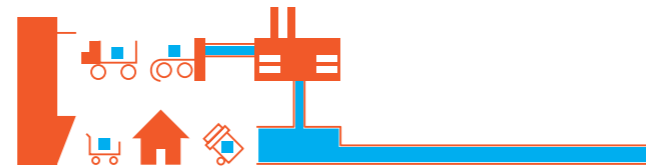


Vistferilsgreiningar til að meta umhverfisáhrif



Helga Jóhanna Bjarnadóttir, sviðsstjóri
Umhverfissviðs EFLU verkfræðistofu



Á síðastliðnum árum hefur skapast aukin þörf fyrir greinargóðar og gagnsæjar upplýsingar um umhverfisáhrif. Í því samhengi hefur EFLA verkfræðistofa notað svokallaðar vistferilsgreiningar (e. Life Cycle Assessment) til að meta umhverfisáhrif og reikna út vistspor (e. ecological footprint) og kolefnisspor (e. carbon footprint) fyrir ýmsa framleiðsluferla, vörur og þjónustu. Í þessari grein verður aðferðafræðinni stuttlega lýst, notagildi hennar og gagnsemi sem og nokkur dæmi sýnd um niðurstöður greininga sem sérfræðingar á umhverfissviði EFLU hafa unnið að.

Vistferilsgreiningar, notkunarmöguleikar og ávinningur

Vistferilsgreining er aðferðarfræði sem er notuð til þess að meta staðbundin og hnattræn umhverfisáhrif vöru, framleiðsluferils eða þjónustu. Einkenni aðferðarinnar er að greiningin getur náð yfir allan vistferil eða „lífskeið“ vörunnar eða þess sem verið er að greina. Þannig eru umhverfisáhrif metin fyrir öflun og vinnslu hráefna, framleiðsluferli og flutninga á hráefnum og fullbúnum vörum, notkun og rekstur. Einnig eru metin umhverfisáhrif við förgun þess sem greiningin er gerð fyrir. Aðferðin dregur einmitt nafn sitt af þessari vistferilsnálgun (e. Lifecycle perspective). Þessi nálgun gerir það að verkum að ekki er einungis horft til áhrifa sem gerast á Íslandi heldur einnig áhrifa sem verða utan landssteinanna.

Annar þáttur sem gerir aðferðina sérstæða er að niðurstöðurnar eru tölulegar upplýsingar um nokkuð marga ólíka umhverfisáhrifaflokka eins og t.d. gróðurhúsáhrif, súrt regn, svifryk, eyðingu ósonlagsins, næringarefnaauðgun, visteiturhrif og eituráhrif á fólk. Greiningin gefur einnig upplýsingar um notkun auðlinda.

Vistferilsgreiningar eru gerðar í ýmsum tilgangi. Markmiðið getur verið að sýna fram á hvar í vistferlinu mestu umhverfisáhrifin verða og hvernig megi haga hönnun og framleiðslu vörunnar eða skipuleggja verkferli og þjónustu þannig að



Mynd 1
Vistferilsgreining er aðferð til að meta umhverfisáhrif yfir allan vistferil eða „lífskeið“ vörunnar eða þess sem verið er að greina.

umhverfisáhrif verði sem minnst. Niðurstöður vistferilsgreininga draga þannig oft fram þætti sem menn höfðu ekki gert sér grein fyrir að skiptu umtalsverðu máli eða sýna að áhrif sem menn töldu að væru mikilvæg séu minniháttar í heildar samhenginu.

Almenn aukin umhverfisvitund, auknar kröfur markaðarins sem og kröfur stjórnvalda hafa leitt til þess að eftirspurn eftir upplýsingum um umhverfisáhrif ýmiss konar framleiðslu og þjónustu hefur aukist á undanförunum árum og þörf hefur skapast á að bera saman umhverfisáhrif sambærilegra vöru- og þjónustuflokka. Vistferilsgreiningar eru einmitt notaðar í þeim tilgangi.

Helstu notkunarsvið vistferilsgreininga eru þannig bæði inná við í vörubrúun en ekki síður út á við í samskiptum og upplýsingagjöf um umhverfiseiginleika viðkomandi vöru eða þjónustu.

Viðmið sem þekkt umhverfismerki eins og Svanurinn og Evrópublómíð byggja á nýta niðurstöður vistferilsgreininga og gefa merkin til kynna að vara sem ber þau sé betri fyrir umhverfið en aðrar vörur til sömu nota. Upplýsingar sem þessar eru því gagnlegar t.d. við vistvæn innkaup.



Mynd 2
Norræna umhverfismerkið og evrópska umhverfismerkið sem bæði nýta niðurstöður vistferilsgreininga í kröfugerð.

Umhverfisyfirlýsingar (e. Environmental product declarations, EPD) eru staðlað upplýsingaform, eins konar innihaldslýsing um umhverfisáhrif viðkomandi vöru eða þjónustu sem byggir á niðurstöðum vistferilsgreininga. Umhverfisyfirlýsingarnar auðvelda fyrirtækjum að miðla upplýsingum á trúverðugan og aðgengilegan hátt. Umhverfisyfirlýsingar fyrir vörur og íhluti eru einnig mikilvæg uppspretta upplýsinga við gerð vistferilsgreininga.

Önnur birtingarmynd niðurstaðna vistferilsgreininga er kolefnissporið sem færst hefur í vöxt að reiknað sé fyrir vörur eða þjónustu.

Kolefnisspor (e. Carbon footprint) er mælikvarði á heildarlosun koltvísýrings (CO₂) og annarra gróðurhúsalofttegunda sem rekja má til athafna mannsins. Kolefnisspor er gefið upp í CO₂-ígildum, og í niðurstöðum vistferilsgreininga nefnist því losun gróðurhúsalofttegunda einnig kolefnisspor.

Vakning í notkun vistferilsgreininga á Íslandi

Töluverð vakning hefur orðið hér á landi á sviði vistferilsgreininga. Nýlega stóð EFLA fyrir alþjóðlegri ráðstefnu „Global Sustainability Challenges - Northern Approaches“ í samstarfi við NOR LCA (Nordic Life Cycle Association), DTU, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, Háskóla Íslands, Vistbygðarráð, Landsvirkjun og Landsnet. Nálgast má mörg af erindunum sem þar voru flutt á heimasíðu ráðstefnunnar: www.norlca.man.dtu.dk/Symposium-2014.

Hjá EFLU verkfræðistofu hefur skapast töluverð reynsla við gerð vistferilsgreininga og telja greiningarnar sem gerðar hafa verið á þriðja tug. Þessar greiningar hafa verið gerðar sem hluti af rannsóknarverkefnum en eru einnig, og í auknum mæli, unnar fyrir fyrirtæki eða samtök sem nýta sér niðurstöðurnar í eigin vörubrúun, ákvarðanatöku milli valkosta, í umhverfisstjórnun eða í upplýsingamiðlun um eiginleika vörunnar eða ferlisins. Hjá EFLU hafa verið gerðar greiningar fyrir eftirtalda 4 málaflokka:

Orkuvinnsla og flutning

Byggingariðnað og vegagerð

Meðhöndlun úrgangs og endurvinnsla

Sjávarútveg og matvælavinnsla

Greiningarnar eru gerðar í samræmi við alþjóðlegu staðlana ISO 14040:2006 og ISO 14044:2006 og er notuð nýjasta útgáfa á hverjum tíma af hugbúnaðinum GaBi og gagnabönkum sem tengjast honum. Hér á eftir verða sýnd dæmi um nokkrar greiningar sem EFLA hefur unnið.

Orkuvinnsla og flutningur

Vistferilsgreining fyrir Fljótsdalsstöð

Á síðastliðnum árum hefur skapast aukin þörf fyrir greinargóðar og gagnsæjar upplýsingar um umhverfisáhrif mismunandi raforkukosta. Á árinu 2011 vann EFLA verkfræðistofa fyrir hönd Landsvirkjunar mat á umhverfisáhrifum með aðferðarfræði vistferilsgreininga fyrir raforkuvinnslu í Fljótsdalsstöð.

Metin voru umhverfisáhrif við vinnslu á 1 kWst raforku í Fljótsdalsstöð. Niðurstöður greiningarinnar varpa ljósi á þá þætti í framkvæmd og rekstri stöðvarinnar sem helst valda neikvæðum umhverfisáhrifum. Á mynd 4 má sjá meginþætti vistferils raforkuvinnslu í Fljótsdalsstöð.

Vistferilsgreiningin nær til hráefnanotkunar, losunar efna í andrúmsloftið, jarðveg og vatn, sem og úrgangs sem myndast á meðan á byggingu, rekstri og viðhaldi stöðvarhúss og stífla stendur yfir.



Mynd 3
Fljótsdalsstöð, vistferilsgreining gerð fyrir vinnslu á 1 kWst raforku.

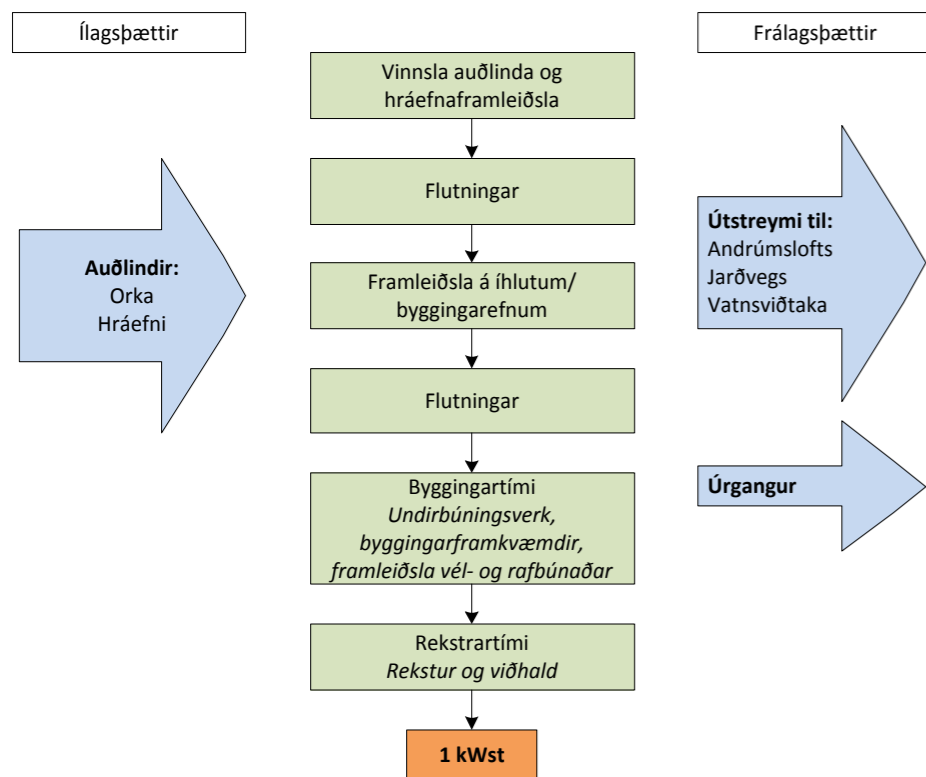
Niðurstöður vistferilsgreiningarinnar leiða í ljós að byggingartími Fljótsdalsstöðvar er sá hluti af vistferlinum sem veldur hlutfallslega mestum umhverfisáhrifum þegar litið er yfir alla flokka umhverfisáhrifa með einni undantekningu, en losun frá lónum veldur hlutfallslegri mestri losun gróðurhúsalofttegunda (mynd 5). Helstu umhverfisáhrif er tengjast byggingartímanum má rekja til notkunar og brennslu jarðefnaeldsneytis sem og framleiðslu sements í steypu. Rekstrartíminn veldur hlutfallslega litlum umhverfisáhrifum í öllum flokkum umhverfisáhrifa fyrir utan flokkinn eyðing ólífrænna auðlinda vegna endurnýjunar á vél-

og rafbúnaði og öðru viðhaldi á rekstrartímanum. Auk þess sem brennsla jarðefnaeldsneytis veldur einnig umhverfisáhrifum á rekstrartímanum

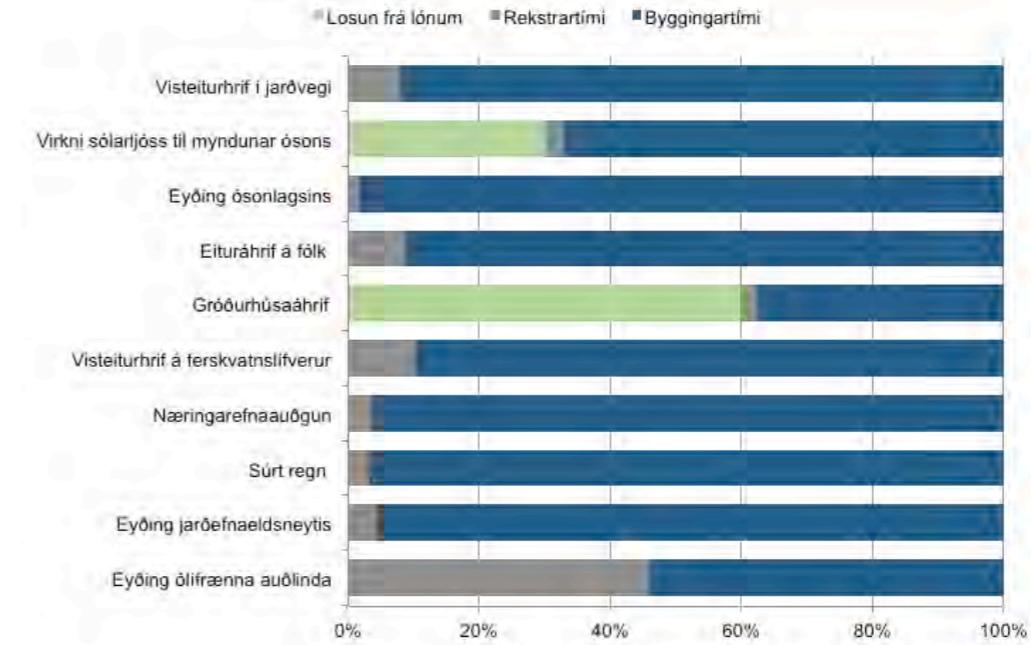
Losun

Losun gróðurhúsalofttegunda, eða kolefnisspor, fyrir raforkuvinnslu í Fljótsdalsstöð var reiknað 2,6 g CO₂-ígildi/kWst. Stærstur hluti þess reyndist vera vegna losunar gróðurhúsalofttegunda frá uppistöðulónum (60%), og næststærstur hluti vegna notkunar jarðefnaeldsneytis og steypu á byggingartíma virkjunarinnar (37%). Rekstur stöðvarinnar vegur um 3% af kolefnissporinu.

Niðurstöður vistferilsgreiningarinnar varpa ljósi á þá þætti í framkvæmd og rekstri Fljótsdalsstöðvar sem helst valda neikvæðum umhverfisáhrifum. Þá þekkingu má nýta til að draga úr umhverfisáhrifum í rekstri Fljótsdalsstöðvar og annarra vatnsaflsvirkjana Landsvirkjunar en ekki hvað síst til að draga úr umhverfisáhrifum nýrra vatnsaflsvirkjana sem byggðar verða í framtíðinni. Niðurstöðurnar eru mikilvægar fyrir Landsvirkjun í allri vinnu við að upplýsa kaupendur orkunnar og aðra hagsmunaaðila um umhverfiseiginleika orkunnar. Niðurstöður vistferilsgreiningarinnar nýtast einnig þriðja aðila, t.d. framleiðslu- og iðnfyrirtækjum við mat á umhverfisáhrifum vegna framleiðslu á eigin vöru.



Mynd 4
Lýsandi mynd fyrir meginþætti vistferils raforkuvinnslu í Fljótsdalsstöð



Mynd 5
Hlutfallslegt framlag þátta í vistferli orkuvinnslu til mismunandi umhverfisáhrifa.

Nú hefur í fyrsta skipti hér á landi verið metið kolefnisspor vatnsorku yfir allan vinnsluferilinn sem gerir allan samanburð við umhverfisáhrif erlendrar vatnsorku og aðra orkugjafa mögulegan.

Alþjóðakjarnorkumálastofnunin (e. International Atomic Energy Agency, IAEA) tók saman niðurstöður vistferilsgreininga sem gerðar voru á árunum 2000 - 2006 fyrir mismunandi raforkuvinnslu (mynd 6) (Weisser, 2007). Í þeirri samantekt er bent á mikilvægi þess að meta umhverfisáhrif vegna orkuvinnslu yfir allan vistferil orkuveranna. Ástæða þess er að umhverfisáhrif orkuvinnslunnar eru mismikil á mismunandi stigum orkuvinnslunnar (þ.e. á byggingartíma orkuvers, rekstri orkuvers o.s.frv.) fyrir mismunandi tegundir orkuvinnslu. Umhverfisáhrif raforkuvinnslu með notkun jarðefnaeldsneyta má t.d. að mestu leyti rekja til orkuvinnslunnar sjálfar en eingöngu um 25% til byggingu orkuversins. Fyrir flest orkuver sem framleiða raforku með endurnýjanlegum orkugjöfum má hins vegar rekja um 90% gróðurhúsaáhrifanna til byggingar orkuvers og því einungis 10% til orkuvinnslunnar (fyrir vatnsafl gildir þetta ef losun frá lónum er sleppt). Það er því mikilvægt að skilgreina í upphafi endingartíma orkuvera og kerfismörk til að niðurstöður séu samanburðarhæfar.

Samkvæmt IAEA liggja gróðurhúsaáhrif raforkuvinnslu með vatnsafla á bilinu 1 – 34g CO₂-ígildi á hverja framleidda kWst og að meðaltali 7 g CO₂-ígildi/kWst. Þennan mun má m.a. rekja til þess að ekki er alltaf um sambærileg kerfismörk að ræða, sem og að hér er bæði um að

ræða rennslisvirkjanir og virkjanir með uppistöðulónum. Í virkjunum með uppistöðulónum er magn gróðurhúsalofttegunda sem losna m.a. háð stærð lóna, gerð og magni gróðurs og jarðvegs sem fer undir vatn, auk þess sem í sumum tilfellum er valið að sleppa að gera grein fyrir losun frá lónum vegna þeirrar óvissu sem ríkir um raunlosun frá þeim. Magn jarðefnaeldsneytis og sements sem notað er á byggingartíma orkuveranna auk fleiri þátta skipta einnig máli í samanburði milli aflstöðva.

Frekari upplýsingar um vistferilsgreiningu fyrir Fljótsdalsstöð má sjá í skýrslu sem EFLA vann fyrir Landsvirkjun; LV2011086, Vistferilgreining raforkuvinnslu með vatnsafla: Fljótsdalsstöð.

Nú vinnur EFLA í samvinnu við Landsvirkjun að vistferilsgreiningu fyrir tvær aðrar vatnsaflsvirkjanir Landsvirkjunar, Blöndustöð og Búðarhálsstöð sem og fyrir vindafsstöðina á Hafinu.

Vistferilsgreining fyrir orkuflutning

Í samstarfi við Landsnet hefur EFLA unnið að greiningu umhverfisáhrifa fyrir flutning raforku með loftlínum fyrir öll spennustig þ.e. 66, 132, 220 og 400 kV. Einnig er í vinnslu greining á umhverfisáhrifum með aðferðafræði vistferilsgreininga fyrir flutning raforku með jarðstreng. Kolefnisspor fyrir flutning 1 kWst með loftlínukerfi Landsnets er 0,65 g CO₂ ígildi/kWst. Á mynd 7 má sjá hvaða þættir í vistferli loftlínanna vege mest.

Sverrir Jóhannesson: Sverrir er maðurinn sem maður leit til þegar það þarf að halda fagmannlega utan um meiri háttar viðhaldsverkefni. Eða veiðiflugur. Eða myndavél, harmonikku eða múrskel. Svo er Sverrir einn helsti sérfræðingur landsins um terrazzo-gólf.



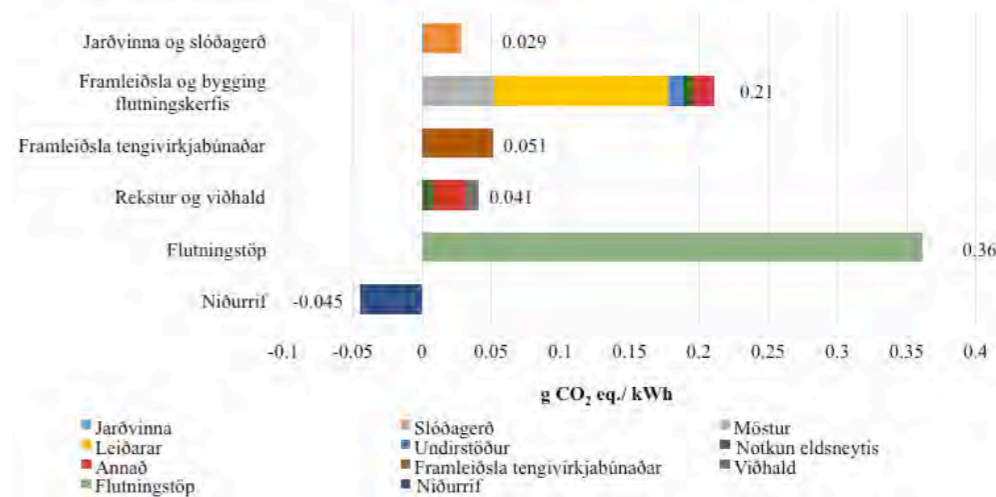
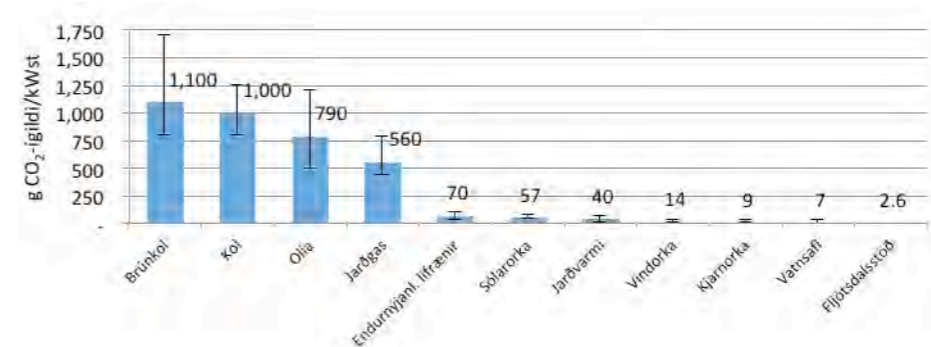
Guðrún Jónsdóttir: Guðrún er jafnvíg á hægri heilahvel og vinstra þegar kemur að hljóðbyggingum, því hún er ekki bara hljóðverkfræðingur heldur spilar hún líka á fiðlu. Og svo er hún ein af örfáum konum í heiminum sem eiga tvö eigin tvíbura.

Við eflum samfélagið

EFLA verkfræðistofa hefur það að markmiði að skapa lausnir sem stuðla að framförum og efla samfélagið. Starfsfólkið er dýrmætasta auðlindin okkar og býr yfir yfirgripsmikilli þekkingu á öllu milli himins og jarðar. Það eru hæfileikar þess sem gera fjölbreytileg verkefni um allan heim að veruleika á degi hverjum.



... upp í vindinn



Mynd 6
Losun gróðurhúsalofttegunda við mismunandi raforkuvinnslu í g CO₂ ígilda á framleidda kWst (samantekt niðurstaðna frá vistferilsgreiningum, unnið frá Weisser, 2007 og Kumar et.al, 2011). Sínd er reiknuð meðallosun gróðurhúsalofttegunda fyrir mismunandi raforkuvinnslu.

Mynd 7
Losun gróðurhúsalofttegunda í andrúmsloftið „kolefnisspor“ við flutning á 1 kWst raforku fyrir öll spennustig í loftlínu flutningskerfi Landsnets er 0,65 g CO₂ ígildi/kWst.

Flutningstöp á rekstrartíma vega mest eða 55% en kolefnisspor þeirra er háð þeirri orku sem flutt er, í tilfalli Landsnets er samsetning orkunnar um 73% vatnsafl og 27% jarðvarmi og var reiknað með 1,8% flutningstöpum í þessari greiningu. Til samanburðar er kolefnisspor fyrir flutning orku í breska flutningskerfinu 11g CO₂ ígildi/kWst og valda töpin þar 85% af kolefnissporinu enda er þar flutt orka sem hefur mun hærri kolefnisspor (Harrison et al., 2009).

Til að draga úr kolefnisspori flutnings raforkunnar hjá Landsneti skiptir því mestu máli að draga úr flutningstöpunum. Af einstökum öðrum þáttum eru það leiðararnir sem telja mest í kolefnissporinu.

Byggingariðnaður og vegagerð

Í byggingariðnaði eru kröfur varðandi vistvæna hönnun bygginga að aukast gífurlega. Gefnir hafa verið út evrópustaðlar (EN 15804) um gerð umhverfisyfirlýsinga, EPD fyrir byggingavörur sem og staðall fyrir framkvæmd vistferilsgreininga fyrir byggingar (EN 15978). Krafan er einnig að aukast um að framleiðendur veiti umhverfisupplýsingar (EPD) sérstaklega fyrir byggingavörur. Nokkrar greiningar á þessu sviði hafa verið unnar hjá EFLU og má þar sem dæmi nefna tvö rannsóknarverkefni sem unnin voru fyrir Vegagerðina, annars vegar fyrir dæmigerðan vegkafla í íslenska þjóðvega-

kerfinu og hins vegar fyrir steipt brúarmannvirki. Við greininguna fyrir veg var stuðst við gögn um byggingu Norðfjarðarveggar um Hólmaháls frá árinu 2009 og er greiningin gerð fyrir 1 km vegkafla með tveimur akbrautum og bundið slitlag (klæðingu). Reiknað var með hámarksferðahraða 90 km/klst og ÁDU 900 bílar. Fyrir brúna var greiningin gerð fyrir steipta, tvíbreiða plötubrú yfir Aurá við Lómagnúp í Skaftárhreppi þar sem hámarksbraði er 90 km / klst og ÁDU 371 bílar á sólarhring. Kerfismörk beggja greininganna ná til alls vistferilsins þ.e. öflun hráefna, byggingartíma, reksturs, viðhalds og förgunar. Fyrir veginn var gert ráð fyrir 50 ára rekstrartíma en fyrir brúna 100 árum. Markmið verkefnanna var að draga fram til hvaða þátta í vistferli vegarins annars vegar og hins vegar brúarinnar megi rekja helstu umhverfisáhrifin. Jafnframt að greina tækifæri til að draga úr neikvæðum umhverfisáhrifum. Skýrslur sem lýsa nánari framkvæmd greininganna, kerfismörkum og niðurstöðum má finna á vef Vegagerðarinnar.

Meðhöndlun og endurvinnsla úrgangs

Úrgangspýramídið er þekkt forgangsroðun þegar kemur að því að meta hvaða leiðir eru heppilegastar í meðhöndlun aukaafurða eða úrgangs út frá umhverfislegu sjónarmiði. Samkvæmt úrgangspýramídanum skal fyrst