The background of the entire page is a photograph of broken concrete and exposed rebar, suggesting a demolition or construction site. A semi-transparent white vertical bar is positioned on the left side of the page, containing the title and logos.

Kortlagning og leiðbeiningar um nýtingarmöguleika byggingarúrgangs



GRÆNNI
BYGGÐ
GREEN BUILDING
COUNCIL ICELAND

VSÓ RÁÐGJÖF

Kortlagning og leiðbeiningar um nýtingarmöguleika byggingarúrgangs

Unnið af

VSÓ Ráðgjöf

Borgartúni 20, 105 Reykjavík

www.vso.is

Unnið fyrir

Gefið út af Grænni byggð í samstarfi við Húsnæðis- og mannvirkjastofnun,
með styrk frá umhverfis-, orku- og loftslagsráðuneytinu.

Ljósmyndir á forsíðu og heilsíðumyndir:

© Helgi Vignir Bragason
[instagram.com/helgi.vignir](https://www.instagram.com/helgi.vignir)
helgivignir.is

Desember 2022, 1. útgáfa.

Efnisyfirlit

1	Orðskýringar	2
2	Inngangur	3
3	Byggingariðnaðurinn	5
3.1	Hringrásarhagkerfið	5
3.2	Úrgangsstefna	6
3.3	Regluverk	7
4	Helstu straumar byggingarúrgangs	9
4.1	Kolefnisspor úrgangsflokka	9
4.2	Niðurstöður greiningar á byggingarúrgangi	10
4.3	Efni	12
5	Leiðbeiningar fyrir framhaldslíf	14
5.1	Endurnotkun	14
5.2	Endurvinnsla	14
5.3	Endurnýting	15
5.4	Einingakerfi	15
5.5	Steinefni	16
5.6	Málmar	18
5.7	Timbur	18
5.8	Efni sem má ekki endurnota	20
6	Geymslu- og endursölustaðir	22
6.1	Viðeigandi geymslusvæði	22
6.2	Deilihagkerfi	22
6.3	Endursölustaðir	22
6.4	Urban mining	22
6.5	Tækifæri fyrir nýtt auðlindatorg	22
7	Lokaorð	23
8	Heimildir	24
9	Myndaskrá	25

Samantekt

Byggingariðnaðurinn, í samvinnu við stjórnvöld, hefur sett markmið um að draga úr árlegri kolefnislosun bygginga á Íslandi um 43% fyrir árið 2030, í samanburði við viðmiðunarár. Stefnt er að því að innleiða hugmyndafræði hringrásarhagkerfisins í byggingariðnaði þ.a. verðmæti byggingarefna rýrni sem minnst og komast þannig nær sjálfbæru samfélagi. Í Vegvísi að vistvænni mannvirkjagerð 2030, gefinn út af samstarfsverkefninu Byggjum grænni framtíð, er sett markmið um að draga úr magni byggingar- og niðurrifsúrgangs á hvern byggðan fermetra um 30%. Ein af þeim aðgerðum sem hefur verið sett til að ná þessu markmiði er aðgerð 4.2. Kortleggja og gera leiðbeiningar um nýtingarmöguleika mismunandi byggingarúrgangs.

VSÓ Ráðgjöf vann greiningu á helstu straumum byggingarúrgangs fyrir Grænni byggð ásamt leiðbeiningum um hvernig auka megi endurnotkun, endurvinnslu og endurnýtingu; minnka förgun byggingarefna og viðhalda verðmætum í virðisikeðjunni. Greiningin fólst í að skoða magn (kg) annars vegar og losun gróðurhúsalofttegunda (CO₂-ig) hins vegar frá helstu tegundum byggingarefna. Verkefnið afmarkast við byggingar- og niðurrifsúrgang sem fellur til við framkvæmdir, að undanskildum jarðvegi og malbiki. Greiningin er byggð á raungögnum frá verktökum fyrir nýbyggingarverkefni en gögn fyrir niðurrif eru byggð á magntölum í endurnotkunaráætlunum. Þar sem gögnin byggja á úrtaki þarf að taka niðurstöðunum með fyrirvara.

Niðurstaða greiningarinnar leiddi í ljós að mikill munur er á úrgangsmýndun vegna nýbygginga og niðurrifs en stærstu straumar úrgangs voru þeir sömu, steinefni, timbur og málmar. Fyrir áðurnefnda flokka skiptist hlutfallið eftir þyngd í nýbyggingarframkvæmdum þannig: timbur 36%, steinefni 24% og málmar 11%. Í niðurrifi var skiptingin eftir þyngd úrgangs: steinefni 91%, málmar 5% og timbur 1,4%. Þegar losun gróðurhúsalofttegunda var skoðuð var 64% af losun í nýbyggingarframkvæmdum vegna óflokkaðs úrgangs en í niðurrifsúrgangi 65% vegna steinefna.

Í framhaldi af greiningunni er fjallað um framtíðar farvegi úrgangs m.t.t. endurnotkunar, endurvinnslu og endurnýtingar og sett fram dæmi og leiðbeiningar fyrir framhaldslíf helstu flokka úrgangs. Suma hluti í byggingum er auðvelt að fjarlægja og endurnota, s.s. hreinlætistæki og hurðir, en vanda þarf niðurrif svo efni megi haldast heil. Ef ekki er hægt að endurnota byggingarefni þá er mælt með að endurvinnna úr hráefnum þeirra eða endurnýta á einhvern hátt. Til að endurnota byggingarefni á stórum skala þyrfti að koma upp auðlindatorgi með miklu geymslusvæði til að geyma byggingarefni. Einnig þarf að vera hægt að auglýsa fyrirhugað niðurrif bygginga með góðum fyrirvara.

Til að viðhalda byggingarefnum í hringrásarhagkerfi er nauðsynlegt að vita efnisinnihald og aðrar tæknilegar upplýsingar um efni. Í þessu samhengi hefur komið upp umræða um efnisvegabréf (e. Material Passport) sem geyma upplýsingar um efni í byggingum, tæknilega eiginleika, upplýsingar um endurnotkunar- og/eða endurvinnsluhæfni þeirra og umhverfisáhrif. Handbók hússins gæti spilað hlutverk í að halda utan um byggingarefni og magn þeirra í byggingum sem auðveldar endurnotkun efna.

Þakkir

Verkefnið var unnið með styrk frá umhverfis-, orku- og loftslagsráðuneytinu.

Við viljum þakka þeim sem aðstoðuðu við gerð greiningarinnar, bæði hvað varðar gagnaöflun og þeim sem gáfu sér tíma til að miðla sinni þekkingu og reynslu á byggingarúrgangi.

- Eykt
- Ístak
- Jáverk
- ÞG Verk
- Reitir
- Sorpa
- Umhverfisstofnun
- Umhverfis-, orku- og loftslagsráðuneytið
- Guðmundur Tryggvi Ólafsson

Sérstakar þakkir fær Helgi Vignir Bragason fyrir forsíðumynd og ljósmyndir sem prýða heilsíður.

1 Orðskýringar

Orðskýringar eru í samræmi við skilgreiningar í gildandi lögum og þær breytingar sem taka gildi 1. janúar 2023 á lögum nr. 55/2003 um meðhöndlun úrgangs.

Byggingar- og niðurrifsúrgangur: Allur sá úrgangur sem til kemur vegna byggingar- og niðurrifsstarfsemi, þar á meðal vegna viðhalds og breytinga á líftíma mannvirkja, og niðurrifs þeirra. Skilgreining þessi tekur jafnframt til úrgangs sem stafar frá minni háttar byggingar- og niðurrifsstarfsemi almennings á einkaheimilum.

CE merking: CE-merking vöru gefur til kynna að varan uppfylli þær lágmarkskröfur um umhverfis-, öryggis- og heilsuvernd sem settar eru fram í Evróputilskipunum. Sá sem telur sig fullnægja öllum ákvæðum allra tilskipana, sem vöru hans varðar, hefur leyfi til að auðkenna hana með stöfunum CE.¹

Efnisbankar: Hægt er að líta á byggingar sem efnisbanka, þ.e. geymslustað byggingarefna fyrir framtíðar byggingar. Efnisbankar byggingarefna eru þannig hluti af hringrásarhagkerfinu í byggingariðnaði og stuðla að minni myndun úrgangs við niðurrif og að efni viðhaldi tilgang sínum og virði.

Efnisvegabréf: Efnisvegabréf geyma upplýsingar um efni í byggingum, möguleika til endurnotkunar, endurvinnslu eða endurnýtingar og umhverfisáhrif.

Endurnotkun: Hvers kyns aðgerð þar sem vörur og íhlutir, sem ekki er úrgangur, eru notuð í sama tilgangi og þau voru ætluð til í upphafi .

Endurnotkunarátætlun: Endurnotkunarátætlun inniheldur magntöku á helstu byggingarefnum ásamt kolefnisspori þeirra. Áætluin felur í sér greiningu á leiðum til þess að endurnota, endurvinna eða endurnýta byggingarefnin.

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 nr. 55/2003). Dæmi um endurnýtingu: Timbur er brennt og varminn nýttur til húshitunar eða sem kolefnisgjafi í málmframleiðslu. Steypa er nýtt í landfyllingu í sjó eða við frágang á gamalli námu.

Endurvinnsla: Hvers kyns endurnýtingaraðgerð sem felst í því að endurvinna úrgangsefni í vörur, efnivið eða efni, hvort sem er til notkunar í upphaflegum 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.

Fylling: Sérhver endurnýtingaraðgerð þar sem hentugur úrgangur, sem ekki er spilliefni, er notaður til endurheimtar á graftarsvæðum eða á tæknilegan hátt við landmótun. Úrgangur sem er notaður í fyllingar verður að koma í staðinn fyrir efni sem er ekki úrgangsefni, henta í áður nefndum tilgangi og takmarkast við það magn sem er nauðsynlegt til að ná þessum tilgangi.

Förgun: Hvers kyns aðgerð sem er ekki endurnýting, jafnvel þótt aðgerðin hafi að auki í för með sér endurheimt efna eða orku. Dæmi um förgun er urðun, brennsla í brennslustöð þar sem orkunýtni er lægri en 60-65%.

Hringrásarhagkerfi: Efnahagslegt kerfi þar sem vöruhönnun, framleiðsla, dreifing, neysla og meðhöndlun úrgangs mynda því sem næst lokaða auðlindahringrás.

Innbyggt kolefni (e. embodied carbon): Losun sem á sér stað:

- Áður en mannvirki er tekið í notkun vegna úrvinnslu og flutnings hráefnis og framleiðslu og flutnings byggingarefna.
- Á meðan mannvirki er í notkun vegna viðhalds, viðgerða, endurnýjunar og endurbyggingar.
- Eftir að notkun mannvirkis er hætt vegna niðurrifs, brottflutnings, endurnýtingar og förgunar²

Kolefnisígildi: Mælieining sem heldur utan um losunartölur fyrir gróðurhúsalofttegundir, oft ritað CO₂-íg.³

Urðun: Varsla úrgangs á eða í landi sem ekki felur í sér frekari vinnslu hans eða nýtingu um fyrirsjáanlega framtíð. Hafa ber í huga að urðun er ekki það sama og landfylling.

¹ Íslenskir staðlar, e.d.

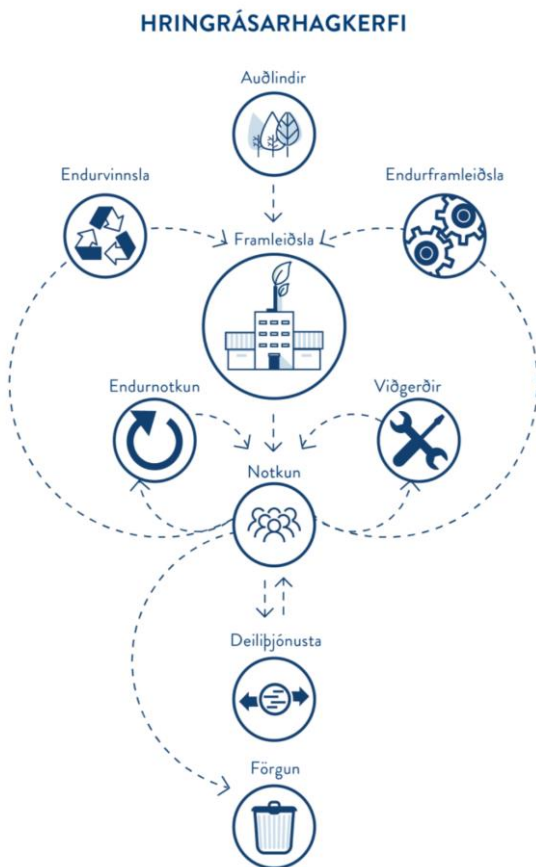
² Byggjum grænni framtíð, 2022-b

³ Byggjum grænni framtíð, 2022-b

2 Inngangur

Byggingariðnaðurinn, í samvinnu við stjórnvöld, hefur sett markmið um að draga úr árlegri losun gróðurhúsalofttegunda bygginga á Íslandi.⁴ Miðað er við að losun muni dragast saman um 43% fyrir árið 2030, í samanburði við viðmiðunarár Vegvísi að vistvænni mannvirkjagerð 2030. Þar eru settar fram 74 aðgerðir sem eiga að stuðla að því að ná þessu markmiði.⁵ Jafnframt eru hagaðilar innan mannvirkjageirans hvattir til að koma eigin aðgerðum í framkvæmd.

Stefnt er að því að innleiða hugmyndafræði hringrásarhagkerfisins í byggingariðnaðinn þ.a. verðmæti byggingaefna rýrni sem minnst, auka endurnotkun og komast þannig nær sjálfbæru samfélagi. Draga á úr magni byggingar- og niðurrifs-úrgangs á hvern byggðan fermetra um 30% eins og kemur fram í aðgerð 4.2. í Vegvísinum og auka endurnýtingu og endurnotkun á byggingarefnum. Liður í að ná þessu markmiði er að fyrir liggja upplýsingar um helstu strauma byggingar-úrgangs svo meta megi hvaða efni eru hæf til áframhaldandi notkunar og hvernig draga megi úr förgun.



Mynd 2.1 Markmið hringrásarhagkerfisins er að draga úr úrgangsmýndun með aukinni endurnotkun, endurvinnslu og endurnýtingu.

Skýrsla þessi inniheldur niðurstöður greiningar á helstu straumum byggingarúrgangs, kolefnisspori hans og leiðbeiningar sem nýtast aðilum í byggingariðnaði og stuðla að aukinni endurnotkun, endurvinnslu eða endurnýtingu og minni förgun. Verkefnið afmarkast við byggingar- og niðurrifs-úrgang að undanskildum jarðvegi og malbiki sem eru ekki hluti af þessari greiningu þar sem ákveðið var að leggja áherslu á byggingar í greiningunni. Hér verður byggingar- og niðurrifsúrgangur kallaður einu nafni byggingarúrgangur, nema annað sé sérstaklega tekið fram. Greindir eru þrjú helstu hreinu straumar úrgangs í kílóum talið og þeir straumar sem valda mestri losun gróðurhúsalofttegunda. Bent er á leiðir til að viðhalda virði og minnka magn úrgangs og geymsluefni á nútíð og framtíð. Skoðað er hvort byggingarefni sem falla til, bæði við uppbyggingu og niðurrif, séu hæf til endurnotkunar, endurvinnslu eða endurnýtingar og hvaða kolefnisspor helstu efni skilja eftir sig.

Haft var samband við móttökuaðila úrgangs, stofnanir, byggingarverktaka, sveitarfélög og endursöluaðila sem selja notuð byggingarefni. Upplýsingar um magn flokkaðs úrgangs frá byggingarverkefnum fengust frá verktakafyrirtækjum. Tekin voru viðtöl við verktaka til að fá innsýn í ferlið við nýbyggingar og niðurrif og hvernig flokkun úrgangs á sér stað, til að fá betri skilning á því sem hindrar betri árangur m.a. í flokkun og meðhöndlun byggingarefna á verkstað. Þá voru skoðuð dæmi erlendis frá, hugmyndir og aðferðir sem gætu hugsanlega verið innleidd hérlendis og möguleikar til framtíðar hér á landi metnir.

⁴ Umhverfis- og auðlindaráðuneytið, 2020

⁵ Byggjum grænni framtíð, 2022-b



3 Byggingariðnaðurinn

Hið byggða umhverfi gegnir lykhillutverki í baráttunni við loftslagsvána þar sem mannvirkjagerð losar stóran hluta gróðurhúsalofttegunda á heimsvísu eins og fram kemur í matskýrslu IPCC sem kom út í apríl 2022.⁶ Í Vegvísi að vistvænni mannvirkjagerð 2030 kemur fram að innbyggt kolefni í heildarbyggingarmassa Íslands sé u.þ.b. 12,7 milljón tonn kolefnisígilda.⁷

Byggingariðnaðurinn er ábyrgur fyrir:

- 21% af kolefnislosun á heimsvísu⁸
- 36% af orkunotkun á heimsvísu, árið 2020⁹
- 33% af úrgangsmyndun í Evrópu¹⁰
- 40% af hráefnanotkun.¹¹

Þetta undirstrikar hversu mikill ávinningur felst í að innleiða hringrásarhagkerfið í byggingariðnaði, til að draga úr úrgangsmyndun og kolefnislosun og stuðla að endurnotkun byggingar efna.¹² Skv. gögnum frá Umhverfisstofnun er 10% af úrgangi á landsvísu skráður sem byggingarúrgangur (jarðvegur ekki talinn með). Hlutfall byggingarúrgangs er hærra í Evrópu en hérlandis en þar er hlutfallið um 25-30%.¹³ Hugsanlegt er að skráning á byggingarúrgangi á Íslandi gefi ekki rétta mynd af því magni sem fellur til við byggingaframskráningu og geti verið vanmetið. Umhverfisstofnun vinnur að bættri úrgangstölfræði, þar með talið betri skráningu og upplýsingum um magn byggingarúrgangs.^{13,14} Þar sem skráningu á byggingarúrgangi er talið ábótavant þurfti að leita til verktafa til að nálgast rauntölur um úrgang.

Tafla 3.1

Byggingar- og niðurrifsúrgangur árið 2020, gögn frá Umhverfisstofnun, e.d.-b.

Lýsing	Ekki spilliefni/ Spilliefni	Samtals endurnýting (tonn)	Samtals förgun (tonn)
Viðarúrgangur frá byggingar- og niðurrifsstarfsemi	Ekki spilliefni	7.183	2.061
Viðarúrgangur frá byggingar- og niðurrifsstarfsemi	Spilliefni	194	0
Óvirkur úrgangur (t.d. steypa, flísar, gifs, gler)	Ekki spilliefni	24.944	1.996
Óvirkur úrgangur (t.d. steypa, flísar, gifs, gler)	Spilliefni	0	0
Malbik	Ekki spilliefni	21.683	4
Malbik (inniheldur kolatjöru)	Spilliefni	0	0
Blandaður byggingar- og niðurrifsúrgangur	Ekki spilliefni	134	3.226
Blandaður byggingar- og niðurrifsúrgangur	Spilliefni	0	0
Úrgangur sem inniheldur asbest	Spilliefni	0	118
	Samtals	54.137	7.404
		88%	12%

Alls er flatarmál bygginga á Íslandi um 38 milljónir m² og nýbyggingar eru um 565 þúsund m² á ári¹⁵ og fer þörf fyrir nýjar

⁶ IPCC, 2021

⁷ Byggjum grænni framtíð, 2022-a

⁸ IPCC, 2021

⁹ United Nations Environment Programme, 2021

¹⁰ European Commission, 2016

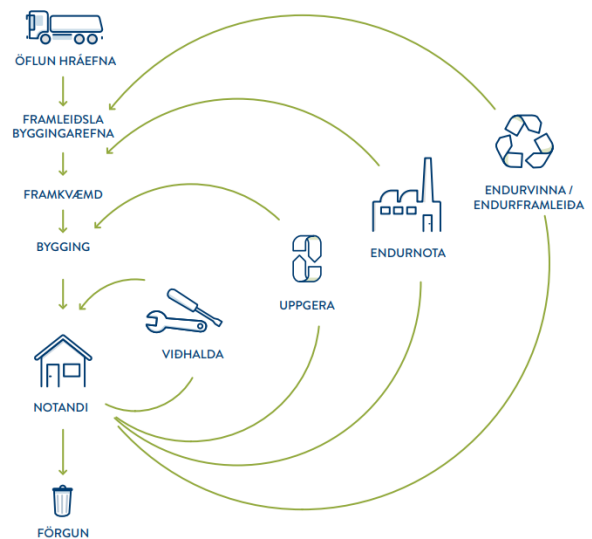
¹¹ Eberhardt o.fl., 2022

íbúðir vaxandi. Ríki og sveitarfélög hafa gert samkomulag um byggingu 35 þúsund nýrra íbúða á árunum 2023 til 2032.¹⁶

Ekki liggur fyrir formleg greining á þörf fyrir uppbyggingu á nýju atvinnuhúsnæði og opinberum byggingum á næstu árum. Þessi auknu umsvif kalla á aðgerðir til að draga úr úrgangi enda sýna gögn um magn byggingarúrgangs á Íslandi undanfarin ár að marktæk fylgni er á milli magns þess úrgangs sem fellur til og fjölda íbúða sem byggðar eru.¹⁷

3.1 Hringrásarhagkerfið

Umhverfislegur ávinningur þess að innleiða hringrásarhagkerfið í byggingariðnaði er margþættur. Mannvirkjagerð eins og hún er í dag er að mestu byggð á línulegum byggingarhefðum þar sem efni og vörur eru framleidd með nýjum hráefnum. Byggingarnar eru notaðar í ákveðinn tíma og í ákveðnum tilgangi. Þegar kemur að niðurrifi bygginga er litið svo á að byggingarefnin séu búin að þjóna sínu ætlnarverki og þ.a.l. koma þau ekki aftur í nýtsamlegum tilgangi og er fargað. Innan hringrásarhagkerfisins er litið á úrgangsmyndun sem hönnunargalla þar sem efniviður ætti að vera í stöðugri hringrás og ekki eiga sér lokastöð.



Mynd 3.1 Hringrásarhagkerfi í byggingariðnaði

Markmið hringrásarhagkerfisins er að draga úr auðlindanotkun, auka líftíma auðlinda jarðarinnar og koma í veg fyrir að efni og hlutir hverfi úr hagkerfinu sem virðislaus úrgangur. Aðferðir hringrásarhagkerfisins eru fjölbreyttar og felast í að deila, gera við, endurnota, endurframleiða og endurvinna. Allt miðar þetta að því að halda auðlindum í hringrásinni svo ekki þurfi að sóa hráefnum með því að farga þeim og framleiða nýja hluti í staðinn.

¹² Byggjum grænni framtíð, 2022-a

¹³ Þorbjörg Anna Sigurbjörnsdóttir & Gunnar Svavarsson, 2019

¹⁴ Umhverfisstofnun, e.d.-c

¹⁵ Byggjum grænni framtíð, 2022-a

¹⁶ Innviðaráðuneytið, 2022

¹⁷ Umhverfis- og auðlindaráðuneytið, 2021

Endurnotkun

Vara notuð í sama tilgangi og var ætlað í upphafi. Sem dæmi hurðar fjarlægðar, lagfærðar og notaðar í nýju húsnæði.

Endurvinnsla

Úrgangsefni endurunni í vörur eða efni í sama eða nýjum tilgangi og upprunalega. Til dæmis pappi unnin í pappa eða málmur bræddur og notaður í nýja málmhluti.

Endurnýting

Úrgangur eða efni er nýtt í öðrum tilgangi en upprunalega var áætlað. Sem dæmi brennsla á úrgangi til orkuvinnslu og úrgangur sem er notaður til landfyllingar.

Innleiðing hringrásarhagkerfisins í byggingariðnaðinum felst í að draga úr förgun byggingarefna, lengja líftíma þeirra og nýta áfram. Í danskri rannsókn hefur verið sýnt fram á 49% lækun losunar gróðurhúsalofttegunda í nýbyggingum með endurnotkun byggingarefna, í samanburði við nýbyggingar sem gerðar eru eingöngu úr nýjum hráefnum.¹⁸ Með innleiðingu hringrásarhagkerfisins í byggingariðnaðinn er talið að hægt sé að minnka kolefnislosun vegna byggingarefna um 38% á heimsvísu fyrir árið 2050 með því að minnka eftirspurn á plasti, sementi og stáli.¹⁹

Víða erlendis hafa yfirvöld beitt hvetjandi aðgerðum og sett auknar kröfur í regluverk með góðum árangri til að draga úr myndun byggingarúrgangs og þar með lækka kolefnisspor.²⁰ Erlendis hafa slíkar aðgerðir t.d. verið:

- Auknar kröfur um flokkun úrgangs.
- Hækkun á urðunargjöldum.
- Skilgreina framhaldslíf byggingarefna í hönnunarfasa, t.d. með kröfum í útboðsgögnum.
- Krafa um niðurrifsáætlanir.

Á undanförunum árum hafa kröfur á Íslandi varðandi flokkun úrgangs verið hertar og gjöld fyrir urðun og brennslu hafa hækkað. Í byggingarreglugerð er krafa um að gerð sé áætlun um meðhöndlun á byggingar- og niðurrifsúrgangi þegar sótt er um byggingarleyfi, en framfylgni þeirra gagna er ábótavant.

Í ljósi þess að búið er að byggja um 75-85% af þeim byggingum sem til verða árið 2050 í hinum vestræna heimi²¹ þarf að líta á byggingar sem efnisbanka fyrir framtíðina og beita hugmyndafræði og aðferðum hringrásarhagkerfisins til að viðhalda verðmætum þeirra. Til að halda efnun innan hringrásarhagkerfisins er mikilvægast að beita forvörnum og endurnota efni en það tryggir að virði úrgangsins rýrni sem minnst. Úrgangur getur farið í mismunandi farvegi og meðhöndlun. Það sem er áhugavert að skoða í sambandi við byggingarúrgang er endurnotkun, endurnýting og endurvinnsla.²²

¹⁸ Eberhardt & Birgisdóttir, 2022

¹⁹ The Ellen MacArthur Foundation, e.d.

²⁰ Luciano o.fl. 2022

²¹ Laghi & De Aloysio, 2020

3.2 Úrgangsstefna

Heildarstefna í úrgangsmálum á Íslandi hefur verið mótuð sem og framtíðarsýn um sjálfbæra nýtingu náttúruauðlinda. Annars vegar er um að ræða úrgangsforvarnir og hins vegar stefnu um meðhöndlun úrgangs. Í stefnunni eru áform um að koma á virku hringrásarhagkerfi og taka þannig skref í átt að minni sóun verðmæta og auknu endurvinnslusamfélagi á Íslandi þar sem urðun verðmæta heyrir sögunni til.²³

Framtíðarsýn um hringrásarhagkerfið

Að Ísland verði meðal leiðandi þjóða í loftslagsmálum og sjálfbærri nýtingu náttúruauðlinda til hagsbóta fyrir komandi kynslóðir. Í því augnamiði verði komið á virku hringrásarhagkerfi þar sem dregið verði verulega úr myndun úrgangs, endurvinnsla aukin og urðun hætt.

Landsmarkmið um byggingar- og niðurrifsúrgang er að frá og með árinu 2020 sé 70% úrgangsins flokkaður með þeim hætti að hann sé hæfur til endurnýtingar. Hlutfallið er fengið úr rammatilskipun um úrgang frá Evrópusambandinu.²⁴ Gögn Umhverfisstofnunar sýna að árið 2019 var endurnýtingarhlutfallið 83% og 88% árið 2020.²⁵

Markmið laga um úrvinnslugjald er að skapa hagræn skilyrði fyrir endurnotkun og endurnýtingu úrgangs. Með því að hækka verð nýrra vara með úrvinnslugjaldi eru sköpuð hagræn skilyrði fyrir endurnotkun og endurnýtingu úrgangs. Úrvinnslusjóður annast umsýslu og ráðstöfun úrvinnslugjalds. Segja má að kostnaður við meðhöndlun vörunnar og umbúðir hennar sé innifalin í vöruverðinu en greiðist ekki eftir á.

Dæmi um vöruflokka sem úrvinnslugjald nær yfir er pappírs- og pappaubúðir, plast-, gler-, víðar- og málmumbúðir, rafhlöður og rafgeymar, málning, spilliefni og raf- og rafeindatæki.

Sveitarfélög hafa það hlutverk að ákveða fyrirkomulag söfnunar úrgangs og hafa tiltæka farvegi fyrir úrgang. Þau gegna þannig veigamiklu hlutverki við söfnun og flokkun úrgangs sem er forsenda þess að innleiða hringrásarhagkerfið.

Úrgangspríhyrningurinn á mynd 3.2 lýsir virðisbestun þar sem mest virði helst með úrgangsforvörnum sem er efst í úrgangspríhyrningnum. Þar er litið svo á að efni sé ekki úrgangur og engu skuli fargað.

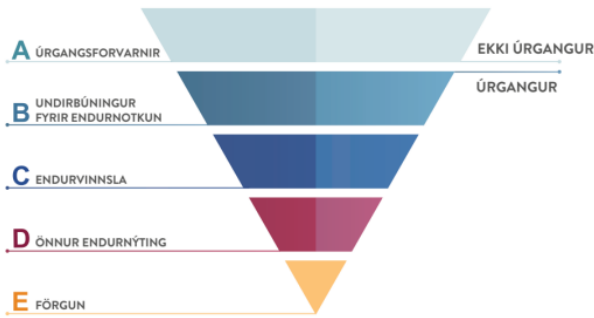
Undirbúningur fyrir endurnotkun viðheldur virði og tilgangi efnisins, þar sem lítið eða ekkert þarf að meðhöndla úrganginn og skilar hann þannig góðri heildarniðurstöðu fyrir umhverfið.

²² Umhverfisstofnun, e.d.-a

²³ Umhverfis- og auðlindaráðuneytið, 2021

²⁴ European Commission, 2018

²⁵ Umhverfisstofnun., e.d.-d



Mynd 3.2 Úrgangspríhryrningur sýnir forgangsröðun við meðhöndlun úrgangs.

Á eftir endurnotkun kemur endurvinnsla en þá er úrgangur unninn í nýjar vörur sem getur krafist orku og annarra hráefna. Við endurvinnslu getur virði efna haldist eða tapast, en það fer eftir vöru, efnum og aðferðum.

Endurnýting er neðar í forgangsröðuninni en þá lækkar virði efna yfirleitt, eins og t.d. steypa sem er mulin í fyllingarefni eða plast sem brennt er til orkuvinnslu.

Förgun er sísti kosturinn, m.a. urðun og brennsla án orkunýtingar. Þá tapar efnið tilgangi sínum og virði.

Urðun skaðar umhverfið og þarf mikið landsvæði.
Efni sem er urðað glatar tilgangi sínum og virði.

3.3 Regluverk

Með breytingum á lögum sem taka gildi 1. janúar 2023 er gerð krafa um að byggingar- og niðurrifsúrgangur sé flokkaður í a.m.k. sjö flokka en þeir eru spilliefni, timbur, steinefni, málmar, gler, plast og gifs. Í byggingarreglugerð er fjallað um sjálfbærni, endurnýtingu byggingarefna og byggingarúrgangs-áætlun. Þar kemur m.a. fram að markmið byggingarreglugerðar sé að vernda umhverfið með sjálfbærni að leiðarljósi við hönnun og gerð mannvirkja. Byggingarefni skulu vera endurnýtanleg eða endurunnin eins og hægt er, svo hægt sé að endurvinnna byggingarefni eftir niðurrif.

Mælt er með að lífsferilsgreining sé gerð fyrir ný mannvirki og halda á úrgangi og afgangum efna í lágmarki. Áður en framkvæmd hefst sem krefst byggingarleyfis skal eigandi skila inn áætlun um meðhöndlun byggingar- og niðurrifsúrgangs til leyfisveitanda. Þar eiga að koma fram upplýsingar um skipulag, skráningu, flokkun, endurnýtingu og förgun. Öllum úrgangi vegna framkvæmda á að skila á viðurkenndar móttökustöðvar. Landsmarkmið er að 70% af byggingar- og niðurrifsúrgangi sé flokkaður þannig að hann sé hæfur til endurnýtingar. Einnig á að gera lista yfir byggingar- og niðurrifsúrgang sem myndast og skrá efnismagn og tegund hans. Í byggingarreglugerð eru engar kröfur gerðar til endurnotkunar byggingarefna.

3.3.1 Handbók hússins

Í byggingarreglugerð er krafa um að gerð sé handbók fyrir mannvirki en þar segir: „Áður en lokaúttekt mannvirkis fer fram ber byggingarstjóra að afhenda eiganda og leyfisleitanda til vörslu handbók mannvirkisins. Handbókin skal afhent á rafrænu formi svo og öll gögn sem henni kunna að fylgja.“ Samkvæmt leiðbeiningum Húsnæðis- og mannvirkjastofnunar, HMS, skal hún innihalda upplýsingar sem tengjast m.a. kaupum á helstu byggingarvöru, tegund og gerð og um viðhald helstu byggingarefna og byggingarhluta. Þar er t.d. krafist skjalfestingar á CE merkingu.

Með aukinni nýsköpun og frekari þróun í endurnotkun byggingarefna munu byggingar þróast í að verða efnisbankar framtíðarinnar (e. Material Banks & Urban Mining). Mikilvægt er því að vita hvar tiltekin efni eru í byggingunni og hvenær niðurtaka byggingarefna sé áætluð til þess að hægt verði að endurnota efnin. Mikið gagn er af slíkum upplýsingum og gæti Handbók hússins fengið mikilvægt hlutverk í að stuðla að aukinni endurnotkun byggingarefna í framtíðinni, einkum ef upplýsingar eru aðgengilegar í miðlægum gagnagrunni. Í henni gætu verið ítarlegar upplýsingar eins og t.d. um kolefnislosun og áætlaðan líftíma, ásamt því að bókin yrði uppfærð með upplýsingum um viðhald, endurnýjun og lok líftíma. Handbókin þyrfti að vera aðgengileg þeim sem málið varðar svo hægt sé að fletta upp í henni og áætla framtíðar-nýtingu efnanna.

3.3.2 CE merking

Í byggingarreglugerð er gerð krafa um CE merkingu tiltekinna byggingarvara við uppsetningu í nýbyggingum. Við endurnotkun á CE merktum byggingarvörum er ekki hægt að tryggja að eiginleikar vörunnar hafi haldið sér. Til að geta notað byggingarvörur aftur þurfa þær að uppfylla kröfur úr samhæfðum stöðlum, með tilskildum prófunum. Þannig getur krafan um CE merkingar hamlað endurnotkun á byggingarvörum.

Sumar byggingarvörur eiga að standast ákveðnar kröfur skv. reglugerð Evrópuþingsins²⁶ og því er mikilvægt að hafa áreiðanlegar upplýsingar varðandi eiginleika þeirra til að sannreyna nothæfi þeirra. Hönnuður mannvirkis setur fram kröfur um eiginleika byggingarvara skv. byggingarreglugerð.

Vörur sem falla undir samhæfða evrópska staðla um byggingarvörur þurfa að vera CE merktar. Þannig staðfesta framleiðendur að byggingarvaran samræmist kröfum um nothæfi samkvæmt samhæfðum staðli og rekjanleiki vöru er tryggður. Kröfur sem vara þarf að uppfylla vegna CE merkingar eru skilgreindar í samhæfðum Evrópustöðlum. Til að mega endurnota byggingarefni þarf að vera aðili hér á landi sem sér um að CE merkja notaðar byggingarvörur.

²⁶ Reglugerð Evrópuþingsins og ráðsins



4 Helstu straumar byggingarúrgangs

Greindir voru helstu straumar byggingarúrgangs annars vegar frá nýbyggingum og hins vegar frá niðurrifi. Við vinnslu þessarar skýrslu var notast við byggingarúrgangsflokka skv. leiðbeiningum um meðhöndlun byggingarúrgangs úr byggingarreglugerð.²⁷

Greiningin er byggð á raungögnum frá verktökum fyrir nýbyggingarverkefni en í niðurrifi er byggt á magntölum í endurnotkunaráætlunum þar sem ekki reyndist unnt að fá rauntölur frá aðilum sem sérhæfa sig í niðurrifi húsa. Magn úrgangs er ákvarðað út frá þyngd efnanna. Forsendur fyrir útreikningi á kolefnisspori einstakra efna eru settar fram í töflu 4.1. Einnig voru tekin viðtöl við verktaka í þeim tilgangi að fá betri innsýn í hvernig flokkun er háttað, fylgt eftir og hvaða tegund efna falli helst til á verkstað.

Verktakar lögðu til gögn um magn og gerð úrgangs í nýbyggingarverkefnum, ýmist fyrir einstök verkefni eða samantekt á magni fyrir heilt ár. Gögnin eru frá árunum 2018-2022 og náðu yfir tæplega 9.300 tonn af úrgangi. Því er um að ræða úrtak. Aðsend gögn voru ekki sett fram í samræmdu flokkunarkerfi og við vinnslu verkefnisins voru gögnin unnin og samræmd í úrgangsflokka. Út frá gögnum frá verktökum sást greinileg aukning á flokkun úrgangs á milli ára.

Greining á niðurrifsúrgangi byggir á gögnum úr þremur endurnotkunaráætlunum og voru þær í samræmi við leiðbeiningar um meðhöndlun byggingarúrgangs úr byggingarreglugerð. Byggingarnar voru atvinnuhúsnæði af mismunandi gerð, samtals tæpir 18 þúsund m².

Úrgangsflokkar í niðurstöðum eru ekki samræmdir á milli nýbyggingar- og niðurrifsúrgangs þar sem aðsend gögn frá verktökum eru ekki í samræmi við leiðbeiningar um meðhöndlun byggingarúrgangs. Gögnin voru samræmd eins og mögulegt var, en í sumum tilfellum reyndist það ekki hægt og útskýrir það frávik frá samræmdri flokkun á milli greininganna tveggja.

Gerð er krafa um að byggingar- og niðurrifsúrgangur sé flokkaður í a.m.k. spilliefni, timbur, steinefni, málma, gler, plast og gifs. Það fer eftir byggingarstigi og tegund framkvæmda hvaða úrgangur fellur til og víða er flokkað í aðra flokka en krafan segir til um. Í leiðbeiningum FENÚR²⁸ um samræmdar merkingar úrgangs má finna fjölbreytt merki til að nota á byggingarstöðum.

Besta nýting hráefna næst með því að flokka úrgang sem mest til að fá tækifæri til að vinna úr honum og koma aftur út í hringrásina. Mikill hagur væri ef farið væri eftir samræmdu flokkunarkerfi innan byggingariðnaðarins en það myndi gefa skýrari mynd á þann úrgang sem fellur til við framkvæmdir.

4.1 Kolefnisspor úrgangsflokka

Fyrir úrgangsflokkana var fundin áætluð losun gróðurhúsa-lofttegunda m.v. eitt tonn af úrgangi. Áætluð losun er fengin úr One Click LCA sem byggir á gögnum frá Ecoinvent.

Tafla 4.1 Áætluð kolefnislosun úrgangsflokka m.v. 1 tonn úrgangs.

Úrgangsflokkur	Kolefnislosun á hvert tonn (kg CO ₂ -íg/tonn)
Steinsteypa, múrsteinar & keramik (Steinefni)	13
Timbur	11
Plast	2.400
Pappír og pappi	9,7
Gler	15
Málmar	9,7
Einangrunarefni	Upplýsingar ekki til staðar
Gifs	9
Lífrænn úrgangur	200
Blandaður úrgangur	370
Spilliefni	2.500
Úrgangur með asbest	2.400
Raf- og rafeindatæki	64

²⁷ Áætlun um meðhöndlun

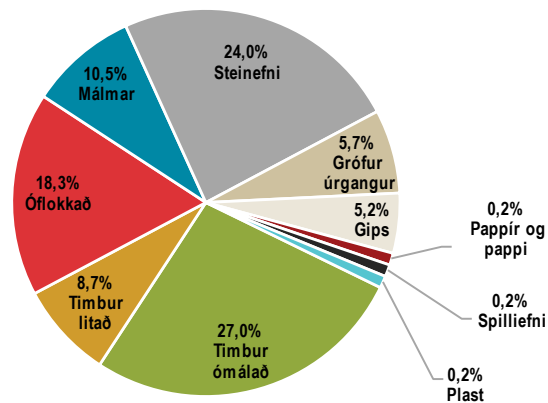
²⁸ Fenúr, Fagráð um endurnýtingu og úrgang

4.2 Niðurstöður greiningar á byggingarúrgangi

4.2.1 Nýbyggingar

Þrjú umfangsmestu flokkar byggingarúrgangs í nýbyggingarframkvæmdum eftir þyngd eru timbur (36%), steinefni (24%) og málmur (11%) sbr. mynd 4.1. Þegar rýnt var í frumgögn kemur í ljós að óflokkaður úrgangur var á bilinu 4-38,5% eftir aðilum og eftir því sem gögnin voru nýrri var hlutfall óflokkaðs úrgangs lægra. Óflokkaður úrgangur er ekki hreinn straumur úrgangs og verður ekki sérstaklega fjallað um hann.

Nýbyggingarúrgangur, magn [kg]

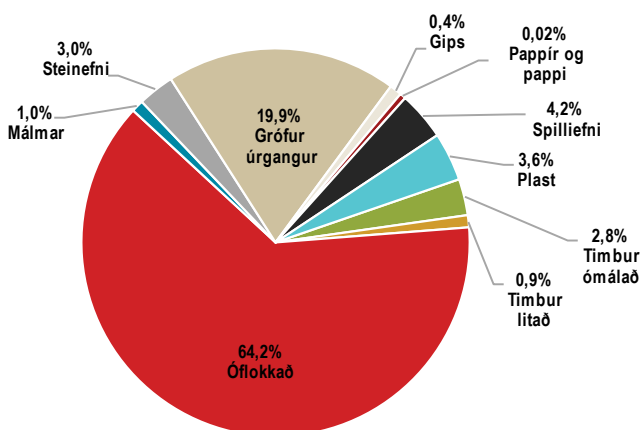


Mynd 4.1 Hlutfallsleg skipting nýbyggingarúrgangs (kg).

Mikil notkun mótatimburs í nýbyggingum getur verið skýring á hve stór hluti úrgangsins er timbur. Steinefnaúrgangur í nýbyggingarframkvæmdum eru helst afgangsefni og eru eðlisþung. Úrgangsmálmur eru helst afskurðir og afgangar.

Þegar kolefnislosun byggingarúrgangs í nýbyggingarframkvæmdum er greind kemur í ljós að stærsti hlutinn eða 64% af kolefnissporinu er frá óflokkuðum úrgangi. Kolefnisspor stærsta hreina straums úrgangs er timbur (4%), þar á eftir kemur plast (tæp 4%), steinefni (3%) og málmur (1%).

Nýbyggingarúrgangur, losun [CO₂-íg]

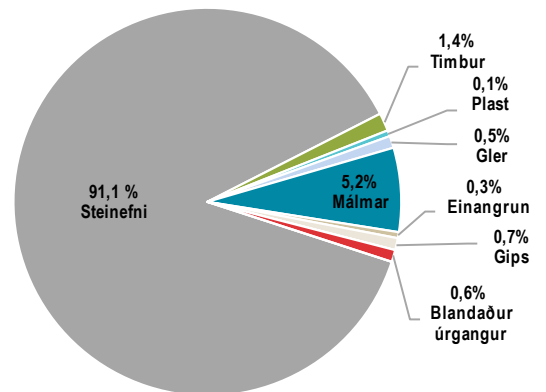


Mynd 4.2 Hlutfallsleg skipting nýbyggingarúrgangs eftir kolefnisspori.

4.2.2 Niðurrif

Við greiningu á gögnum fyrir niðurrifsúrgang kemur í ljós að stærsti hluti úrgangs sem fellur til í niðurrifi eru steinefni eða 91% alls úrgangs sbr. mynd 4.3. Þar á eftir koma málmur (5%) og timbur (1,4%). Vegna þess að magn niðurrifsúrgangs byggðist á áætlun þá var lítið sem flokkaðist í „blandaðan úrgang“.

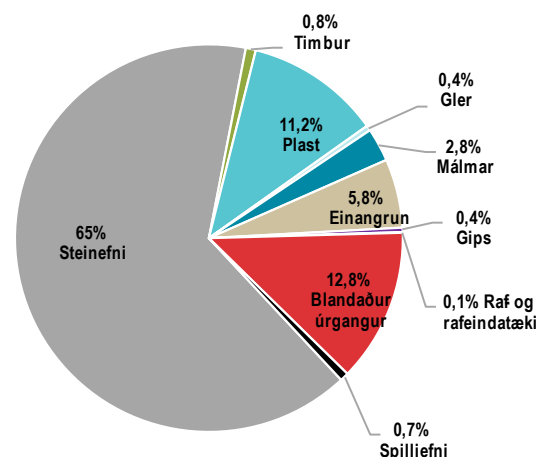
Niðurrifsúrgangur, magn [kg]



Mynd 4.3 Hlutfallsleg skipting niðurrifsúrgangs (kg).

Þegar kolefnislosun byggingarúrgangs í niðurrifi er metin eru steinefni stærsti flokkurinn eða 65% alls úrgangs og flokkurinn plast næst stærstur (11,2%). Málmur og timbur valda minna en 4% af kolefnislosun í niðurrifi bygginga.

Niðurrifsúrgangur, losun [CO₂-íg]



Mynd 4.4 Hlutfallsleg skipting niðurrifsúrgangs eftir kolefnisspori.

Þessar niðurstöður ættu ekki að koma á óvart þar sem verið er að farga heilli byggingu í niðurrifi og almennt er mikið magn af steypu í íslenskum byggingum. Magntölur fyrir niðurrifsúrgang byggja á þeim byggingarefnum sem eru til staðar í byggingu og getur það verið breytilegt á milli bygginga, en gerð byggingar hefur mikið að segja um hvaða úrgangsflokkar eru stærstir við niðurrif. Sem dæmi er munur á magni úrgangsflokka í niðurrifsúrgangi fyrir steypuvirki og stálvirki.

4.2.3 Samantekt

Setja þarf mikinn kraft í að gera enn betur í flokkun úrgangs til að lágmarka óflokkaðan úrgang, þar sem það er stærsti flokkurinn þegar litið er á kolefnisspor sbr. mynd 4.2.

Þegar horft er bæði til úrgangs sem myndast á nýbyggingar-svæðum og niðurrifssvæðum er ljóst að mikill munur er á magni og gerð úrgangs sem fellur til. Hlutfallslega eru þrír helstu hreinu straumar úrgangs samt sem áður þeir sömu, timbur, málmar og steinefni, þó svo að hlutföllin séu breytileg eftir því hvort um nýbyggingar eða niðurrif er að ræða.

Sjá má mikinn mun á úrgangsmýndun vegna nýbygginga og niðurrifs. Hlutfallslegt magn timburs er áberandi hærra vegna nýbygginga en steinefni eru áberandi mest í niðurrifi. Timbur-notkun er mest vegna mótatimburs þegar steipt er á staðnum og afskurður á verkstað vegna frágangs innanhúss sem eru ekki nýttir.

Málmar eru 10,5% af magni nýbyggingarúrgangs og 5% af niðurrifsúrgangi. Málmar geta fallið til sem úrgangur vegna afskurðar af steypustyrktarjárn, málmklæðningum, álleiðurum sem og mörgum öðrum byggingarefnum úr málmum.

Steinefni eru 24% af magni nýbyggingarúrgangs og 91% af niðurrifsúrgangi. Stórt hlutfall steinefna í niðurrifsúrgangi skýrist af því að m.a. er um að ræða steiptar byggingar sem innihalda mikið af steinefnum. Steinefnaúrgangur frá nýbyggingum er allra helst afgangsefni eins og t.d. afskurður efna eins og flísa.

Þegar litið er á töflu 4.1, áætluð kolefnislosun úrgangsflokka, sést að plasti fylgir mikil losun og því verður einnig fjallað um plast með þremur stærstu straumum byggingarúrgangs. Plast er eðlislétt efni og eitt tonn af plasti þarf mun meira rúmmál en flest önnur efni.

Kolefnislosun vegna óflokkaðs úrgangs er stærsti þátturinn í losun byggingarúrgangs, þar sem mikil óvissa er um innihald og ekkert er unnið úr óflokkuðum úrgangi sökum þess. Því er best að flokka sem mest.



Mynd 4.5 Sydhavn genbrugscenter er dæmi um endurvinnslustöð í Kaupmannahöfn sem er staðsett í Sydhavn. Á endurvinnslustöðinni er hægt að fá aðstoð við að flokka og margt sem áður fór í endurvinnslu er komið í farveg til endurnotkunar. Verslun er á staðnum sem selur notaðar byggingavörur, húsgögn og aðra muni sem aðilar eða fyrirtæki hafa komið með. Auk þess er nýsköpunarsetur þar sem frumkvöðlar geta þróað nýjar vörur úr flokkuðum úrgangi og stuðlað þannig að hringrásarhagkerfi.

4.3 Efni

Mörg þeirra hráefna sem falla til sem úrgangur á byggingarstað eða í niðurrifi er hægt að endurvinnna eða endurnýta. Það fer þó eftir því hvaða hráefni er um að ræða, hversu auðvelt það, orkufrekt og kostnaðarsamt.

4.3.1 Steinefni

Við niðurrif steyptra húsa er mikill úrgangur sem flokkast sem steinefni, þá helst steinsteypan. Heimsframléiðsla á sementi árið 2020 var áætluð 4,4 milljarðar tonna. Einnig er áætlað að sementsiðnaðurinn hafi mengað um 1.500 Mt CO₂-ig í heiminum frá 1920 til 2018.²⁹ Flísar og múrsteinar flokkast einnig sem steinefni en notkun múrsteina er ekki mikil hér á landi. Flísar eru hins vegar mikið notaðar bæði á gólf og vegg. Við niðurrif flísa er nánast ómögulegt að ná þeim heilum og því þarf að finna nýjar leiðir til að endurnota efnið.

Steinull er mikið notað einangrunarefni sem er framleitt á Íslandi. Hægt er að nýta afskurði steinullar frá nýbyggingarframkvæmdum og endurnota í stað þess að farga. Mikill áhugi er að endurnota efnið og finna endurvinnslufarvegi.

4.3.2 Málmar

Málmar flokkast undir óendurnýjanlegar auðlindir en hægt er að endurvinnna málma með hárrí endurvinnslunýtni. Því er kostur að nota þá málma sem eru nú þegar í hringrásinni eins vel og hægt er. Málmar krefjast talsverðrar orku við endurvinnslu, þó mun minni en við frumvinnslu. Undir málma flokkast vírar, málmspænir, tómar dósir, skrúfur, naglar, álprófilar, ofnar, rör o.fl.

4.3.3 Timbur

Á heimsvísu er meira en helmingur timburs notaður sem eldiviður eða til orkuvinnslu og minna en 50% notað í iðnað.³⁰ Við brennslu timburs losnar kolefni aftur út í andrúmsloftið sem hafði verið bundið í timbrinu. Með því að nota timbur sem orkugjafa er verið að ganga á skóga jarðarinnar og losa kolefni sem þeir binda. Timbur getur gengt mismunandi hlutverki í byggingum, sem burðarvirki, gólfefni, hurðir o.fl. Ef timbur fer í landfyllingu losnar metangas sem er gróðurhúsalofttegund sem stuðlar að hlýnun jarðarinnar.

Endurnotkun á timbri hefur þá kosti að koma í veg fyrir frekara skógarhögg og losun gróðurhúsalofttegunda. Meta þarf hvort hægt sé að endurvinnna timbur þar sem sumt timbur hefur verið meðhöndlað með fúavarnarefnum eða málað. Ef ekki er hægt að endurvinnna timbur sökum efnainnihalds má nota það til orkunýtingar.

²⁹ Ali o.fl., 2020

³⁰ European Commission, 2010

³¹ Soares, o.fl., 2021

³² Soares, o.fl., 2021

Munur er á ómáluðu og máluðu timbri og mælst er til að flokka það í sitt hvoru lagi þar sem hægt er að kurla ómálað timbur í moltugerð en ekki málað timbur. Ómálað timbur getur verið byggingartimbur, harðviður og vörubretti. Málað timbur getur verið t.d. timbur með plasthúð eða gagnvarið, límtré, MDF plötur, mótatimbur, spónaplötur og parket.

4.3.4 Plast

Plast er vinsælt efni vegna þess hversu ódýrt og létt það er, hefur fjölbreytt notagildi og getur haft marga kosti fram yfir önnur efni.³¹ Mikið af byggingarefnum eru úr plasti eða innihalda plast að hluta og svo er plast notað í umbúðir. Sem dæmi finnst PVC plastefni (Pólývínýlklóríð) í mörgum byggingarefnum, t.d. þakdúkum, frárennslisrörum, rafmagnsköplum og gólfefni. Eins og sést í töflu 4.1 þá losar plast hlutfallslega mikið af gróðurhúsalofttegundum miðað við annan úrgang á hvert tonn vegna þess hversu eðlislétt efnið er. Plastúrgangur er því rúmmálmikið m.v. þyngd og getur jafngilt u.þ.b. fimmföldu rúmmáli stáls.

Í dag er plast „downcycled“, þ.e. aðeins hluti af plasti er endurnotað í sama tilgangi og áður. Þetta er vegna rýrnunar á gæðum plastsins sem verður vegna endurvinnslu.

Árið 2018 voru framleidd u.þ.b. 360 milljón tonn af plasti í heiminum og af því var eftirspurn frá Evrópu 51,2 milljón tonn. Stór hluti var notaður í einnota hluti og tæplega 40% í umbúðir.³² Einungis 9% af öllu plasti sem hefur verið framleitt hefur verið endurunnið og er talið að 12% hafi verið brennt og 79% urðað eða laust í náttúrunni.³³ Plast hefur lága endurvinnslunýtni og eftir endurvinnslu á plasti helst aðeins 5% af virði þess til áframhaldandi notkunar.¹¹ Framleiðsla á nýju plasti hefur umhverfisáhrif vegna notkunar á jarðefnaeldsneyti við framleiðsluna og framtíðarúrgangi sem myndast við framleiðslu á nýju plasti.³⁴

4.3.5 Samsett efni

Byggingarúrgangur líkt og annar úrgangur er oft á tíðum samsettur, þ.e. blanda af fleiri en einni gerð efna. Samsetning efna getur haft áhrif á endurnotkunar- og endurvinnsluhæfni. Gluggar geta verið samsettir úr timbri, áli, gleri og þéttiefnum sem kallar á sérstaka meðhöndlun við lok líftíma.

Algengt er að plastúrgangur innihaldi önnur efni t.d. pappa og málma, og plastefni innihaldi blöndu efna sem hafa áhrif á endurvinnsluhæfni þeirra.³⁵ Erfiðara er að endurvinnna plast úr samsettum efnem og oft er ekki vitað um hvers kyns plast er að ræða. Ef plast er ekki hæft til endurvinnslu þá er það oft nýtt í orkuvinnslu. Endurvinnsla plasts er rétt að byrja hérlendis.

³³ Schwarz, o.fl., 2021

³⁴ Schwarz, o.fl., 2021

³⁵ Schwarz, o.fl., 2021



5 Leiðbeiningar fyrir framhaldslíf

Miklir möguleikar eru í að nýta það mikla magn og verðmæti sem falin eru í byggingarúrgangi hér á landi með endurnotkun, endurvinnslu eða endurnýtingu. Hér á eftir er yfirlit yfir helstu tækifæri og hindranir sem eru í innleiðingu hringrásarhagkerfis fyrir stærstu úrgangsstrauma byggingariðnaðarins sem og dæmi um framhaldslíf efna.

5.1 Endurnotkun

Suma hluti í byggingum er auðvelt að fjarlægja og endurnota, hreinlætistæki og hurðir eru gott dæmi um það. Ef að rífa á byggingu eða byggingarhluta er vandað niðurrif mikilvægt til að efni haldist heil og skemmist ekki svo hægt sé að endurnota þau. Parket og annað gólfefni, innveggir úr gipsi, tré- og stálbitar, utanhússklæðningar, einangrunarefni ásamt mörgu fleiru er mögulegt að endurnota. Við niðurrif er oft ekki gefinn tími til vandaðra vinnubragða svo að efnin haldist heil. Ef ekki er hægt að endurnota byggingarefni þá er mælt með að endurvinnna úr hráefnum þeirra eða endurnýta á einhvern hátt.

5.2 Endurvinnsla

Endurvinnsla er næst á eftir endurnotkun í forgangs röðun úrgangspríhyrningsins. Endurvinnsla gefur færri á að nýta efni og auðlindir aftur. Að endurvinnna hráefni krefst í mörgum tilfellum mikillar orku, en með því að endurvinnna efni sparast orka sem hefði verið notuð til að sækja ný hráefni og breyta þeim í vöru.³⁶ Efni geta glatað gæðum í endurvinnsluferlum. Stundum er nýtt hráefni notað í bland við endurunnin efni í framleiðslu vöru. Dæmi um þetta er plast eða pappi sem inniheldur tiltekið magn af endurunnu efni, þar sem vara úr eingöngu endurunnu efni uppfyllir ekki kröfur sem gerðar eru til vörunnar.



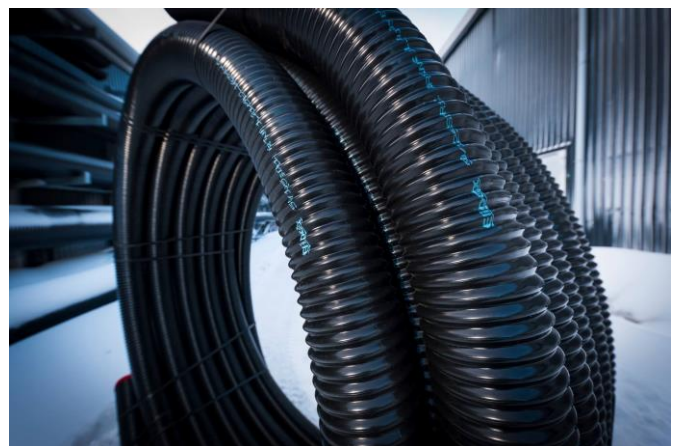
Mynd 5.1 Á Íslandi er fyrirtækið Plastplan að endurvinnna plast og býr til nýja hluti úr því, eins og stóla og blómappota.

Óhreinindi takmarka endurvinnslumöguleika og því skiptir góð flokkun miklu máli til að tryggja að úrgangur geti nýst í endurvinnslu. Þetta getur skapað vandamál við niðurrif bygginga því ólík efni loða saman eða byggingarhlutar eru gerðir úr samsettum hráefnum. Dæmi um þetta eru einangrunarefni sem steypa loðir við, filmur samsettar úr plasti, áli eða öðrum efnum og gluggar þar sem erfitt er að ná í sundur gleri, kítta og timbri. Því betur sem efni er flokkað, því meiri möguleikar eru á endurvinnslu og betra verð fæst fyrir efnið. Þannig eru pappi, plast og málmar flokkuð í undirflokk, þar sem sumir flokkar eru verðmætari en aðrir.



Mynd 5.2 Durisol byggingarkubbar eru dæmi um endurunnið byggingarefni. Kubbarnar eru búnir til úr endurunnum við sem er síðan steingerður.

Á Íslandi er fjöldi úrgangsflokka sendur í endurvinnslu, t.d. pappi, pappír, plast, timbur og málmar. Á Íslandi er gler notað sem fyllingarefni en gler ekki endurunnið þrátt fyrir að það sé auðvelt hráefni til endurvinnslu en það hefur ekki verið talið hagkvæmt að flytja það úr landi til endurvinnslu vegna lítils magns. Til stendur að flytja gler erlendis til endurvinnslu, en það takmarkast þó við flöskugler og rúðugler er til skoðunar.



Mynd 5.3 Set ehf. notar endurunnið heyrúlluplast frá Pure North í framleiðslu á lagnarörum sem notuð eru í byggingariðnaði.

³⁶ Morris, 1996

5.3 Endurnýting

Efni sem ekki er hægt að endurvinna er stundum hægt að endurnýta. Efni sem eru endurnýtt er oftast verið að nýta í virðisminni tilgang en áður. Steinefni eru endurnýtt á Íslandi sem fyllingarefni t.d. í vegagerð og plast og annar úrgangur er brenndur til orkuvinnslu. Gler er endurnýtt, það er malað og notað sem fyllingarefni.

5.4 Einingakerfi

Sýnt hefur verið fram á að staðlaðar stærðir og einingakerfi geta stuðlað að skilvirkara hringrásarhagkerfi. Einingakerfi eru sett saman úr mörgum einingum þar sem stærðir eininga ganga upp í heild, vinna saman og mynda kerfi. Einingakerfi veita sveigjanleika þar sem hægt er að breyta einingum innan kerfis. Með því að hafa staðlaðar einingar í verksmiðjum, t.d. á forsteyptum einingum, er framleiðsla hraðari og minni úrgangur myndast.³⁷

Einingakerfi auka möguleika á að skipta út og endurnota byggingarvörur. Sem dæmi, ef gluggastærðir á íbúðarhúsnæði væru staðlaðar í stað þess að sérpanta glugga í byggingar, þá væri auðveldara að endurnota gluggana. Mörg heimilistæki, t.d. uppþvottavélar og ofnar í eldhús eru í stöðluðum stærðum þ.a. þegar þarf að skipta um tæki þarf ekki nýja innréttingu.

³⁷ Machado o.fl., 2021

5.5 Steinefni

5.5.1 Steypa

Vitað er að steypa og járn losa mikið af gróðurhúsalofttegundum vegna framleiðsluferla þeirra. Mikill ávinningur er af því fyrir umhverfið að varðveita og endurnota steypu. Dæmi um aðferðir til að framlengja notkunartíma steypu eru:

- Varðveita stept burðarvirki að fullu eða að hluta í stað þess að rífa allt.
- Hanna forsteyptar einingar sem hægt er að taka í sundur.
- Mylja steypu og nota sem íblöndunarefni í nýja steypu.
- Mylja steypu í fyllingarefni.

Með varðveislu á steptu burðarvirki, að hluta til eða að fullu leiti, minnkar steinefnaúrgangur sem myndast við niðurrif bygginga, auk þess að ný jarðefni og nýtt sement sparast. Með varðveislu steyptra byggingarhluta er hægt að geyma „gamla“ burðarvirkið og hanna „nýtt“ í kringum það. Þá er hægt að bæta við eða stækka með nýrri steypu. Þetta er einungis hægt ef vilji er fyrir hendi af hálfu verkkaupa og þarf að vera skipulagt á forhönnunarstigi og getur skilað gríðarlegum kolefnissparnaði.³⁸



Mynd 5.4 Varðveisla steyptra burðarvirkja, eins og þess sem er sýnt á myndinni, býður upp á möguleikann að endurgera bygginguna að innan.

Til að hægt sé að endurnota forsteyptar einingar þarf að hanna slíkar einingar og byggingar með til þess hönnuðum samskeytum svo hægt sé að taka í sundur (e. Design for disassembly). Mikið erfiðara er að endurnota staðsteyptra hluta því ekki er auðvelt að skilja þá að og upplýsingar um burðargetu eru oft ekki til staðar. Með því að hanna til að taka í sundur verður hægt að endurnota steyptra einingar í lok líftíma byggingar.

Hægt er að endurvinnna steypu og nota í nýja steypu. Erlendar rannsóknir hafa sýnt fram á að hægt er endurnota steypu sem fyllingarefni í nýja steypu án þess að það skerði eiginleika steypunnar. Að endurvinnna steypu í nýja steypu hefur takmarkanir, t.d. hversu fínt steypan er mulin o.fl.³⁹



Mynd 5.5 Peikko er finnskt fyrirtæki sem framleiðir ýmis konar forsteyptar einingar. Peikko hefur þróað lausnir í átt að hringrásarhagkerfinu, m.a. forsteyptar súlur (sjá mynd) sem eru festar með mekanískum festingum.

Eftir nýlegar breytingar hér á landi á byggingarreglugerð varðandi steinsteypu⁴⁰ er samsetning steypuþblöndunar fjölbreyttari og nota má endurunnin steinefni. Með þessu breytta regluverki er verið að opna á umhverfisvænni lausnir fyrir stept mannvirki. Í uppfærðri byggingarreglugerð kemur fram að val á efnum og samsetning steypu skuli tryggja endingu hennar og lágmarka umhverfisáhrif yfir líftíma mannvirkis. Ef nota á endurunnin steinefni í steypu þarf ávallt að uppfylla kröfur sem gerðar eru til hennar og ekki hafa skaðleg áhrif á t.d. rýrnun eða alkalívirkni.

Hægt er að mylja steypuna niður í fyllingarefni, t.d. til notkunar í vegagerð eins og gert er nú þegar hér á landi. Með því að nota steypu sem fyllingarefni er hægt að koma í veg fyrir námugróft eftir nýjum hráefnum, stytta vegalengdir sem þarf að fara með efni og spara orku.⁴¹ Til að nota steypu sem fyllingarefni þarf að fjarlægja önnur efni, eins og einangrun og stál, áður en steypan er mulin. Umhverfisávinningur af því að nota steypu sem fyllingarefni er mun minni en við endurnotkun.⁴²



Mynd 5.6 Steypa er mulin og notuð sem fyllingarefni en við það minnkar virði og tilgangur steypunnar. Mynd sýnir malaða steypu sem er ætluð til fyllingar.

³⁸ Monier o.fl., 2011

³⁹ Schoon o.fl. 2015

⁴⁰ Byggingarreglugerð nr. 112/2012

⁴¹ Björgvin Brynjarsson & Þorbjörn A. Sigurbjörnsdóttir, 2022

⁴² Monier o.fl., 2011

5.5.2 Múrsteinar, flísar og keramik

Hægt er að endurnota og endurnýta múrsteina, flísar og keramik.

- Hreinlætistæki og múrsteina er hægt að taka niður og endurnota.
- Flísabrot er hægt að nota sem íblöndunarefni.
- Hægt er að mylja efni og nota sem fyllingarefni.

Endurnotkun á þessum efnum er möguleiki með vönduðu niðurrifi. Hreinlætistæki eins og salerni og handlaugar er hægt að taka niður og setja upp að nýju.



Mynd 5.7 Mynd sýnir vandaða niðurtöku salernis

Hægt er að taka múrsteina í sundur og hreinsa til endurnotkunar⁴³ og hefur verið gert í Danmörku með góðum árangri í verkefni sem heitir REBRICK. Ekki er vitað til þess að aðili á Íslandi sé að taka í sundur múrsteina og hreinsa en múrsteinar eru ekki algengt byggingarefni hér á landi.

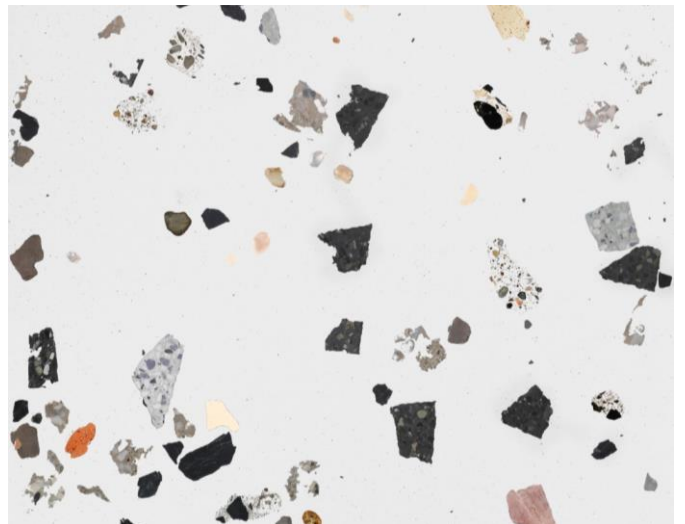
Niðurrifsmúrsteinarnir eru settir í skilju þar sem steypuhræra og önnur efni sem eru utan á múrsteinunum eru fjarlægð. Múrsteinarnir eru næst hreinsaðir með sérhönnuðu titringskerfi en ekki er notast við vatn eða efni við hreinsun steinanna. Eftir það er hver múrsteinn skoðaður og flokkaður m.t.t. gæða og útlits. Svo er múrsteinunum pakkað og þá eru þeir tilbúnir til endurnotkunar.⁴⁴

Það sem er áhugavert við verkefnið er að verið er að CE merkja notaða múrsteina. Fyrir hvern múrstein sem er endurnotaður sparast 500 g CO₂-lg⁴⁵. Sú tala margfaldast hratt þegar slíkir múrsteinar eru notaðir í heilu útveggjahlæðningarnar.



Mynd 5.8 Með vönduðu niðurrifi á byggingum með múrsteinum er hægt að hreinsa þá og nota aftur.

Við niðurrif er hægt er að endurnota flísar af gólfum og veggjum en það getur nánast verið ógerlegt nema flísar séu farnar að losna frá yfirborðinu og yfirleitt skemmast flísar við niðurtöku. Hægt er að nota flísabrot til að búa til „terrazzo“ áferð á yfirborðsflötum með því að blanda brotum við bindiefni.



Mynd 5.9 Mynd sýnir terrazzo flís úr línunni Urban Terrazzo sem er búin til úr úrgangi úr nágrenni framleiðandans, TFOB.

Steinefni eru mulin niður og notuð sem fyllingarefni, t.d. í veggerð en það þarf að gagna úr skugga um að efnin séu ekki menguð af öðrum efnum.

⁴³ Monier o.fl., 2011

⁴⁴ Rebrick, e.d.

⁴⁵ Rebrick, e.d.

5.6 Málmar

Málmar hafa háa endurvinnslunýtingu og bjóða upp á mikla möguleika í endurnotkun og endurvinnslu.

- Endurnota stálvirki.
- Endurnota stálbita.
- Endurnota málmklæðningar.
- Endurvinnna járn.

Stálgrindarhús og stálbita er hægt að taka niður og setja upp annarsstaðar. Í báðum tilfellum heldur stálið virði sínu. Í sumum tilfellum þarf að hreinsa málningu af stálinu áður en það er endurnotað og mála aftur. Hægt er að hreinsa málninguna af með háþrýstidælu eða með því að skafa hana af. Ef ekki er hægt að nýta burðarvirkið er hægt að endurvinnna stálið.



Mynd 5.10 Á myndinni má sjá stálgrind byggingar. Stálgrind hússins hafði verið notuð í annarri byggingu en var tekin niður, sett í geymslu og síðan sett upp aftur.

Málmklæðningar er hægt að taka niður og nota aftur. Ýmsar hindranir geta komið í veg fyrir endurnotkun klæðningarefnis. Það þarf að ganga úr skugga um að til sé nóg efni, stærðir þurfa að passa og ganga upp o.s.frv. Einnig er hægt að endurvinnna álklæðningar. Dönsk rannsókn sýndi fram á 40% sparnað á CO₂-íg með því að endurnota stálklæðningu í samanburði við að endurvinnna hana í lok líftíma byggingar.⁴⁶

Steypustyrktarjárn er hægt að endurvinnna en til þess þarf að skilja steypuna frá járnunum.

5.7 Timbur

Timbur er eðlislétt byggingarefni og er notað í fjöldamörgum byggingarhlutum. Það finnst í burðarvirki, yfirborðsefnum, byggingarhlutum svo sem gluggum og hurðum og er einnig notað sem steypumót. Vegna þess hversu létt timbur er, þá er auðvelt að færa efnið til og eiga við það. Timbur er viðkvæmt fyrir raka og vætu og þarf því að geyma það við viðeigandi aðstæður, sjá kafla 6.1. Ef efnið er ekki geymt við réttar aðstæður getur efnið skemmst, afmyndast og orðið ónothæft. Hugmyndir um framhaldslíf fyrir timbur er m.a. að:

- Endurnota krosslímdar timbureiningar.
- Endurnota límtrésbita.
- Endurnota innréttingar, hurðir, glugga o.fl.
- Endurvinnna timbur í aðrar timburvörur.

Byggingar úr krosslímdum timbureiningum, CLT, er hægt að taka í sundur og nota aftur. Ef geyma á einingarnar eftir niðurtöku er mikilvægt að geyma þær við viðeigandi aðstæður svo að viðurinn skemmist ekki og haldi styrk sínum.⁴⁷ Límtrésbita er hægt að skrúfa niður og endurnota.



Mynd 5.11 Fimm hæða CLT einingahús úr endurnotuðum CLT einingum sem búið er að reisa á hristiborði sem hermir eftir jarðskjálftum. Heimild: Passarelli, 2018.

⁴⁶ Andersen o.fl., 2022

⁴⁷ Passarelli, 2018



Mynd 5.12 Myndin sýnir glugga sem er verið að endurnota. Gluggarnir á myndinni hafa betri virkni en hefðbundnir gluggar. Myndin kemur frá Lendager sem er dönsk arkitektastofa sem leggur áherslu á sjálfbærni og hringrásarlausnir í hönnun sinni.

Innréttingar og hurðir er hægt að skrúfa niður og setja upp á nýjum stað. Timburglugga er hægt að fjarlægja og nota í nýjar byggingar.

Á Íslandi er hefð fyrir að vera með ísteypta glugga sem erfitt er að ná heilum og óskemmdum úr byggingum. Á Norðurlöndunum, t.d. Danmörku, er hefð fyrir að nota glugga sem eru festir utan á byggingarnar með vinklum og festingum. Glugga sem eru festir utaná byggingar er auðveldara að taka niður heldur en glugga sem eru ísteyptir.



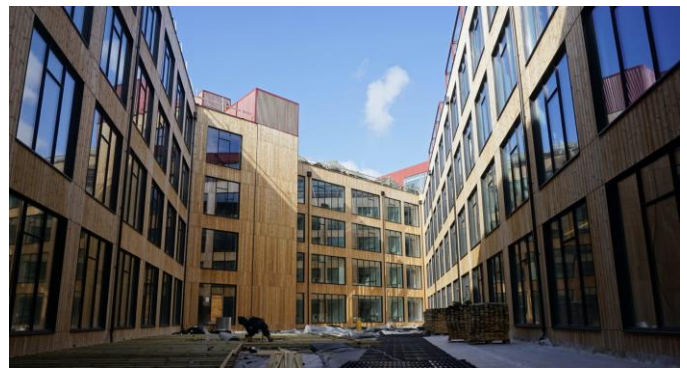
Mynd 5.13 Myndin sýnir glugga sem eru festir utan á bygginguna, ólíkt ísteyptum gluggum eins og tíðkast að nota á Íslandi. Mynd tekin frá danska gluggaframleiðandanum Outercore.



Mynd 5.14 Hægt er að endurvinnna timbur í ýmsar vörur, t.d. viðarplötur. Á myndinni má sjá plötur sem eru gerðar úr viðarpalletum.

Afgangs timbur og afsag er notað í framleiðslu á nýjum timburvörum, t.d. spónaplötum. Þá er timbrið kurlað niður og þurrkað áður en það er sent í framleiðslu þar sem kurlinu er blandað saman við bindiefni og pressað saman í plötu. Með þessu geta sparast 29-70 kg CO₂-íg á hvert tonn úrgangstimburs.⁴⁸

Hægt er að endurnota heilt timbur ef það er meðhöndlað á réttan hátt við niðurrif, sjá kafla 6.1 varðandi meðhöndlun byggingarefna.⁴⁹



Mynd 5.15 a:gain er danskt fyrirtæki sem vinnur nýja hluti úr afgangsbbyggingarefnum og byggingarúrgangi, á ensku kallað „upcycle“. Hjá a:gain er hægt að kaupa viðarpanel á innvegi sem eru með hljóðdempandi eiginleikum, parket og utanhúsklæðningu úr afgangss eða úrgangs við.

⁴⁸ Hossain & Poon, 2018

⁴⁹ Monier o.fl. 2011

5.8 Efni sem má ekki endurnota

Í byggingum geta fundist efni sem eru hættuleg heilsu okkar og umhverfinu. Því er mikilvægt að gera áætlun um meðhöndlun úrgangs og að gera skrá yfir hættuleg efni eins og kveðið er á um í byggingarreglugerð. Ef farið er eftir kröfum í byggingarreglugerð er hægt að gera grein fyrir þeim efnum í byggingum sem þarf að fjarlægja sökum efnainnihalds. Spilliefnum er mikilvægt að koma í réttan farveg til móttökuaðila spilliefna svo þau valdi ekki skaða. Viðurkenndir móttökuaðilar meðhöndla og flokka efnin á réttan hátt og farga eða endurnýta eftir því sem við á. Efni sem finnast í byggingarefnum sem eru skaðleg heilsu og umhverfi eru sem dæmi asbest, PCB sem finnast í lími og málningu, þalöt sem finnast í plasti og þungmálmur.

Erfitt er að greina hvar hættuleg efni eru í byggingum þegar ekki er til yfirlit yfir byggingarefni sem notuð voru á byggingartíma. Skýrsla unnin af Verkís fyrir Grænni byggð⁵⁰ lýsir hvernig vinna má úttekt á hættulegum efnum í byggingar- og niðurrifsúrgangi. Þær má nýta sem leiðbeiningar til að greina hvort efni séu hæf til endurnotkunar eða ekki út frá efnainnihaldi. Einnig er fjallað um hvernig förgun skal háttað.

Asbest er dæmi um hættulegt efni sem getur fundist við niðurrif eldri bygginga. Asbest þarf að meðhöndla og umgangast samkvæmt sérstökum reglum (reglugerð 430/2007 um bann við notkun asbests á vinnustöðum) og þurfa þau sem vinna við niðurrif og viðhald á asbesti að hafa sótt námskeið varðandi meðhöndlun á efninu.

Asbesti er fargað sérstaklega til að hindra dreifingu á asbestögnum. Byggingarhlutar sem geta innihaldið asbest eru einangrunarefni, þéttiefni og rör. Asbest hefur verið bannað að mestu á Íslandi síðan 1983 en allsherjARBann tók gildi árið 2005 um notkun asbests á Evrópska efnahagssvæðinu. Bannað er að flytja það inn eða nota og einungis má fjarlægja það og farga því.



Mynd 5.16 Asbest er dæmi um hættulegt efni sem getur fundist við niðurrif eldri bygginga. Bannað er að flytja það inn eða nota og einungis má fjarlægja það og farga því.

⁵⁰ Úttekt á hættulegum efnum í byggingar- og niðurrifsúrgangi



6 Geymslu- og endursölustaðir

6.1 Viðeigandi geymslusvæði

Eitt af þeim verkefnum sem þarf að leysa til að koma á fót hringrásarhagkerfi í byggingariðnaði er að koma upp geymslusvæði fyrir notuð byggingarefni sem eru hæf til endurnotkunar. Geymslusvæðin þurfa að vera viðeigandi fyrir þau byggingarefni sem þau hýsa. Byggingarefni eru mis viðkvæm fyrir aðstæðum eins og raka og hitastigi. Til er Rb-blað um rakaöryggi bygginga⁵¹ þar sem m.a. er fjallað um geymslu á byggingarefnum.

6.2 Deiliahagkerfi

Deiliahagkerfi (e. Sharing Economy) er þegar eigandi einhvers deilir með öðrum því sem hann á, þessi þróun er oft talin hafa heftandi áhrif á stórframleiðslu en færir rekstrarábyrgð einnig á framleiðendur. Með þekktustu dæmum um deiliahagkerfi eru t.d. bókasöfn. Á Íslandi er verkefni í gangi sem ber heitið Munasafn RVK sem er gott dæmi um deiliahagkerfi tengt byggingariðnaðinum. Munasafnið er eins og bókasafn nema með verkfærum auk annarra hluta. Á Íslandi er hægt að leigja vinnupalla, vélar og annað tilfallandi á leigum t.d. hjá byggingarvöruverslunum.

6.3 Endursölustaðir

Að mati þeirra sem selja notað byggingarefni eru ákveðnar hindranir sem koma í veg fyrir að endurnotkun byggingarefna aukist. Sú stærsta er skortur á geymsluplássi. Þá er eftirspurn eftir notuðum byggingavörum helst frá einstaklingum í lítil verkefni en ekki frá verktökum eða stærri aðilum. Það getur verið vegna þess að ekki er hægt að treysta á framboð og eiginleika notaðra byggingarvara og að það vantar ferla til að reiða sig á varðandi gæði vörunnar. Tímalína stærri framkvæmda getur verið hindrun varðandi endurnotkun ef skortur er á aðstöðu til að geyma efni.

Nú þegar eru til staðar hér á landi verslanir, netmiðlar og markaðir sem auðvelda að selja og kaupa notaðar byggingavörur eins og húsgögn og innréttingar. Lítil hefð er fyrir því að endurnota gamlar byggingavörur á Íslandi, en erlendis eru fjölmörg dæmi um auðlindatorg þar sem sala og kaup á notuðum byggingavörum og hráefni fer fram. Einnig eru að spretta upp nýstárlegar lausnir í endurvinnslu á notuðum hráefnum.

Efnisveitan er fyrirtæki sem aðstoðar aðila að framlengja líftíma allskyns vara, ekki einungis byggingarefna heldur einnig húsgagna og tækja. **Efnismiðlun Góða hirðisins** er markaður á endurvinnslustöðum Sorpu á Sævarhöfða og Breiðhelli. Þar fást notuð byggingarefni og vörur sem geta verið endurnotaðar í framkvæmdir. **MöluUndur** er ein þeirra aðgerða sem kemur fram í Vegvísi að vistvænni mannvirkjagerð. MöluUndi er ætlað að verða miðlægt sölutorg fyrir jarðveg og jarðefni. Með tilkomu MöluUndar verður flutningur og geymsla á jarðvegi og jarðefnum lágmarkuð, efnin verða notuð sem næst upprunastað og stuðlað verður að endurnýtingu á jarðvegi og jarðefnum.

⁵¹ Rb-blað um rakaöryggi bygginga

Áform eru um að setja upp **Jarðefnagarð í Álfsnesi** með móttöku á jarðvegi, steinefnum og óvirkum úrgangi sem fellur til frá byggingariðnaðinum og hægt verður að endurnýta. **CYRKL** er dæmi um auðlindatorg á netinu þar sem hægt er að auglýsa byggingarefni eða hráefni til sölu. Það eru dæmi um að það hafi verið notað hérlendis, en í litlu magni.

Með því að endurnota byggingarefni í stað þess að farga þeim má lækka upphafskostnað byggingarframkvæmda. Sem dæmi þá flokkast steinull sem *pressanlegur úrgangur frá framkvæmdum* skv. Sorpu. Árið 2022 kostar 3.100 kr/0,25 m³ að farga steinull, sem er nánast á pari við að kaupa nýja. Með hækkandi kostnaði vegna förgunar myndast enn frekari hvati til endurnotkunar.

6.4 Urban mining

Urban mining er nýtt hugtak sem ekki hefur verið þýtt formlega yfir á íslensku, en má þýða beint sem námuvinnsla í þéttbýli. Það felur í sér að taka minna frá hinu náttúrulega umhverfi og sækja frekar efni sem er búið að framleiða, efni sem eru í hringrásinni og hætta er á að þau endi sem úrgangur ef þau eru ekki notuð aftur.

6.4.1 Efnisvegabréf

Þekking á efnisinnihaldi og tæknilegar upplýsingar um byggingarefni auðvelda að viðhalda byggingarefnum í hringrásarhagkerfi. Í þessu samhengi hefur komið upp umræða um efnisvegabréf (e. Material Passport). Efnisvegabréf er hluti af verkefni Evrópusambandsins Buildings As Material Banks (BAMB) eða Byggingar sem efnisbankar. Efnisvegabréf eiga að geyma upplýsingar um efni í byggingum, t.d. tæknilega eiginleika, upplýsingar um endurnotkunar- og/eða endurvinnsluhæfi þeirra og umhverfisáhrif. Innleiðing hringrásarhagkerfisins byrjar við hönnun og er því efnisval mikilvægt, m.a. til að minnka hráefnanotkun og koma í veg fyrir úrgangsmyndun.⁵²

6.5 Tækifæri fyrir nýtt auðlindatorg

Í samtölum við verktaka kom fram áhugi á að endurnota byggingarefni. Ein ástæða sem getur komið í veg fyrir það er þörf þeirra fyrir mikið magn efna en sölustaðir með notuð byggingarefni í dag geta ekki geymt mikið magn. Til að endurnota byggingarefni á stórum skala þyrfti að koma upp auðlindatorgi með góðu geymslusvæði. Einnig þarf að vera hægt að auglýsa fyrirhugað niðurrif bygginga með góðum fyrirvara svo efnin fari beint í aðra notkun og með því næst að spara geymslupláss. Þá er hægt að færa byggingarefni á milli byggingar- og niðurrifssvæða og koma þeim beint í notkun í staðinn fyrir að setja þau í geymslu. Einnig gætu hönnuðir bygginga séð hvaða efni eru í boði og hannað byggingar út frá þeim efnum sem eru komin í hringrásina í stað þess að bæta inn nýjum efnum.

⁵² Honic, Kovacic & Rechberger, 2019

7 Lokaorð

Mikil tækifæri liggja í að koma þeim fjölbreytta byggingar- og niðurrifsúrgangi sem fellur til árlega hér á landi í hringrásarfarveg sem stuðlar að því að viðhalda verðmætum og minnka sóun. Í þessari skýrslu voru helstu úrgangsstraumar byggingarúrgangs kortlagðir og farvegir framhaldslífs greindir og leiðbeiningar varðandi nýtingu hans með tilliti til hringrásarhagkerfisins.

Greining á magni og gerð byggingar- og niðurrifsúrgangs sýnir mikinn mun á úrgangi sem fellur til við uppbyggingu nýrra mannvirkja og niðurrif á byggingum. Þrjú helstu straumar byggingarefna voru þó þeir sömu þ.e. steinefni, timbur og málmar. Steinefni voru rúmlega 90% af úrgangi við niðurrif en 24% við nýbyggingar. Hvað varðar kolefnisspor úrgangs er óflokkaður úrgangur (64%) frá nýbyggingarúrgangi að valda mestu kolefnisspori en steinefnaúrgangur (65%) frá niðurrifsverkefnum.

Ekki er mikil áhersla lögð á að nýta núverandi byggingarmassa þegar kemur að lokum líftíma mannvirkis og liggur þá fyrir niðurrif í flestum tilvikum, en hægt er að breyta eða aðlaga núverandi byggingar að nýjum aðstæðum í stað þess að rífa þær. Innleiðing hringrásarhagkerfisins í byggingariðnaðinn krefst þess að auka endurnotkun byggingarefna til að minnka úrgangsmýndun og kolefnislosun, lengja líftíma og varðveita verðmæti byggingarefnanna.

Hindranir við innleiðingu hringrásarhagkerfisins í byggingariðnaði

- Viðhald/endurnotkun er oft dýrari kostur en að kaupa nýjar byggingarvörur.
- Byggingavörur ekki hannaðar til að taka í sundur.
- Ekki nægilegur tími gefinn í undirbúning niðurrifs og á niðurrifstíma, til að magntaka byggingarefna og vanda niðurtöku.
- Geymsla og flutningur á byggingavörum eru kostnaðarsöm.
- Upplýsingar um byggingarvörur ekki til staðar til endurnotkunar, t.d. í efnisvegabréfi (e. material passport). Skortur á upplýsingum um eiginleika vörunnar, efniseiginleika, líftíma eða tæknilegra eiginleika, t.d. burðarþol.
- Óvissa um eiginleika vörunnar sem gætu haft áhrif á öryggi og heilsu manna.
- Lagaleg óvissa um vottun og prófun endurnotaðra vara.

Bestum nýtingu hráefna

Gögn frá Umhverfisstofnun fyrir árið 2020 sýna að 88% úrgangs frá mannvirkjagerð (jarðvegur ekki talin með) var endurnýttur og 12% fór í förgun. Megnið af því sem flokkast undir endurnýtingu, er nýtt í landfyllingar eða er notað í álíka tilgangi þar sem efnið minnkar í virði. Æskilegt er að koma efninu frekar í endurnotkun eða endurvinnslu þannig að þau haldist í hringrásinni og haldi virði sínu. Endurskoða þarf farvegi byggingarúrgangs með tilliti til hringrásarhagkerfisins og forgangsroðunar úrgangspríhryningsins til að þetta náist. Með því að innleiða hringrásarhagkerfið í byggingariðnaðinn strax á hönnunarstigi, í framkvæmd og í lok líftíma bygginga, má minnka eftirspurn eftir nýju stáli, sementi, plasti og áli. Þannig er hægt að minnka kolefnislosun frá iðnaðinum um 38% árið 2050.⁵³

Í handbók hússins er hægt að halda utan um upplýsingar um byggingarefni og byggingarluta, tæknilysingar og breytingar sem gerðar eru á notkunartíma. Handbók hússins getur gegnt mikilvægu hlutverki í að halda utan um eðli og magn byggingarefna sem auðveldar endurnotkun efna ef og þegar byggingar eru teknar niður.

Nokkur staðir eru að endurselja byggingarefni og er eftirspurn einstaklinga eftir efnun í lítil verkefni mikil, að sögn endursöluaðila. Í dag er enginn endursöluaðili með geymsluþláss til að geyma notuð byggingarefni fyrir stærri verkefni. Lög og reglugerðir varðandi eiginleika notaðra byggingarefna geta verið hindrun við endurnotkun. Í viðtölum við verktaka kom fram að ávinningur byggingaverktaka með aukinni flokkun úrgangs skilar sér í minnkuðum kostnaði við förgun úrgangs. Ef að hringrásarhagkerfið í byggingariðnaðinum verður að veruleika getur kostnaður á kaupum byggingarefna og annara hráefna lækkað ef mögulegt verður að nýta hráefni í þegar byggðum húsum og á sama tíma nýta hráefni jarðarinnar betur.

Niðurstöður um magn nýbyggingarúrgangs og niðurrifsúrgangs skal taka með fyrirvara. Gögn sem notast var við í vinnslu þessarar skýrslu eru byggð á takmörkuðum gögnum en gefa hugmynd um hlutfall hvers úrgangsflokks. Lítið eftirlit er með byggingarúrgangi sem fellur til á Íslandi og erfitt reyndist að nálgast gögn um byggingarúrgang þar sem ekki liggja fyrir miklar upplýsingar eða gögn. Takmarkanir á nákvæmum gögnum geta gefið skakka mynd og haft áhrif á niðurstöðu skýrslunnar. Aðsend gögn voru ekki samræmd á milli verktaka en ef verktakar færu eftir samræmdri flokkun á byggingar- og niðurrifsúrgangi myndi gefa betri mynd af því magni sem fellur til í hverjum flokki og auðvelda frekari nýtingu á úrganginum.

⁵³ The Ellen MacArthur Foundation, e.d.

8 Heimildir

- Again. (e.d.). Sótt 6. september 2022, af <https://again.dk/products/>
- Ali, N., Jaffar, A., Anwer, M., Khan, S., Anjum, M., Hussain, A., ... & Ming, X. (2020). The greenhouse gas emissions produced by cement production and its impact on environment: A review of global cement Processing. *International Journal of Research (IJR)*, 2(2).
- Andersen, R., Ravn, A. S., & Ryberg, M. W. (2022). Environmental benefits of applying selective demolition to buildings: A case study of the reuse of façade steel cladding. *Resources, Conservation and Recycling*, 184, 106430.
- Björgvin Brynjarsson & Þorbjörg Anna Sigurbjörnsdóttir. (2021). Lofslagsávinningur af endurnýtingu steypu í stígagerð. Efla. [https://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/NR_1800_768_Loftslagsavinningur_af_endurnytingu_steypu_i_stigagerd/\\$file/NR_1800_768_Loftslags%C3%A1vinningur%20af%20endurn%C3%BDtingu%20steypu%20%C3%AD%20st%C3%ADgager%C3%B0.pdf](https://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/NR_1800_768_Loftslagsavinningur_af_endurnytingu_steypu_i_stigagerd/$file/NR_1800_768_Loftslags%C3%A1vinningur%20af%20endurn%C3%BDtingu%20steypu%20%C3%AD%20st%C3%ADgager%C3%B0.pdf)
- Byggjum grænni framtíð. (2022-a). Vegvísir að vistvænni mannvirkjagerð – I hluti. Losun. Sótt af <https://byggjumgraenniframtid.is/wp-content/uploads/2022/06/Vegvisir-ad-vistvaenni-mannvirkjagerd-I-hluti.-Losun.pdf>
- Byggjum grænni framtíð. (2022-b). Vegvísir að vistvænni mannvirkjagerð – II hluti. Markmið og aðgerðir. Sótt af https://byggjumgraenniframtid.is/wp-content/uploads/2022/06/Vegvisir-ad-vistvaenni-mannvirkjagerd-II-hluti_Markmid-og-adgerdir.pdf
- Eberhardt, L. C. M., Birkved, M., & Birgisdóttir, H. (2022). Building design and construction strategies for a circular economy. *Architectural Engineering and Design Management*, 18(2), 93-113.
- Eberhardt, L.C. M., & Birgisdóttir, H. (2022). Building the future using the existing building stock: the environmental potential of reuse. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1078, No. 1, p. 012020). IOP Publishing.
- European Commission. (2010). Study on the selection of waste streams for end-of-waste assessment: final report. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2791/41968>
- European Commission. (2016). EU Construction & Demolition Waste Management Protocol <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/20509/>
- European Commission. (2018). EU Construction and Demolition Waste Protocol and Guidelines. https://single-market-economy.ec.europa.eu/news/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-2018-09-18_en
- Honic, M., Kovacic, I., & Rechberger, H. (2019). Improving the recycling potential of buildings through Material Passports (MP): An Austrian case study. *Journal of Cleaner Production*, 217 (2019) 787-797.
- Hossain, M. U., & Poon, C. S. (2018). Comparative LCA of wood waste management strategies generated from building construction activities. *Journal of Cleaner Production*, 177, 387-397.
- Innviðaráðuneytið. (2022). 35 þúsund nýjar íbúðir skapa langþráð jafnvægi á húsnæðismarkaði. Stjórnarráðið. Sótt af <https://www.stjornarradid.is/efst-a-baugi/frettir/stok-frett/2022/07/12/35-thusund-nyjar-ibudir-skapa-langthrad-jafnvaegi-a-husnaedismarkadi/>
- IPCC. (2021). Technical summary. Working Group III contribution to the IPCC sixth assessment report (AR6). Sótt af https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_TS.pdf
- Íslenskir staðlar. (e.d.). Fræðsla. Sótt af <https://www.stadlar.is/fraedsla/#CE-merking>
- Laghi, L., & De Aloysio, G. (2020). Holistic Approach and Platform for the deep renovation of the Med residential built Environment. Sótt 27. september 2022, af https://medzeb-happen.eu/public_deliverables/D4.6.pdf
- Lendager. (e.d.). Upcycle Studios. Lendager. Sótt 5. september 2022, af <https://lendager.com/project/upcycle-studios/>
- Luciano, A., Cutaia, L., Altamura, P., & Penalvo, E. (2022). Critical issues hindering a widespread construction and demolition waste (CDW) recycling practice in EU countries and actions to undertake: The stakeholder's perspective. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 29, 100745.
- Machado, N., & Morioka, S. N. (2021). Contributions of modularity to the circular economy: A systematic review of literature. *Journal of Building Engineering*, 44, 103322.
- Monier, V., Hestin, M., Trarieux, M., Mimid, S. & Mudgal, S. (2011). Service contract on management of construction and demolition waste – Final report Task 2. contract, ENV.G.4(2008).
- Morris, J. (1996). Recycling versus incineration: an energy conservation analysis. *Journal of Hazardous Materials*, 47(1-3), 277-293.
- Passarelli, R. N. (2018). The environmental impact of reused CLT panels: study of a single-storey commercial building in Japan. In *World Conference on Timber Engineering*, Seoul, South Korea.
- Plastplan. (e.d.). Sótt 6. september 2022, af <https://plastplan.is/>
- Rebrick: Rebrick. (e.d.). Sótt 5. september 2022, af <http://www.gamlemursten.eu/>
- Schoon, J., De Buysser, K., Van Driessche, I., & De Belie, N. (2015). Fines extracted from recycled concrete as alternative raw material for Portland cement clinker production. *Cement and Concrete Composites*, 58, 70-80.
- Schwarz, A. E., Ligthart, T. N., Bizarro, D. G., De Wild, P., Vreugdenhil, B., & Van Harmelen, T. (2021). Plastic recycling in a circular economy; determining environmental performance through an LCA matrix model approach. *Waste Management*, 121, 331-342.
- Soares, J., Miguel, I., Venâncio, C., Lopes, I., & Oliveira, M. (2021). Public views on plastic pollution: Knowledge, perceived impacts, and pro-environmental behaviours. *Journal of hazardous materials*, 412, 125227.

- The Ellen MacArthur Foundation. (e.d.). Build Environment: Reimagining our buildings and spaces for a circular economy. Sótt af <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/built-environment/overview>
- Umhverfis- og auðlindaráðuneytið. (2020). Aðgerðaáætlun í loftslagsmálum: Aðgerðir íslenskra stjórnvalda til að stuðla að samdrætti í losun gróðurhúsalofttegunda til 2030. <https://www.stjornarradid.is/library/02-Rit--skyrslur-og-skrar/Adgerdaaetlun%20i%20loftslagsmalum%20onnur%20utgafa.pdf>
- Umhverfis- og auðlindaráðuneytið. (2021). Í átt að hringrásarhagkerfi. Stefna umhverfis- og auðlindaráðherra í úrgangsmálum. Sótt af https://www.stjornarradid.is/library/02-Rit--skyrslur-og-skrar/UAR_stefnal_att_ad_hringrasarhagkerfi.pdf
- Umhverfisstofnun. (e.d.-a) Skilgreiningar á hugtökum. Sótt af <https://ust.is/graent-samfelag/urgangsmal/medhondlun-urgangs/skilgreiningar-a-hugtokum/>
- Umhverfisstofnun. (e.d.-b). Heildarmagn og meðhöndlun. Sótt af <https://ust.is/graent-samfelag/urgangsmal/umhverfisvisar-og-tolfraedi/heildarmagn-og-medhondlun/>
- Umhverfisstofnun. (e.d.-c). Bætt úrgangstölfræði. Sótt af <https://ust.is/graent-samfelag/urgangsmal/umhverfisvisar-og-tolfraedi/baett-urgangstolfraedi/>
- Umhverfisstofnun. (e.d.-d). Tölfræði. Sótt af <https://ust.is/graent-samfelag/urgangsmal/umhverfisvisar-og-tolfraedi/tolfraedi/>
- United Nations Environment Programme (2021). 2021 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. Nairobi
- Þorbjörg Anna Sigurbjörnsdóttir & Gunnar Svavarsson. (2019). Kortlagning byggingarúrgangs. Efla. Sótt af https://www.graennibyggd.is/_files/ugd/54e708_e755c06e00f647b79b31351bb99b20a5.pdf

9 Myndaskrá

- Mynd 4.5: Sydhavn Genbrugscenter. (e.d.). Om Sydhavn Genbrugscenter. Mynd sótt 17. nóvember 2022 af <https://sydhavngenbrugscenter.kk.dk/om-os>
- Mynd 5.1: Plastplan. (e.d.). Vörur. Mynd sótt 4. september 2022 af <https://plastplan.is/vorur/>
- Mynd 5.2: Pago. (e.d.) Vottanir og tækniupplýsingar. Mynd sótt 4. september 2022 af <https://pago.is/vottanir-og-taekniupplysingar/>
- Mynd 5.3: Mynd aðsend frá Set ehf.
- Mynd 5.4: Cutieru, A. (2021). The Refurbishment and Adaptive Reuse of Brutalist Architecture. Mynd sótt 4. september 2022 af <https://www.archdaily.com/967215/the-refurbishment-and-adaptive-reuse-of-brutalist-architecture>
- Mynd 5.5: Peikko. (e.d.). Bolted column connections for ease of design, speed of erection, and safety – Overview. Mynd sótt 4. september 2022 af <https://www.peikko.com/products/bolted-column-connections/overview/>
- Mynd 5.6: Everglades Equipment group. (e.d). Crushed Concrete. Mynd sótt 6. september 2022 af <https://www.evergladesfarmequipment.com/rock/crushed-concrete/>
- Mynd 5.7: Zero waste Scotland. (2020). What to do with bathroom suites? Mynd sótt 4. september 2022 af <https://wasteless.zerowastescotland.org.uk/articles/what-to-do-with-bathroom-suites>
- Mynd 5.8: Gamle mursten. (e.d.) The technology. Mynd sótt 6. september 2022 af <http://www.gamlemursten.eu/technology/>
- Mynd 5.9: Interior park. (e.d.) Urban Terrazzo. Mynd sótt 4. september 2022 af <https://interiorpark.com/en/flooring-urban-terrazzo>
- Mynd 5.10: Caunton Engineering Ltd. (e.d.). Sótt 5. september 2022 af <http://www.caunton.co.uk/project.aspx?id=143>
- Mynd 5.11: Passarelli, R. N. (2018). The environmental impact of reused CLT panels: study of a single-storey commercial building in Japan. In World Conference on Timber Engineering, Seoul, South Korea.
- Mynd 5.12: Lendager. (e.d.) Up-cycle studios. Mynd sótt 5. september 2022, af <https://lendager.com/project/upcycle-studios/>
- Mynd 5.13: Outercore. (e.d.). Produktet. Mynd sótt 4. september 2022 af <https://outercore.dk/produktet/>
- Mynd 5.14: Vision wood fuels. (e.d.). Recycled plywood. Mynd sótt 4. september 2022 af <https://visionwoodfuels.co.uk/product/recycled-plywood/>
- Mynd 5.15: A:gain. (e.d). Products. Mynd sótt 6. september 2022, af <https://again.dk/products/>
- Mynd 5.16: Shutterstock. (e.d). Mynd sótt 15. nóvember 2022 af Shutterstock.com



Skýrslan er gefin út af Grænni byggð í samstarfi við Húsnaðis- og mannvirkjastofnun, með styrk frá umhverfis-, orku- og loftslagsráðuneytinu.

Unnið af VSÓ Ráðgjöf
Desember 2022

VSÓ RÁÐGJÖF

 GRÆNNI
BYGGÐ
GREEN BUILDING
COUNCIL ICELAND