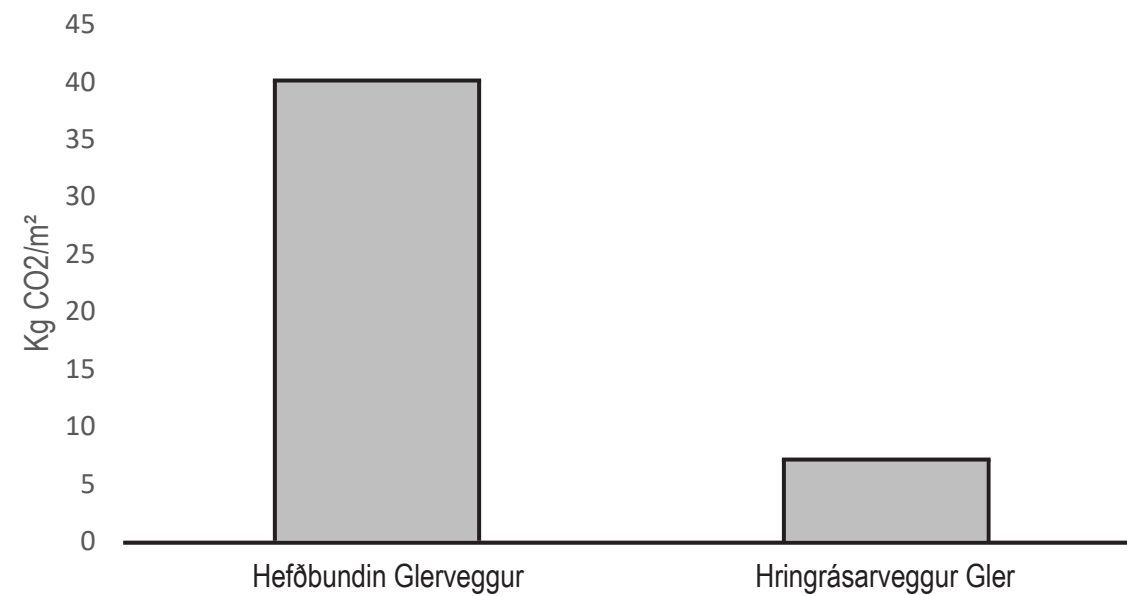
- u.þ.b. 40 kg CO2/m²
- Framleiðsla notar ný glerefni oft ásamt álkerfi
- Ekki auðvelt að endurvinna
- Staðlaðar stærðir
- Framleiðsluferli mynda úrgangsefni

HRINGRÁSARVEGGUR GLER

- u.þ.b. 7 kg CO2/m²
- Framleitt úr endurunnu gleri með stálvírakerfi
- Hannað með endurnotkun í huga
- Sveigjanleg notkun og stærðir
- Nýtir efni sem annars væru send erlendis

Hringrásarveggur úr gleri er sjálfbær valkostur sem nýtir endurunnin efni og endurnýjanlega orku í sína framleiðslu.

Samanburðargraf



Hefðbundnir glerveggir standa oft frammi fyrir áskorunum í endurvinnslu og stöðluðum stærðum á meðan hringrásarveggurinn úr gleri nýtir endurunnið gler og sveigjanlega hönnun sem auðveldlega er hægt að færa til. Ásamt því að engu er bætt við glerið og því einnig hægt að endurvinna kubbana.

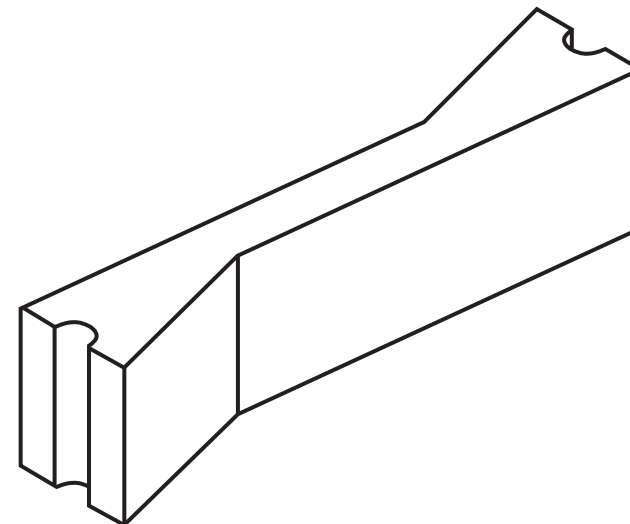
Hringrásarveggurinn úr gleri er umhverfismeðvitaður valkostur með umtalsvert minna kolefnisspor samanborið við hefðbundna glerveggi. Áherslan á endurunnið efni, samvinnu og ígrundaða hönnun endurspeglar sveigjanlega, sjálfbæra vöru.



Glerveggurinn er 100% endurunninn, fjölbreyttur veggur sem hægt er að endurnota í sífellu.

NÆSTU SKREF

- Setja upp prótótypu af heilum vegg og mæla hljóðgæði og reykþéttingu
- Útfæra betra framleiðsluferli með fjöldaframleiðslu í huga
- Kostnaðargreina
- Finna lausn fyrir stamt efni, lím eða sílikon á milli kubbanna til að skorða kubba við uppsetningu og bæta hljóðvist veggjarins.
- Skoða möguleika fyrir frágangslista, t.d. plastplan, pappa eða timbur sem fellur til



3 STEYPUVEGGUR



EFNISUPPLÝSINGAR

Veggjagerð 3 eru staflanlegir steypukubbar með fylliefni úr endurunnninni steypu.

Steinsteypa er algengasta byggingarefnið á Íslandi og eitt mest notaða byggingarefni heims með árlega framleiðslu metna á milljarða tonna. Á eftir vatni er steypa mest notaða efni jarðarbúa. Steypu fylgir gríðarlega hátt kolefnisspor vegna þess hve mikið sement hún inniheldur. Steypa og önnur sementsblönduð efni eru talin bera ábyrgð á 5-8% kolefnislosunar heimsins og ber sement ábyrgð á um 90% af kolefnisspori steinsteypu. Hægt er að drýgja magn sements í nýrri steypu með íblöndunarefnum úr gamalli steypu en núna er gömul steypa almennt urðuð frekar en endurnýtt.

Steypa hefur lengi verið undirstaða byggingariðnaðarins, þekkt fyrir sína styrkleika, endingargetu og sveigjanleika í notkun. Steypa er notuð í allt frá íbúðarhúsnæði til innviða stóriðju.

Í samtali við Kai Westphal hjá Steypustöðinni kom fram að það er ekki endalaust af fylliefni til í námum m.a. í kringum höfuðborgarsvæðið en á meðan er sífellt verið að farga steypu í Bolaöldu sem væri hægt að nýta í nýja steypa vegg. Nauðsynlegt er að finna farveg fyrir fargaða steypu. Jafnvel þarf að banna förgun á steypu sbr. banni á förgun malbiks, veita fjárhagslega hvata þegar steypa er endurnýtt eða setja hátt gjald á förgun steypu til þess að breyta núverandi aðstæðum.

Steypa í kubbum hringrásarveggjarins inniheldur fylliefni úr endurunni steypu og úrgangsefnum úr námu- og jarðvarmaiðnaði auk þess sem stuðst verður við umhverfisvænna bindiefni en hefðbundið sement. Með þessu móti má minnka námugróft og hlutfall sements í steypunni.

Þegar hús er rífið er öll steinsteypa hreinsuð af járnnum og lífrænum efnum. Með tækjum líkt og mala námuefni er steypan mulin í heppilega stærð og notuð sem íblöndunarefni.



Á eftir vatni er steypa mest notaða efni jarðarbúa og ber sement ábyrgð á 90% af kolefnisspori steinsteypu. Um 5-8% af allri kolefnislosun heimsins má rekja til sementsframleiðslu.



Vandinn við að nota gamla steypu sem fylliefni er að hún hefur mismikið magn af virku sementi og því ekki hægt að vita hversu hátt hlutfall af sementi þarf að nota á móti. Vegna þessara hindrana hefur Rockpore unnið að því að staðla fylliefni í steypu sem innihalda meðal annars gamla steypu.

Þegar steinsteypa er endurnýtt hér á landi er hún nánast eingöngu notuð í landfyllingar, þar sem það telst of kostnaðarsamt að endurvinnna hana. Oftast er steypu því fargað í Bolaöldu. Á Íslandi er töluvert ódýrara að farga steypu en í öðrum löndum Evrópu, á meðan förgun steypu hérlandis kostar um 5 evrur á m³ þá kostar slíkt um 50-75 evrur á m³ erlendis. Sem dæmi um möguleika til notkunar á endurunni steypu má nefna ífylliefni í nýja steypu, landfyllingu í grunn húsa, beina notkun af söguðum plötum, byggingarkubba eða klæðningu úr sagaðri steypu. Það vantar fjárhagslega hvatningu, liðleika í reglugerðum eða hreint bann við förgun steypu til þess að ýta undir endurnotkun hennar.

MÖGULEIKAR

- Steypa er algengasta byggingarefni Íslands.
- Mikið magn af steypu er urðað hérlandis.
- Sement ber ábyrgð á 5-8% af kolefnislosun heimsins. Með steypumulning sem fylliefni má minnka hlutfall sements í steypu.
- Breytingar á sementshlutfalli hafa mikil áhrif á kolefnisspor steypu.
- Endurunna steypa inniheldur eingöngu ólífræn efni og er 100% endurvinnanleg.

ÁSKORANIR

- Steypuveggurinn er þungur sem skapar áskorun við tæknilegar útfærslur
- Prófanir á blöndum fylliefna og umhverfisvænni bindiefna eða sementsiauka eru enn á tilraunastigi
- Ódýrt er að farga steinsteypu sem hamlar viðtækari endurvinnslu hennar
- Vantar ferli fyrir gæðaprófanir á endurnýtttri steypu

FERLI

Efnisleit

Steypa er mest notaða byggingarefnið á Íslandi. Þrátt fyrir að steypa endist lengi er talsvert um niðurrif steyptra bygginga og því er gríðarlegu magni steinsteypu fargað árlega. Á vinnufundum voru allir sammála um mikilvægi þess að finna steypu sem fellur til frá niðurrifnum byggingum betri farveg. Dæmi eru um að verktakar, við niðurrif bygginga, vilji nota eða endurvinnna steypu til nýbygginga en skortir til þess nauðsynleg leyfi. Slíkt hefur í för með sér óheppilega sóun á mögulegum auðlindum.

Þrátt fyrir að steypa tákni að mörgu leyti hefðbundnar byggingaraðferðir, þá á sér stað talsverð nýsköpun í steypu í átt að sjálfbærari lausnum. Vegna þess hversu víðtæk notkun steypu er, skiptir hver nýsköpun í samsetningu og notkun miklu máli fyrir umhverfið. Notkun á aukaafurðum frá iðnaði, svo sem flugaska og slag, sem bindiefni, hefur dregið úr kolefnisspori steypu ásamt því að ný tækni eins og steypa sem bindur koltvísýring CO2 í sig meðan hún harðnar, dregur enn frekar úr umhverfisáhrifum.

Helstu hindranir fyrir víðtækari endurvinnslu eða endurnotkun steypu eru skortur fjárhagslegra hvata eða sveigjanleika í reglugerðum sem orsaka að förgun steypu er ákjósanlegri en endurvinnsla hennar. Breytingar á stefnu og efnahagslíkönum gæti stuðlað verulega að endurnýtingu steinsteypu og haft mikil áhrif á sjálfbærni byggingariðnaðar á Íslandi.



Samstarf

Hringrásarveggurinn hefur verið í samstarfi við Steypustöðina, Rockpore og Gerosion um lausnir á steypublöndum og framleiðslugetu.

Aðeins er hægt að endurvinnna steypu svo lengi sem náttúruleg og endurvinnanleg efni eru notuð og var því frauðplast útilokað til léttingar steypunnar. Aftur á móti er hægt að hanna steypuna þannig að loft verður meira og rúmþyngd steypunnar þannig lækkuð. Endurunnin steypa getur orðið allt að 75% af heildarrúmáli nýrrar steypu en að auki þarf að nota vatn og bindiefni, svo sem sement, til þess að búa til nýja steypu. Stefnan er að framleiða kubbana, og farið hefur verið í gegnum það hvað kubbarnir geti verið stórir fyrir helluvélarnar hjá Steypustöðinni til að vera hagstæðir til fjöldaframleiðslu, kostnaður við mótagarð og tegundir móta, ásamt því að finna hvaða steypublanda komi best út frá umhverfissjónarmiðum.

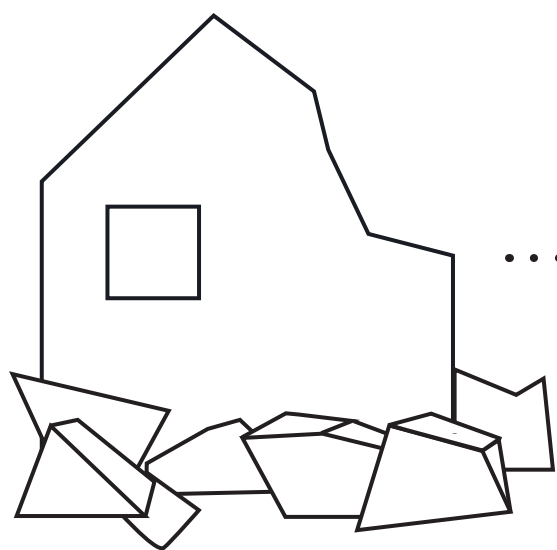
Endurunnin steypa hefur verið notuð sem fylliefni í nýja steypu í lengri tíma en vegna skorts á stöðlunar er erfitt að vita fyrirfram styrk steypu með endurunnum fylliefnum. Fyrirtækið Rockpore hefur þróað staðlað fylliefni í steypu úr gamalli steypu, glerúrgangi og úrgangs- og aukaafurðum úr námu- og jarðvarmaiðnaði. Með slíkum fylliefnum er hægt að stýra þyngd steypunnar og létta hana. Gerosion er að þróa næstu kynslóð bindiefna fyrir steypu þar sem nýttir eru úrgangsstrauma úr ýmsum geirum. Með slíkum bindiefnum má minnka kolefnisspor steypunnar enn frekar.

Hönnun

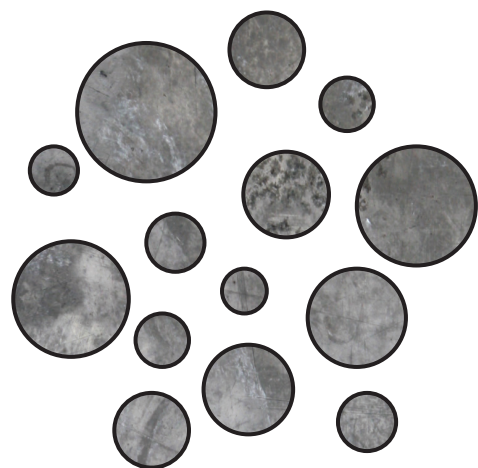
Útkoman er hlaðinn inniveggur úr steypukubbum sem staflast upp án notkunar líms eða múrs. Þannig má taka vegginn niður og reisa aftur á öðrum stað. Stálvírar með skrúfteinum á báðum endum liggja lóðrétt milli kubbanna og með því að herða að pressast veggurinn saman og nær styrk. Við loft skorðast veggurinn að stálprófil með tengiró. Minnka má efnisnotkun með því að hafa prófila eingöngu á þeim stöðum þar sem vírin kemur að gólfi og lofti.

Sigurjón Ólafsson hjá Jáverk og Bjarni Grétar Jónsson hjá Eflu veittu mikilvæga ráðgjöf varðandi tæknilegar útfærslur, burðarþol, gæði og hvernig samsetning væri ákjósanleg fyrir uppsetningu slíks veggjar á verkstað.

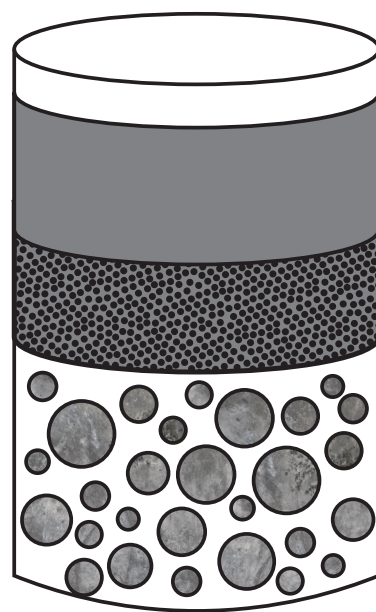
Form kubbanna tók mið af því að auðvelt væri að stafla þeim upp og tengja saman með vír en einnig að þeir gætu verið fjöldaframleiddir með þeim þeim tækjabúnaði sem til er hjá Steypustöðinni. Vegna þess hve fylliefnin eru létt geta kubbarnir verið stærri en hefðbundnir steypukubbar. Steypukubbarnir eru holir að innan til að létta þá enn frekar ásamt því að götin rúma vírana sem ganga í gegnum vegginn. Verið er að kostnaðarmeta vegginn og tryggja að hann sé hæfur til fjöldaframleiðslu.



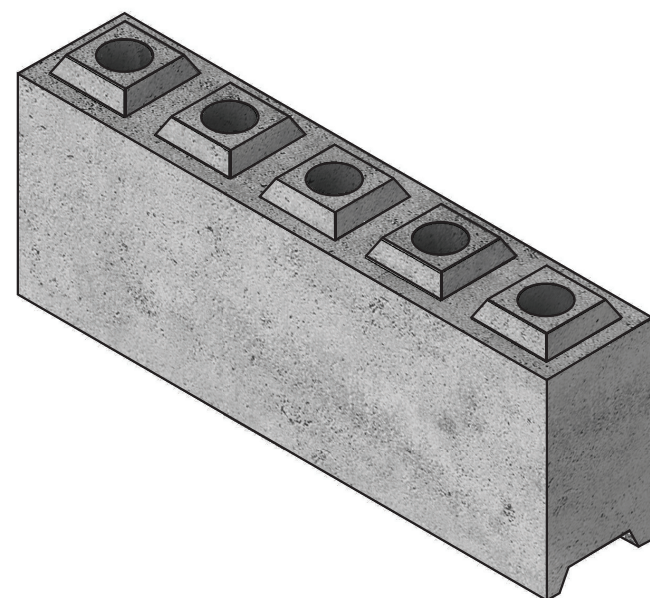
.....



.....

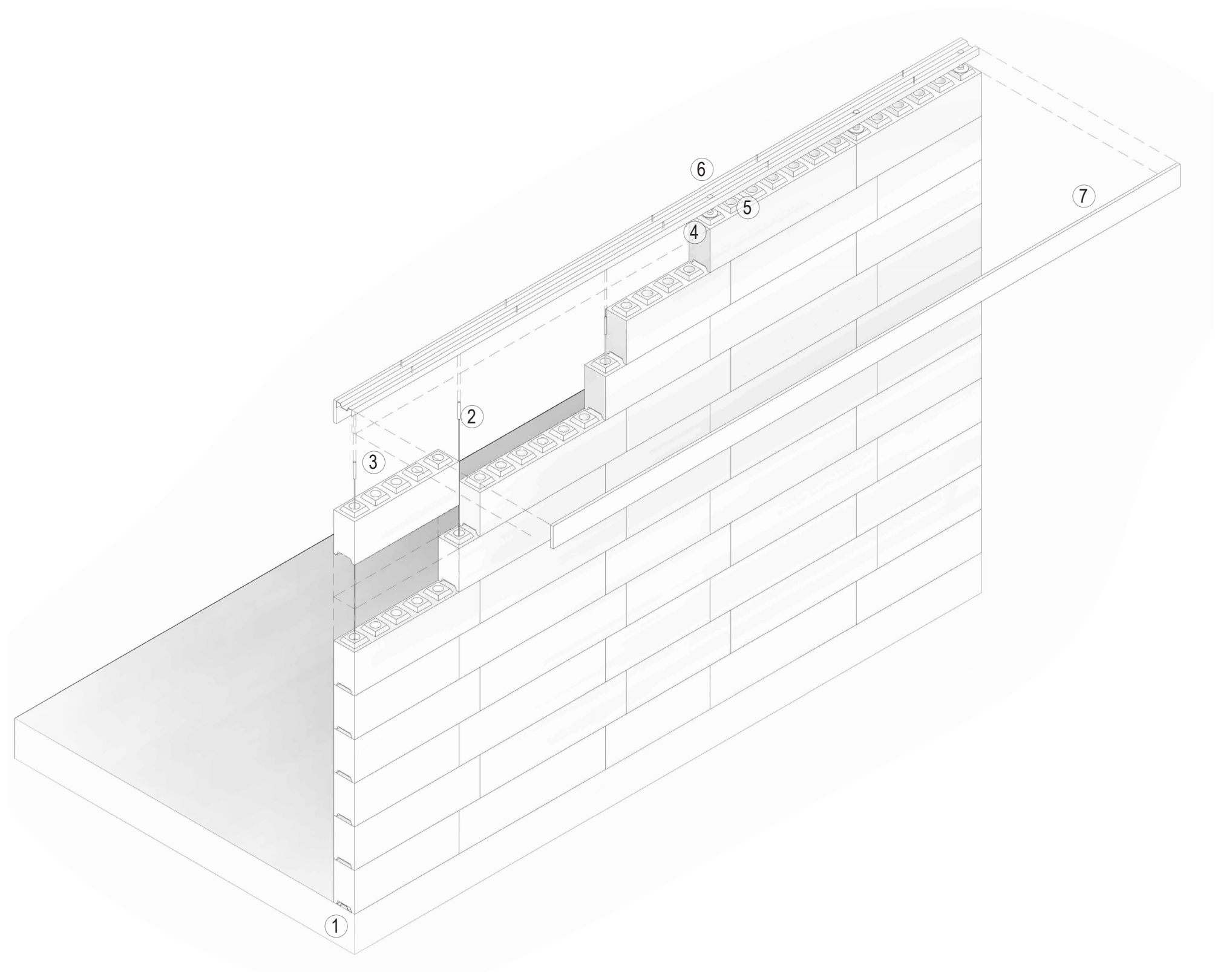


.....

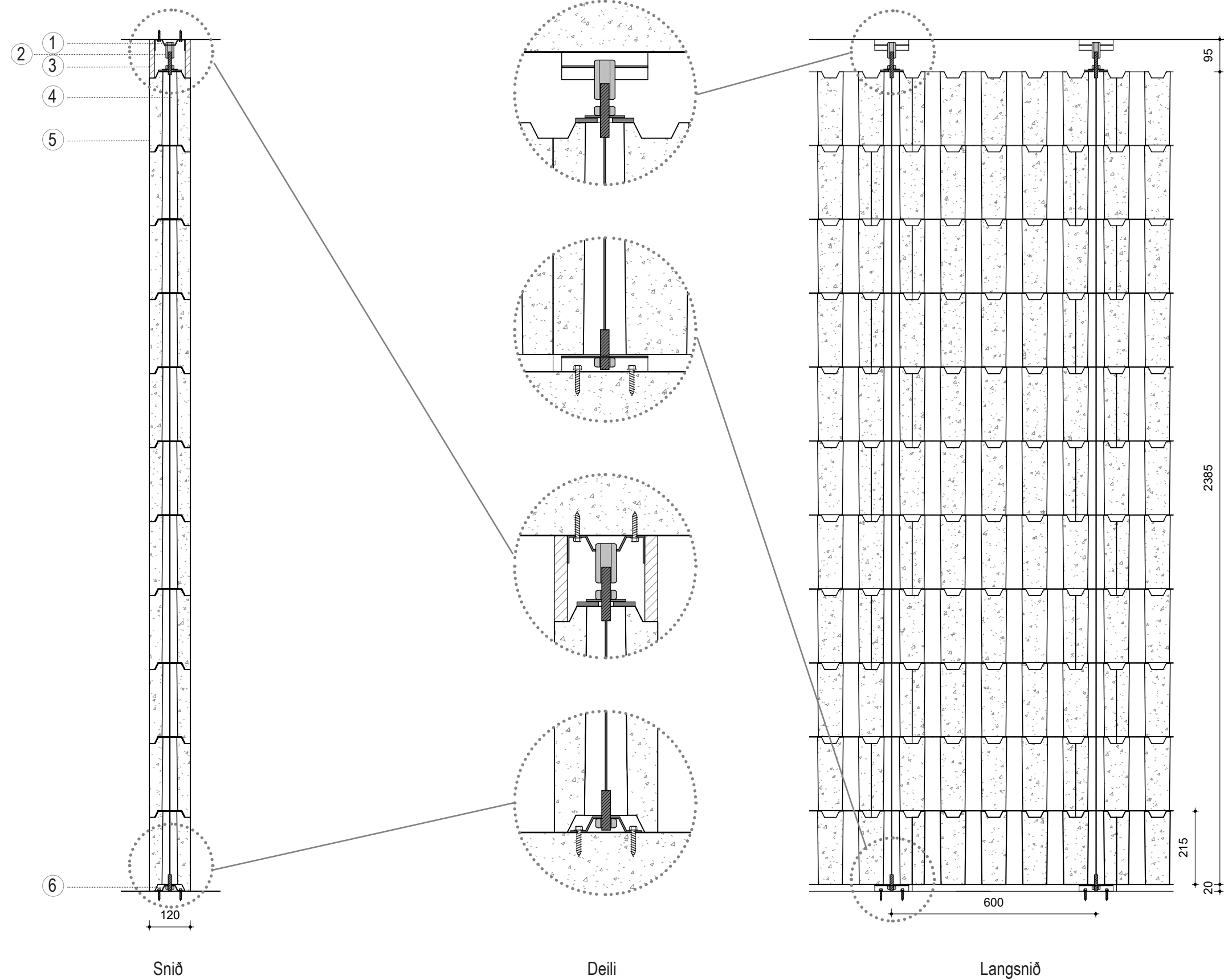


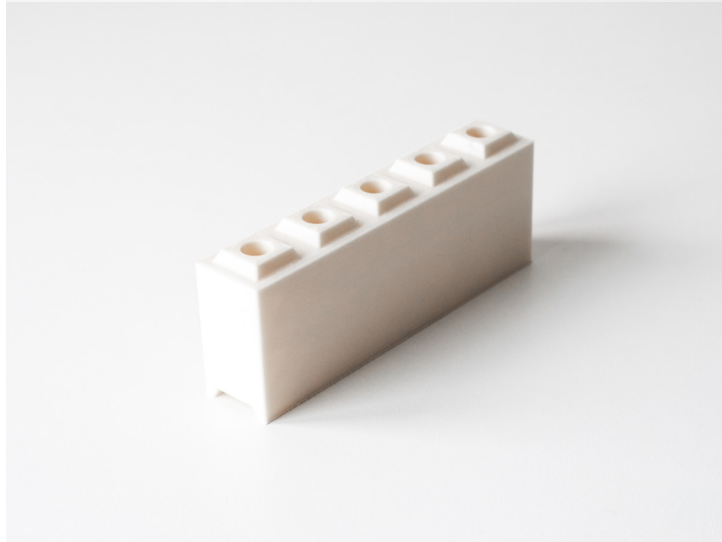
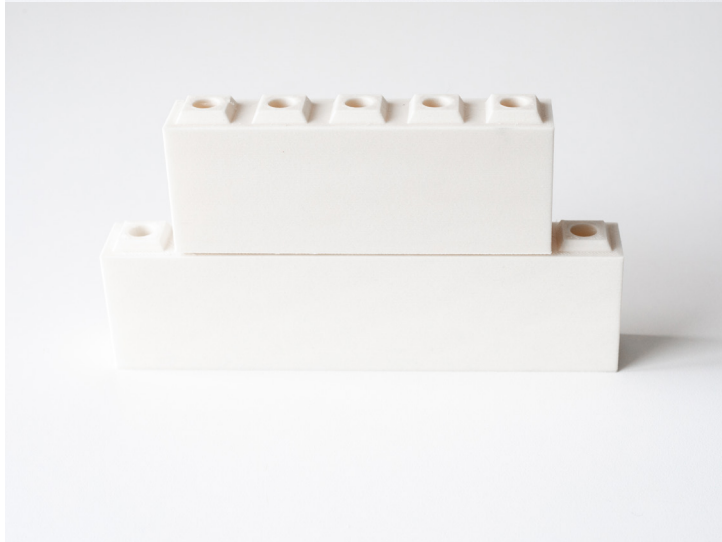
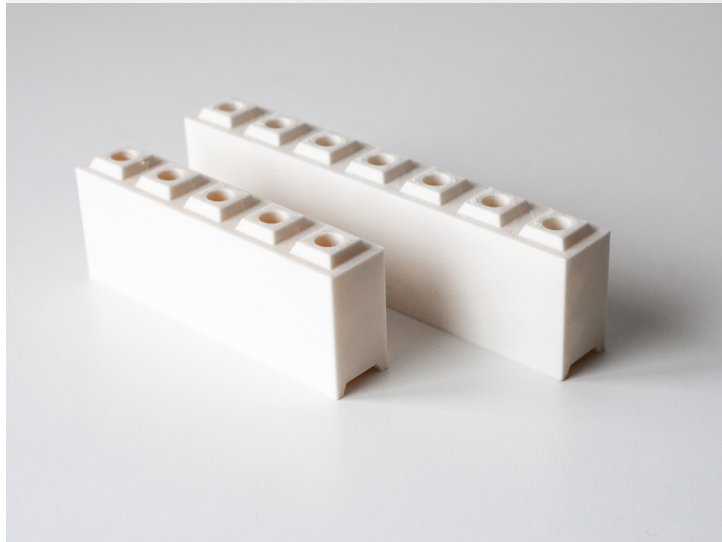
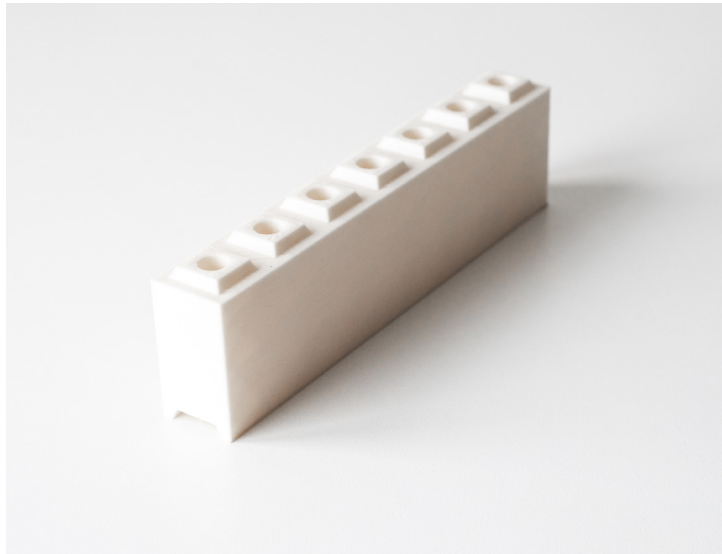
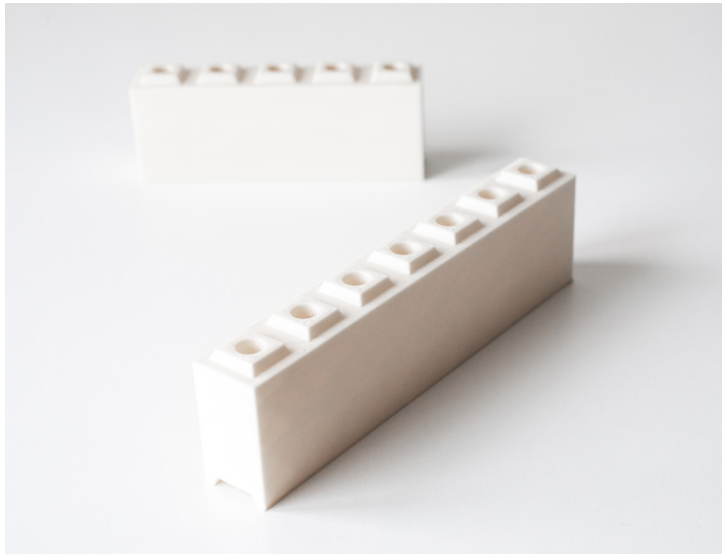
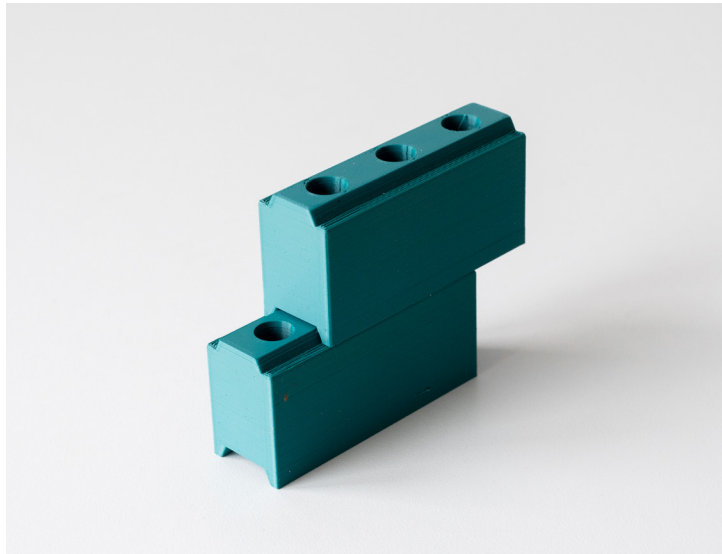
STEYPUVEGGUR

- 1 Prófíll er festur við gólfplötu þar sem skrúfteinar munu koma upp
- 2 Stálvírar með skrúfteinum á báðum endum eru festir í prófílana.
- 3 Eftir því sem veggurinn er byggður upp er vírinn dreginn upp í gegnum götin í kubbunum.
- 4 Við loft er skífa lögð yfir gatið á kubbunum og skrúfteinarnir ná í gegn.
- 5 Hert að skífu með ró og veggurinn pressaður lóðrétt saman og herðist.
- 6 Tengiró tyllir skrúftein í prófíl sem skrúfast við lofta plötu og skorðar vegginn.
- 7 Við loft er lokað að báðum megin með listum sem skrúfast saman.



- 1 Stálprófill
- 2 8x30 tengiró
- 3 12mm listar
- 4 2mm stálvír með 8mm skrúfteinum
- 5 600x235mm steypukubbur
- 6 Stálprófill





UMHVERFISÁHRIF FRAMLEIÐSLU

Steypa er byggingarefni sem er mikið notað og ekki að ástæðulausu, þar sem steypa hefur marga góða kosti:

- Góð ending - steinsteypa er mjög endingargóð og þolir slit, þrýsting og skemmdir.
- Eldþol - steyptir veggir eru eldheldir, auka þannig öryggi.
- Hljóðeinangrandi - steinsteypa veitir góða hljóðeinangrun.
- Lítið viðhald - steyptir veggir þurfa lágmarks viðhald á líftíma sínum.

Sement er verulega veigamikill þáttur í losun CO₂ í framleiðsluferli steypu og því er mikilvægt að lækka kolefnisspor þess til að steypa verði umhverfisvænni kostur. Umhverfisáhrif af því að reisa steyptan innivegg með áætlaðri greiningu á kolefnisspori fyrir staðlaðan steinsteyptan innivegg á Íslandi er um það bil 70 kg CO₂/m².

Í samvinnu við Gerosion og Rockpore er hægt að ná fram umtalsverðri lækkun kolefnisspors. Eðlisþyngd Rockpore fylliefnisins getur verið frá sirka 0.5 upp í ~1.8, og getur náð styrk sem leyfir notkun í C55. Þetta þýðir að kubbaeiningarnar geta verið töluvert léttari en með notkun hefðbundinnar steypu. Með notkun AISiment bindiefnis Gerosion, er um ~70% lægra kolefnisspor miðað við hefðbundið sement. Blandan byggist á úrgangi úr stáliðnaði og efni úr íslenskri náttúru.

Áætlað kolefnisspor hringrásarveggjar úr steypu er um það bil 18 kg CO₂/m².

Kolefnisspor hringrásarveggjar úr steypu er um 18 kg CO₂/m² en kolefnisspor hefðbundins steypuveggjar er um 70 kg CO₂/m².

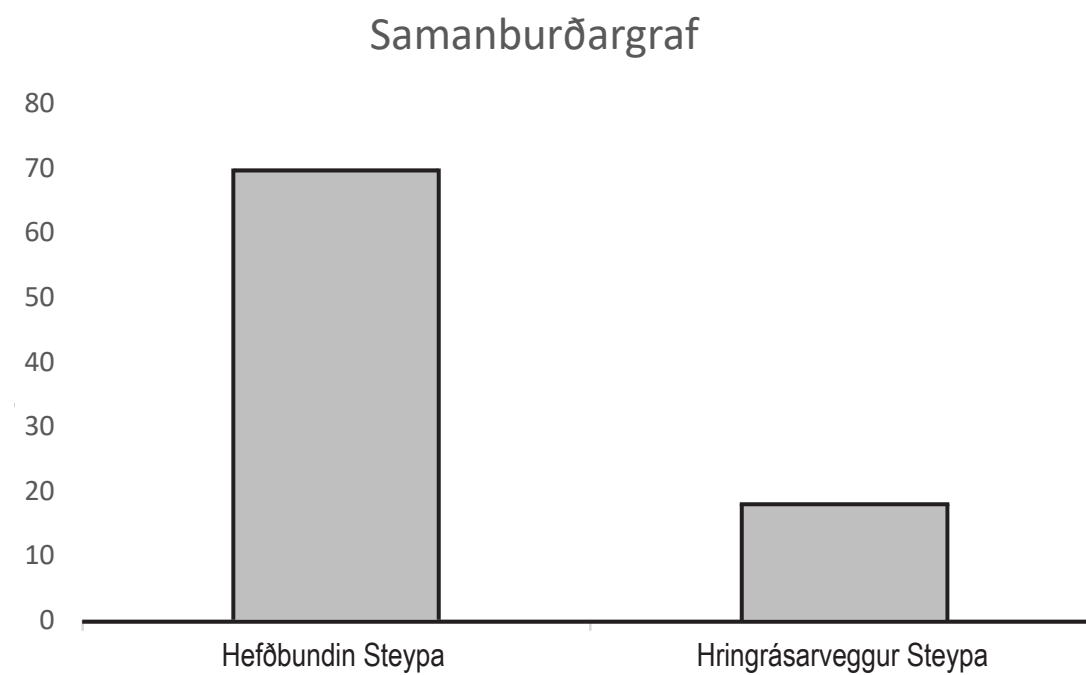
HEFÐBUNDINN STEYPUVEGGUR

- u.þ.b. 70 kg CO₂/m²
- Framleitt úr nýjum efnum
- Notar járnabindingar
- Endanlegur, takmarkaður líftími
- Þungt efni
- Mikil umhverfisáhrif
- Fagmenn setja upp vegg

HRINGRÁSARVEGGUR STEYPA

- u.þ.b. 18 kg CO₂/m²
- Framleiðsla notar úrgangsefni
- Notar þunnt stálvírakerfi
- Hringrásarnotkun
- Léttara efni
- Takmörkuð umhverfisáhrif
- Auðveld uppsetning

Steypukubbarnir eru með lágt kolefnisspor, hönnun sem stuðlar að sveigjanlegri notkun og eru umhverfisvænni en hefðbundinn steypuveggur.



Steypuveggurinn úr kubbum er með lækkað kolefnisspor og nýtir úrgang úr stáliðnaði. Ásamt því er steypuveggurinn úr kubbum sem er hægt að setja upp og taka niður eftir þörfum og breytingum og hefur því töluvert lengri líftíma en hefðbundinn veggur sem er endanlegur á þeim stað sem hann er byggður upphaflega. Veggurinn er settur saman af kubbum sem ein manneskja getur ráðið við án annara tækja og tóla.

Notkun á lágkolefnissementi í steypukubbum, ásamt þunnu stálvírakerfi í stað járnabindingar, dregur verulega úr kolefnisspori veggjarins.

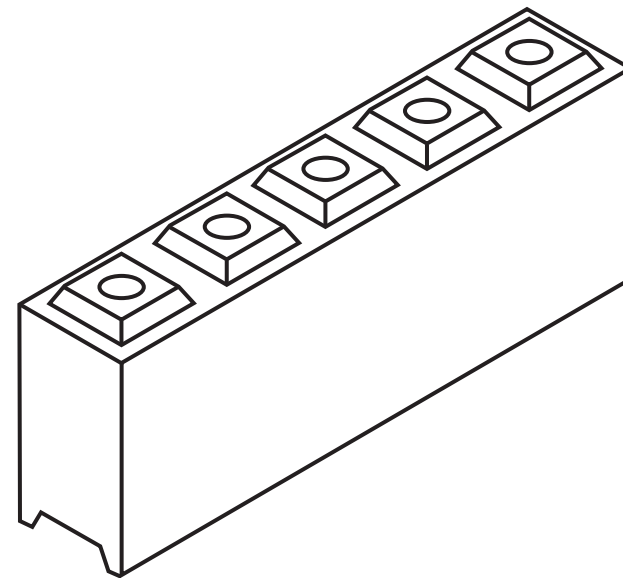
Í samstarfi við Steypustöðina voru kubbarirnir aðlagðir að stærð og lögun til að gera framleiðsluna enn hagstæðari til fjöldaframleiðslu.



Steypuveggurinn nýtir stærsta úrgangsstraum byggingariðnaðarins, er fjölbreyttur og einfaldur í uppsetningu.

NÆSTU SKREF

- Setja upp prótótýpu af heilum vegg og mæla hljóðgæði og reykþéttingu
- Klára kostnaðarmat
- Stefnt að frekari samstarfi við Steypustöðina, Rockpore og Gerosion
- Þróa ferli til að mæla virkt sementsmagn og óæskileg efni í endurnýtttri steypu
- Skoða nánar þéttingar milli kubbanna til að bæta hljóðvist veggjarins.



Umhverfis-, orku- og loftslagsráðuneytið
Borgartúni 26
105 Reykjavík
urn@urn.is

Basalt Arkitektar
Grandagarður 14, 101 - Reykjavík
+354 515 1400 / svar@basalt.is
www.basalt.is

EFLA
Lyngháls 4, 110 - Reykjavík
+354 412 6000 / efla@efla.is
www.efla.is

Jáverk
Gagnheiði 28, 800 - Selfoss
+354 480 1700 / javerk@javerk.is
www.javerk.is