

# LÍFTÍMAGÖGN BYGGINGAREFNA Á ÍSLANDI ÁFANGASKÝRSLA

13.11.2024

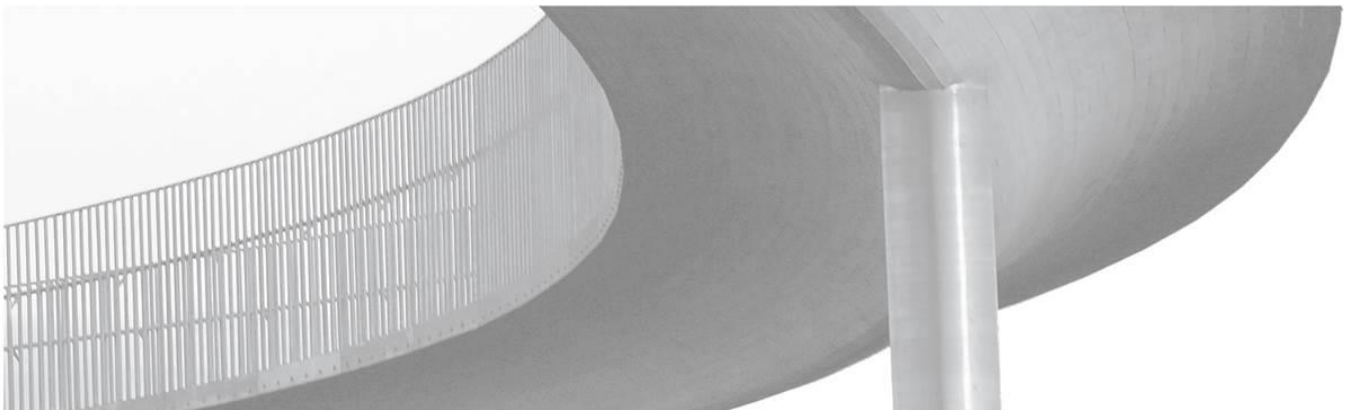
**HMS** Húsnæðis- og  
mannvirkjastofnun



Stjórnarráð Íslands  
Innviðaráðuneytið



Stjórnarráð Íslands  
Háskóla-, iðnaðar- og  
nýsköpunarráðuneytið



## SKÝRSLA – UPPLÝSINGABLAÐ

### SKJALALYKILL

102667-SKY-001-V01

### SKÝRSLUNÚMER / SÍÐUFJÖLDI

01/17

Verkefnið er styrkt af Aski - mannvirkjarannsóknasjóði

### VERKEFNISSTJÓRI EFLA

Alexandra Kjeld

### LYKILORÐ

Líftími, byggingarefni, LCA

### STAÐA SKÝRSLU

- ☒ Í vinnslu  
☐ Drög til yfirlestrar  
☐ Lokið

### DREIFING

- ☐ Opin  
☐ Dreifing með leyfi verkkaupa  
☐ Trúnaðarmál

### TITILL SKÝRSLU

Líftími byggingarefna á Íslandi

### VERKHEITI

Líftímagögn byggingarefna á Íslandi - Áfangaskýrsla

### HÖFUNDUR

Björn Marteinsson, Alexandra Kjeld, Tryggvi Þór Logason, Berglind Inga Eggertsdóttir, Þórður Ingimar Kristjánsson, Eldar Máni Gíslason

### ÚTDRÁTTUR

Þessi áfangaskýrsla er hluti af verkefni styrkt af Aski – mannvirkjarannsóknarsjóði. Skýrslunni er ætlað að vera skref í átt að samræmdri söfnun og notkun líftímagagna á Íslandi og markmið hennar að leggja fram tillögu að íslenskum viðmiðunargögnum. Mikilvægt er að til séu góð líftímagögn svo að hægt sé að framkvæma viðhaldsáætlanir, vistferilsgreiningar, kostnaðarmat og verðmat á byggingum. Skýrslan greinir frá stöðu mats á líftímagögnum hérlandis og hver staðan er á hinum Norðurlöndunum. Helstu niðurstöður skýrslunnar eru að lítið samræmi er milli Norðurlandanna þegar kemur að áætluðum nottíma bygginga og byggingarhluta og að gögn um nottíma byggingarefna og -hluta á Íslandi séu takmörkuð. Mikilvægt sé því að finna séríslensk viðmiðunargildi þar sem að aðstæður hérlandis séu um margt ólíkar aðstæðum erlendis.

## ÚTGÁFUSAGA

| NR. | HÖFUNDUR                                                                                                                               | DAGS.    | RÝNT        | DAGS.    | SAMÞYKKT | DAGS.    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------|----------|----------|----------|
| 1   | Alexandra Kjeld, Björn Marteinsson, Tryggvi Þór Logason, Berglind Inga Eggertsdóttir, Þórður Ingimar Kristjánsson, Eldar Máni Gíslason | 24.10.24 | AK, BM, ÞIK | 31.10.24 | AK, BM   | 13.11.24 |

## EFNISYFIRLIT

|     |                                            |    |
|-----|--------------------------------------------|----|
| 1   | INNGANGUR                                  | 4  |
| 1.1 | Skilgreiningar á „líftíma“                 | 4  |
| 1.2 | Vistferilsgreiningar fyrir byggingar       | 6  |
| 2   | LÍFTÍMAGÖGN BYGGINGAREFNA Á ÍSLANDI        | 8  |
| 2.1 | Bakgrunnur                                 | 8  |
| 2.2 | Reynsla fasteignaaðila á Íslandi           | 9  |
| 3   | LÍFTÍMAGÖGN BYGGINGAREFNA Á NORÐURLÖNDUNUM | 11 |
| 3.1 | Danmörk                                    | 11 |
| 3.2 | Noregur                                    | 13 |
| 3.3 | Svíþjóð                                    | 14 |
| 3.4 | Finnland                                   | 14 |
| 4   | SAMANTEKT OG NÆSTU SKREF                   | 15 |
| 5   | HEIMILDASKRÁ                               | 16 |

## 1 INNGANGUR

Þessi áfangaskýrsla er hluti af verkefni styrkt af Aski – mannvirkjarannsóknarsjóði. Hlutverk sjóðsins er að veita styrki til mannvirkjamála með áherslu á aukna þekkingu, umbætur og nýsköpun til að mæta samfélagslegum áskorunum á sviði mannvirkjagerðar. Frekari upplýsingar um sjóðinn eru á vefsíðu hans [hms.is/askur](https://hms.is/askur).

Við mat á sjálfbærni bygginga, við kostnaðarmat, gerð viðhaldsáætlana, og við ástandsmat og verðmat bygginga er nauðsynlegt að til séu aðgengilegar upplýsingar um líftíma og viðhaldspörf byggingarefna sem markaðurinn sammælist um notkun á. Til þess að svo verði þarf að áætla raunhæfan endingartíma byggingarhluta á Íslandi með aðstoð raungagna úr byggingariðnaðinum. Þessari skýrslu er ætlað að vera skref í þeirri vegferð. Skýrslan tekur stuttlega saman stöðu mats á líftímagögnum hérlandis í samanburði við stöðu mats á sambærilegum gögnum hjá Norðurlöndunum. Líftímagögnin verða ekki borin saman tölulega, þar sem talsverður munur er á aðstæðum milli landa, heldur aðeins þær aðferðir sem notaðar hafa verið við mat á gögnunum. Í kjölfarið verða lagðar fram tillögur að uppfærðu mati á líftímagögnum fyrir byggingarefni á Íslandi.

Samantektin er skrifuð í samstarfi við helstu hagsmunaaðila byggingariðnaðarins á Íslandi en þeir eru eftirfarandi:

| ÞÁTTTAKANDI                                                                                                                            | FRAMLAG                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EFLA : Alexandra Kjeld,<br>Tryggvi Þór Logason, Berglind<br>Inga Eggertsdóttir, Þórður<br>Ingimar Kristjánsson, Eldar<br>Máni Gíslason | Verkefnastjórn verkefnis, aðalhöfundar skýrslu og úrvinnsla gagna frá Norðurlöndunum sem og frá fasteignausmjónaraðilum á Íslandi.                                              |
| Björn Marteinsson PhD                                                                                                                  | Aðalhöfundur skýrslu ásamt EFLU, hönnun vinnustofu og þátttakandi í úrvinnslu gagna.                                                                                            |
| Samstarfsaðilar –<br>upplýsingaöflun                                                                                                   | Akureyrarbær<br>Eik<br>Félagsbústaðir<br>Félagsstofnun stúdenta<br>ÍSTAK<br>Heimar<br>Reitir                                                                                    |
| Samstarfsaðilar – vinnustofur<br>og rýnihópur                                                                                          | Sverrir Jóhannesson – FSRE<br>Páll V. Bjarnason – Reginn<br>Valdimar G. Guðmundsson – Þjónustudeild Landspítalans<br>Hermann Guðmundsson – ÍSTAK<br>Atli Geir Gunnarsson - BYGG |

### 1.1 Skilgreiningar á „líftíma“

Þegar fjallað er um líftíma byggingarhluta eða byggingarefna geta menn átt við ólíka hluti og er því mikilvægt að gera sér grein fyrir um hvað ræðir. Sjá má samantekt á skilgreiningum í töflu 1.

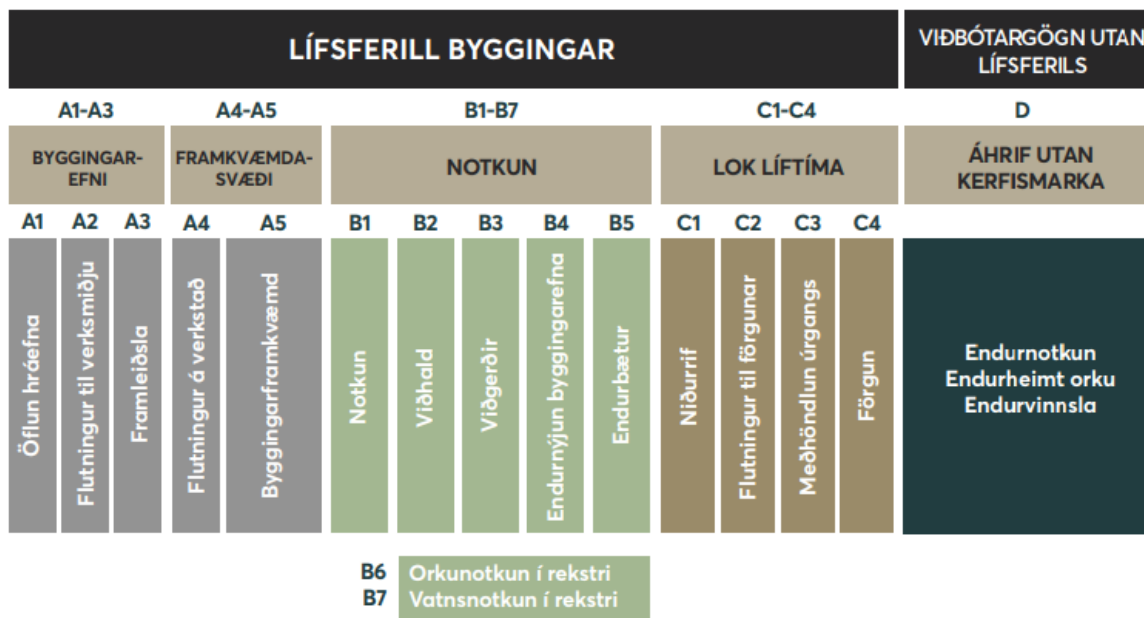
**TAFLA 1** Hugtakaskilgreiningar í tengslum við líftíma byggingarefna.

| SKILGREININGAR                                | SKÝRING                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Líftími                                       | Líftími byggingarefna eða byggingarhluta getur átt við um nottíma, endingu skv. skilgreiningu framleiðenda, hámarksendingu, lágmarksendingu o.s.frv. Líftími bygginga er afar misjafn, og er í dag oft miðað við 50 ára viðmiðunarlíftíma (e. reference service lifetime) bygginga, til þess eins að hægt sé að bera saman útreikninga milli bygginga. |
| Nottími (e. service lifetime)                 | Tími sem efni eða byggingarhluti nýtist í ákveðinni byggingu.                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Viðmiðunarnottími (e. reference service life) | Nottími við einhverjar þekktar aðstæður (í s.k. viðmiðunartilfelli e: reference case)                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Viðhald                                       | Þegar efni er lagað í þeim tilgangi að lengja þannig nottíma þess; t.d. steypuviðgerð, lagfæring yfirborðshúðar (endurmálun)                                                                                                                                                                                                                           |
| Endurnýjun                                    | Efni eða byggingarhluta skipt út fyrir annað (sambærilegt að gæðum)                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Endurbætur                                    | Efni eða byggingarhluta skipt út fyrir annað betra                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

Nottími (e. service life) er mjög háður aðstæðum, uppbyggingu og notkun, sem getur verið mjög breytilegt frá einu tilfelli til annars. Þessi munur sést glöggst þegar bornar eru saman tölur milli grannlandanna Danmerkur, Noregs, Svíþjóðar og Finnlands, sjá kafla 3. Sérstaklega gildir að erfitt er að nota erlendar tölur við íslenskar aðstæður þar sem aðstæður hér og byggingarvenjur eru um margt ólíkar því sem gerist erlendis.

Nottími bygginga eða byggingarefna er mikilvægur þegar gera á vistferilsgreiningar, líftímakostnaðargreiningar eða jafnvel viðhaldsáætlanir fyrir byggingar. Hann er skilgreindur sem sá tími frá því að efni eða bygging er tekin í notkun og þar til þau eru í heild tekin úr notkun. Lok nottíma ráðast af ýmsum ástæðum s.s. tæknilegum, notkunarlegum, efnahagslegum og jafnvel samfélagslegum. Lengd nottíma er því háð ýmsum breytum t.d. upphafsgæðum efnis, ytri og innri áraun, framkvæmd, viðhaldi og notkun.

## 1.2 Vistferilsgreiningar fyrir byggingar



**MYND 1** Lífsferill eða vistferill byggingar skv. EN 15978 staðlinum. Hér eru skilgreindir þeir fasar sem taka skal með í reikninginn þegar reikna skal umhverfisáhrif byggingar.

Á Íslandi hefur nú verið samþykkt sú breyting í byggingarreglugerð að frá og með 1. september 2025 verður krafa að fyrir liggi útreikningar á kolefnisspori byggingar þegar sótt er um byggingarleyfi. Gerð verður krafa um að reiknaðir verði allir fasar nema B1, B2, B3, B5 og B7. Þetta þýðir að áætla þarf hvenær skipta þarf út eða endurnýja byggingarefni og byggingarhluta (B4) á 50 ára viðmiðunarlíftíma byggingarinnar. Þegar reiknað er kolefnisspor byggingar eða gerð er heil vistferilsgreining, hefur í einhverjum tilvikum verið boðið upp á þann kost að miða við skilgreindan líftíma byggingarefna í samræmi við t.d. útgefna umhverfisýfirlýsingu eða EPD fyrir vöruna. Þetta þykja ekki nægilega góðar upplýsingar til þess að hægt sé að nota með samræmdum hætti, enda er líftími þar skilgreindur sem sá tími sem framleiðandi ábyrgist endingu.

Eins og fram hefur komið að framan þá er nottími háður ýmsum þáttum sem ekki eru beinlínis efnisháðir, s.s. viðhaldi, notkun og umhverfi. Það er því í fæstum tilvikum hægt að mæla (fyrir fram)

hver nottíminn muni verða. Við mat á nottíma þarf því almennt að byggja á reynslu af endingu sambærilegra efna eða byggingarhluta í reynd. – sjá nánar kafla 2.

Við mat á nottíma má nota ýmsar aðferðir. Aðferðir geta t.a.m. byggt á líkindadreifingum eða verið einfaldar aðhvarfsgreiningar á viðmiðunargögnum.

Viðmiðunarnottími er nottími við einhverjar þekktar aðstæður. Mikilvægt er að til séu góð gögn um viðmiðunarnottíma sem að hægt er að nota við mat á nottíma og að aðferðarfræði við söfnun slíkra gagna sé skýr. Þetta gerir mat á nottíma mun einfaldara og auðveldar mat á frávikum frá viðmiðunargögnum.

Engin samræmd söfnun á viðmiðunarnottímagögnum virðist vera í Evrópu og hvert og eitt land virðist safna gögnum á sinn hátt. Hins vegar vísar ESB á staðallinn ISO 15686 þegar að meta þarf nottíma. Level(s) sameiginlegur rammi ESB um sjálfbærni bygginga vísar einmitt í ISO 15686 þegar bent er á hvaða aðferð skal nota við mat á nottíma fyrir vistferils- og líftímakostnaðargreiningar.

ISO 15686 er helsti staðallinn um notkun og mat á nottíma. Hann fjallar um hluti eins og t.d. skilgreiningu á nottíma, skráningu gagna um viðmiðunarnottíma, hvernig safna skal gögnum um viðmiðunarnottíma og loks hvernig meta skal nottíma útfrá viðmiðunargögnum [1].

Aðferðafræðin sem notast er við í ISO 15686 við mat á nottíma byggist á svokallaðri þáttaaðferð. En þar eru frávik nokkurra þátta frá viðmiðunargögnum metin og notuð til að meta nottíma tilsvareandi tilviks. Frávikin eru metin í átta flokkum, sem táknaðir eru með bókstöfum frá A til G. Mat á nottíma er gefið með eftirfarandi jöfnu (nt: væntur nottími, v.nt: viðmiðunarnottími) [2]:

$$t_{nt} = t_{v.nt} \cdot \phi_A \cdot \phi_B \cdot \phi_C \cdot \phi_D \cdot \phi_E \cdot \phi_F \cdot \phi_G$$

**TAFLA 2** Flokkar til að meta nottíma (e. service life) skv. þáttaaðferð ISO 15686.

| FLOKKUR |                     |
|---------|---------------------|
| A       | Efnisgæði í upphafi |
| B       | Hönnun              |
| C       | Framkvæmd           |
| D       | Innri áraun         |
| E       | Ytri áraun          |
| F       | Notkun              |
| G       | Viðhald             |

Mikilvægt er að til séu góð viðmiðunargögn svo að aðferðin gefi sem marktækast mat. Hver skráning í gagnagrunn yfir viðmiðunarnottíma ætti því að innihalda upplýsingar um aðstæður í hverjum flokk svo að hægt sé að meta frávik frá þeim aðstæðum. Einnig er mikilvægt að gögnin séu sett upp á staðlaðan hátt svo að einfalt sé að nota þau. Staðallinn ISO 15685 tilgreinir t.a.m. hvernig skrá skal gögnin á skýran og skipulagðan hátt. Ef gagnagrunnurinn er settur upp með skýrri aðferðafræði einfaldar það mikið notkun á þáttaaðferðinni. Fyrir hvert tilvik er mikilvægt að velja viðmiðunarnottíma við aðstæður eins líkar aðstæðum þess tilviks sem að meta skal. Því er mikilvægt að til séu stöðluð íslensk gögn um viðmiðunarnottíma þar sem að aðstæður hérlandis eru talsvert frábrugðnar aðstæðum á meginlandi Evrópu.

## 2 LÍFTÍMAGÖGN BYGGINGAREFNA Á ÍSLANDI

### 2.1 Bakgrunnur

Á Íslandi hefur í gegnum tíðina verið reynt að henda reiður á endingu eða líftíma byggingarefna. Rannsóknarstofnun byggingariðnaðarins (Rb) gaf út skýrslu um „Ástand mannvirkja og viðhaldsþörf“ árið 1997 sem var svo endurútgefin árið 2010 [3]. Gat þar t.d. að líta samantekt könnunar á tíðni viðhalds ólíkra byggingarefna eftir aldri byggingar. Þrátt fyrir að þessi skýrsla hafi ekki veitt upplýsingar um endingu bygginga eða byggingarefna, þá gaf hún góða mynd af hrörnun og aldurstengdri dreifingu meðal bygginga.

Í kjölfar lagabreytinga um brunatryggingar árið 1999 fór af stað vinnuhópur sem hafði það verkefni að taka saman reiknireglur um afskriftir við brunabótamat húseigna [4]. Studdist sú vinna við fyrirbyggjandi gögn á þeim tíma, m.a. dönsk og bresk líftímagögn, sem og líftímaskrá frá Línuhönnun verkfræðistofu (nú EFLA). Á þeim tíma hafði Rb unnið að skoðun húsa og viðhaldið þeirra í 10 ár, en hafði ekki áætlað líftíma þeirra sjálfstætt eða kannað líftíma eftir staðsetningu þeirra m.t.t. veðrunar. Skoðaðar voru efnislegar afskriftir, þ.e. hrörnun byggingarefna og -hluta m.t.t. mismunandi byggingarefna, mismunandi veðurálags og staðsetningar og mismunandi notkunar. Ekki var talin ástæða til að afskrifa mishratt eftir notkun, enda ekki ástæða til ef viðhald væri eðlilegt, og þrátt fyrir ríkjandi hefðir var ekki heldur talin ástæða til að afskrifa byggingarefni út frá tegund þeirra eingöngu. Taldi vinnuhópurinn hagkvæmast að flokka byggingarefni og byggingarhluta eftir lengd líftíma og væri þannig hægt að fjalla um afskriftir og afskriftarmörk innan hvers flokks, þ.e.

- a) Skammtímapættir (S) þ.e. byggingarhlutar með líftíma minni en 10 ár
- b) Millitímapættir (M) þ.e. byggingarhlutar með líftíma milli 10 og 50 ár
- c) Langtímapættir (L) þ.e. byggingarhlutar sem hafa líftíma 50-100 ár

Vert er að geta þess að vinnuhópurinn fór á fund við margar ólíkar stofnanir í þeirri viðleitni að draga fram ólíka endingu byggingarefna og -hluta, þar með talið við Veðurstofu Íslands. Kom fram að Veðurstofan hefði ekki haldbærar upplýsingar sem gætu komið að notum við mat á viðhaldi húsa eftir mismunandi áraun veðurs og eftir mismunandi svæðum landsins. Var það mat veðurfræðinga að staðhættir innan ákveðinna veðursvæða væru svo mismunandi að breytileiki innan svæði væri jafnmikill og breytileiki milli svæða. Varð niðurstaðan sú að mismunandi afskriftir eftir veðursvæðum væru ekki framkvæmanlegar.

Oddur Hjaltason (Línuhönnun) og Björn Marteinnsson (Rb) tóku saman skrá yfir áætlaða endingu (og viðhaldsþörf) efna fyrir Landsnet upp úr aldamótum árið 2000. Í töflunni er gefin upp áætluð ending byggingarefna í þrem endingarflokkum; stutt, meðal og löng ending.

Björn Marteinnsson tók saman áætlaða viðhaldstíðni byggingarefna í Reykjavík út frá þeim gögnum sem lágu fyrir árið 2006 [5], og er þar sett fram áætluð meðaltíðni aðgerða (ár) og endurnýjunarhlutfall (%) fyrir t.d. yfirborðsmeðhöndlun, glugga, þak og steypa vegg.

## 2.2 Reynsla fasteignaaðila á Íslandi

Upplýsingar um endingu byggingarefna og byggingarhluta á Íslandi eru ekki endilega skráðar hjá ábyrgðaraðilum bygginga. Framleiðendur byggingareininga og byggingarefna, byggingarfélag, fasteignafélög, sveitarfélög og aðrir opinberir aðilar búa hvert og eitt yfir gögnum um sína starfsemi og eru gögnin með ýmsum hætti. Samantekt á gögnum er ekki stöðluð og því mismunandi hvaða gögn hver aðili býr yfir og hvaða aðferð hefur verið notuð við gagnasöfnun. Því er möguleiki til samanburðar á gögnum nokkuð takmarkaður.

Fasteignafélög halda utan um upplýsingar um viðhald mismunandi byggingarhluta fasteigna sinna. Flest félög hafa aðeins safnað upplýsingum í formi kostnaðar við viðhald en ekki varðandi endingu. Viðhald hverju sinni er tekið saman sem heildarkostnaður en oft ekki tilgreint hvaða byggingarhluti átti í hlut né umfang viðhaldsins.

Líkt og áður hefur verið tekið fram virðist skrásetning gagna hvað varðar viðhaldssögu bygginga og endurnýjunartíðni byggingarhluta hérlandis vera takmörkuð. Því voru haldnir örfundir með reynslumiklum aðilum á íslenskum byggingarmarkaði í þeim tilgangi að fá innsýn inn í viðhaldspörf hérlandis ásamt mögulegum orsökum þess.

Haldnir voru örfundir með Akureyrarbæ, Eik, Félagsbústöðum, Félagsstofnun stúdenta, Ístak, Heimum og Reitum. Einnig fengust upplýsingar frá BYGG. Tilgangur fundanna var að afla upplýsinga um hvernig staðið væri að skráningu viðhalds og hverjir væru stærstu reynsluþættirnir. Áhersla var lögð á viðhaldspörf á ytri hjúp bygginga.

Almennt virðist algengast að meginviðhaldspörf bygginga hérlandis megi rekja til glugga, múrhúðar eða þakuppbyggingar en oft er það samspil nokkurra þátta sem eiga í hlut jafnt sem skortur á reglubundnu viðhaldi. Reynsla viðmælanda á því hvað lægi að baki styttri raunlíftíma byggingareininga var misjöfn. Bæði höfðu þeir fengist við viðhaldsverkefni þar sem frágangur umhverfis umræddan byggingarhluta var ábótavant annars vegar og að byggingarhlutinn sjálfur virtist ekki vera hannaður til að standast veðuraðstæður á svæðinu hins vegar. Einnig var minnst á að íbúar bygginganna geti verið áhrifaþáttur þegar kemur að viðhaldspörf. Umgengni ábúenda og náttúruleg útloftun geta haft víðtæk áhrif á bygginguna til að mynda hvað varðar rakavandamál.

Hvað þakuppbyggingu varðar er tíðari viðhaldspörf á flötum þökum en öðrum þökum. Einnig er talið að þakpappar og þakdúkar hafi styttri líftíma hérlandis samanborið við uppgefinn líftíma í gagnablöðum og þá helst PVC þakdúkar.

Þegar kom að efnisvali voru krosslímdar timbureiningar vinsælt umræðuefni en það hefur verið nýtt í byggingar hérlandis í auknum mæli undanfarin ár. Þó er talið að margt megi betur fara við byggingu mannvirkja úr slíkum einingum á Íslandi ef tryggja á ásættanlega viðhaldspörf og líftíma slíkra bygginga. Þá þarf einnig að flytja einingarnar erlendis frá en strangar kröfur eru á verndun eininganna fyrir raka sem ekki er víst að sé tryggt við flutninga.

Nokkrir viðmælendur minntust einnig á lagnir og mikilvægi þess að endurnýja loftræstikerfi en þar sem megináhersla verkefnisins heyrir undir ytra byrði bygginga er nánari umfjöllun á því undanskilin þessari skýrslu.

Flestir viðmælendur halda úti viðhaldsáætlunum og viðhaldssögu af einhverjum toga fyrir byggingar í þeirra umsjá. Einnig höfðu nokkrir aðilar reglulegar ástandsskoðanir í formi sjónskoðana á byggingunum og ítarlegri skoðanir ef grunur var um frekari vandamál.

Fjármagn virðist vera takmarkandi þáttur þegar kemur að viðhaldi bygginga. Misjafnt er hvort aðilar séu að eiga við uppsafnaða viðhaldspörf. Vegna skorts á fjármagni getur þurft að grípa til skammtímalausna þegar kemur að viðhaldi og velja úr þau atriði sem teljast mest áríðandi hverju sinni. Niðurstaðan getur leitt til hærri heildarkostnaðar við viðhald yfir líftíma byggingar en ella hefði verið tekið á vandamálinu með fullnægjandi hætti frá upphafi. Þar að auki getur viðhaldspörf eins byggingarluta haft keðjuverkandi áhrif á aðra byggingarluta ef ekki er tekið á því nægilega snemma sem hefur einnig áhrif á heildarviðhaldskostnað mannvirkis.

Viðhaldspörf nýlegra bygginga er áberandi og dæmi eru um það að rakavandamál í þeim megi rekja til byggingartíma. Talið er að margir aðilar leiti í ódýrustu lausnirnar fyrir sínar byggingar sem getur orðið þáttur í ótímabærri viðhaldspörf hússins. Veðurálag hérlandis er í mörgum tilfellum hærra en gengur og gerist í öðrum löndum og þ.a.l. eru byggingareiningar og jafnvel byggingarefni mörg hver ekki hönnuð til að standast slíkt álag. Því er mikilvægt að huga vel að efnisvali með tilliti til aðstæðna á Íslandi og einnig að taka tillit til ráðandi þátta þess landshluta sem stendur til að reisa bygginguna.

Aðilar á íslenskum byggingarmarkaði voru spurðir hvað þeir teldu mikilvægt að horfa til við mat á líftíma byggingarefna hérlandis. Meðal annars var minnst á að mikilvægt væri að taka inn ríkjandi vindátt á byggingarluta og fjarlægð byggingar frá sjó. Þá geta ráðandi þættir hvað varðar veðurálag og jarðskjálftaálag verið mismunandi eftir landshlutum. Það virðist til dæmis vera töluverður munur á viðhaldspörf í Reykjavík og á Akureyri sem mögulega mætti rekja til veðrunaráhrifa til dæmis minni ágangs sjávar á Akureyri sbr. Reykjavík. Einnig þyrfti að aðskilja reglubundið viðhald og breytingar sem eru gerðar til að mynda vegna tískustrauma.

Það er ekki einungis vindasamt veðurfar og snjópungi sem þyrfti að taka tillit til við mat á viðhaldspörf og jafnvel hönnun bygginga. Til dæmis hefur gróður aukist og trjágróður hækkað í gegnum árin á þéttbýlum svæðum sem veldur því að lofthreyfing í umhverfinu er minni og hefur þar af leiðandi áhrif á loftun byggingarluta. Mögulegt er að meiri myglugró þrífist á slíkum svæðum.

Talið er að vöntun sé á ítarlegum greiningum þegar ýmis vandamál koma upp í byggingum og þá sérstaklega opinberum byggingum. Aukin viðhaldspörf opinberra bygginga er áberandi í samfélaginu í dag og í sumum tilfellum voru aðgerðirnar löngu tímabærar og vandinn þá mögulega búinn að vinda uppá sig, þ.e.a.s. skemmdir búnar að breiða sig út í aðliggjandi byggingarluta eða efni með tilheyrandi kostnaði. Með ítarlegum greiningum á orsök vandans mætti fyrirbyggja að slíkt ætti sér stað í öðrum byggingum. Einnig kom til tals að samræma mætti ástandsskoðanir á byggingum, þ.e. að hafa samræmdar skoðanir byggðar á staðli og jafnvel að setja skoðanaskyldu á opinberar byggingar. Samræma mætti skráningu hjá umsjónaraðilum fasteigna þ.e. að viðhald sé skráð betur og í hverju viðhaldið fólst. Sumir aðilar eru komnir með forrit sem að skrá viðhald og viðhaldspörf fyrir hverja eign fyrir sig þ.e. einhvers konar handbók hússins. Í slíkum forritum er skráð hvað var gert, hvaða efni voru notuð og settir inn tilheyrandi reikningar. Aukning notkunar á slíkum forritum myndi auðvelda mat á líftíma byggingarefna, þar sem að aukin söfnun yrði á gögnum um endingartíma efna.

### 3 LÍFTÍMAGÖGN BYGGINGAREFNA Á NORÐURLÖNDUNUM

#### 3.1 Danmörk

Í Danmörku hefur SBI (Statens Byggeforskningsinstitut) gefið út sérstaka samantektar skýrslu fyrir niðurstöður útreikninga á viðmiðunarnottíma byggingarefna (e. reference service life = RSL). Í henni hafa allir helstu byggingarhlutar og byggingarefni verið metin kerfisbundið eftir fyrirfram ákveðinni aðferðafræði. Sú samantekt er því frábrugðin umhverfisyfirlýsingum (e. environmental product declaration) eða öðrum tæknilegum upplýsingum frá framleiðendum.

Skýrsla SBI er notuð víðast í Danmörku, hvort sem um er að ræða valfrjálsa sjálfbærnisflokkun (e. voluntary sustainability class) eða DGNB vottun (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, e. German Sustainable Building Council). Líftímagildi sem finna má í umhverfisyfirlýsingum vara (e. EPD) eru að jafnaði ekki notuð þar sem SBI viðmiðin eru vanalega lengri og samþykkt víða. Gildin í umhverfislýsingunum eiga oftast við um ábyrgðartíma, frekar en eiginlegan endingartíma vara.

Aðferðafræði SBI við mat á viðmiðunarnottíma er byggð á fjórum meginforsendum sem síðan er notast við til að ákvarða viðmiðunarnottíma.

- Tæknilegur líftími (e. technical lifetime)
- Notkunarlíftími (e. functional lifetime)
- Rekstrarlíftími (e. economic lifetime)
- Fagurfræðilegur líftími (e. aesthetical lifetime)

Tæknilegur líftími á við þann tíma þar sem byggingarefni uppfyllir enn tæknilega og eðlislega eiginleika sína líkt og ætlast var upprunalega við notkun byggingarefnisins. Sá líftími ræðst af aðstæðum og áhrifum umhverfis á byggingarefnið og skal efnið viðhalda tæknilegum eiginleikum sínum í gegnum líftíma efnisins.

Notkunarlíftími efnis er sá tími sem upprunaleg notagildi byggingarefnis eru enn nýtt. Sá tími ræðst af kröfum og óskum notenda og samfélagsins.

Rekstrarlíftími er sá tími frá notkun byggingarefnis þar til það er fjárhagslega hagkvæmt að skipta út byggingarefninu eða byggingarhluta. Sá líftími getur verið styttri en tæknilegur líftími byggingarefnisins og ræðst oft af verðmæti heildar byggingaeiningar.

Fagurfræðilegur líftími er sá tími frá notkun byggingarefnis eða byggingarhluta þar til efnið stenst ekki lengur fagurfræðilegar kröfur. Líftíminn ræðst af samfélags- og tæknilegum áherslum sem og huglægu mati.

Raunnottími er áætlaður út frá gögnum um ofangreindar forsendur ef þau liggja fyrir. Þá er notast við svokallaðan K-Faktor sem notaður er til að reikna út meðalraunnottíma byggingarefna m.t.t. óvissu meðal áætlaðra líftímagagna. Þá eru áætlanir fyrir alla fjóra ofangreinda líftímategundir notaðir sem grundvöllur að útreikningum á raunnottíma. Raunnottími er lægsti áætlaði grunnlíftími margfaldaður með K-Faktor.

Dæmi: Þakklæðning hefur meðalnóttíma um 50 ár fyrir alla ofangreinda grunnlíftíma og metið svo að líftímarnir séu normaldreifðir. Þá væri raunnóttími reiknaður sem  $50 \text{ ár} \times 0,84 = 42 \text{ ár}$ .

Dæmi: Gluggi hefur áætlaðan grunnlíftíma sem 40 ár fyrir tæknilegan líftíma, 30 ár fyrir notkunarlíftíma, 50 ár fyrir rekstrarlíftíma og 30 ár fyrir fagurfræðilegan líftíma. Dreifing er metin meðal og óþekkt. Út frá töflu 1 myndi raunnóttími því reiknast sem  $30 \text{ ár} \times 0,8 = 24 \text{ ár}$  ef við veljum  $k$  á bilinu 0,73-0,89 sem  $k \approx 0,8$ .

**TAFLA 3** K-Faktor

| DREIFING | NORMALDREIFING | ÓÞEKKT-DREIFING |
|----------|----------------|-----------------|
| Lítill   | 0,92-1,00      | 0,86-0,97       |
| Meðal    | 0,84-0,99      | 0,73-0,89       |
| Mikil    | 0,76-0,98      | 0,60-0,76       |

K-Faktor er ákveðinn með tilliti til gagna um meðallíftíma byggingarluta og dreifingu þeirra.

**TAFLA 4** Grundvöllur fyrir mati á meðal líftíma

| BYGGINGARHLUTI              | REKSTRARLÍFTÍMI | FAGURFRÆÐILEGUR LÍFTÍMI | NOTKUNARLÍFTÍMI                  | TÆKNILEGUR LÍFTÍMI               |
|-----------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Grunnar og sökklar          | Á ekki við      | Á ekki við              | Meðal-líftími m.v. byggingarluta | Meðal-líftími m.v. byggingarefni |
| Aðal byggingareiningar      | Á ekki við      | Á ekki við              | Meðal-líftími m.v. byggingarluta | Meðal-líftími m.v. byggingarefni |
| Viðbótar byggingareiningar  | Faktor $K_R$    | Faktor $K_F$            | Meðal-líftími m.v. byggingarluta | Meðal-líftími m.v. byggingarefni |
| Þak og klæðningar           | Faktor $K_R$    | Faktor $K_F$            | Meðal-líftími m.v. byggingarluta | Meðal-líftími m.v. byggingarefni |
| Pípulagnir og loftræstingar | Faktor $K_R$    | Á ekki við              | Meðal-líftími m.v. byggingarluta | Meðal-líftími m.v. byggingarefni |
| Raflagnir                   | Faktor $K_R$    | Á ekki við              | Meðal-líftími m.v. byggingarluta | Meðal-líftími m.v. byggingarefni |

**TAFLA 5** Dæmi úr líftímatöflu SBI

| BYGGINGARHLUTI                         | EFNI                  | RAUN LÍFTÍMI |
|----------------------------------------|-----------------------|--------------|
| Útveggir                               |                       |              |
| Veggir                                 | Náttúrusteinn         | 120          |
|                                        | Staðsteyptir veggir   | 120          |
|                                        | Loftíblönduð steypa   | 80           |
| Útveggir, burðarveggir og aðrir veggir | Létt „clinker“ steypa | 120          |
|                                        | Múrsteinar            | 120          |
|                                        | Járn, stál, ryðfrítt  | 120          |
|                                        | Burðarviður           | 120          |
| Gluggar, útveggir                      | Stál, ryðfrítt        | 60           |
|                                        | Ál                    | 60           |
|                                        | Tré                   | 50           |

Sjá má niðurstöður samantektartöflu SBI í viðauka F í skýrslu þeirra „Levetider af bygningsdele ved vurdering af bæredygtighed og totaløkonomi“ [6].

### 3.2 Noregur

Samantekt gagna í Noregi er að vissu leyti sambærileg Íslandi, þ.e. að ekki hefur verið stöðluð aðferð sem aðilar í byggingariðnaði hafa notast við í gagnasöfnum. Samanburður hefur þá verið takmarkaður en nýlega hefur SINTEF lagt fram tillögur um áætlaðan nottíma fyrir byggingar og byggingarhluta. Áætlunin er byggð á aldri, tæknilegum gæðum og álagi frá umhverfi. Niðurstöður eru gefnar fyrir þrennskona sviðsmyndir, þ.e. stuttur nottími, meðalnottími og langur nottími og hvort um sé að ræða viðhald, endurnýjun eða málun.

**TAFLA 6** Dæmi um hvernig gæði og álag hafa áhrif á mat á líftíma í Noregi

| TÆKNILEG GÆÐI | LÍTIÐ ÁLAG       | MIÐLUNGS ÁLAG   | MIKIÐ ÁLAG       |
|---------------|------------------|-----------------|------------------|
| Lág           | Miðlungs nottími | Stuttur nottími | Stuttur nottími  |
| Góð           | Langur nottími   | Langur nottími  | Miðlungs nottími |
| Mjög góð      | Langur nottími   | Langur nottími  | Miðlungs nottími |

**TAFLA 7** Dæmi úr viðhaldstöflu sem stuðst er við í Noregi. Gögn: SINTEF

| BYGGINGARHLUTI                         | EFNI                  | LÝSING                                                                                                               | STUTT | MIÐLUNGS | LANGT |
|----------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|-------|
| <b>Burðarvirki</b>                     |                       |                                                                                                                      |       |          |       |
| Bítar og súlur                         | Steyptir              | Viðgerð – steypa er styrkt (mechanically or electrochemically)                                                       | 10    | 15       | 40    |
|                                        | Stál - málaðir        | Málun – laus málning fjarlægð og ryð þússað af. Yfirborð fær ryðfrían grunn og málað yfir.                           | 8     | 12       | 16    |
|                                        | Steyptir - málaðir    | Málun á yfirborði                                                                                                    | 4     | 8        | 12    |
|                                        | Timbur                | Málun – laus málning fjarlægð. Blettað með viðarvörn á svæði sem sést í hreinan við. Tvö lög af málningu á yfirborð. | 6     | 8        | 12    |
| <b>Útveggir</b>                        |                       |                                                                                                                      |       |          |       |
| Veggur, úti                            | Steypa eða múrsteinar | Viðhald. Skemmdir á yfirborði lagaðar að utan. Innþæling til að laga leka. Klæðning/viðarveggur metinn fyrir raka.   | 20    | 40       | 60    |
| Útveggir, burðarveggir og aðrir veggir | Múrsteinsveggur       | Endurmúrun þar sem þörf er á.                                                                                        | 20    | 40       | 60    |
|                                        | Staðsteyptir veggir   | Viðgerð. Steypa er styrkt (mechanically or electrochemically)                                                        | 15    | 25       | 40    |
|                                        | Löftíblönduð steypa   | Viðgerð á múr.                                                                                                       | 20    | 40       | 60    |
|                                        | Timburgrind           | Viðgerð. Skemmdum hluta skipt út                                                                                     | 40    | 60       | 80    |
|                                        | Stálgrind             | Viðgerð. Skemmdum hluta skipt út                                                                                     | 40    | 60       | 80    |
| Gluggar                                | Opnanleg fög          | Gluggarnir eru stilltir af og þéttistum skipt út. Hjarir og handföng eru smurðar.                                    | 2     | 4        | 8     |
|                                        | Trégluggar            | Glugga skipt út. Nýr gluggi með öllu tilheyrandi settur í.                                                           | 20    | 40       | 60    |
|                                        | Stálgluggar/álgluggar | Glugga skipt út. Nýr gluggi með öllu tilheyrandi settur í.                                                           | 30    | 40       | 50    |

### 3.3 Svíþjóð

Í Svíþjóð hafa sambærileg gögn ekki verið tekin saman opinberlega. Síðan 2022 hafa nýbyggingarverkefni, sem sækja um byggingarleyfi, verið krafín um að skila inn svokallaðri loftslagsyfirlýsingu eða klimatdeklaration (e. Climate declaration) til sænskra yfirvalda. Að svo stöddu eru aðeins gerðar kröfur um að útreikningar innihaldi uppbyggingarfasa byggingarinnar, þ.e. lífsferla A1-A5. Fyrirhugað er að herða kröfurnar og árið 2027 verður byggingaraðilum gert að meta einnig áhrif vegna viðhalds (B2) og endurnýjun (B4).

Í Svíþjóð má einnig finna NollCO2 sem er valfrjálst vottunarkerfi (e. Voluntary certification scheme) hannað af Sweden Green Building Council. Það kerfi inniheldur flesta lífsferla frá vögggu til grafar. Kerfið er enn í þróun og gögn sem notast er við í útreikningum eru ekki opinber.

### 3.4 Finnland

Í Finnlandi eru sambærilegar kröfur gerðar til nýbygginga líkt og í Svíþjóð þar sem reikna skal út kolefnisspor og skila loftslagsyfirlýsingu. Aðferðafræðin er enn í þróun en gert er ráð fyrir að lífsferill sé metinn frá vögggu til grafar en þó verður aðeins gert ráð fyrir útskiptingum á byggingarhlutum (B4). Útreikningar á útskiptingum byggjast á tæknilegum nottíma byggingarhluta annars vegar og áætluðum nottíma þeirrar byggingar sem verið er að meta hins vegar. Notast er við eftirfarandi jöfnu til að áætla endurnýjunartíðni byggingarhluta:

$$\text{Endurnýjunartíðni} = \left[ \left( \frac{\text{Nottími byggingar}}{\text{Nottími byggingarhluta}} \right) - 1 \right]$$

*Dæmi: Nottími byggingar áætlaður sem 80 ár og tæknilegur nottími byggingarhluta er metinn 25 ár. Útreikningar sýna að endurnýjun þarf að eiga sér stað 2.2 yfir nottíma ( $80/25 - 1 = 2.2$ ). Námundað er að næstu heilu tölu, 2. Ef skipt væri á 25 ára fresti væri þriðja endurnýjun eftir 75 ár og því aðeins um 5 ár eftir af nottíma byggingarinnar. Því er ekki gert ráð fyrir endurnýjun svo seint á nottíma byggingar.*

Almennt hafa ekki verið neinar leiðbeiningar um áætlaðan nottíma bygginga í Finnlandi og því er áætlaður nottími metinn fyrir hvert tilfelli. Einnig vantar meiri reynslu til að segja til um nottíma byggingarhluta með nákvæmni en þó hafa verið gerðar tilraunir til að áætla líftíma fyrir ýmsa byggingarhluta. Samantekt um nottíma og viðhaldstímabil voru tekin saman og birt af ráðgjafarfyrtækinu SWECO. Þar er nottími byggingarhluta skilgreindur eftir reynslu á nottíma, álagi frá umhverfi og áætluðu viðhaldi. Þar sem gagnasöfnun hefur ekki farið fram yfir nægilega langt tímabil eru ýmsir byggingarhlutar gróflega áætlaðir m.v. núverandi reynslu. Þá er ekki að finna sérstakar leiðbeiningar eða reglugerðir um þjónustulíf byggingarhluta og því er gert ráð fyrir að nottími margra byggingarhluta sé einfaldlega nottími byggingarinnar, sem er metinn hver fyrir sig.

Samantektin tekur ekki fyrir rekstrarlíftíma eða fagurfræðilegan líftíma byggingarefna en metur meðal tæknilegan líftíma út frá þremur álagsflokkum. Álagsflokkarnir eru „mikið álag“, „eðlilegt álag“ og „lítið álag“ og miðast við álag frá umhverfi, t.d. veðuraðstæður. Finnss líftíma gögn svipa því að miklu leyti til Norskra líftímagagna.

TAFLA 8 Dæmi úr viðhaldstöflu frá SWECO Finnlandi.

| BYGGINGARHLUTI                         | EFNI                     | MIKIÐ ÁLAG | ÆDLILEGT ÁLAG | LÍTIÐ ÁLAG |
|----------------------------------------|--------------------------|------------|---------------|------------|
| <b>Burðarvirki</b>                     |                          |            |               |            |
| Bitar og súlur                         | Steyptir                 | 80         | R             | R          |
|                                        | Stál                     | R          | R             | R          |
|                                        | Steypa – Styrkt á köntum | R          | R             | R          |
| <b>Útveggir</b>                        |                          |            |               |            |
| Veggur, úti                            | Steypa, ómáluð           | 30         | 40            | 50         |
| Útveggir, burðarveggir og aðrir veggir | Múrsteina veggur         | 50         | R             | R          |
|                                        | Steypa, máluð            | 30         | 50            | 70         |
| Gluggar                                | Trégluggar               | 30         | 50            | 70         |
|                                        | Tré-álguggar             | 40         | 60            | R          |
|                                        | Stálguggar               |            | R             |            |

\*R = líftími byggingar

## 4 SAMANTEKT OG NÆSTU SKREF

Ljóst má vera að samræmi milli Norðurlandanna er takmarkað þegar kemur að áætluðum nottíma byggingarhluta sem og aðferðafræði við mat á nottíma bygginga og byggingarhluta. Nottími byggingarefna er háður aðstæðum, uppbyggingu og notkun, sem getur verið mjög breytilegt frá einu tilfelli til annars. Þessi munur sést glögg þegar bornar eru saman tölur milli grannlandanna Danmerkur, Noregs, Svíþjóðar og Finnlands. Þó að byggingarmarkaðurinn sé um margt sambærilegur á öllum Norðurlöndunum eru aðstæður á Íslandi töluvert frábrugðnar hinum löndunum, eins og alkunna er, og erfitt að nota erlendar tölur. Byggingar hérlandis þurfa víða að þola mikið veðurálag; vind, slagregn, frost-þíðu sveiflur og seltu og er breytileikinn mikill, bæði innan landshluta og milli landshluta. Þar sem ekki liggur fyrir samræmi milli Norðurlandanna um hvernig líftími byggingarefna sé áætlaður þykir ekki ástæða til þess að fylgja einni aðferðafræði umfram aðra fyrir Ísland.

Í ljósi þeirra takmarköðu gagna sem virðast vera aðgengileg hérlandis, er mikilvægt að reyna að afla sértækra gagna meðal stærstu umsjónaraðila fasteigna á Íslandi. Skráning meðal umsjónarmanna fasteigna hefur ekki verið miðlæg eða kerfisbundin svo að hægt sé að taka saman nein gögn að ráði í dag. Því þykir ljóst að velja þyrfti „viðmiðunar“ eignir úr eignasafni sem verða greindar m.t.t. líftíma og þess viðhalds og endurnýjunar sem að hefur átt sér stað á undanförunum áratugum.

Til þess að hægt verði að samræma forsendur til áætlanagerða og útreikninga er mikilvægt að byggingarmarkaðurinn sammælist um líftímagögn sem notuð séu og er það tillaga skýrsluhöfunda að slíkri samræmingu verði náð með því að leggja fram fyrstu tillögur sem byggjast á bráðabirgðaniðurstöðum þessarar skýrslu sem lögð verði til rýni í ársbyrjun 2025 með vinnustofu meðal byggingaraðila á Íslandi. Niðurstaða þeirrar vinnu verða samræmd töluleg viðmið um áætlaðan líftíma byggingarefna og byggingarhluta á Íslandi. Mikilvægt er að því sé haldið til haga að um verður að ræða viðmiðunargildi en ekki ábyrgðargildi. Eftir því sem upplýsingaöflun verður samræmdari og betri gögn liggja fyrir má uppfæra viðmiðin.

## 5 HEIMILDASKRÁ

- [1] International Organization for Standardization, *Buildings and constructed assets - Service life planning. Part 1: General principles and framework (ISO 15686-1:2011)*, 2011.
- [2] International Organization for Standardization, *Buildings and constructed assets - Service-life planning. Part 8: Reference service life and service-life estimation (ISO 15686-8:2008)*, 2008.
- [3] Benedikt Jónsson og Björn Marteinsson, „Viðhaldspörf húsa á Íslandi. 2. útgáfa 2010. Rit nr. 77,“ Nýsköpunarmiðstöð Íslands, 1999.
- [4] Fasteignamat ríkisins og Verkfræðipjónusta Guðm. G. Þórarinssonar, „Brunabótamat. Afskriftir,“ 2000.
- [5] Björn Marteinsson, „Lífsgæði og sjálfbærari byggingar,“ Nýsköpunarmiðstöð Íslands og Umhverfis- og byggingarverkfræðideild HÍ, 2013.
- [6] N.-J. Aagaard, E. Brandt, S. Aggerholm og K. Haugbølle, „Levetider af bygningsdele ved vurdering af bæredygtighed og totaløkonomi,“ Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet,, 2013.