



Vistvænar áherslur í rekstri bygginga: áhrif á orkunotkun og líftímakostnað

Jón Sigurðsson

Ritgerð til
meistaraprófs (MSc) í framkvæmdastjórnun

Maí 2012



Vistvænar áherslur í rekstri bygginga: áhrif á orkunotkun og líftímakostnað

Jón Sigurðsson

Ritgerð lögð fram við tækni- og verkfræðideild
Háskólans í Reykjavík til
meistaraprófs (MSc) í framkvæmdastjórnun

Maí 2012

Leiðbeinendur:

Kristveig Sigurðardóttir, MSc í skipulagsverkfræði
Þórður Víkingur Friðgeirsson, lektor við HR

Prófdómari:

Dr. Guðni A. Jóhannesson, orkumálastjóri

Útdráttur

Skoðuð er aðferðafræði sjálfbærrar þróunar og vistvænar áherslur í rekstri bygginga á Íslandi og hagkvæmisáhrif þeirra á orkunotkun og líftímakostnað. Kynnt eru umhverfissvottunarkerfi, en markmið þeirra er að hvetja til sem vistvænstrar hönnunar bygginga en líka að hvetja til betri umhverfisstjórnunar á verktíma og rekstur bygginga allan líftímann. Umhverfissvottunarkerfi setja viðmið sem miða að bættri orkunýtingu bygginga, auka einangrun og loftþéttleika, lágmarka þörf á kælingu og velja lausnir sem krefjast minni orku á rekstrartíma. Umhverfissvottunarkerfi leggja einnig áherslu á notendastýringu og gera ráð fyrir mælum og/eða hússtjórnarkerfum til að fylgjast með orkunotkun bygginga.

Unnin var greining á skrifstofu- og atvinnuhúsi höfuðstöðva Orkuveitu Reykjavíkur að Bæjarhálsi 1, Reykjavík og skoðuð hagkvæmni þess að fara í vistvænar orkusparnaðaraðgerðir. Sóknarfæri í orkusparnaði eru m.a. stillingar á húskerfum, meira eftirlit með loftræsi- og hitakerfum og lágmörkun umframnotkunar í raforku og heitu vatni. Teknar eru rauntölur rekstraráranna 2008 - 2011 og þær bornar saman. Líftímakostnaður bygginganna er svo reiknaður með aðferðafræði skv. norskum staðli NS 3454 auk þess sem stuðst er við vefútgáfu, LCCWeb.no og kostnaðarlíkan LCprofit. Fundinn er líftímakostnaður bygginganna miðað við þær vistvænu sparnaðaraðgerðir sem framkvæmdar voru árið 2009 í heitavatnsnotkun og einnig tillögur sem gerðar eru í raforkusparnaði árið 2012.

Niðurstaðan er að vistvænar aðgerðir og áherslur í rekstri höfuðstöðva Orkuveitu Reykjavíkur, Bæjarhálsi 1, skila góðum árangri í minni orkunotkun og kostnaði; u.þ.b. 40% sparnaði á heitu vatni og 27% sparnaði í rafmagni. Niðurstaða líftímakostnaðargreiningar m.v. 8% ávöxtunarkröfu er að orkunotkun er u.þ.b. 9% af líftímakostnaði bygginganna, en lækkar í 6,6% við fyrrnefndar vistvænar orkuorkusparnaðartillögur- og aðgerðir árið 2012. Það samsvarar 11 m.kr. sparnaði á ári, eða 135 m.kr. að núvirði m.v. 8% ávöxtunarkröfu og 60 ára líftíma. Niðurstaðan við tvöföldun raforkuverðs til ársins 2020 er að heildarorkunotkun er 15% af líftímakostnaði að núvirði bygginganna, m.v. 8% ávöxtunarkröfu.

Lykilorð: Vistvæn bygging. Orkunotkun. Hagkvæmni. Arðsemismat. Líftímakostnaður.

Abstract

The thesis views the methodology of sustainable development and environmental emphasis on operation and maintaining office buildings in Iceland and a feasibility study on its effects on their energy consumption and life cycle costs. Presented is environmental certificate systems, but their goals are to promote an ecological friendly design of buildings and to encourage better environmental management at their construction time and their operation throughout their life cycle. Environmental certificate systems set standards for maximum power consumption of the building, extra insulation and air density, minimizing the need for air conditioning, choosing solutions that require less energy during operation. Environmental certificate systems also focusing on user management and allow for measurements and/or building control system to monitor energy consumption of the building.

The case study is an analysis of the office and commercial headquarters building of Reykjavik Energy, Bæjarháls 1, Reykjavik and examined the feasibility of establishing environmentally friendly energy saving measures. Opportunities for energy savings are in a building control system settings, more control of ventilation and heating systems and minimizing excessive use of electricity and hot water. Real operational cost for 2008 to 2011 were compared. Life cycle cost of the buildings was then calculated.

The conclusion was that environmentally friendly actions and emphasis for the office headquarters of Reykjavik Energy, Bæjarháls 1 were performing well with lower power consumption and saving about 27% on electricity and 40% on use of hot water. Life cycle cost with 8% profit made the energy consumption approximately 9% of the life cycle cost of buildings, but is reduced to 6.6% with environmental energy saving measures or a total cost of IKR 11 million per year, calculated to IKR 135 million at present value based on the 60-year life time of the building. By doubling electricity prices until 2020 the total power consumption will be 15% of the present value of the life cycle cost of the building and 8% profit yield.

Keywords: Sustainable building. Energy use. Feasibility. Profitability. Life cycle cost.

Vistvænar áherslur í rekstri bygginga: áhrif á orkunotkun og líftímakostnað

Jón Sigurðsson

Ritgerð lögð fram við tækni- og verkfræðideild
Háskólans í Reykjavík til
meistaraprófs (MSc) í framkvæmdastjórnun

Maí 2012

Nemandi:

Jón Sigurðsson

Leiðbeinendur:

Kristveig Sigurðardóttir

Þórður Víkingur Friðgeirsson

Prófdómari:

Dr. Guðni A. Jóhannesson

Þakkir

Meistararitgerðin er 30 ECTS eininga rannsóknarverkefni til MSc gráðu í framkvæmdastjórnun við tækni- og verkfræðideild Háskólans í Reykjavík. Ritgerðin fjallar um vistvænar áherslur í rekstri bygginga, og áhrif þeirra á orkunotkun og líftúmakostnað.

Leiðbeinendur mínir voru Kristveig Sigurðardóttir, skipulagsverkfræðingur og Þórður Víkingur Friðgeirsson, lektor við HR, og þakka ég þeim kærlega vel fyrir leiðsögnina og góðu ráðin. Einnig fá Brjánn Bjarnason, Gísli Már Gíslason, Andrés Þórarinsson og samstarfsmenn mínir hjá Orkuveitu Reykjavíkur bestu þakkir fyrir gagnlegar ábendingar og veitta aðstoð. Móðir mín, Magnhildur Sigurðardóttir, þakka ég hvatninguna og óbilandi trú á verkefninu. Síðast en ekki síst vil ég þakka eiginkonu minni, Ingibjörgu Þóru Arnarsdóttur og dætrum mínum, Heiðu Rún og Ástu Maríu, fyrir óendanlega þolinmæði, stuðning og skilning meðan á verkefnavinnunni stóð.

Verkefnið var styrkt af Umhverfis- og orkurannsóknarsjóði Orkuveitu Reykjavíkur (UOOR) og Orkurannsóknarsjóði Landsvirkjunar, og ber ég þeim bestu þakkir fyrir.

Formáli

Flest vestræn ríki heims, þar á meðal Ísland, hafa skuldbundið sig til að stuðla að sjálfbærri þróun. Menningarstefna í mannvirkjagerð – Stefna íslenskra stjórnvalda í byggingarlist (2007) staðfestir að hið opinbera skuli vera í forystu á sviði sjálfbærrar þróunar. Stefna um vistvæn innkaup ríkisins (2009) miðar að því að við öll innkaup ríkisins sé tekið tillit til umhverfissjónarmiða jafnt sem kostnaðar og gæða við mat á hagkvæmustu kaupum.

Orðasambandið *sjálfbær þróun* er þýðing á enska orðasambandinu *sustainable development*. Í skýrslunni *Okkar sameiginlega framtíð (Our Common Future)*, sem samin var árið 1987 undir forystu Gro Harlem Brundtland, fyrrum forsætisráðherra Noregs, var hugtakið fyrst skilgreint: Sjálfbær þróun er þróun sem fullnægir þörfum samtíðarinnar án þess að skerða möguleika komandi kynslóða til að fullnægja sínum þörfum. Ýmsir þjóðflokkar hafa gætt þess um aldir að nýta auðlindir sínar svo sem beitolönd og skóga á þann hátt að samhliða notkuninni sé búið í haginn fyrir komandi kynslóðir. Lýsandi fyrir þessa hugsun er orðatiltæki frá Kenýa:

Þú hefur ekki fengið landið til eignar frá foreldrum þínum;

þú hefur það að láni frá börnum þínum.

Umhverfisáhrif byggingariðnaðarins vegna framkvæmda, reksturs og niðurrifs eru umtalsverð. Með vistvænni nálgun má skilvirkt stuðla að minni neikvæðum umhverfisáhrifum. Við hönnun vistvænna bygginga þarf að meta hvernig hægt er að reka bygginguna á vistvænan hátt og þá um leið að lágmarka kostnað. Aukin áhersla er á heilnæmt umhverfi innandyrna og þar með minni notkun eiturefna og hættulegra efna í byggingarvörum. Reynsla erlendis sýnir að vistvænar byggingar verða verðmætari en aðrar byggingar vegna góðrar ímyndar, heilsusamlegs umhverfis og minni rekstrarkostnaðar m.a. vegna minni orkunotkunar.

Höfundur þessa meistaraverkefnis tók virkan þátt í undirbúningi Vistbyggðarráðs, sem var stofnað í febrúar 2010. Víða um heim starfa sambærileg landssamtök sem hafa sýnt að þörf er fyrir óháðar stofnanir og þekkingarsetur sem miðla upplýsingum, veita aðstoð og stuðla að rannsóknum á sviði vistvænna bygginga. Auk landssamtaka eru einnig til alþjóðleg samtök, World Green Building Council (WGBC). Vistbyggðarráð er vettvangur til að leiða umræðuna um umhverfismál og sjálfbæra þróun í mannvirkjagerð og skipulagi á Íslandi.

Efnisyfirlit

Útdráttur	i
Abstract	ii
Þakkir	iv
Formáli	v
1. Inngangur	1
1.1 Efnistöð og umfang	2
1.2 Uppbygging verkefnis	3
2. Í upphafi skyldi endinn skoða!	4
2.1 Aðferðafræðin	5
2.2 Líftímakostnaður skv. NS 3554	6
3. Vistvænar áherslur og orkunotkun	8
3.1 Endurnýjanleg orka	10
3.2 Orkustjórnun og -sparnaður	12
3.3 Vistvænar byggingar	16
3.4 Umhverfissvottunarkerfi	23
3.5 Orkuverð og hvert stefnir?	28
4. Höfuðstöðvar OR, Bæjarhálsi 1 - "Case study"	32
4.1 Orkunotkun - mælingar og greining	34
4.1.1 Raforkunotkun	35
4.1.2 Heitavatnsnotkun	39
4.1.3 Hússtjórnarkerfið	43
4.2 Orkusparnaðaraðgerðir - tillögur árið 2012	44
4.2.1 Lýsing	44
4.2.2 Loftræsing	45
4.2.3 Tölvur og skjáir	46
4.3 Ársorkunotkun	48
4.4 Reiknilíkanið LCCweb.no	50
4.5 Rekstrarárskostnaður, RÁK	54
4.6 Árskostnaður og orkusparnaður	56
4.7 Líftímakostnaður - Næmnigreining	58
5. Niðurstöður og umræður	61

Orðskýringar	63
Heimildaskrá	65
Viðauki A	69
Viðauki B	83
Viðauki C	86
Viðauki D	89
Viðauki E	95
Viðauki F	97

Myndaskrá

Mynd 1 Höfuðstöðvar Orkuveitu Reykjavíkur, Bæjarhálsi 1 í Reykjavík. Heimild: (OR, 2012).....	2
Mynd 2 Sýnir flokkun líftímakostnaðar skv. ISO 15686.....	5
Mynd 3 Líftímakostnaður á núvirði m.t.t. árlegs kostnaðar. Heimild: (Ríkiskaup, 2006).....	5
Mynd 4 Þrjár meginstoðir sem fylgja sjálfbærri þróun. Heimild: (Adams, 2006).....	9
Mynd 5 Frumorkunotkun á Íslandi 1940-2009. Heimild: (Orkustofnun, 2012).....	11
Mynd 6 Skiptingu raforkunotkunar fyrir árið 2009. Heimild: (Orkustofnun, 2012).....	11
Mynd 7 Myndræn framsetning á kröfum til orkustjórnunar. Heimild: (Staðlaráð Íslands, 2011)	13
Mynd 8 Vistvæn bygging. Heimild: (Inger Andresen og Kirsten Efniglund Åsa Wahlström, e.d.).....	17
Mynd 9 Betri vistvæn hönnun. Heimild: (Helga Jóhanna Bjarnadóttir, 2009)	18
Mynd 10 Líftímakostnaður. Heimild: (Ríkiskaup, 2006)	19
Mynd 11 EU-27 households' energy consumption at home. Heimild: (European Commission, 2011)	21
Mynd 12 Viðbótareinangrun þaksrýmis í eldra húsi. Heimild: (Søren Aggerholm, 2011).....	23
Mynd 13 Þættir metnir í BREEAM. Heimild:(Helga Jóhanna Bjarnadóttir, 2009)	25
Mynd 14 Orkunotkun bygginga og þættir sem hafa áhrif.....	26
Mynd 15 Orku- og veitukostnaður á Norðurlöndum. Heimild: (Markaðsmál OR, 2012).....	28
Mynd 16 Hugsanleg þróun í Evrópu. Heimild: (Edvard G Guðnason, 2010)	30
Mynd 17 Er sæstrengur í sjónmáli? Heimild: (Jón Ingimarsson, 2012)	31
Mynd 18 Bæjarháls 1, lóð, byggingar og nánasta umhverfi. Heimild: (OR, 2012)	32
Mynd 19 Starfsmannafjöldi Orkuveitunnar árin 2000 - 2012. Heimild: (OR, 2012).....	33
Mynd 20 Fylgni milli fækkun starfsfólks og minnkandi raforkunotkun.....	33
Mynd 21 Svæðaskipting greinatafla í aðalbyggingu.....	35
Mynd 22 Sundurgreining raforkunotkunar eftir svæðum vikuna 10. – 17. janúar 2011	36
Mynd 23 Fjarmæling 18. – 31. mars 2012.....	37
Mynd 24 Samanburður á raforkukostnaði milli ára	39
Mynd 25 Notkun á heitu vatni í aðalbyggingu og Norðurhúsi vikuna 10. – 17. janúar 2011.....	40
Mynd 26 Samanburður á heildarnotkun á heitu vatni	41

Mynd 27 Heitavatnskostnaður árin 2008 - 2011.....	43
Mynd 28 Samanburður milli ára 2008 - 2011 í orkunotkun Bæjarhálsi 1	48
Mynd 29 Samanburður milli ára 2008 - 2011 í orkunotkun aðalbyggingu, Bæjarhálsi 1	49
Mynd 30 Samanburður milli ára 2008 – 2011 í orkunotkun Norðurhúss	49
Mynd 31 Samanburður á Bæjarhálsi 1 (2011/2012) og sambærilegum byggingum	50
Mynd 32 Upphafssíða LCCWeb.no á heimasíðu: http://www.lccweb.no/	50
Mynd 33 Líftímakostnaðarkerfi skv. norskri fyrirmynd. Heimild:(Reykjavíkurborg, 2010)	51
Mynd 34 Samanburður á rekstrarárskostnaði milli verkefna, 2011, 2012 og 2020.....	55
Mynd 35 Heildarorkusparnaður, sem næst með sparnaðartillögum árið 2012	56
Mynd 36 Samanburður á árskostnaði milli verkefna, árin 2011, 2012 og 2020	57
Mynd 37 Næmnigreining m.t.t. orkukostnaði og ávöxtunarkröfu	58
Mynd 38 Samanburður á líftímakostnaði milli verkefna m.v. 8% ávöxtunarkröfu	60

Töfluskrá

Tafla 1 Þróun heildar raforkunotkunar og vikumælingar í einstökum kerfum	37
Tafla 2 Heitavatnsnotkun og orka, Bæjarhálsi 1.....	41
Tafla 3 Sparnaður við að fækka klst sem ljósinn loga.....	45
Tafla 4 Sparnaður við að draga úr loftskiptum utan vinnutíma	45
Tafla 5 Sparnaður við að fækka klst sem kveikt er á tölvum.....	46
Tafla 6 Samantekt á raforkusparnaði árið 2012 skv. tillögum höfundar.....	47
Tafla 7 Samantekt og niðurstaða úr líftímakostnaðargreiningu skv. vefútgáfu, LCCWeb.no	53
Tafla 8 Rekstarárskostnaður að Bæjarhálsi 1 og samanburður milli ára.....	54
Tafla 9 Núvirtur árskostnaður m.v. mismunandi ávöxtunarkröfu og sviðsmyndir (milljónir kr).....	56
Tafla 10 Næmnigreining - Líftímakostnaður, núvirtur (milljónir kr).....	58

1. Inngangur

Hugmyndafræði sjálfbærni og vistvænnar þróunar hefur vaxandi áhrif í samfélaginu. Víða er leitast við að velja umhverfisvænar leiðir á vinnustöðum. Í atvinnugreinum þar sem á sér stað mikil nýting á auðlindum, svo sem í byggingariðnaði, er mikilvægt að horfa til þessara sjónarmiða. Í nágrennalöndum okkar er mikil áhersla lögð á að draga úr orkunotkun bygginga og auka notkun endurnýjanlegra orkuauðlinda í stað jarðgass, olíu og kola. Vegna endurnýjanlegrar íslenskrar orku eru gróðurhúsaáhrif vegna orkunotkunar íslenskra bygginga lítil en þrátt fyrir það er mikilvægt að nýta orku með skynsamlegum hætti í rekstri bygginga á Íslandi. Kröfur um hönnun mannvirkja þar sem hugað er að endingu efna, orkunotkun og umhverfissjónarmiðum fer vaxandi erlendis og mun sömuleiðis vaxa hér á landi.

Meistaraverkefnið fjallar um orkunotkun bygginga á Íslandi og aðgerðir til sparnaðar með vistvænum og skynsömum aðgerðum. Það er einkum hinn fjárhagslegi sparnaður sem er áhugaverður fyrir sérhvern orkunotanda þótt orkusparnaður sé ekki síður áhugaverður út frá þjóðhagslegum sjónarmiðum og einnig með tilliti til umhverfisverndar. Vistvænar áherslur leggja grunn að nútíma lífsgæðum, styðja við sjálfbæra þróun í íslenskri mannvirkjagerð og tryggja hámarksgæði og hagkvæmni í rekstri mannvirkja og orkunotkunar. Í þessu verkefni er ekki gerður greinarmunur á orðunum sjálfbærar, vistvænar eða umhverfisvænar áherslur.

Aðferðafræðin eru útreikningar og greining á líftímakostnaði bygginga og hvernig það kemur út að innleiða nýjar kröfur, breytt verklag og áhrif þess á orkunotkun. Líftímakostnaður er heildarkostnaður á skilgreindum líftíma byggingar, og er þannig sá kostnaður sem verður til allt frá hönnunar- og framkvæmdakostnaði til rekstrar- og viðhaldskostnaðar. Markmiðið er að finna hagkvæmustu orkunýtingu, en taka verður þó tillit til innivistar, vellíðan starfsfólks og vistvænna sjónarmiða. Góð orkunýting getur leitt til lægri rekstrarkostnaðar og hagstæðari heildarlausna t.d. með því að bera saman mismunandi valkosti til að minnka orkunotkun.

Markmið verkefnisins eru m.a. þessi:

- Að rýna í heimildir, lög, reglur og staðla um orkunotkun bygginga á Íslandi
- Að draga fram og skilgreina vistvænar aðgerðir/áherslur í orkunotkun bygginga
- Að greina aðferðir til að bæta sjálfbærni (vistvæni) bygginga í rekstri
- Að finna leiðir til að auka hagkvæmni í rekstri bygginga með betri orkunýtingu
- Að skoða hvaða áhrif vistvænar aðgerðir hafa á orkunotkun og líftímakostnað

1.1 Efnistöð og umfang

Nýnæmi þessa meistaraverkefnis er að finna út hvaða áhrif það hefur á orkunotkun og líftímakostnað að draga fram vistfræðilega þætti í rekstri mannvirkja á Íslandi. Í ritgerðinni er stuðst við reglugerðir, fræðirit, söguleg gögn sem og viðtöl. Aðferðir sem notaðar eru við úrlausn verkefnisins byggja á að vinna kerfisbundið með skýrslur, gagnasöfn, bækur og tímaritsgreinar sem fjalla um vistvænar áherslur og nýta þekkingu, aðferðir og tækni frá öðrum löndum. Unnin er samantekt á íslenskum lögum, reglugerðum og stöðlum sem hafa áhrif á orkunotkun íslenskra bygginga, s.s. byggingarreglugerð, mannvirkjalög og ýmsir staðlar. Höfuðstöðvar Orkuveitu Reykjavíkur, Bæjarhálsi 1 (mynd 1) eru skoðaðar og notaðar sem raundæmi (e. case study). Skoðunin er framkvæmd með því að skoða mannvirkin, hönnunarforsendur, gera mælingar, greiningar og vinna úttektir. Miklar upplýsingar fást úr hússtjórnarkerfinu og fyrir liggja upplýsingar um orkunotkun og -kostnað. Skoðuð eru nokkur dæmi um sambærilegt atvinnuhúsnæði í Reykjavík og gerður er samanburður á orkunotkun.



Mynd 1 Höfuðstöðvar Orkuveitu Reykjavíkur, Bæjarhálsi 1 í Reykjavík. Heimild: (OR, 2012)

Meistaraverkefnið felur í sér að skoða fjögurra ára orkunotkun (2008-2011) fyrir höfuðstöðvar Orkuveitu Reykjavíkur, Bæjarhálsi 1 í Reykjavík, vistvænar áherslur í rekstri og greina líftímakostnað bygginganna. Í greiningunni er meðal annars tekið tillit til stofn- og rekstrarkostnaðar, orkunotkunar o.s.frv. Á þessu fjögurra ára tímabili hafa verið til skoðunar vistvænar áherslur og sparnaðaraðgerðir og því áhugavert að skoða hverju þær koma til með að skila í framtíðinni. Líftímakostnaðargreining í þessu meistaraverkefni er unnin skv. norskum staðli NS 3454 auk þess sem stuðst er við vefútgáfu, LCCWeb.

Helstu opinber gögn og staðlar sem stuðst er við í verkefninu eru eftirfarandi:

- Lög um mannvirki nr. 160/2010, 2010
- Byggingarreglugerð, gefin út 24. janúar 2012
- Evróputilskipun um orkunýtni bygginga, Directive 2002/91/EC og 2010/31/EU
- Orkustjórnun skv. ISO 50001
- Umhverfisstjórnunarkerfi skv. ISO 14001
- ISO 15686-5:2008 (Service-life planning – Part 5: Life-cycle costing)
- NS 3454 Livssyklusluskostnader for byggverk - Prinsipper og struktur

Með því að skoða líftímakostnað mannvirkja er talið að spara megí umtalsverðar fjárhæðir í framkvæmda-, rekstrar- og viðhaldskostnaði. Þessi aðferðafræði er lítið þekkt hér á landi og hefur líklega ekki áður verið notuð við skoðun fasteigna í rekstri og samanburði í orkusparnaðaraðgerðum. Með því að nota þessa aðferðafræði við líftímakostnaðargreina höfuðstöðvar Orkuveitu Reykjavíkur, Bæjarhálsi 1, er hér um tímamóta rannsóknarverkefni að ræða sem ekki hefur áður verið framkvæmt á Íslandi. Það skal þó tekið fram að líftímakostnaðargreiningin í þessu meistaraverkefni takmarkast eingöngu við upphaflega fjárfestingu (bókfærðan kostnað) og rekstur bygginganna (rauntölur) s.s. orkunotkun, en ekki viðhald, endurnýjun eða förgun. Þetta er meðvituð ákvörðun til að halda verkefninu innan þess ramma sem upphaflega er farið af stað með og efnistöð rannsóknarvinnunnar sem er vistvænar áherslur í rekstri bygginga. Þetta verður betur skýrt í niðurstöðum verkefnisins.

1.2 Uppbygging verkefnis

Meistaraverkefnið skiptist í 5 kafla þar sem 1. kafli er inngangur og í 2. kafla er gerð grein fyrir aðferðafræði verkefnisins sem er rekstrar- og líftímakostnaðargreining. Í 3. kafla er svo fræðilegur bakgrunnur þar sem fjallað er um vistvænar byggingar og umhverfisvænar áherslur og aðgerðir í rekstri þeirra og tækifæri til orkusparnaðar. Umhverfissvottunarkerfi eru kynnt og svottun bygginga og áhrif þeirra á vistvæni íslenskra bygginga, orkunotkun og líftímakostnað. Höfuðstöðvum Orkuveitu Reykjavíkur, Bæjarhálsi 1, er svo lýst í 4. kafla og greind orkunotkun bygginganna, fundin ársorkunotkun og einnig árskostnaður, auk líftímakostnaðar. Niðurstöður eru svo kynntar og umræður eru í fimmta og síðasta kaflanum.

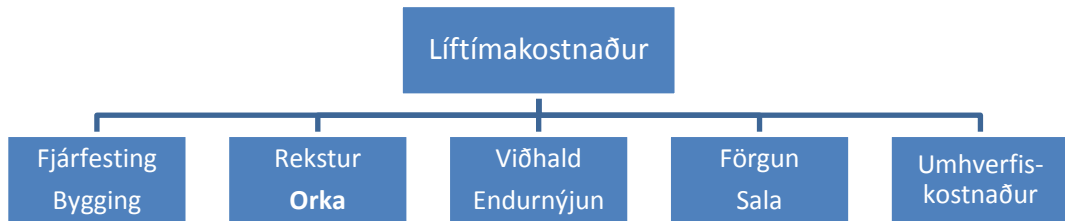
2. Í upphafi skyldi endinn skoða!

Kostnaðarfræði (e. cost engineering) og fasteignastjórnun (e. facilities management) er það fræðasvið sem þetta meistaraverkefni tilheyrir. Niðurstaða verkefnisins mun væntanlega svara þeirri rannsóknarspurningu hvort vistvænar áherslur í rekstri bygginga muni hafa áhrif á orkunotkun og þar með líftímakostnað atvinnuhúsnæðis á Íslandi. Tilgáta ritgerðarinnar er því sú að vistvænar aðgerðir í rekstri bygginga hafi áhrif til lækkunar á orkunotkun og líftímakostnað bygginga, og séu því umhverfislega, fjárhagslega og þjóðfélagslega hagkvæmar. Tilgátan er rökstudd með því að vinna tillögur að vistvænum aðgerðum til orkusparnaðar á höfuðstöðvum Orkuveitu Reykjavíkur, Bæjarhálsi 1 og greina áhrif á orkunotkun og líftímakostnað skrifstofu- og atvinnuhúsa á lóðinni. Aðferðafræðin er líftímakostnaðargreining (e. life cycle cost) og felst m.a. í að meta fjarhagsleg atriði með því að skoða jafngildiskostnað yfir líftíma bygginga, með núvirðisgreiningu og reiknivöxtum.

Hægt er að nota líftímakostnaðargreiningu til stuðnings við ýmsa ákvörðunartöku s.s. við mat á heildarkostaði við fjárfestingu og eignarhald yfir allan líftíma mannvirkisins frá vöggum til grafar eða yfir ákveðið tímabil. Hægt er að bera saman mismunandi leiðir til að ná settu markmiði t.d. að minnka orkukostnað eða lengja viðhaldstímann. Hægt er að nota aðferðarfæðina til að skilja betur heildar kostnaðarskiptingu eignar og auka gagnsæi kostnaðarliða og fá þannig yfirsýn yfir jafnvægi milli stofnkostnaðar fjárfestingar og tekjuöflunar í framtíðinni s.s. húsaleigu eða sölu fasteignar. Aðferðafræðin gefur einnig möguleika á að benda á tækifæri fyrir árangursríkari kostnaðarmöguleika, t.d. við val á búnaði með lengri líftíma eða búnaði sem þarfnast minna viðhalds. Niðurstöður verða svo að leiða í ljós hvort rétt sé að nota almennt þessa aðferðafræði í fasteigna- og umhverfisstjórnun mannvirkja til að bæta hagkvæmni og ráðdeild í rekstri þeirra.

Í allþjóðlega staðlinum ISO 15686-5:2008 (Service-life planning – Part 5: Life-cycle costing) um líftímakostnað bygginga er gerður greinarmunur á milli heildarlíftímakostnaðar (e. whole life cost) og líftímakostnaðar (e. life cycle cost) þar sem ekki er tekið tillit til samfélagslegs kostnaðar. Annars vegar er það hefðbundinn kostnaður við byggingu, viðhald og rekstur byggingarinnar auk kostnaðar við förgun, þ.e. kostnaður sem snertir beint eiganda byggingarinnar. Hins vegar er það samfélagslegur kostnaður vegna umhverfisáhrifa og heilsu manna við byggingu, viðhald og rekstur byggingarinnar. Samfélagslegur kostnaður er þannig óbeinn kostnaður byggingarinnar sem eigandi byggingar greiðir ekki fyrir og er ekki tekinn

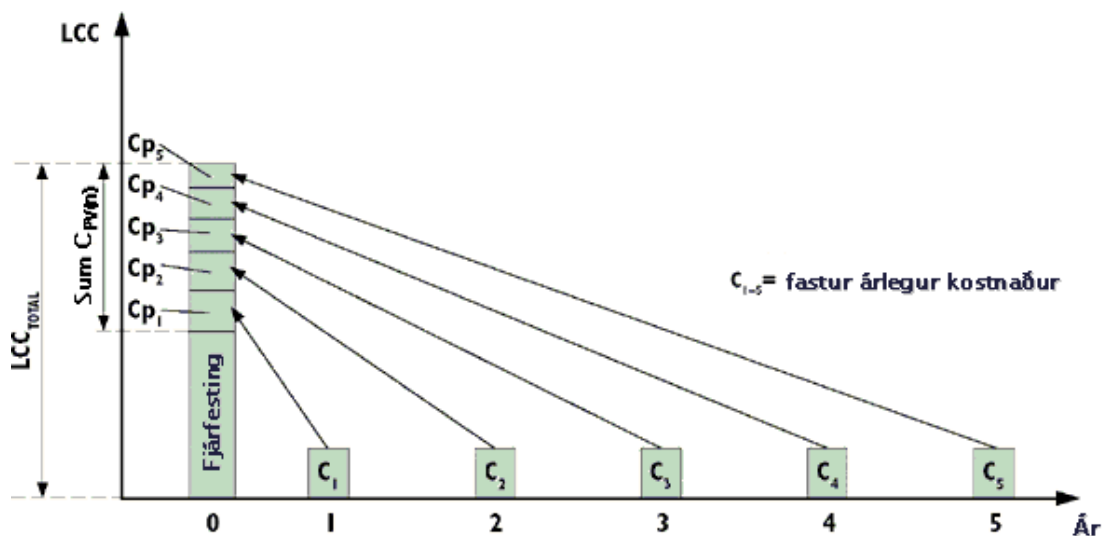
inn í reiknilíkanið sem notað er í þessu meistaraverkefni. Eins og áður hefur komið fram þá takmarkast líftímakostnaðargreiningin í þessu verkefni eingöngu við upphaflega fjárfestingu (bókfærðan kostnað) og rekstur bygginganna (rauntölur) s.s. orkunotkun, en ekki viðhald, endurnýjun, förgun eða umhverfiskostnað, mynd 2.



Mynd 2 Sýnir flokkun líftímakostnaðar skv. ISO 15686

2.1 Aðferðafræðin

Við útreikninga á kostnaði bygginga eða annarri fjárfestingu, fyrir allan líftímann frá vöggum til grafar, eru allir kostnaðar- og tekjupættir reiknaðir á núvirði með því að afvaxta þá kostnaðarþætti sem eiga sér stað á mismunandi tímapunktum í framtíðinni sjá mynd 3. Helsta óvissan í niðurstöðunum er fólgin í þeirri ávöxtunarkröfu sem valin er. Þannig eykst hlutfallslegur kostnaður miðað við aðra síðari líftímakostnaðarþætti með hærri ávöxtunarkröfu, sem gæti fælt fjárfesta frá verkefninu. Einnig lækkar líftímakostnaður á núvirði eftir því sem ávöxtunarkrafa hækkar.



Mynd 3 Líftímakostnaður á núvirði m.t.t. árlegs kostnaðar. Heimild: (Ríkiskaup, 2006)

Árlegur líftímakostnaður: $C_n = C_{ic} + C_e + C_o + C_m + C_d + C_{env}$

C_n	Kostnaður á ári n
C_{ic}	Fjárfesting
C_e	Orkukostnaður
C_o	Rekstur og eftirlit
C_m	Viðhald og endurnýjun
C_d	Förgun (- hugsanlegt söluverð)
C_{env}	Umhverfiskostnaður

Reiknijafnan til að meta núvirði er eftirfarandi:

Núvirði kostnaðar á ári n: $C_{PV(n)} = C_n * (1 + r)^{-n}$

C_n	Kostnaður á ári n
r	Ávöxtunarkrafa

Núvirtur líftímakostnaður: $LCC_{Total} = \sum C_{PV(n)}$

n	Líftími
---	---------

Til eru ýmsar aðferðir til að meta arðsemi fjárfestinga. Það er grundvallaratriði að þær aðferðir sem notaðar eru taki tillit til þess að verðgildi peninga er háð tíma. Núvirðisgreining (e. NPV, net present value) sýnir núvirt virði alls fjárstreymis í fjárfestingarverkefni, mismunur á öllu innstreymi og útstreymi á fjármagni í verkefninu, hvort heldur það er jákvætt eða neikvætt. Skilgreining á ávöxtunarkröfu er aðferð sem mælir ávöxtun sem prósentuhækkun fjárfestingar á ársgrunni yfir líftíma verkefnisins. Ef núvirðisgreiningin er jákvæð er verkefnið með hærri innflæði en útflæði fjármagns og sýnir þar af leiðandi hagnað. Til að meta arðsemi fjárfestingarverkefnis þarf að velja ákveðnar mælieiningar eða viðmið. Í þessu verkefni verður umfjöllunin aðeins miðuð við núvirðisaðferðina (e. net present value).

2.2 Líftímakostnaður skv. NS 3554

Norðmenn hafa í 15 ár gert líftímakostnaðargreiningu á opinberum byggingum og hefur norskur markaðurinn framkvæmt LCC kostnaðargreiningar á stærri byggingum. Á frumstigi hönnunar áður en endanleg hönnun hefst eiga stærri byggingar í Noregi að fara í líftímakostnaðargreiningu skv. NS 3554 til að eigendur verks geti gert sér grein fyrir raunverulegum árskostnaði heildarframkvæmdar og reksturs út áætlaðan líftíma mannvirkis. Með þessum hætti er hægt að bera saman ólíka kosti og taka ákvörðun um hvernig byggingu

skuli byggja með tilliti til kostnaðar út líftíma hennar, ekki eingöngu með tilliti til byggingakostnaðar eins og nú er gert á Íslandi. Líftímakostnaðar útreikningum er síðan fylgt eftir á öllum stigum bygginga. Eigendur og notendur bygginga geta nýtt sér þessa útreikninga til að sannprófa raunkostnað við rekstur bygginga (reynslumat).

Unnið er að þýðingu á íslenskum staðli sem fær heitið "Líftímakostnaður bygginga - Skilgreining og flokkun". Staðallinn er þýddur upp úr norskum staðli um sama efni. Áætlað var að gefa staðalinn út á árinu 2011, en það hefur ekki tekist að ljúka þessari vinnu. Það sem unnið er með er þýðing á norska staðlinum sem heitir NS 3554 Livssyklus-kostnader for byggverk – Prinsipper og struktur. Hjá Statsbygg í Noregi hefur undanfarin ár verið óskað eftir að hönnuðir vinni líftímakostnaðargreiningu á opinberum byggingum áður en ákvörðun er tekin um framkvæmdina. Fullvíst má telja að í framtíðinni verði gerð krafa um það hérlandis að fram fari greining á líftímakostnaði og vistferilgreiningu bygginga áður en ákvörðun er tekin um framkvæmd og lánakjör. Slíkar greiningar gætu í mörgum tilfellum leitt til lækkunar á líftímakostnaði og minni umhverfisáhrifa bygginga. Borinn er saman stofnkostnaður annars vegar og árlegur umsýslu-, rekstrar- og viðhaldskostnaður hins vegar og myndar það saman árlegan kostnað byggingarinnar. Mjög mikilvægt er að aðlagja staðalinn að íslenskum aðstæðum s.s. skilgreiningar hugtaka, ólíkar lykiltölur og íslenskar aðstæður í atvinnu- og efnahagsmálum.

Norski staðallinn hefur í langan tíma verið í vinnslu og er í sífelldri endurskoðun. Statsbygg í Noregi hefur frá árinu 1998 gert kröfu um að gerðir séu árskostnaðarreikningar skv. NS 3554 fyrir allar opinberar byggingar í Noregi. Útreikningarnir eru gerðir á forhönnunarstigi og þeim viðhaldið allt byggingaferlið. Staðallinn skilgreinir líftímakostnað bygginga, árlegan líftíma-kostnað og árskostnað. Staðallinn byggir grunn að upplýsingum, byggingarkostnað allra sviða og samanburð á milli mismunandi byggingaframkvæmda. Þegar staðallinn er notaður er fyrst byrjað á því að greina allan reksturinn kostnaðarmegin frá. Farið er ítarlega í gegnum rekstur hússins og skoðaðir allir kostnaðarliðir í rekstrinum og hvernig kostnaður skiptist á flokka.

Kostnaðargreiningunni er skipt upp í fjóra megin flokka skv. staðlinum NS 3554 sem síðan er hægt að skipta upp í undirflokka.

1. Stofnkostnaður (e. Capital cost) => Fjárfestingarkostnaður núvirtur m.v. ávöxtunarkröfu. Fjárfestingarkostnaður er reiknaður út frá byggingarkostnaði og fjármagnskostnaði.

2. Umsýslukostnaður (e. Management) => Opinber gjöld ásamt skyldutryggingum. Skoðuð eru öll gjöld sem hafa áhrif á rekstur og kostnað við bygginguna. Um er að ræða opinber gjöld, þ.á.m. fasteignarskattar, tryggingar og fasteignargjöld.

21 Skattar

22 Tryggingar

23 Fasteignargjöld

3. Rekstur (e. Operation) => T.d. umsjón, öryggi, þrif og orkunotkun. Tekinn er saman kostnaður sem kemur að rekstri byggingarinnar s.s. kostnaður vegna orkunotkunar, þrifa, umsjónar og eftirlits.

31 Umsjón og eftirlit

32 Þrif

33 Orkunotkun

4. Viðhald (e. Maintenance) => Viðhaldskostnaður byggingarinnar + endurnýjun.

41 Viðhald

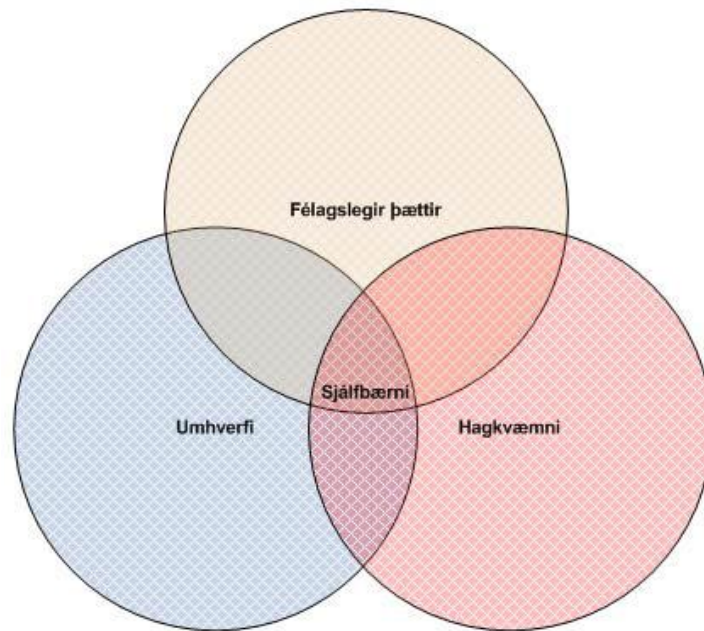
42 Endurnýjun

Statsbygg og Forsvarsbygg í Noregi hafa þróað reiknilíkan LCCweb.no sem byggist á reynslutölum Norðmanna í fjölda verka og er byggt upp skv. norska staðlinum NS 3454. Þetta reiknilíkna verður notað í þessu verkefni til reikna árskostnað að Bæjarhálsi 1 sbr. 4. kafla, en allar tölur eru rauntölur. Önnur viðmið og fastar eru m.v. íslenskar aðstæður.

3. Vistvænar áherslur og orkunotkun

Stefna íslenskra stjórnvalda í byggingarlist (Menningarstefna í mannvirkjagerð, 2007) var samþykkt af ríkisstjórn í apríl 2007. Stefnunni er ætlað að verða leiðarsteinn fyrir þá uppbyggingu á efnislegum innviðum íslensks samfélags sem hið opinbera mun standa fyrir á komandi árum. Líftímakostnaður við hönnun, byggingu og rekstur mannvirkja er þar skilgreindur sem einn mikilvægur þáttur og innan hans er kostnaður vegna orkunotkunar. Meistaraverkefnið fellur því vel að stefnu íslenskra stjórnvalda í mannvirkjagerð þ.e. að standa fyrir og efla rannsóknir, þróun og nýsköpun á sviði hagkvæmrar orkunotkunar. Til að íslensk stjórnvöld nái markmiðum sínum um sjálfbærni og vistvæn sjónarmið má velta fyrir sér hvort stífari reglur verði settar s.s. í byggingareglugerð og skipulags- og byggingarlög eða hvort markmiðunum verði náð með aukinni fræðslu og þátttöku almennings.

Þær stoðir sem fylgja sjálfbærri þróun eru fjárhagslegir, umhverfislegir og félags- og menningarlegir þættir. Til að ná markmiði um sjálfbærni verður að skoða alla þessa þætti í samhengi og á sama tíma og að hámarka efnahagslega og félagslega velferð verður umhverfið að vera óskaðað (Adams, W., 2006). Mynd 4 sýnir betur hvernig þessar meginstoðir tengjast við hugtakið sjálfbærni. Vistvæn bygging er grundvölluð á hugmyndafræði sjálfbærrar þróunar þar sem leitast er við að mæta þörfum samtíðarinnar án þess að skerða möguleika komandi kynslóða.



Mynd 4 Þrjár meginstoðir sem fylgja sjálfbærri þróun. Heimild: (Adams, 2006)

Meistaraverkefnið mun snerta allar stoðir eða víddir sjálfbærrar þróunar með vistvænum aðgerðum og sparnaðaráherslum í orkunotkun bygginga, þó einkum hinar efnahagslegu og vistfræðilegu víddir. Byggingariðnaðurinn stendur fyrir um 40% af orkunotkun í Evrópusambandinu og er vaxandi grein. Af þeim sökum er nauðsynlegt að minnka orkunotkun og auka hlutfall endurnýjanlegra orkugjafa í þessum geira. Víða erlendis hefur verið mikill þrýstingur á fyrirtæki jafnt sem almenning að vinna að betri auðlindanýtingu og þá sérstaklega orkunýtingu. Þetta hefur leitt af sér mikla framþróun í stýringu auðlindanýtingar og vitundar á því sviði. Víðast hvar erlendis er megnið af raforku unnið úr kolum, jarðgasi eða olíu. Mikil raforkunotkun hefur því í för með sér mikla losun á CO₂ sem eykur gróðurhúsaáhrif. Þar er raforkuverð yfirleitt hátt, meðal annars til að sporna við ofnotkun þess. Markmiðið með vistvænni hönnun er ekki aðeins að hvetja til hagkvæmari

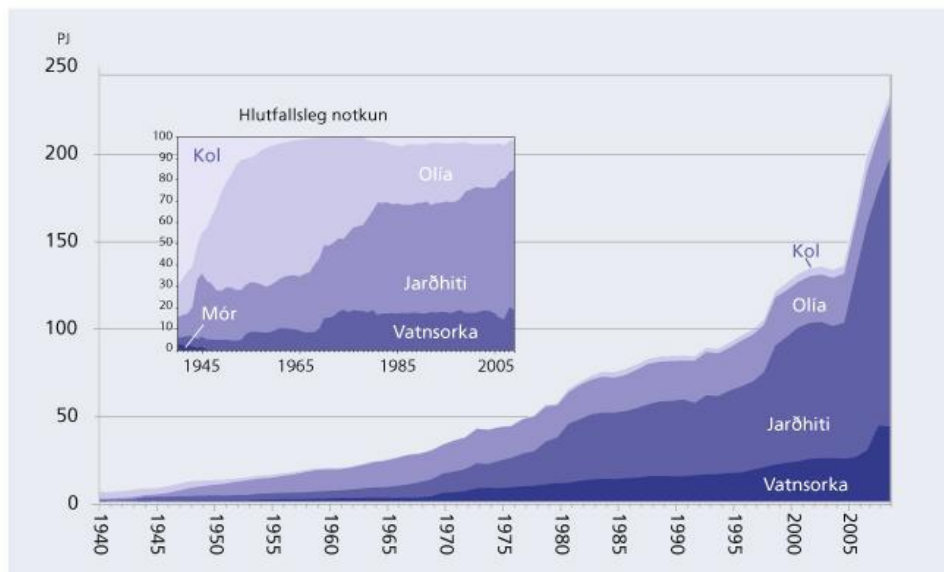
reksturs mannvirkja allan líftímann heldur einnig að hvetja til betri umhverfisstjórnunar á verktíma og eyðingar í lok líftímans þ.e. frá vöggu til grafar.

Verk- og tæknifræðingar, hönnuðir og fjárfestar eru farnir að gefa meiri gaum en áður að heildarmyndinni í framkvæmdum og mannvirkjagerð með hönnunarstjórnun, vistvænum áherslum og skoðun á líftímakostnaði. Framkvæmda- og rekstaraðilar og eigendur fasteigna eru farnir að átta sig á því að eitt er að byggja og annað er að reka mannvirki til fjölda ára. Einnig er lögð áhersla á þætti sem stuðla að heilsusamlegri umhverfi fyrir notendur. En allt þarf þetta að vera innan eðlilegra hagkvæmis- og arðsemismarka, fjárfestingin þarf að vera skynsamleg. Í þessu meistaraverkefni er horft til orkunýtingar, sparnaðar og líftímakostnaðar atvinnuhúsnaðis svo og þjóðfélagslegrar hagkvæmni. Líftímakostnaður skiptist annars vegar í stofnkostnað við byggingu, viðhald og rekstur byggingarinnar og loks förgun. Þó svo að aðferðafræði við útreikninga beins kostnaðar sé þekkt er enn ekki mikil hefð fyrir að slíkar kostnaðargreiningar fyrir allan líftíma bygginga séu gerðar hér á landi. Um er að ræða flókið ferli þar sem samspil margra þátta koma saman sem krefjast mikilla upplýsinga og forsendna um tæknilegar lausnir og efnahag til lengri tíma, sem almennt liggja ekki fyrir. Má þar m.a. nefna breytingu á orkuverði en spár gera ráð fyrir mikilli hækkun á næstu árum (Stýrihópur um mótun heildstæðrar orkustefnu, 2011).

3.1 Endurnýjanleg orka

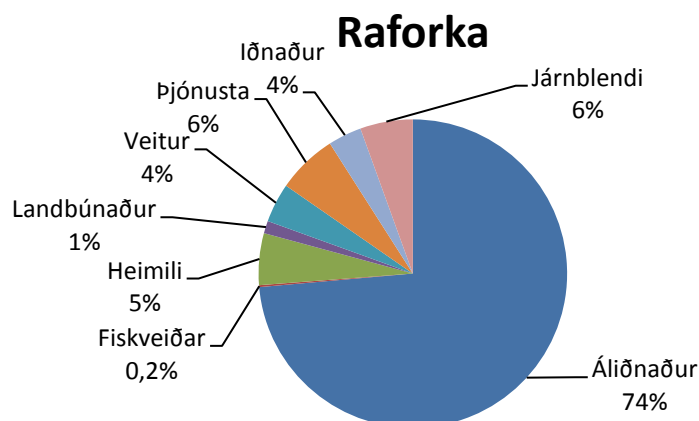
Það má með sanni segja að meðal merkustu tækni framfara Íslendinga á liðinni öld séu þau vaxandi tækni sem hafa náðst á nýtingu jarðhita sem leynst hefur djúpt í jarðlögum undir landinu án þess að menn grunaði hvílíkur auður væri þar fólgin. Íslendingar eru nú meðal fremstu þjóða í nýtingu jarðhitans. Mikil fjárfesting hefur verið hjá orkufyrirtækjum til að nýta jarðhita til húshitunar síðustu ár og hefur hlutfall notkunar jarðhita til húshitunar hækkað frá um 40% í um 90% frá árinu 1970. Þar áður voru hús hituð upp með notkun olíu sem stóð fyrir um 50% af varmaorku til húshitunar. Síðustu ár hefur notkun olíu til húshitunar minnkað umtalsvert en enn eru um 10% bygginga hituð með raforku, en það er á köldum svæðum þar sem jarðhita er ekki að finna. Frumorkunotkun jarðhita á Íslandi árið 2009 nam 66% af frumorkunotkun landsmanna sjá mynd 5 (Orkustofnun, 2012).

Frumorkunotkun á Íslandi 1940–2009



Mynd 5 Frumorkunotkun á Íslandi 1940-2009. Heimild: (Orkustofnun, 2012)

Íslendingar búa að miklum endurnýjanlegum orkulindum. Þær skila um þessar mundir fimmfaldri þeirri raforku sem almenningur og almennt atvinnulíf notar (mynd 6), og hita nánast öll hífýli á landinu. Orkan sem hér er unnin, í formi raforku og varma, er hins vegar staðbundin á eyjunni. Til að hámarka samfélagslegan ábata af auðlindinni þarf að finna leiðir til að skapa sem mestan virðisauka eða arð, beint og óbeint, á grunni hvernar framleiddrar orkueiningar – að frádregnum samfélagslegum kostnaði, þar á meðal umhverfiskostnaði og fórnarkostnaði annarra atvinnugreina sem ekki byggja á orkunýtingu (Stýrihópur um mótun heildstæðrar orkustefnu, 2011).



Mynd 6 Skiptingu raforkunotkunar fyrir árið 2009. Heimild: (Orkustofnun, 2012)

Orkulindir landsins eru verðmætar og ekki annað fyrirséð en að þær verði enn verðmætari í framtíðinni, með hækkandi orkuverði í heiminum og áframhaldandi aðgerðum gegn losun gróðurhúsalofttegunda. En lindirnar eru ekki ótakmarkaðar, heldur mun sú stund upp renna að ekki verði virkjað frekar með hagkvæmum og sjálfbærum hætti. Þá skiptir miklu að unnt verði að líta til baka og álykta að vel hafi verið farið með auðlindirnar og þær nýttar í góðri sátt og samfélaginu til ábata. Orkusparnaður, skilvirkari orkuframleiðsla og bætt nýting koma fram í þjóðhagslegri hagkvæmni. Það sama gildir um hagnað sem til verður í hagkerfinu á grundvelli hvernar framleiddrar kWh. Ávinningur á þessu sviði leiðir til þess að meira fé eða forði verður laust til að mæta öðrum þörfum í samfélaginu. Sparnaður af nýtingu jarðvarma til húshitunar á Íslandi á tímabilinu 1970 til 2010 er allt að 2.420 milljarðar króna, að mati Orkustofnunar. Nemur sparnaðurinn fyrir íslenskt samfélag því um 60 milljörðum að meðaltali á ári hverju á tímabilinu (Fréttablaðið, 2011).

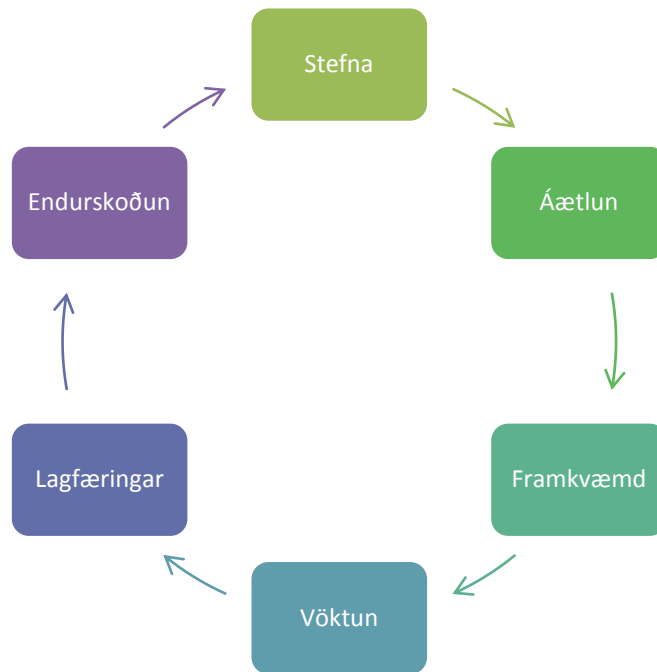
Þó að við búum svo vel hér á landi að eiga nægar orkulindir í fallvötnum og jarðhita er ekki þar með sagt að ekkert þurfi að spara þær. Með því að nýta betur innlenda orku fáum við meira út úr þeim fjárfestingum sem liggja í orkumannvirkjum landsins en slíkar fjárfestingar auka skuldir þjóðarinnar og meira af útflutningstekjunum þarf til að borga þær. Því betur sem við nýtum þessar auðlindir því meiri verður arðurinn af þeim. Frá og með 1. janúar 2006 var notendum frjálst að kaupa rafmagn af þeim sem þeir kjósa, hvort sem er til atvinnurekstrar, heimilisnotkunar eða annarra hluta. Þetta þýðir að rafmagnsmarkaður er opinn og ætti verð því einkum að ráðast af framboði og eftirspurn. Samkvæmt hefðbundinni hagfræði ætti minni eftirspurn að leiða til aukins framboðs og lægra verðs. Orkusparnaður getur því leitt til lægra orkuverðs sem gefur enn meiri sparnað á endanum (Orkusetur, 2012).

3.2 Orkustjórnun og -sparnaður

Þegar stjórnendur 500 stærstu fyrirtækja í Bandaríkjunum voru spurðir að því, hvaða kostnaðarlið væri erfiðast að ná tökum á, þá svöruðu flestir að það væri orkukostnaður. Ástæðan er einföld, orkunotkun er iðulega ósýnileg og kemur fyrst og fremst í mánaðarlegum orkureikningum og ársuppgjöri. Hér á landi hefur ekki farið mikið fyrir umræðu um orkunýtni og orkusparnað. Þessi málaflokkur hefur hins vegar verið ofarlega á baugi erlendis.

Staðlaráð Íslands vinnur að útgáfu á valkvæðum alþjóðlegum staðli um orkustjórnun í fyrirtækjum, ISO 50001, Orkustjórnunarkerfi - Kröfur ásamt leiðbeiningum um notkun (e.

Energy management systems - Requirements with guidance for use), en hann var gefinn út árið 2011 af alþjóða staðlasamtökunum ISO. Markmiðið með honum er að staðla viðmiðanir, auðvelda samanburð og skapa umhverfi sem stuðlar að bættri orkunýtingu með markvissum hætti. Í staðlinum er kveðið á um að orkustjórnun eigi að vera sífelluverk og kjarna hans má lýsa með eftirfarandi mynd 7:



Mynd 7 Myndræn framsetning á kröfum til orkustjórnunar. Heimild: (Staðlaráð Íslands, 2011)

Í staðlinum kemur fram að til grundvallar á mati á árangri í orkumálum er það sem kalla má orkunýtnivísi (e. energy performance indicator). Hann þarf að búa til sérstaklega fyrir viðkomandi starfsemi. Með notkun hans á svo að vera kleift að skoða raunverulega þróun orkunýtni yfir lengri tíma óháð öðrum þáttum sem kunna að hafa áhrif á orkunotkun. Með orkustjórnun er átt við að beita svipuðum aðferðum og við gæðastjórnun og umhverfisstjórnun samkvæmt ISO 9001 annars vegar og ISO 14001 hins vegar. Leitast er við að fá sem besta yfirsýn yfir orkunotkun fyrirtækisins og hafa betri stjórn á henni, með það fyrir augum að minnka orkunotkun og nýta orkuna betur. Í Danmörku er komin 10 ára reynsla af aðferðafræði orkustjórnunar, og reynslan hefur sýnt að hún getur leitt til 10% orkusparnaðar strax á fyrsta ári. Reynslan sýnir líka að sú aðferðafræði og það vinnulag sem verður til við orkustjórnun hefur jákvæð áhrif á önnur svið fyrirtækisins vegna agaðra vinnubragða. Í byrjun er orkunotkunin kortlögð og þar koma í ljós möguleikar til orkusparnaðar. Með kortlagningu og þeirri vinnu sem fylgir í kjölfarið, á þeim sviðum sem sett eru í forgang, er hægt að skjalfesta á meðvitaðan og ábyrgan hátt orkunotkun og

orkunýtingu fyrirtækisins. Orkustjórnun er umhverfisvæn, hefur jákvæð áhrif á orðspor fyrirtækisins og á þann hátt er fyrirtækið að sýna samfélagslega ábyrgð og styrkja ímynd sína.

„Orka er ekki lengur tæknilegt málefni heldur málefni sem varðar stjórnun og snertir grundvallaratriði, og rétti tíminn til þess að fást við það er núna.“ Þessi orð lét framkvæmdastjóri alþjóðlegu staðlasamtakanna ISO falla á ráðstefnu nýlega, þar sem útgáfa staðalsins ISO 50001 var formlega kynnt. Um eitthundrað sérfræðingar frá 45 löndum tóku þátt í gerð staðalsins. Á áðurnefndri ráðstefnu sögðu nokkrir þeirra frá reynslu sem þegar hefði fengist af notkun hans. Þar á meðal var Ken Hamilton, framkvæmdastjóri hjá Hewlett Packard í Bandaríkjunum. Hamilton kynnti niðurstöður tveggja tilraunaverkefna sem styrkt voru af orkumálaráðuneyti Bandaríkjanna og opinberri nefnd sem hefur það verkefni að stuðla að bættri nýtingu orku í framleiðslugreinum. Annað fyrirtækið, sem var hluti stórfyrirtækisins Dow Chemicals, minnkaði orkunotkun sína um 17,9% á tveimur árum. Hitt var CCP í Houston í Texas, með 36 starfsmönnum, sem náði að draga úr orkunotkun sinni um 14,9% á tveimur árum. Svo virðist sem ISO 50001 geti vísað bæði stórum og smáum fyrirtækjum á öruggar leiðir til að spara. Ekki þarf að fjölyrða um kosti þess að innleiða slíkan staðal hjá fyrirtækjum þar sem stór hluti framleiðslukostnaðar felst í orkunotkun (Staðlaráð Íslands, 2011).

Við erum vön að taka rafmagninu og heita vatninu sem sjálfsögðum hlut. Nánast alls staðar annars staðar í heiminum þarf fólk að greiða umtalsvert meira fyrir raforku og húshitun. Auk þess er orkan óvíða framleidd með jafn umhverfisvænum hætti og á Íslandi. Það er engu að síður fróðlegt og gagnlegt að kynna sér hvernig hægt er að nýta orkuna betur. Þessa orku getum við öll nýtt betur en við gerum, umhverfinu og hag fyrirtækja til heilla. Dæmi eru um að fyrirtæki, sem hafa endurskoðað og bætt orkunýtingu sína, hafi náð frábærum árangri. Byrja þarf á upplýsingaöflun s.s. notkun frá degi til dags eða viku, tíma dags og árstíðum. Hvar er mesta notkunin, þ.e. svið, hæð, tæki o.s.frv. Huga þarf að notkunarmynstrinu og skoða hvort hægt sé að lækka hæsta afltopp ársins með að færa notkun á rólegri tíma.

Á fyrirtækjunum er því mikill fjárhags- og samfélagslegur þrýstingur að fara sparlega með auðlindir. Ef litið er til Danmerkur þar sem mikil áhersla hefur verið lögð á orkusparnað, bæði hjá almenningi jafnt sem fyrirtækjum, má sjá að töluverðir möguleikar eru á orkusparnaði í atvinnuhúsnæði. Úttektir á raforkunotkun í skrifstofufyrirtækjum í Danmörku sýndu að a.m.k. þriðjungur og allt að helmingur raforkunotkunarinnar er yfir nætur og helgar. Helstu

orsakavaldar óþarfa orkunotkunar eru annars vegar gömul kerfi til t.d. lýsingar og loftræsingar, en einnig tölvubúnaður og kaffivélar sem kveikt er á yfir allan sólarhringinn, bæði virka daga og um helgar (Se Elforbrug, 2012).

Miklar framfarir hafa orðið á undanförunum árum þegar kemur að orkunotkun tækja. Heimilistæki og algeng skrifstofutæki fást nú merkt með orkumerkingum sem leiðbeina neytendum við að velja vörur sem nota sem minnsta orku. En neytendur geta einnig lagt sitt af mörkum með því að nota tæki og búnað þannig að sem minnst orka fari til spillis. Dæmi um slíkt eru ljósastýring og að slökkva einfaldlega á tækjum sem ekki eru í notkun. Í atvinnuhúsnæði og öðrum byggingum geta orkusparandi perur, hreyfiskynjarar og tímarofar sparað talsverða orku. Víða í fyrirtækjum eru tækifæri til betri orkunýtingar í sérhæfðum og orkufrekum búnaði. Greining á orkuþörf og orkunotkun fyrirtækja er fyrsta skrefið og leiðir til úrbóta eru síðan fundnar í framhaldi af því, með því að auka skilvirkni orkunýtingar og draga úr orkusóun og orkukostnaði og að hvetja fyrirtæki, sérstaklega meðalstóra og stóra notendur, til orkusparnaðar og bættrar nýtingar.

Einföld atriði eins og að slökkva ljós þegar ekki er þörf á lýsingu og stilla ofna þannig að ekki sé full kynding að næturlagi eru ódýrar sparnaðaraðgerðir og er þá oftast spurning um umgengni og hugarfarsbreytingu. Með bættri orkunýtni er stuðlað að betri nýtingu orkuauðlindanna og orku sem sparast má nýta til atvinnuuppbyggingar. Það hefur meira borið á því eftir hrunárið 2008 að stjórnendur íslenskra fyrirtækja hafa leitað eftir ráðgjöf og upplýsingum um sparnaðaraðgerðir í fyrirtækjum sínum. Einnig hafa vistvænar áherslur verið að ryðja sér til rúms vegna vaxandi umræðu um sjálfbæra þróun. Með greiningu á orkunotkun má finna hver eðlileg notkun á að vera og hvar tækifæri til hagræðingar liggja. Það er nokkuð háð starfsemi hvernig samsetning notkunar er en oft eru það loftræsikerfi, ljós, tölvur, kælikerfi og lyftur sem nota stærstan hluta raforkunnar. Reyna þarf að jafna út sveiflur í orkunotkun. Ef allir rafmagnsnotendur gætu dreift notkun jafnt yfir sólarhringinn árið um kring myndu virkjanir landsins nýtast betur og þar með þyrfti að virkja minna afl. Til að minnka sveiflurnar bjóða orkufyrirtækin stórnotendum t.d. upp á lægra raforkuverð á sumrin og yfir nóttina. Fyrirtæki geta minnkað sveiflur með því að mæla sólarhrings orkunotkun og gera ráðstafanir í framhaldi af því, t.d. að ræsa ekki mörg rafmagnstæki á sama tíma og haga framleiðsluferlum með tilliti til þess að lækka afltoppa eins og mögulegt er og dreifa notkuninni sem jafnast á sólarhringinn.

Eftirfarandi má nefna í hagræðingu í raforkunotkun og er vísir að gátlista:

- Loftræsikerfi og ljós geta verið í gangi að næturlagi að óþörfu
- Dagsbirtustýringar, kveiking stýrist af birtuskilyrðum
- Hreyfiskynjari, kveiking stýrist af hreyfingu (lítið notuð rými)
- Stillingar loftræsi- og kælikerfa og rétt umgengi við þau
- Markvisst eftirlit og auðveldur aðgangur umsjónarmanna að upplýsingum
- Hvetja til að nota stiga í stað lyftu og bætt almenn umgengni
- Taxtar eru mismunandi milli orkusala og oft hægt að semja um afslátt
- Lækkun á skammtíma afltoppum
- Fjölga mælum, til að greina betur orkunotkun

Á heimasíðu danska raforkusparnaðarsjóðsins (á dönsku: Elsparefonden) geta fyrirtæki fylgst með orkunotkun sinni allt árið um kring og borið saman við önnur fyrirtæki. Mælingar í 126 dönskum skrifstofufyrirtækjum sýndu að árleg raforkunotkun var 60 kWh/m²/ár og var 19% tölvubúnaður, 14% netþjónaherbergi, 19% lýsing, 19% loftræsing, 12% kæling og 17% annað. Tæki sem hafa dvalastillingu draga að sjálfsögðu úr orkunotkun, en mælingar sýna þó að töluverð raforkunotkun er á tölvum og tölvuskjár á dvalastillingu og með því að tengja tækin við búnað sem slekkur algjörlega á tækjunum er hægt að draga töluvert úr raforkunotkun. Á 130 manna stofnun með um 150 tölvur, þar sem bæði var unnin hefðbundin skrifstofuvinnna og ýmsar efnaræðirannsóknir, var hægt að minnka raforkunotkun úr 430 kWh/tölvu/ár í 233 kWh/tölvu/ár, eða 46%, með því að setja slíkan búnað á vinnustöðvar (tölvur og tölvuskjái). Á innan við ári var raforkusparnaður til jafns við stofnkostnað. Ennfremur segir að 80% af raforku í skrifstofuhúsnaði í Danmörku fer í lýsingu, loftræstingu og tölvubúnað. U.þ.b. 40% af notkuninni er utan venjubundinn vinnutíma og er það soun. Með einföldum búnaði og vitund starfsmanna er hægt að spara 25-50% í skrifstofuhúsnaði. („Elsparefonden, Kontorets elforbrug“, 2003)

3.3 Vistvænar byggingar

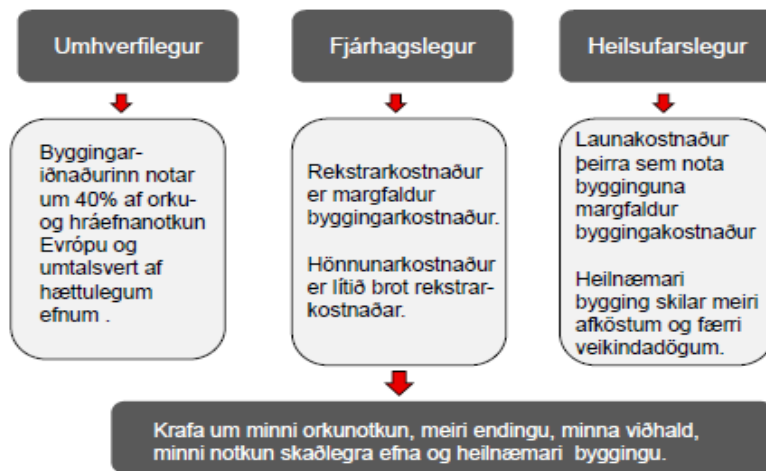
Við hönnun vistvænnar byggingar er metið hvernig hægt er að reka hana á vistvænan hátt, lágmarka kostnað og auðvelda notendum byggingarinnar að halda grænt bókhald, mæla orkunotkun mismunandi kerfa byggingarinnar og mikilvægt er að þörf á viðhaldi og þrifum sé sem minnst. Áhersla er á orkumál, efnisval, staðarval og heilsuvernd og þegar upp er staðið

næst oft fram verulegur sparnaður. Í vistvænni byggingu er á kerfisbundinn hátt leitast við að hámarka notagildi og lágmarka neikvæð umhverfisáhrif. Vistvænar byggingar eiga ekki síður við okkar aðstæður en þeirra sem búa í heitara loftslagi því við verjum nálægt 90 % ævinnar innandyrá. Birta (mynd 8), gæði innilofts og hljóðvist hafa áhrif á heilsu og vellíðan og þar með lífsgæði og vinnuafköst, sbr. byggingarreglugerð: „Við hönnun og gerð lagna og annars tæknibúnaðar bygginga skal gæta að öryggi, aðgengi, hollustu, umhverfi og orkunýtingu allan líftíma byggingarinnar. Jafnframt skal gæta að þægindum íbúa og annarra notenda byggingarinnar s.s. vegna birtuskilyrða, hljóðvistar og gæða innilofts.“ („Byggingarreglugerð“, 2012).



Mynd 8 Vistvæn bygging. Heimild: (Inger Andresen og Kirsten Efnlund Ása Wahlström, e.d.)

Miklar fjárfestingar liggja í atvinnuhúsnaði. Fjárfestar horfa oftast einungis til fjárfestingarkostnaðar við kaup eða byggingu húsnaðis en huga síður að seinni tíma kostnaði svo sem rekstrar- og viðhaldskostnaði. Þegar fjárfestingarkostnaður er metinn er oftast ekki tekinn með í reikninginn kostnaður vegna áhrifa húsnaðisins á umhverfið eða á það fólk sem stundar þar atvinnu. Sem betur fer er þessi hugsun að breytast og mikil vakning orðin t.d. í Evrópu og þar á meðal Íslandi á að byggja vistvænar byggingar þar sem tekið er tillit til umhverfislegra- og samfélagslegra áhrifa við hönnun, byggingu, rekstur, viðhald og förgun byggingarinnar þ.e. allan lífsferil byggingarinnar frá vöggju til grafar. Hvatinn fyrir vistvænni hönnun, framkvæmd og rekstri eru m.a. orkumálin og heilsa og vellíðan (náttúruleg lýsing, ljósastyring, loftræsing, mengunarvarnir) sjá mynd 9 (Helga Jóhanna Bjarnadóttir, 2009).

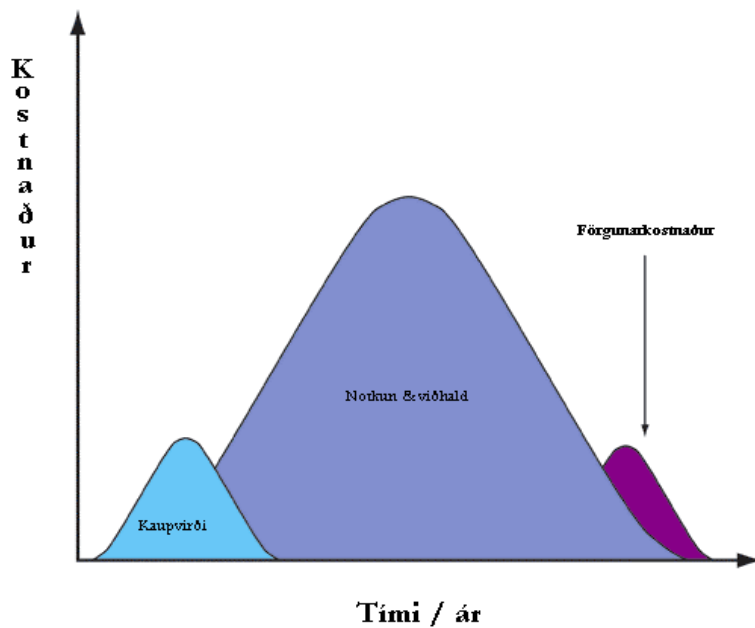


Mynd 9 Betri vistvæn hönnun. Heimild: (Helga Jóhanna Bjarnadóttir, 2009)

Að vanda undirbúninginn í skipulagi, hönnun og framkvæmd, skilar sér í minna viðhaldi og lægri rekstrarkostnaði allan líftímann auk minni kostnaðar vegna förgunar, og hefur því áhrif á heildarlíftímakostnaðinn. Vistvæn hönnun varðandi orku gengur út á m.a. að setja viðmið um hámarksorkunotkun byggingarinnar, lágmarka þörf á kælingu, velja lausnir sem krefjast minni orku á rekstrartíma, leggja áherslu á notendastýringu og gera ráð fyrir mælum og/eða hússtjórnarkerfum til að fylgjast með orkunotkun.

Að draga úr umhverfisáhrifum bygginga eykur hagkvæmni byggingariðnaðarins. Bein áhrif á kostnað eru t.d. betri orkunýting við rekstur bygginga og sparnaðar við förgun eða endurvinnslu umhverfisvænna efna sem leiðir til lægri líftímakostnaðar. Í nánustu framtíð munu verkkaupar horfa í ríkara mæli til þess heildarkostnaðar sem er fylgjandi þeim lausnum sem valið stendur á milli hverju sinni. Framkvæmdasýsla ríkisins er þegar byrjuð að horfa til líftímakostnaðar einstakra framkvæmda og mun á næstunni auka notkun þeirrar aðferðafræði. Auknar kröfur verða gerðar til hönnuða og farið verður fram á að þeir tileinki sér aðferðafræði líftímakostnaðar.

„Við innkaup er nauðsynlegt að skoða ekki eingöngu stofnkostnað heldur einnig líftímakostnað þ.e. þann kostnað sem felst í notkun vörunnar s.s. orkunotkun, tengd vörunotkun (t.d. pappír í ljósritunarvélar), tryggingar, viðhald, kostnað við förgun o.s.frv. Þess vegna er nauðsynlegt að skoða jafnframt líftímakostnað vöru sem er lykilhugtak í umhverfisvænum innkaupum. Útreikningur líftímakostnaðar getur haft nokkra vinnu í för með sér en getur borgað sig.” (Umhverfisráðuneytið, 2003)



Mynd 10 Líftímakostnaður. Heimild: (Ríkiskaup, 2006)

Fjárfesting miðast yfirleitt við að lágmarka kaupvirði (stofnkostnað), en eins og sjá má mynd 10 þá er notkun og viðhald stærsti líftímakostnaðurinn og því mikilvægt að horfa á allan líftímann.

- Stofnkostnaður 10-15%
- Rekstur (orka) 30-85%
- Viðhald 10-40%
- Förgun 1-10%

Teknikföretagen („Teknikforetagen“, e.d.)

Eitt af markmiðum nýrra mannvirkjalaga er; „að stuðla að góðri orkunýtingu við rekstur bygginga og að stuðla að vernd umhverfis með því að hafa sjálfbæra þróun að leiðarljósi við hönnun og gerð mannvirkja” (Lög um mannvirki nr. 160/2010, 2010). Ný byggingarreglugerð (Byggingarreglugerð, 2012) var svo gefin út í janúar 2012 og þar segir m.a. í gr. 13.1.1 (Almennt um orkusparnað) „Við ákvörðun einangrunar í mannvirkjum ber að tryggja hollustu og þægindi innan mannvirkja jafnframt því að orkunýting sé hagkvæm og náttúruauðlindir nýttar á sjálfbæran hátt” og svo áfram í 14.2.1. gr. (Hita og kælikerfi): „Hita- og kælikerfi bygginga skulu þannig hönnuð og gerð að hagkvæmni varðandi orkunotkun og rekstur sé höfð að leiðarljósi. Virkni kerfisins og einstakra hluta þess skal vera fullnægjandi og afkastageta þess vera í samræmi við ákvarðandi heildarleiðnitap byggingar samkvæmt

reglugerð þessari og ÍST 66.” Reyndar þarf að endurskoða og gefa út nýjan staðal, ÍST 66:2008 Varmatap húsa - Útreikningar, þar sem ýmis ákvæði þar eru nú úrelt við gildistöku nýrrar byggingarreglugerðar.

Markmiðum laga um mannvirki er að stuðla að vernd umhverfis með því að hafa sjálfbæra þróun að leiðarljósi við hönnun og gerð mannvirkja. Ákvæði um vernd umhverfis og sjálfbæra þróun fléttast því víða inn í nýja byggingarreglugerð. Gerðar eru auknar kröfur, t.d. um einangrun og um flokkun byggingarúrgangs. Lögð er áhersla á meiri endingu, betri nýtingu orku og að umhverfisáhrifum byggingarinnar sé haldið í lágmarki. Að auki er það staðfest í gr. 6.1.1 (Markmið og algild hönnun) að hönnuðir eigi að hanna m.t.t. vistvænna og fjárhagslega sjónarmiða að leiðarljósi: „Við gerð og hönnun bygginga skulu valin efni og aðferðir er henta við íslenskar aðstæður, leitast við að lágmarka neikvæð umhverfisáhrif, velja vistvænar lausnir þar sem það er mögulegt og miða hönnunina við allan líftíma þeirra. Leitast skal við að lágmarka auðlindanotkun og hámarka notagildi, hagkvæmni og þægindi notenda.” (Mannvirkjastofnun, 2012).

Flest hús á Íslandi eru hituð upp með jarðvarma eða nálægt 90% landsmanna nýta heitt vatn til húshitunar. Aðrir þurfa að nota dýrari orkumiðla s.s. rafmagnshitun og njóta þeir niðurgreiðslu, en þessi hús verða ekki til umfjöllunar í þessu meistaraverkefni. Byggingar hitaðar með heitu vatni njóta einnig varma frá rafmagnsnotkun hússins og er þetta því samtvinnuð. „Miðað er við að „gefins orka” (varmi frá íbúum, sól og almennri raforkunotkun) samsvari 2,5°C í innihita og reiknað er með að orka frá hitakerfi hússins sjái um upphitun að öðru leyti” (Björn Marteinsson, 2005).

Til eru heimildir um orkunotkun íbúðarhúsa á Íslandi, gerðar hafa verið opinberar mælingar, rannsóknir og skýrslur, auk meistaraverkefna. Orkutap og orkuþörf er að nokkru leyti þekkt í íbúðarhúsum á Íslandi og gefin hafa verið út um það rit s.s. Orkunotkun húsa - ástandskönnun 2005. Aftur á móti er ekki til svo mikið efni um orkunotkun atvinnuhúsnaðis, mögulegan sparnað og hagræðingu. Orkunotkun bygginga er því skilgreind í þessu meistaraverkefni í stóra samhenginu, þ.e. heitt vatn og rafmagnsnotkun sem orkunotkun bygginga og er einingin kWh/m² á ári. Þetta er brýnt svo að hægt sé að gera samanburð við nágrannalöndin varðandi orkunotkun en þar er horft á orkunotkun sem upphitun, kælingu og rafmagnsnotkun byggingarinnar í kWh/m² á ári.

Breyting á heitu vatni í kWh:

Jafnan er þessi:

$$P[\text{kWh}] = Q[\text{m}^3] \cdot (t_1[^\circ\text{C}] - t_2[^\circ\text{C}]) \cdot 1000[\text{l}/\text{m}^3] / 860[\text{kcal}/\text{kWh}]$$

P = Orkan (kWh)

Q = Heitt vatn (m³)

t₁ = 73°C og t₂ = 32°C

Í þegar byggðu húsi er hægt að lækka rekstarkostnað t.d. vegna orkunotkunar, hita og rafmagns með vistvænum áherslum í rekstri að leiðarljósi. Til að hægt sé að meta orkunýtni bygginga af einhverju viti við okkar aðstæður þarf fyrst að skoða innbyrðis vægi rafmagns og hitaveitu við slíkt mat, þar sem um algjörlega ósambærilega orkugjafa er að ræða. Verðmunurinn er margfaldur og þegar umhverfisáhrif eru tekin með er e.t.v. hægt að tala um enn meiri mun. Með sama hætti þyrfti að meta notkun á köldu neysluvatni til kælingar á byggingum m.t.t. kostnaðar og umhverfisþátta samanborið við rafmagn.

Mynd 11 sýnir dæmigerða skiptingu orkunotkunar í íbúðarhúsi í Evrópu (utan Íslands) og sjá má hversu mikill hluti rafmagnsnotkunar fer í upphitun húsnæðisins eða 67%.



Mynd 11 EU-27 households' energy consumption at home. Heimild: (European Commission, 2011)

Vistvænar aðgerðir og hönnun sem eru arðbærar í nágrannalöndum okkar þurfa alls ekki að skila sama arði hér á landi þó grunnmarkmiðið sé það sama eða að lágmarka kolefnismengun í andrúmsloftinu, auka almenn gæði bygginga, minnka orkunotkun og lækka rekstrarkostnað.

Evróputilskipun um orkunýtni bygginga „Buildings Energy Performance Directive (EPBD)“ 2002/91/EC var samþykkt af Evrópuþinginu 16 desember 2002 og innleidd 4. janúar 2003. Þann 19. maí 2010 var tilskipunin endurútgefin með nokkrum breytingum og viðbótum. Í

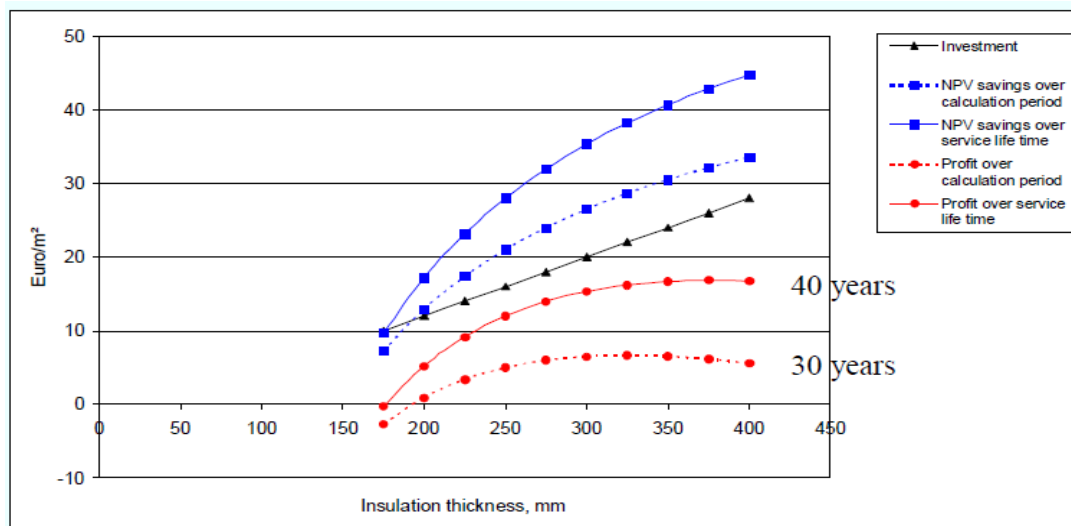
henni eru meðal annars gerðar kröfur til betri orkunýtingar í byggingum. Forsögu tilskipunarinnar má rekja til markmiða Kyotobókunarinnar um bættu orkunýtingu og minni losun gróðurhúsalofttegunda. Hana má einnig rekja til skuldbindinga um að halda hlýnun jarðar innan við 2°C og skuldbindinga um að minnka útblástur gróðurhúsalofttegunda um 20% árið 2020 miðað við árið 1990. Við endurskoðun tilskipunarinnar var meðal annars litið til 20/20/20 stefnu Evrópusambandsins í loftslags- og orkumálum frá 2007 en markmið hennar eru að árið 2020 verði:

- ✓ 20% minni útblástur gróðurhúsalofttegunda en árið 1990
- ✓ 20% orkunotkun frá endurnýjanlegum orkuauðlindum
- ✓ 20% minni orkunotkun í samanburði við spágildi

(„Directive 2010/31/EU“, 2010)

Iðnaðarráðuneytið hefur nú til skoðunar nýja tilskipun Evrópusambandsins um orkunýtingu bygginga, en væntanlega munu íslensk stjórnvöld sækja um undanþágu frá því regluverki þrátt fyrir að núverandi og nýsamþykkt lög („Lög um mannvirki nr. 160/2010“, 2010) er varða skipulag og mannvirki, geri auknar kröfur í átt til sjálfbærrar þróunar. Þar vega þungt ákveðin hagnaðarrök þar sem auknar aðgerðir í átt til orkusparnaðar eru ekki talin góð fjárfesting eins og staðan er í dag. Það eru litlar tengingar milli tilskipunar Evrópusambandsins við nýja byggingarreglugerð, þrátt fyrir fögur fyrirheit um sjálfbæra þróun og góða orkunýtingu við rekstur bygginga. Innleiðing þessarar nýju tilskipunar á almennt að vera komin til framkvæmdar þann 9. júlí 2012. Hvert land fyrir sig þarf þó að skoða hvaða áhrif þessi tilskipun hefur og líklega þarf að endurskoða lög, reglugerðir og útreikninga viðkomandi landa. Nauðsynlegt er því að líta til sérstöðu Íslands í orkumálum.

Mynd 12 sýnir útreikning Dana á einangrunarþykktum t.d. 300 mm einangrun: Fjárfestingin er 20 Euro/m² og 35 Euro/m² sparnaður með núvirðisreikningum allan líftímann. Hagnaðurinn er því 15 Euro/m² m.v. 40 ára líftíma. Með þessu dæmi er ljóst að 300 mm einangrun borgar sig í Danaveldi (Søren Aggerholm, 2011).



Mynd 12 Viðbótareinangrun þaksrýmis í eldra húsi. Heimild: (Søren Aggerholm, 2011)

Ný byggingarreglugerð („Byggingarreglugerð“, 2012) gerir nú kröfu um 300 mm einangrun í þaki, en það er um 25% aukning frá eldri reglugerð og engir hagskvæmisútreikningar um endurgreiðslutíma og arðsemi liggja það að baki. Í nýlegri grein í blaði umhverfis- og byggingarverkfræðinema við HÍ skrifar Björn Marteinnsson um hagskvæmar einangrunarþykktir í byggingum á Íslandi og kröfur í reglugerð (Björn Marteinnsson, 2012). Niðurstöður útreikninga á hagskvæmni einangrunar í steiptum vegg sem einangraður er að innanverðu sýnir að endurborgunartími einangrunar sem þarf til að uppfylla núverandi kröfur reglugerðar er í öllum tilvikum langur eða meiri en líftími bygginganna og því engin arðsemi.

3.4 Umhverfisvottunarkerfi

Mannvirkjagerð fer ekki varhluta af áberandi þróun á öllum sviðum samfélags okkar. Leitað er betri lausna sem draga úr orkunotkun og auðlindanýtingu. Markmiðið með umhverfisvottunarkerfi er að hvetja til sem vistvænstrar hönnunar bygginga en líka að hvetja til betri umhverfisstjórnunar á verktíma og rekstartíma byggingar. Einnig er lögð áhersla á þætti sem stuðla að heilsusamlegra umhverfi fyrir notendur. Framtíðin er að íslensk mannvirki verði vottuð umhverfisvæn strax við skipulag, hönnun og framkvæmd, en vegna þess að meginþorri byggingamagns næstu áratuga er þegar í rekstri er rétt að skoða vistvænar áherslur fyrir slíkar byggingar og stuðla þannig að sjálfbærum og hagskvæmari rekstri þeirra.

Í vistvænni byggingu er á kerfisbundinn hátt leitast við að hámarka notagildi og lágmarka neikvæð umhverfisáhrif. Vistvænar lausnir er unnt að nálgast á hugmyndarstigi, við hönnun, við verkframkvæmd og við rekstur byggingar. Því fyrr því auðveldara er að ná góðum árangri.

Í upphafi verks er skilgreind umhverfisstefna fyrir viðkomandi byggingu og ákvarðanir teknar um þá þætti sem leggja skal áherslu á við hönnunina og hvort farið er í vottunarferli. Við hönnun er tekið tillit til heildarferils byggingar frá framkvæmd til niðurrifs. Meðal annars er lögð áhersla á orkumál, efnisval, staðarval og heilsuvernd (Framkvæmdasýsla ríkisins, 2012).

Hagnýtingargildi og hvatinn fyrir innleiðingu umhverfisvottunarkerfa mannvirkja í rekstri er m.a. eftirfarandi:

- ✓ Hagkvæmni í orkunýtingu og orkusparnaður
- ✓ Lágmarka neikvæð umhverfisáhrif
- ✓ Draga úr rekstrarkostnaði
- ✓ Auka virði og söluhæfi fasteignarinnar
- ✓ Skýrari mynd varðandi rekstur og viðhald fyrir notendur og eigendur
- ✓ Eftirfylgni með umhverfislöggjöf og stöðlum, s.s. ISO 14001
- ✓ Meðvitund starfsfólks varðandi vistvænan rekstur
- ✓ Sóknarfæri til að bæta mikilvægum umhverfisþáttum í starfsemina
- ✓ Þjóða upp á viðurkenndan umhverfisstimpil fyrir mannvirki
- ✓ Hvetja markaðinn til að finna nýjar og umhverfisvænni lausnir
- ✓ Auka eftirspurn eftir sjálfbærri framleiðslu og mannvirkjum
- ✓ Bæta samfélagslega ímynd eigenda og rekstraraðila

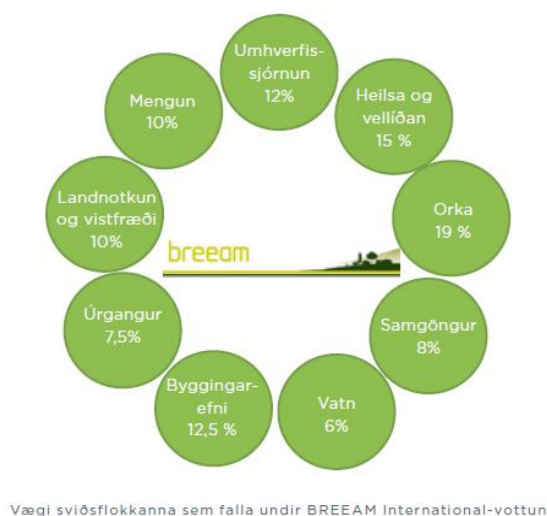
Vegna útbreiðslu umhverfisvottunarkerfa hefur skapast mjög spennandi og krefjandi vettvangur fyrir verkfræðinga og hönnuði þar sem áskorunin er að skapa ný tækifæri og þróa vistvænar lausnir. Með þessu móti er hægt að leggja sitt af mörkum, t.d. við minnkun á losun gróðurhúsalofttegunda og við að auka vellíðan fólks. Hönnuður sem vill hanna vistvænt hugar að auðlindanýtingu og efnisvali og hannar byggingar með þægindi notandans í fyrirrúmi. Vistvænar byggingar valda minni umhverfisáhrifum, eru heilnæmari fyrir notendur, verðmætari og í senn ódýrari í rekstri. Á Íslandi eru nokkrar byggingar í vottunarferli og er því nokkur reynsla komin á umhverfisvottaðar byggingar.

Umhverfisvottunarkerfi (e. environmental-performance rating system) hafa verið innleidd í mörgum þróuðum ríkjum heims og skilgreina m.a. sjálfbærni mannvirkja og orkunýtingu. Markmið með notkun þeirra er að auðvelda og samræma útfærslu vistvænna mannvirkja. Bretar og Bandaríkjamenn eru komnir með mjög öflug umhverfisvottunarkerfi, þ.e. BREEAM og LEED, sem eru notuð víða, en einnig eru þjóðir með sín eigin

umhverfisstærðunarkerfi t.d. Svíar, Þjóðverjar og Frakkar. BREEAM (e. British Research Establishment Environmental Assessment Method) er viðurkennd aðferð í umhverfisstærðunum bygginga. Það er skylda í Bretlandi að opinberar byggingar uppfylli BREEAM-staðalinn. Í Bandaríkjunum er aukin krafa á að allar opinberar byggingar uppfylli kröfur sem umhverfisstærðun bygginga og verið er að íhuga að skylda alla sem byggja, einnig einkaaðila, að fara að kröfum LEED – staðalsins. Norðmenn innleiddu BREEAM í lok árs 2011(BREEAM Noregur, 2012), en Danir fóru þá leið að taka upp þýska stærðunarkerfið DGNB International sem rekið er af þýska vistbyggðarráðinu. Í DGNB er m.a. gerð krafa um greiningu á líftímakostnaði allra bygginga sem fá umhverfisstærðun.

Hér eru matsflokkarnir, sjá mynd 13 sem notaðir eru í stærðun bygginga skv. BREEAM (BRE Global, 2009):

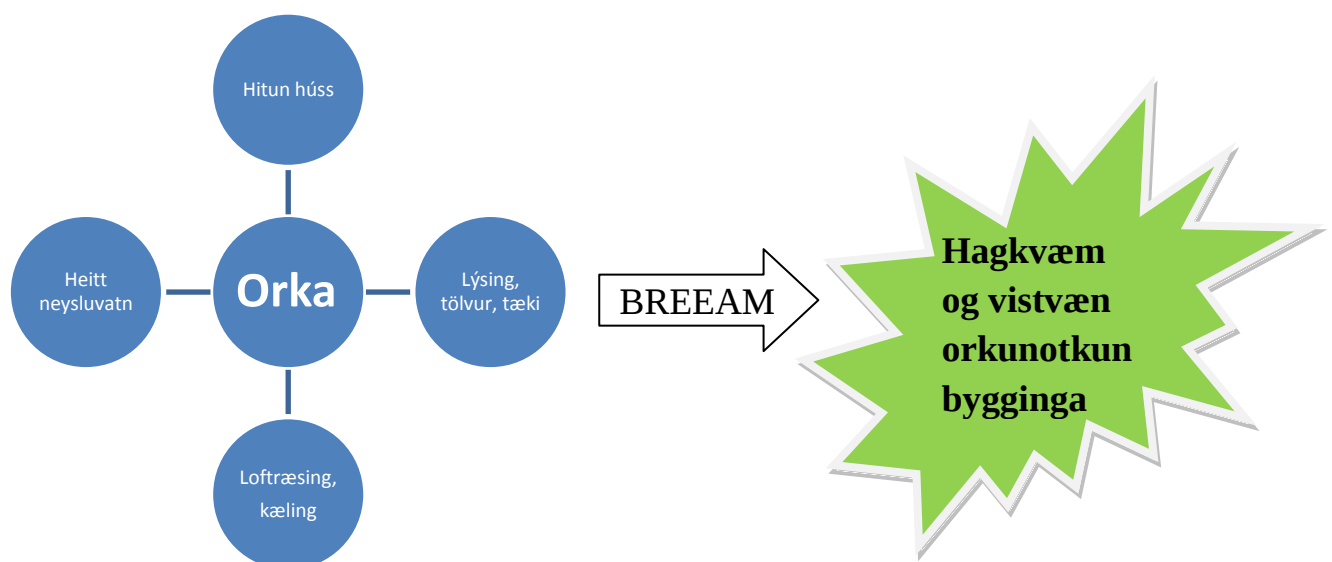
- Stjórnun (greining líftímakostnaðar, handbækur)
- Orka (notkun, eftirlit, lýsing)
- Heilsa og vellíðan (náttúruleg lýsing, ljósaþýring, loftræsing)
- Samgöngur (aðgengi, hjól)
- Vatn (vatnssparnaður, eftirlit)
- Byggingarefni (spilliefni, endurvinnsla)
- Mengun (kæling, hitun, orkuöflun, ljós)
- Úrgangur
- Landnotkun og vistfræði



Mynd 13 Þættir metnir í BREEAM. Heimild:(Helga Jóhanna Bjarnadóttir, 2009)

Hver matsflokkur hefur ákveðið vægi (hlutfall,%) eftir mikilvægi og mannvirkið fær einkunn fyrir hversu vel það skorar (punkta) í ákveðnum matsflokkum. Það eru einkum tveir þættir sem skoðaðir eru nánar í þessu meistaraverkefni, en það er orka (19%) og stjórnun (12%).

Í 6. kafla (6.0 Energy) í BREEAM Europe Commercial er fjallað um orkumál s.s. orkunotkun, lýsingu, loftræsing o.s.frv., mynd 14. Víðast hvar erlendis þar sem umhverfisvottunarkerfi eru tekin í notkun er megnið af raforku unnið úr kolum, jarðgasi og olíu. Mikil raforkunotkun hefur því í för með sér mikla losun á CO₂ sem eykur gróðurhúsaáhrif. Þar er raforkuverð yfirleitt hátt, meðal annars til að sporna við ofnotkun þess. Ísland er með endurvinnanlega vistvæna orku með litla losun á CO₂ í rekstri bygginga og er því erfitt í samanburði við nágrannalöndin. Orkukaflinn (6.0 Energy) í BREEAM er að mestu helgaður skilgreiningu á CO₂ og orkuframmistöðu/orkudug (e. energy performance) og mögulega orkunýtni bygginga (e. energy efficient buildings).



Mynd 14 Orkunotkun bygginga og þættir sem hafa áhrif

Vistvæn orkunotkun bygginga felst m.a. í þessu:

- Setja viðmið um hámarksorkunotkun byggingarinnar
- Lágmarka þörf á kælingu
- Velja lausnir sem krefjast minni orku á rekstrartíma
- Leggja áherslu á notendastýringu
- Huga að lausnum til þess að endurnota vatn til kælingar
- Gera ráð fyrir mælingu á orkunotkun

Í 2. kafla gr. 12 (Man 12 - Life Cycle Cost Analysis) í BREEAM Europe Commercial er fjallað um greiningu á líftímakostnaði bygginga og nauðsyn þess að skoða allan lífsferilinn við ákvörðun á hönnunarforsendum og meta viðhald og rekstrarkostnað. Gerður er samanburður á nokkrum útfærslum í hönnun og rekstri, og upplýst ákvörðun tekin um framhaldið með að skoða greiningu á líftímakostnaði. Ekki er gerð krafa í BREEAM um greiningu á líftímakostnaði, en hærra skor fæst við vottun bygginganna ef líftímakostnaðargreining hefur farið fram á hönnunartíma.

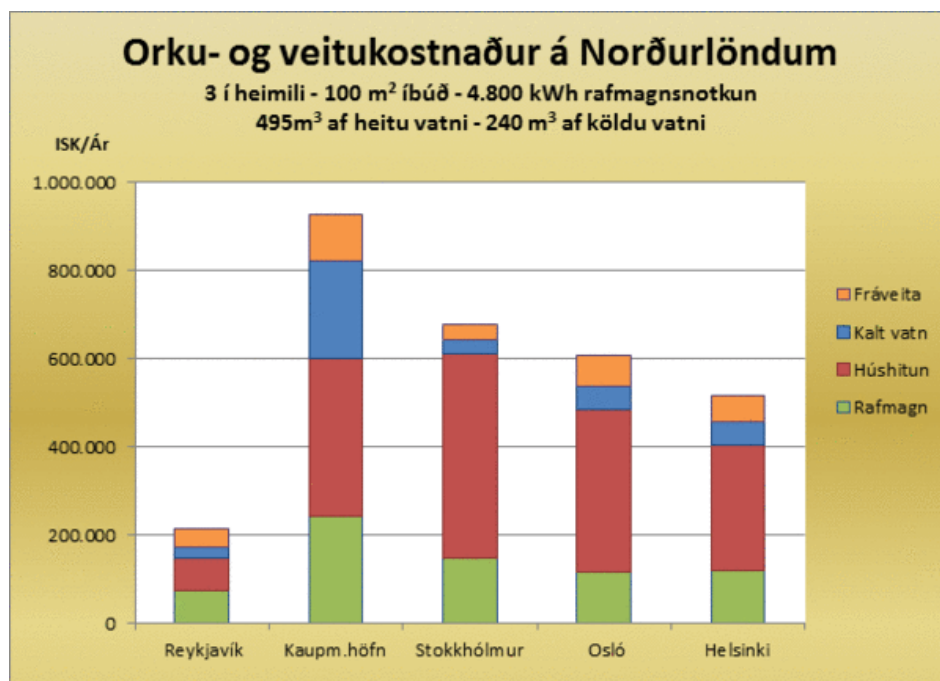
Umhverfisvottunarkerfi leiðbeinir mannvirkjagerð í átt að vistvænni og sjálfbærari mannvirkjum. Alþjóðleg umhverfisvottunarkerfi sem Íslendingar koma til með að innleiða þurfa að taka mið af íslenskum og evrópskum lagagrunni og viðmiðum. Kröfurnar verða að aðlaga og sérsníða að íslenskum aðstæðum og mismunandi tegundum bygginga. Að draga úr umhverfisáhrifum bygginga eykur hagkvæmni byggingariðnaðarins. Bein áhrif á kostnað eru t.d. betri orkunýting við rekstur bygginga og sparnaðar við förgun eða endurvinnslu umhverfisvænna efna sem leiðir til lægri líftímakostnaðar. Í nánustu framtíð munu verkkaupar horfa í ríkara mæli til þess heildarkostnaðar sem fylgir þeim lausnum sem valið stendur á milli hverju sinni. Auknar kröfur verða gerðar til hönnuða og farið verður fram á að þeir tileinki sér aðferðafræði líftímakostnaðar.

Framkvæmdasýsla ríkisins (FSR) er í fararbroddi við að innleiða vistvænar vinnuaðferðir í byggingariðnaði á Íslandi. Það er markmið stofnunarinnar að öll verkefni verði vistvæn í framtíðinni. Á vegum FSR eru fjögur verkefni í sérstöku hönnunarferli vistvænna bygginga það er Nýr Landspítali, Hjúkrunarheimili í Fjarðabyggð, Framhaldsskóli í Mosfellsbæ og Hús íslenskra fræða (Framkvæmdasýsla ríkisins, 2012).

Allt hér ofantalið eru góð gildi og áður þekkt, en segja má að umhverfisstjórnunarkerfi eru gátlistar fyrir góða hönnun og rekstur bygginga sem auðvelda og samræma útfærslu bygginga. Þau veita rekstaraðila möguleika að hafa tafarlaus og mælanleg áhrif á afköst byggingarinnar í upphafi eða á rekstrartíma. Í þessu meistaraverkefni verður því leitast við að nota sem mest úr gátlistum umhverfisvottunarkerfa s.s. BREEAM Europe Commercial en þó ber að líta til sérstöðu Íslands í orkumálum s.s. hitaveita, lágt CO₂, endurnýjanlegar auðlindir og vistvæn orka. Nánar verður fjallað um vistvæna orkunotkun í kafla 4 um Bæjarhál 1 í Reykjavík.

3.5 Orkuverð og hvert stefnir?

Raforkumarkaðir eða raforkukauphallir (e. Power Exchanges) eru orðnir fastur eðlilegur þáttur í markaðsvæddum raforkugeira í mörgum þeim löndum þar sem samkeppni hefur verið komið á og skipulagsbreytingar hafa gengið eða eru að ganga í gegn. Þótt frjálsir tvíhliða samningar séu e.t.v fyrsta skrefið í viðskiptum með raforku í nýju íslensku umhverfi er viss möguleiki á að á einhverju stigi verði komið á slíkum markaði hér á landi, þrátt fyrir smæð hins íslenska raforkukerfis. Frá því að raforkulögin tóku gildi 1. janúar 2006, hafa Íslendingar átt kost á því að velja sér það raforkufyrirtæki sem þeir versla við. Samkeppni hefur með þessu móti komist á milli söluaðila og á milli framleiðenda raforkunnar en flutningur og dreifing er háð einkaleyfi stjórnvalda. Miklar breytingar hafa orðið á raforkumörkuðum á Norðurlöndum á undanförunum árum með markaðsvæðingu raforkukerfisins. Ísland hefur ekki farið varhluta af þessum breytingum því eins og fyrr segir þá geta íslenskir raforkukaupendur nú valið á milli raforkusala. Eins og er erum við fyrir utan samkeppnismarkað Evrópu, en samanburður á orkuverði og þjónustu veitufyrirtækja í höfuðborgum Norðurlanda leiðir í ljós mikinn mun. Árleg útgjöld eru meira en ferföld þar sem þau eru mest, í Kaupmannahöfn, á móts við hvar þau eru minnst í Reykjavík, mynd 15.



Mynd 15 Orku- og veitukostnaður á Norðurlöndum. Heimild: (Markaðsmál OR, 2012)

Samanburðurinn var gerður í síðasta mánuði og byggist á gjaldskrár stærstu orku- og veitufyrirtækjanna í hverri borg. Samanburðurinn miðast við útgjöld á einu ári. Mismunandi er hvernig innheimt er fyrir þjónustuna á hverjum stað. Dæmi er greiðsla fyrir kalt vatn í Reykjavík, sem ekki er eftir mæli, og hlutföll notkunargjalda og fastagjalda eru misjöfn. Því þarf að gefa sér tilteknar forsendur og koma þær helstu fram í titli súluritsins að ofan. Eins og sjá má er gert ráð fyrir sömu notkun hvernar þjónustu í öllum borgunum. Þar sem verðmunurinn er mestur t.d. í hitaveitunni, er rétt að benda á að meðalhiti í höfuðborgunum er misjafn og þar með kröfur um kyndingu. Meðalhiti tólf mánaða ársins er þessi í höfuðborgum Norðurlanda(Markaðsmál OR, 2012):

Reykjavík	Kaupmannahöfn	Stokkhólmur	Oslo	Helsinki
4,5°	8,0°	6,6°	5,9°	5,9°

Ljóst er að sameiginlegur raforkumarkaður sem samþættir ólík orkukerfi eins og frá jarðvarma, kjarnorku, fallorku og endurnýjanlegum orkugjöfum gæti skilað Íslendingum miklum virðisauka. Aukin notkun endurnýjanlegra orkugjafa á norrænum raforkumarkaði felur í sér fleiri áskoranir og sýnir fram á mikilvægi samstarfs og samþættingar. Framtíðaruppbygging svonefndra "smart grids" dreifikerfa á Norðurlöndum stuðlar að því að auka skilvirkni og afhendingaröryggi í raforkukerfinu með aukinni notkun á endurnýjanlegum orkugjöfum. Markmið norræns samstarfs á þessu sviði er að skapa norrænan raforkumarkað án landamæra og koma á skilvirkum viðskiptum við umheiminn. Þróa ber norrænan raforkumarkað enn frekar í átt að skilvirkum norrænum markaði án landamæra þar sem gilda samræmdar reglur fyrir alla aðila markaðarins, bæði fyrirtæki og neytendur. Með því má tryggja góða samkeppni, raforkuneytendum til hagsbóta, mikið afhendingaröryggi og skilvirka nýtingu orku og auðlinda (Norræna ráðherranefndin, 2010).

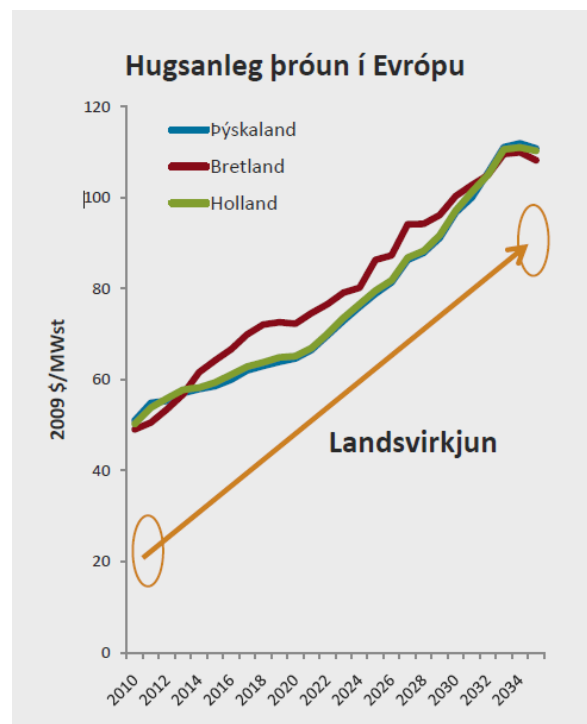
Landsvirkjun lýsti því yfir fyrir tveimur árum að hún teldi að lagning sæstrengs frá Austfjörðum til Evrópu væri arðbært verkefni og á ráðstefnu Verkfræðingafélags Íslands þann 8. mars 2012 kom fram í erindi Jóns Ingimarssonar, starfsmanns Landsvirkjunar, að nánari athugun hefði leitt í ljós enn meiri arðsemi. Landsvirkjun sýndi þar fjórar hugsanlegar leiðir sæstrengs: Til Skotlands, annaðhvort til austur- eða vesturstrandar; til Hollands, og þar með meginlands Evrópu; og loks til Noregs. Þau sjónarmið heyrast gegn sæstreng að hann myndi flytja störf úr landi en Hörður Arnarson, forstjóri Landsvirkjunar, segir að það yrði einkum afgangssorka sem færi inn á sæstreng, þar sem hann gæfi færi á betri nýtingu virkjana. Þótt

raforkusala um sæstreng sé talin geta skilað fimmtíu prósentum hærra orkuverði vill forstjóri Landsvirkjunar að landsmenn ígrundi málið vel og næstu 2-3 ár verði notuð til að meta kosti og galla sæstrengs fordómalaust (Vísir, 2012).

Eftirspurn eftir raforku úr endurnýjanlegum orkugjöfum hefur aukist verulega. Landsvirkjun hefur gert umfangsmikla greiningu á þeim tækifærum sem þessar breytingar skapa fyrir fyrirtækið og eigendur þess. Niðurstöðurnar gefa til kynna áhugaverð tækifæri með uppbyggingu fjölbreytts iðnaðar og útflutnings um sæstreng. Einnig hafa komið fram möguleikar á að auka orkuvinnslu fyrirtækisins með endurbótum á núverandi virkjunum og nýjum orkugjöfum.

Í erindi Jóns Ingimarssonar sem flutt var á ráðstefnu VFÍ 8. mars 2012 kom fram að arðsemi á lagningu sæstrengs hefur aukist m.a. vegna þessa:

- Markaðsbúskap hefur verið komið á í viðskiptum með rafmagn í Evrópu
- 20-20-20 markmið Evrópusambandsins
- Úrelding orkuvera
- Verð á jarðgasi
- Kostnaður við ný orkuver
- Hækkandi raforkuverð í Evrópu, mynd 16



Mynd 16 Hugsanleg þróun í Evrópu. Heimild: (Edvard G Guðnason, 2010)

Með sæstreng fengju Íslendingar aukinn arð af nýtingu orkulinda þjóðarinnar, með hærri raforkuverði, aukinni nýtingu kerfisins, nýjum virkjunum og grænum tekjum. 20-20-20 markmið Evrópusambandsins árið 2020 ýta undir áhuga grannríkja á sæstreng til Íslands. Tækifæri sem þarf að kanna hratt og vel. Sæstrengur gefur færi á að vinna umtalsvert meira rafmagn í vatnsorkuverum sem þegar eru í rekstri. Sæstrengur getur skapað grundvöll fyrir nýtingu dýrari orkuvinnslukosta, s.s. vinds og kastvarma. Sæstrengur eykur öryggi orkuafhendingar á Íslandi mynd 17 (Jón Ingimarsson, 2012).



Mynd 17 Er sæstrengur í sjónmáli? Heimild: (Jón Ingimarsson, 2012)

Raforkuverð er lágt á Íslandi í dag m.v. nágrannalöndin, en margt bendir til að það muni hækka verulega. Því er spurning hver sé efnahagslegur ábati fyrir okkur að spara orku og eru hagræðingarmöguleikar í orkumálum alltaf fullnýttir? Í orkustefnu fyrir Ísland er markmið sett fram um að raforkuverð færist nær því sem þekkist á meginlandsmörkuðum Evrópu og einnig er því spáð að raforkuverð tvöfaldist á næstu árum, svo eftir einhverju verður að slægjast. Lega landsins hefur til þessa komið í veg fyrir að Ísland tæki þátt í að kaupa og selja rafmagn á samkeppnismörkuðum. Í dag er slíkt mögulegt vegna tækniframfara í gerð neðansjávarkapla fyrir rafmagn þannig að um gríðarlega breytingu gæti verið að ræða fyrir íslenskan raforkumarkað og atvinnuvegina. Í fyrsta lagi þarf að meta hversu mikla orku sé hægt að framleiða. Í öðru lagi þarf að meta hversu mikið rafmagn sé hægt að selja frá landinu miðað við núverandi orkunotkun og í þriðja lagi þarf að kynna sér verslunarhöft og annað regluverk sem hugsanlega getur komið í veg fyrir orkusölu frá Íslandi. Orkubúskapur Íslands skal einnig vera í samræmi við hinar þrjár stoðir eða víddir sjálfbærrar þróunar (Stýrihópur um mótun heildstæðrar orkustefnu, 2011):

1. verndun náttúru og umhverfis;
2. samfélagslegan ávinning, sátt og réttlæti; og
3. efnahagslegt öryggi, stöðugleika og jafnvægisþróun.

4. Höfuðstöðvar OR, Bæjarhálsi 1 - "Case study"

Meginviðfangsefni þessa meistaraverkefnis er að skoða orkunotkun höfuðstöðva Orkuveitu Reykjavíkur, Bæjarhálsi 1 á árunum 2008 - 2011. Greindar eru mögulegar sparnaðaraðgerðir og áhrif þeirra á rekstur og líftímakostnað bygginganna. Höfuðstöðvar Orkuveitu Reykjavíkur eru að Bæjarhálsi 1 í Reykjavík og eru u.þ.b. 22 þús. m² að flatarmáli og skiptast í þrjú hús, 14096 m² skrifstofuhús, byggt árin 2000-2002 ásamt 3000 m² opnu bílastæðahúsi og svo 5051 m² framkvæmdahús (Norðurhúsið) sem var tekið í notkun árið 2004. Skrifstofuhúsið skiptist í þrjá hluta, 5 hæða austurhús, 6 hæða vesturhús og millibyggingu með göngubrú á milli austur- og vesturhúss. Aðalinngangur er á 1. hæð. Einnig eru tvær hæðir undir öllu húsinu, sem að hluta til eru niðurgrafnar. Að auki er kjallari þar fyrir neðan sem tengist Norðurhúsi með tengigangi að norðanverðu (mynd 18).

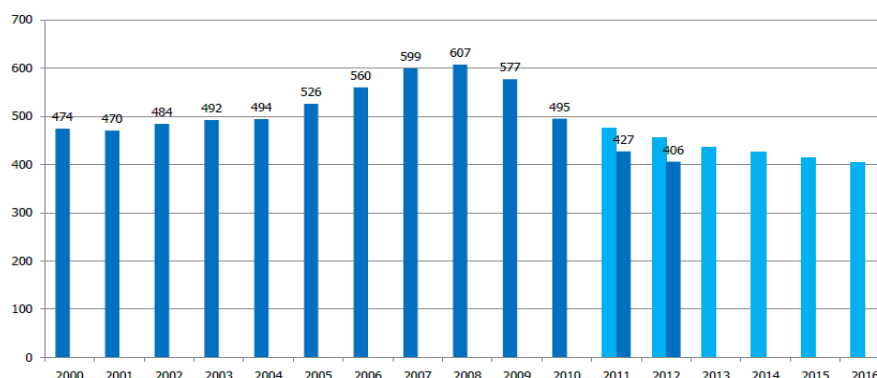


Mynd 18 Bæjarháls 1, lóð, byggingar og nánasta umhverfi. Heimild: (OR, 2012)

Útveggir austurhússins eru steinsteyptir og einangraðir og klæddir að utan með steinskífum, en útveggir vesturhúss eru léttir einangraðir veggir klæddir málmplötum. Þak yfir austur og vesturhúsi er steinsteypt með dúk/pappa og einangrun ofan á plötu. Tengibyggingin er úr gleri og stáli. Burðarkerfi í austur- og vesturbyggingu eru súlur úr stáli og steinsteypu, en bitar úr stáli undir steinsteyptum plötum. Gerð eru göt í bita fyrir leiðslum og loftstokkum. Tveir lóðréttir lagnastokkar eru í vesturhúsi (einn fyrir hvorn starfsemishluta), en einn lagnastokkur í austurhúsi. Lagnastokkarnir tengja saman tæknirými á -2. hæð og skrifstofuhæðirnar.

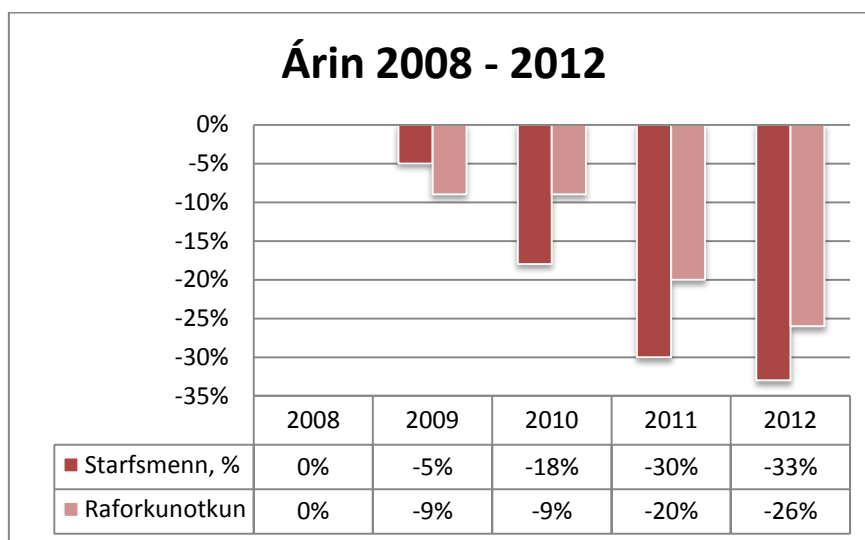
Staðan nú, í lok febrúar 2012

Starfsmannafjöldi móðurfélags



Mynd 19 Starfsmannafjöldi Orkuveitunnar árin 2000 - 2012. Heimild: (OR, 2012)

Vegna aðstæðna í þjóðfélaginu og til að ná niður rekstrarkostnaði félagsins þá hefur Orkuveitan þurft að fækka starfsfólki frá árinu 2009 (mynd 19) og verður tekið tillit til þessarar fækkunar í orkuútreikningum og niðurstöðum. Hluti hússins hefur verið rýmdur og stendur nú auður, en þar er að sjálfsögðu nánast engin notkun á rafmagni. Raforkunotkun að Bæjarhálsi 1 hefur dregist verulega saman og er það aðallega vegna fækkun starfsfólks sjá mynd 20.



Mynd 20 Fylgni milli fækkun starfsfólks og minnkandi raforkunotkun

Hér í framhaldi eru svo fundnar frekari sparnaðaraðgerðir og gerðar tillögur um breytingar á orkunotkun. Reiknað er með að starfsmannafjöldi standi í stað næstu árin.

4.1 Orkunotkun - mælingar og greining

Í þessu meistaraverkefni er rannsóknarspurningin hvort að vistvænar áherslur í rekstri bygginga muni hafa áhrif á orkunotkun og þar með líftímakostnað atvinnuhúsnaðis á Íslandi. Rannsóknin er svo rökstudd með því að vinna tillögur að vistvænum orkusparnaðaraðgerðum á höfuðstöðvum Orkuveitu Reykjavíkur, Bæjarhálsi 1 (e. case study), greina áhrif á orkunotkun og líftímakostnað skrifstofu- og atvinnuhúsa á lóðinni.

Það eru því dregnar fram vistvænar skilgreiningar skv. umhverfisvottunarkerfi BREEAM og þær heimfærðar yfir á aðgerðir á Bæjarhálsinum til rannsóknar og orkusparnaðar. Framkvæmdar eru nákvæmar orkumælingar og greining á orkunotkun á eftirfarandi kerfum:

Mæling á heitavatnsnotkun:

- ofnakerfi
- loftræsikerfis
- snjóbræðslukerfis
- upplýsingum úr mælum safnað saman í gagnagrunn

Mæling á raforkunotkun:

- raflýsingar
- tölvunotkunar
- loftræsikerfis
- upplýsingum úr mælum er safnað saman í gagnagrunn

Hússtjórnarkerfið:

- stýring orkunotkunar
- lýsing utandyra
- dagsbirtustýring
- tímastýring

Árleg orkunotkun í þessum byggingum er þekkt mörg ár aftur í tímann, aftur á móti þegar greina og staðsetja þarf orkunotkun af meiri nákvæmni er nauðsynlegt að gera fleiri mælingar innan bygginganna s.s. álmum, hæðum og einstökum svæðum. Vikulegar mælingar voru framkvæmdar 2009, 2011 og 2012, en þær voru framkvæmdar til að sjá þróun heitavatns- og raforkunotkunar í einstökum kerfum bygginganna.

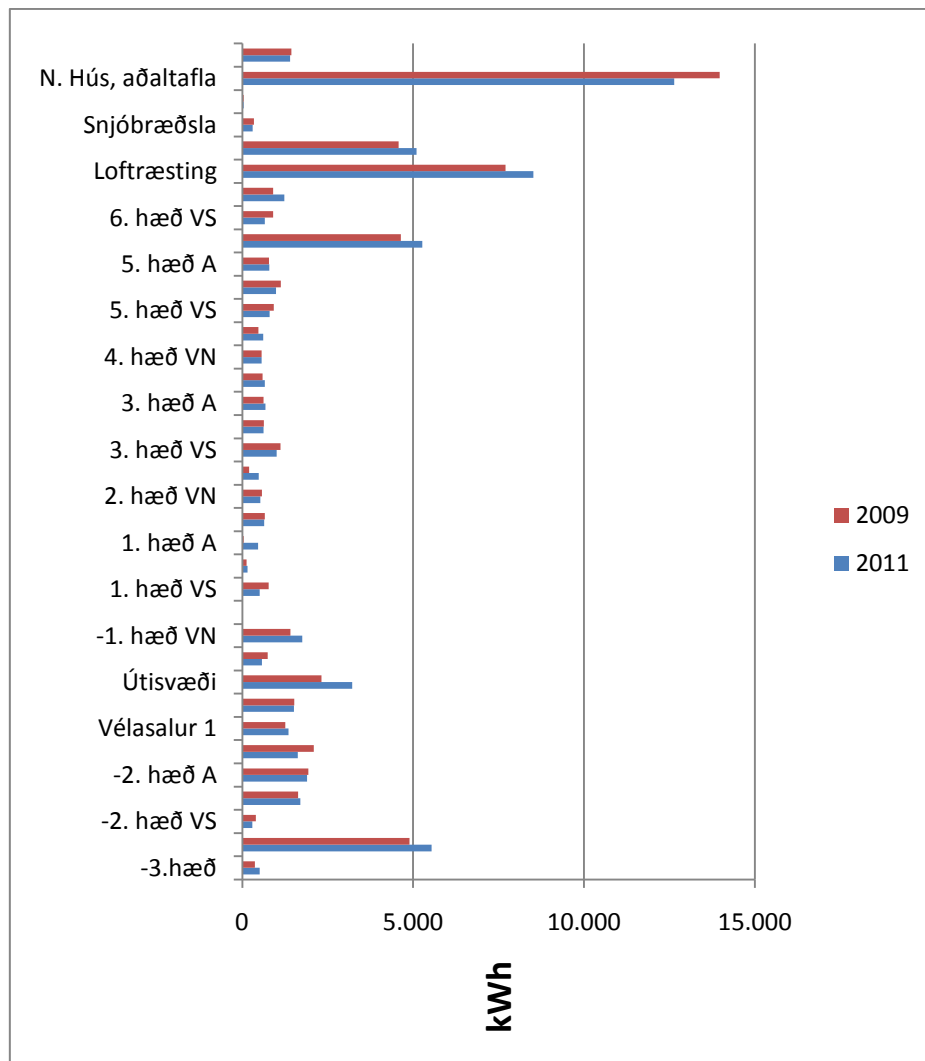
4.1.1 Raforkunotkun

35

Samanburð raforkunotkunar milli ára má sjá út frá eftirfarandi skiptingu:

- Almenn raforkunotkun aðalbyggingu og Norðurhúsi þ.e. tölvur og lýsing
- Loftræsikerfi
- Sérkerfi þ.e. vélasalir kerfa, tæknirými, eldhús, bílageymsluhús, lóð o.s.frv.
- Heildarnotkun

Víkuna 10. – 17. janúar 2011 reyndist heildar raforkunotkunin í aðalbyggingu og Norðurhúsi vera 67.000 kWh sem er svipað og á árinu 2009 sjá mynd 22. Eins og sést í töflu 1 þá er um 50% (2011) af raforkunotkuninni í sér- og loftræsikerfum sem er aukning um 9% frá árinu 2009 en það skýrist af viðbótar loftkælingu og UPS-búnaði í tölvusölum í kjallara og 5. hæð. Notkun í aðalbyggingu og Norðurhúsi hefur dregist saman um 20% á sama tíma, sem skýrist þá aðallega af fækkun starfsmanna eins og áður hefur verið nefnt, og þá sérstaklega í almennri raforkunotkun s.s. tölvur og lýsingu.



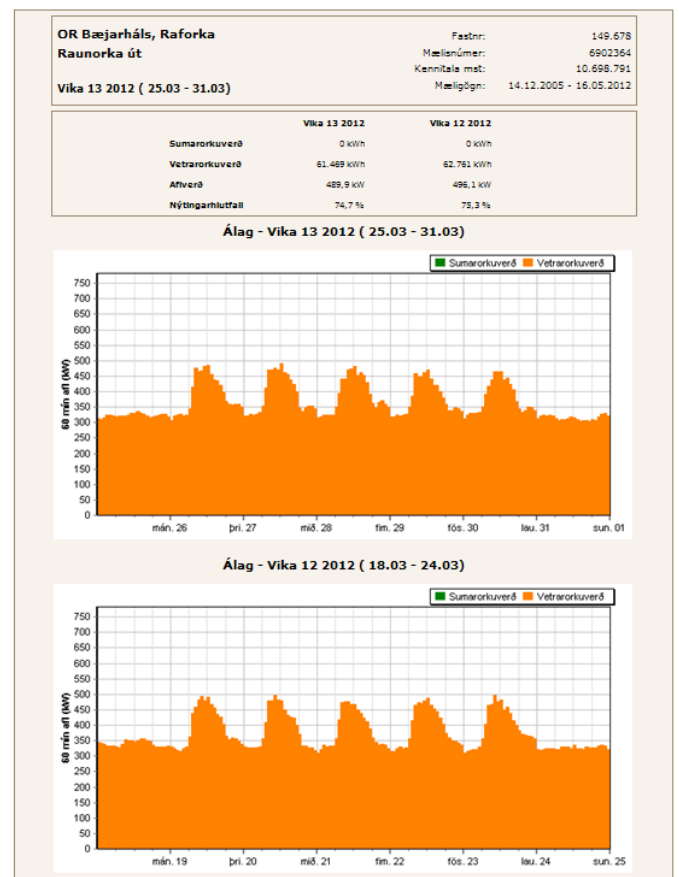
Mynd 22 Sundurgreining raforkunotkunar eftir svæðum vikuna 10. – 17. janúar 2011

Bæjarháls 1	2009			2011			2012 (áætlun)		
	Vika, MWh	Árið, MWh		Vika, MWh	Árið, MWh		Vika, MWh	Árið MWh	
Aðalbygging	27	1.355	40%	25	1.091	37%	14	685	27%
Norðurhús	5	441	13%	8	353	12%	5	219	9%
Loftræsikerfi	15	712	21%	15	678	23%	15	713	29%
Sérkerfi	19	847	25%	19	826	28%	19	1.124	36%
Heildarnotkun	53	3.355	100%	67	2.949	100%	53	2.743	100%

Tafla 1 Þróun heildar raforkunotkunar og vikumælingar í einstökum kerfum

Fjarmæling kallast sú aðferð að mæla orkunotkun með sjálfvirkum hætti. Aðal kostur þessarar aðferðar er sá að staða mælis er tekin á 15 mínútna fresti og gögnin send með nútíma fjarskiptatækni í gagnagrunn. Þannig fást mun betri upplýsingar, í rauntíma, um orkunotkun en þegar lesið er af einu sinni í mánuði eins og algengt er hjá fyrirtækjum. Þessar upplýsingar má nota til að finna þá taxa sem henta viðkomandi veitu og sjá hvernig haga má rekstri með tilliti til bættrar orkunýtingar. Bæjarháls 1 er fjarmældur og liggja því fyrir nákvæmar upplýsingar um raforkunotkun gegnum aðalmæli hússins með fastanúmeri 149.678 en hann mælir bæði aðalbyggingu og Norðurhús. Upplýsingarnar eru eingöngu um heildarmagnið, en er þó áhugavert að skoða heildarnotkun innan vikunnar eða sólarhringsins. Í viðauka B eru niðurstöður

úr Fjarmælivef OR, 9. – 22. janúar 2011 og sýna þær stöðuga raforkunotkun 300 - 350 kW allan sólarhringinn og einnig helgar þegar engin starfsemi er í húsunum.

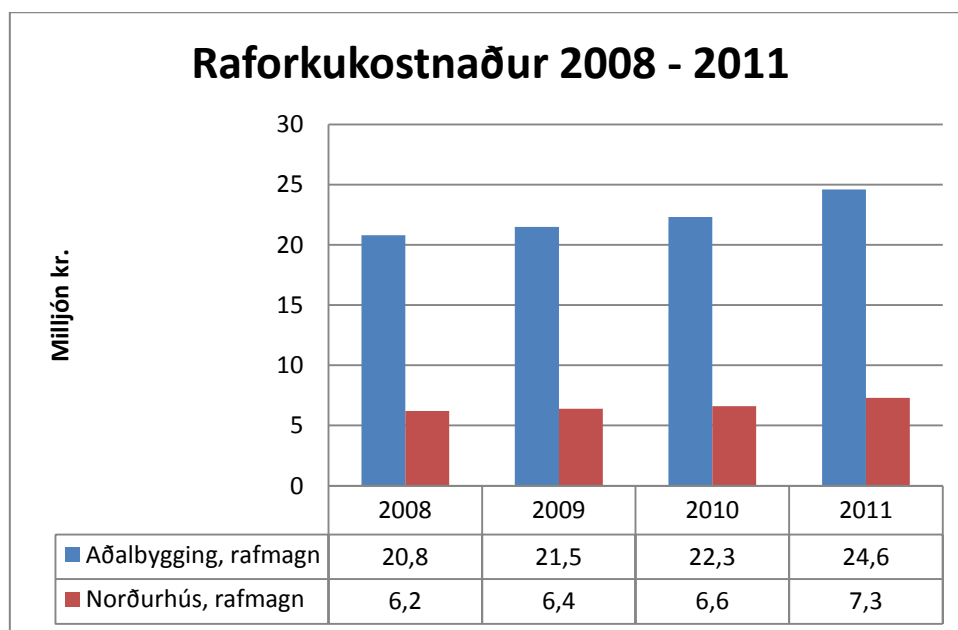


Mynd 23 Fjarmæling 18. – 31. mars 2012

Afltoppurinn fer í 500 - 550 kW og þá hæst um hádegisbilið þegar eldhúsið er mest í gangi og flest fólk í húsunum. Einnig er mæling frá 18. - 31. mars 2012 sjá mynd 23 og þá er einnig stöðug raforkunotkun 300 - 350 kW, en afltoppurinn er komin niður í 450 - 500 kW og skýrist

Það af minni starfsemi. Þessi háa stöðuga notkun þegar lítil sem engin starfsemi er í húsinu er áhyggjuefni og þar eru tækifærin í að ná fram sparnaði, t.d. með að slökkva ljós, draga úr loftræsingu og slökkva á borðtölvum o.s.frv. Um það bil þriðjungur þessarar notkunar fer í sérkerfi s.s. kælingu í vélasölum en annað er sóun sem dregið verður úr með sparnaðartillögum í þessu verkefni.

Raforkukostnaður Bæjarhálsi er svo fenginn úr viðskiptayfirliti OR, 2008 – 2011 sjá í viðauka D. Eins og sést á mynd 24 þá er nokkur hækkun milli ára 2008 og 2011, þó svo að notkun á rafmagni hafi minnkað.



Mynd 24 Samanburður á raforkukostnaði milli ára

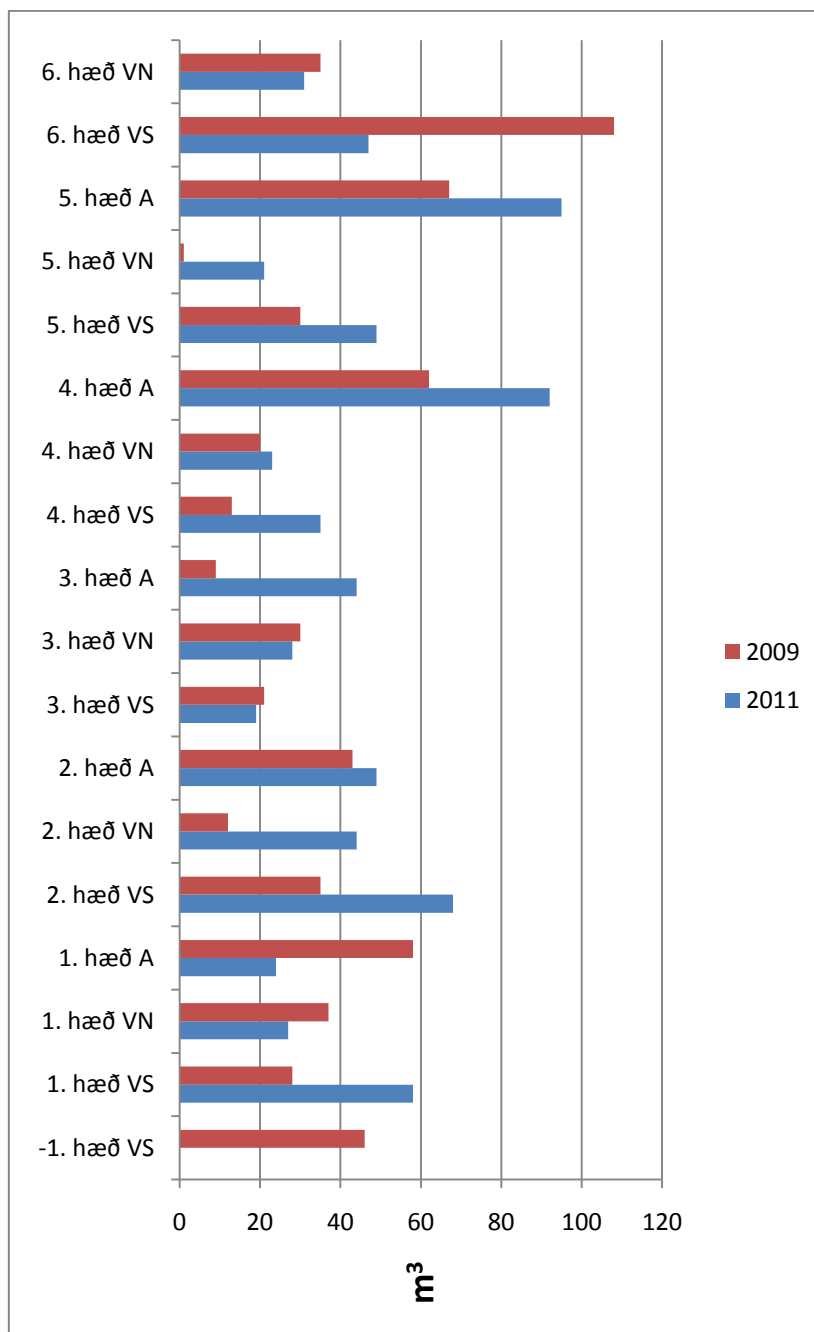
Skýringin af þessari hækkun liggur m.a. í verðskrárhækkunum og nýjum orkuskatti. Hér á Íslandi er verðlag óstöðugt vegna gengis krónu og verðbólgu. Því er erfitt að áætla breytingar inn í framtíðina, sérstaklega varðandi verðskrá vatns og rafmagns.

4.1.2 Heitavatnsnotkun

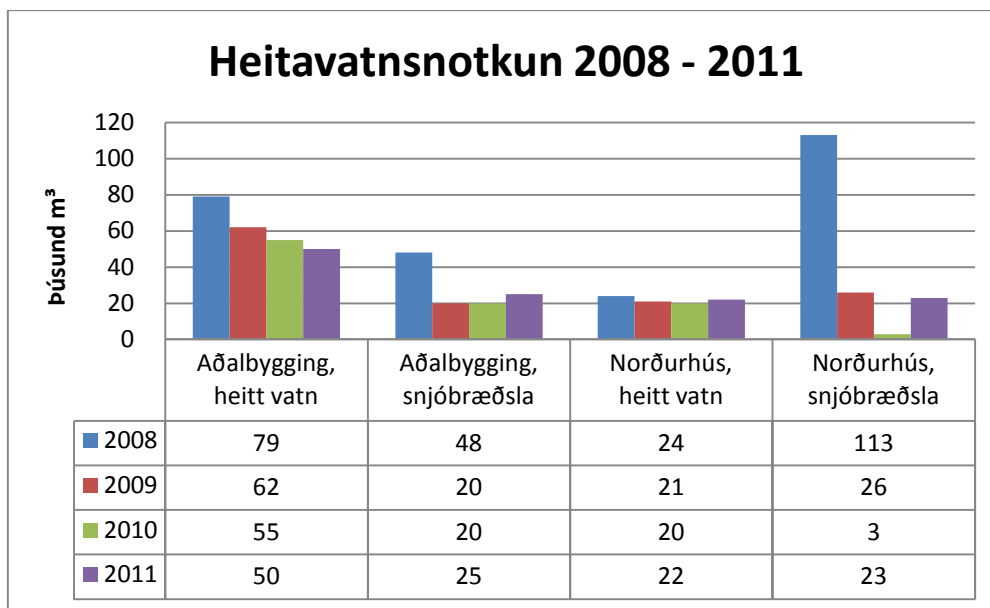
Á inntaki aðalbyggingar eru eftirfarandi þrír rennslismælar:

- VM1.01 Sammælir fyrir ofnakerfi, gólfhita og hitakerfi loftræsingar
- VM1.02 Upphitun neysluvatns
- VM1.03 Mæling fyrir snjóbræðslukerfi og hitakerfi tjarnar

Það eru rennslismælar fyrir ofnakerfi á hverri hæð. Það er eins uppskipting á svæðum fyrir ofnakerfið og fyrir raforkunotkunina. Hægt er að sjá augnabliksrennsli (l/s) fyrir rennslismælana á hæðunum í hússtjórnarkerfinu. Í Norðurhúsi eru rennslismælar staðsettir á inntaki, og þar er einnig rennslismælir fyrir snjóbræðslukerfi. Samkvæmt mælingum vikuna 10. – 17. janúar 2011 var heitavatnsnotkunin 3000 m³ en hún var 5000 m³ árið 2009. Sjá má dreifinguna á heitvatns notkuninni á mynd 25 og 26, sjá einnig nánar í viðauka F.



Mynd 25 Notkun á heitu vatn í aðalbyggingu og Norðurhúsi vikuna 10. – 17. janúar 2011



Mynd 26 Samanburður á heildarnotkun á heitu vatni

Þekkt er í stærri byggingum að heitavatnsnotkun er að meðaltali 0,5 - 1 m³ vatns/m³ húss á ári (Orkuveita Reykjavíkur, 2012). Samkvæmt upplýsingum úr viðskiptayfirliti OR, sjá viðauka D, var heildarnotkun á heitu vatni 55.000 m³ til húshitunar árið 2010. Það þýðir að varmanýtingarhlutfallið er 0,85 m³/m³ húss pr. ár miðað við að húsið sé 64225 m³¹ og er það í lagi miðað við eðlileg viðmið, en ef við tökum heitt vatn vegna snjóbræðslu þá er varmanýtingarhlutfallið 1,16. Hér má því líklega ná frekari sparnaði í heitavatnsnotkun. Aftur á móti ef við tökum notkunina eins og hún var árið 2008 þá var varmanýtingarhlutfallið 1,23 og ef við tökum snjóbræðsluna þá með er það nálægt tvöföldun á meðalnotkun og uppgæfnum viðmiðum Orkuveitu Reykjavíkur. Tafla 2 sýnir heitavatnsnotkun og breyting í orku (MWh).

Bæjarháls 1	2008	Orka	2009	Orka	2010	Orka	2011	Orka
	Þús. m ³	MWh	Þús. m ³	MWh	Þús. m ³	MWh	Þús. m ³	MWh
Aðalbygging, heitt vatn	79	3.754	62	2.963	55	2.631	50	2.366
Aðalbygging, snjóbræðsla	48	2.278	20	939	20	945	25	1.167
Norðurhús, heitt vatn	24	1.164	21	994	20	973	22	919
Norðurhús, snjóbræðsla	113	5.362	26	1.243	3	160	23	1.087
Heildarnotkun	263	12.558	129	6.139	98	4.709	120	5.530

Tafla 2 Heitavatnsnotkun og orka, Bæjarhálsi 1

¹ Upplýsingar úr fasteignaskrá - Þjóðskrá Íslands

Heitt vatn er fyrst og fremst notað til húshitunar en mörg íslensk fyrirtæki nota það einnig til iðnreksturs og snjóbræðslu. Algengt er að íslensk fyrirtæki séu með snjóbræðslukerfi í gangstéttum og bílastæðum við húsakynni sín. Þetta bætir aðgengi og er auk þess ódýr lausn þar sem nýta má heita vatnið sem rennur frá fasteigninni og rynni annars til sjávar u.þ.b. 30°C heitt. Algengt er að frá meðalstóru fyrirtæki renni á hverjum sólarhring þó nokkuð magn af 25-35° heitu vatni. Þrátt fyrir að vatnið hafi tapað miklu af varma sínum við að hita upp húsnæðið er það kjörið til að hita upp bílastæði og inngang við húsið (Orkuveita Reykjavíkur, 2012).

Snjóbræðsla hefur marga kosti:

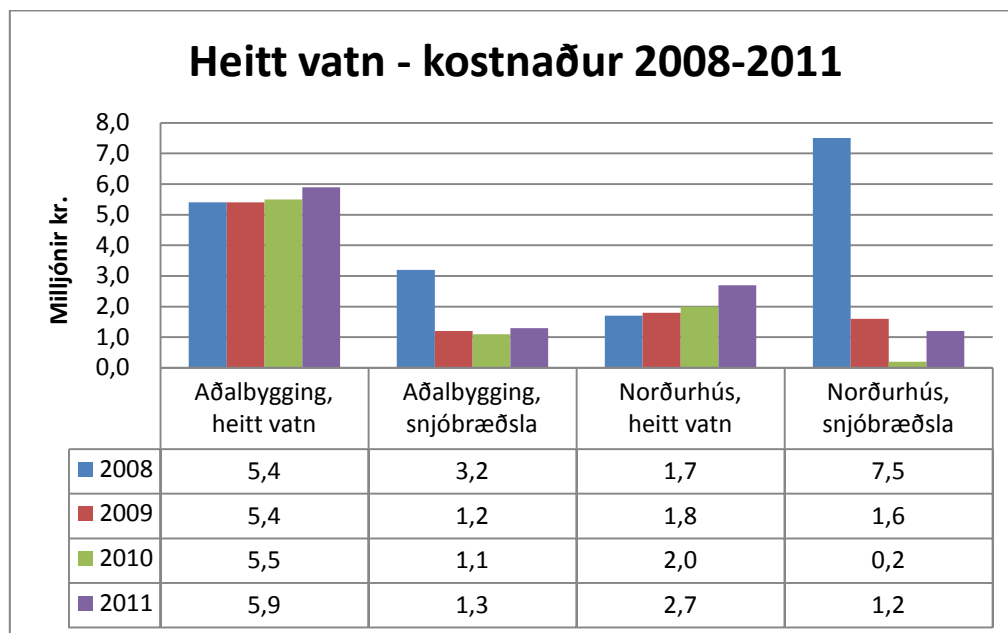
- Aðkoma og umgengni verður vistlegri og þægilegri
- Slysahætta minnkar
- Snjómokstur verður óþarfur
- Verðgildi eignarinnar eykst
- Orkan nýtist betur

Ágæt þumalputtaregla er að fyrir hverja 100 fermetra húsnæðis fellur til heitt vatn sem nægir til að anna 16 fermetra snjóbræðslu. Slíkt kerfi sem byggir eingöngu á affallsvatni er einfalt í uppsetningu og rekstri. Þeir sem vilja hita upp stærri plön eiga kost á að fá viðbótar heitt vatn inn á snjóbræðslukerfið með svokallaðri innspýtingu (Orkuveita Reykjavíkur, 2012).

Snjóbræðsluflötur frá Norðurhúsi er um 18000 m² og frá aðalbyggingu eru 3365 fermetrar m² eða samtals um 21000 m². Er hér snjóbræðsluflöturinn um 100% af stærð bygginga, en ekki 16% eins og ráðlagt er í leiðbeiningablöðum sem vitnað er í hér á undan. Snjóbræðslan hefur reynst nota umtalsvert meira af heitu vatni en talið var nauðsynlegt enda var stýringin röng. Gera þarf endurbætur á stýringunni til að markvisst sé unnið að betri orkunýtingu og að koma í veg fyrir að opið sé fyrir heita vatnið að óþörfu. Þegar snjóbræðslan var sett upp var gert ráð fyrir flókinni stýringu og hægt að velja á milli venjulegrar keyrslu annars vegar og sparnaðarkeyrslu hins vegar. Stillingar í sparnaðarkeyrslu eru allflókin og því oft erfitt að henda reiður á því hvort stillingin sé rétt eða röng m.v. aðstæður.

Frá miðju ári 2009 hefur snjóbræðsla í Norðurhúsi eingöngu verið keyrð á bakrásarvatni frá Árbænum, þar af leiðandi engin innspýting af heitu vatni eins gert hefur verið undanfarin ár. Með þessu hefur náðst umtalsverður sparnaður á heitavatsnotkuninni eða um 40 %.

Heitavatnskostnaður er svo fenginn úr viðskiptayfirliti OR, 2008 – 2011 sjá viðauka D. Heitavatnsnotkun hefur minnkað töluvert, en kostnaður hækkað vegna verðskrárhækkana sjá mynd 27.



Mynd 27 Heitavatnskostnaður árin 2008 - 2011

4.1.3 Hússtjórnarkerfið

Hússtjórnarkerfið samanstendur af eftirfarandi fjórum kerfum:

- Loftræsing
- Ljósastýringar- og öryggiskerfi
- Snjóbræðsla
- Loftræsing Norðurhús

Þessi kerfi eru mismunandi mikið samtengd. Þessi kerfi eru loftræsi- og hitakerfi, ljósastýringarkerfi, brunaviðvörðunarkerfi, innbrot- og aðgangskerfi og eftirlitsmynda-vélakerfi. Ljósastýring í húsinu er að langmestu leyti í Instabus kerfi. Kerfið er stórt og mjög margar breytur eru í því. Við skoðun á kerfinu sést að það hefur verið unnið á afar einfaldan hátt. Þannig hefur staða ljósa og aðrar meldingar frá kerfinu verið tekin af eða gerð óvirk. Þetta þýðir að stöðumerki berst ekki stjórnstöð og því er óvissa með rétta stöðu ljósa og hvað skipanir um slökkva/kveikja muni leiða af sér. Það má því segja að hússtjórnarkerfið sé hálfklárað miðað við þær kröfur sem gerðar eru um svona kerfi í dag.

4.2 Orkusparnaðaraðgerðir - tillögur árið 2012

Hér á undan hefur verið rýnt í gögn og mælingar sem gerðar hafa verið og leitað eftir fleiri sparnaðarmöguleikum, og reynt að finna fleiri tækifæri án þess að það komi niður á innivist, öryggi og vellíðan starfsfólks. Niðurstöður mælinga og greining þeirra getur svo leitt til aðgerða og breytinga á notkun. Lögð var áhersla á að halda kostnaði við sparnaðaraðgerðir í lágmarki og lögð áhersla á vistvænar aðgerðir.

Tillaga er gerð um að eftirfarandi verklagi verði fylgt:

1. Mæling á orkunotkun, þ.e. raforku og heitu vatni
2. Greining á orkunotkun, orkukostnaði og mögulegum sparnaði
3. Gerð líkans fyrir breytta orkunotkun með vistvænum aðgerðum
4. Samanburður á kostnaði, árangri og arðsemi, LCC
5. Aðgerðir og breytingar gerðar á orkunotkun

Fjárfestingin liggur í frekari umbótum og stillingum á hússtjórnarkerfinu, þ.e. lýsingu og loftræsingu. Gerð var úttekt á orkunotkun hússins, skoðað hvar notkun var óeðlilega mikil og tillögur gerðar um arðsamar aðgerðir. Hér eftirfarandi eru nefndar nokkrar vistvænar sparnaðaraðgerðir sem lagðar eru til:

- Lýsing - skynjarar og tímastilling
- Loftræsikerfi - tímastilling
- Tölvur og skjáir - slökkt utan vinnutíma
- Hússtjórnarkerfið virkjað betur, endurbætur og arðsemi

Einnig má benda á að lyfturnar taka til sín verulega mikla orku og því er sjálfsagt að hvetja starfsfólk til að nota stigann meira og spara þannig lyfturnar, bæði fyrir orku og heilsu.

4.2.1 Lýsing

Fæstir hugsa út í að slæm lýsing getur haft óheppileg áhrif á bæði skapsmuni fólks og rafmagnsreikninginn. Oft er hægt að minnka rafmagnsnotkun til ljósa um 15-20% og samt bæta lýsinguna. Aðalatriðið er að hafa rétta lýsingu á réttum stað á réttum tíma og hvorki meira né minna en það. Ýmsar leiðir eru færar til að minnka orkunotkun vegna lýsingar hjá fyrirtækjum. Sú mikilvægasta hlýtur að vera sú að lýsa ekki upp rými að óþörfu, að slökkva

Ljósinn yfir nóttina og hábjartan daginn. Með birtuskynjurum, tímarofum og hreyfiskynjurum má minnka til muna þann tíma sem ljós loga að óþörfu. Að mestu eru notaðar sparperur í húsinu, samtals 202 kW. Í dag er slökkt á ljósum kl. 24:00 dag hvern og kviknar þegar starfsfólk mætir til vinnu að morgni. Gerð er tillaga um að stilla tímarofa og að ljós slökkvi fyrir eða kl. 18:00 og staðsettir verða fleiri hreyfiskynjarar. Hér fyrir neðan í töflu 3 eru tekin saman aflnotkun allra pera í öllum rýmum hússins. Gerð er tillaga um að draga verulega úr óþarfa lýsingu utan hefðbundins vinnutíma, s.s. kvöld, nætur og helgar.

Lýsing	Raforku-notkun	MAX	Notkun í dag	MIN	24 klst. notkun	Notkun í dag	Breytingar-tillaga	Sparnaður
	kW	Klst	Klst	Klst	MWh/ári	MWh/ári	MWh/ári	MWh/ári
Aðalbygging	169	24	18	12	1.480	1.110	740	370
Lóð	9	24	18	12	79	59	39	19
Bílageymsla	5,5	24	18	12	48	36	24	12
Norðurhús	18,5	24	18	12	162	122	81	41
	202				1.770	1.327	885	442

Tafla 3 Sparnaður við að fækka klst sem ljósinn loga

Þessi aðgerð ætti að geta sparað 442.000 kWh/ári eða u.þ.b. 5,0 m.kr/ári.

4.2.2 Loftræsing

Loftræsikerfi eru í sjálfu sér ekki ýkja orkufrek en notkunartíminn er yfirleitt langur og rafmagnskostnaður þar með hár. Til að minnka þennan kostnað er oftast gripið til þess ráðs að minnka snúningshraða blásara. Loftmagn eykst í réttu hlutfalli við snúningshraða, en með auknum snúningshraða eykst aflþörf og orkukostnaður í þriðja veldi, þ.e. við að helminga loftmagnið, verður orkukostnaðurinn aðeins áttundi hluti þess sem áður var, sjá töflu 4.

Loftræsing		Loftmagn	Snúningur	Loftmagn	Snúningur	Notkun	Sparnaður
	Notkun, ár	MAX, 100%	MAX, 100%	Tillaga, 50%	Tillaga, 50%		
		24 Klst	12 Klst	24 Klst	12 Klst		
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh/ári	MWh/ári
Aðalbygging	633	633	316	79	40	356	277
Norðurhús	153	153	77	19	10	86	67
							344

Tafla 4 Sparnaður við að draga úr loftskiptum utan vinnutíma

Með hraðastýringu næst verulegur sparnaður. Við getum því áætlað 344.000 kWh/ári í sparnað eða u.þ.b. 3,5 m.kr. með því að draga úr loftmagni um 50% á kvöldin og yfir nætur.

Það má geta þess að tillagan er aðeins um að draga eingöngu úr loftskiptum í húsinu á þeim tíma sólarhrings (nætur) þegar yfirleitt engin starfsemi er í húsinu og ætti því ekki að hafa áhrif á innivist. Reynt var að slökkva alveg á loftræsingum um nætur en það gaf ekki góða raun. Undirprýstingur myndaðist í húsinu með þeim afleiðingum að óæskilegt loft drógst inn um útblásturskerfið, og erfitt reyndist að halda eðlilegu og góðu innilofti í húsinu.

4.2.3 Tölvur og skjáir

Í meðalstóru fyrirtæki geta tölvur og tæki skipt tugum ef ekki hundruðum. Tæki á borð við tölvur, skjái, prentara, ljósritunarvélar, síma og tölvuhátalara svo eitthvað sé nefnt. Á vinnustað þar sem mikið er um tölvur og skrifstofutæki skiptir máli að hafa slökkt á þessum tækjum utan vinnutíma. Tæki sem skilin eru eftir á “Stand-by” nota 10-50 Wött.

Hér fyrir neðan í töflu 5 eru teknar saman fjöldi borðtölva, fartölva og skjáa og aflnotkun þeirra, auk notkunartíma.

Tölvur	Notkun			MAX			MAX	MIN	Sparnaður
	Venjuleg	Viðbúin							
	W	W	Fjöldi tækja	Klst	Hvíld klst.	Vinna klst.	MWh/ári	MWh/ári	MWh/ári
Borðtölva	200	10	405	24	15	9	710	289	422
Fartölva	90	10	259	24	20	4	204	53	151
Skjár	55	3	541	24	15	9	261	107	154
									727

Tafla 5 Sparnaður við að fækka klst sem kveikt er á tölvum

Starfsmenn slökkva á skjá og fartölvum nema þegar þau eru í notkun. Þessi regla hefur þegar verið innleidd hjá Orkuveitunni, en ef innleitt væri að slökkva einnig á borðtölvum þá myndi það spara 422.000 kWh/ári eða u.þ.b. 4,5 m.kr. Aftur á móti hafa tölvusérfræðingar OR lagst gegn því að slökkva á borðtölvum þar sem kostnaður í töpuðum vinnustundum starfsmanna við uppfærslur og að endurræsa sé það mikill að það borgar sig ekki fjárhagslega.

Ef reiknað er með að ganga alla leið og innleiða þessa sparnaðartillögur þ.e. lýsing, borðtölvur og loftræsting, þá erum við að lækka raforkunotkun um u.þ.b. 40% á ári eða 13 m.kr. Ekki er þó ráðlegt að ganga gegn ráðleggingum tölvusérfræðinga OR. Niðurstaða og samantekt sparnaðartillagna er sýnd í töflu 6. Tillagan er að draga úr notkun lýsingar og loftræsingar og lækka kostnað um 27% í rafmagni eða um 9 m.kr. á ári. Heitavatnsnotkun lækkar um 40% vegna snjóbræðslu 4 m.kr. á ári en sú lækkun kom til árið 2009.

Bæjarháls 1	2011			Sparnaðartillögur 2012			Sparnaður
	Vika	Árið, raun	Hlutfall	Sparnaður	Árið, áætlun	Hlutfall	Hlutfalls-lækkun
Raforkunotkun	MWh	MWh		MWh	MWh		
Aðalbygging	25	1.091	37%	370	721	33%	-34%
Norðurhús	8	353	12%	41	312	14%	-12%
Loftræsikerfi	15	678	22%	344	334	15%	-51%
Sérkerfi	19	826	28%	32	794	37%	-4%
Samtals	67	2.948	100%	787	2.161	100%	-27%

Tafla 6 Samantekt á raforkusparnaði árið 2012 skv. tillögum höfundar

Eins og staðan er í dag þá er hússtjórnarkerfið ekki í stakk búið til að framkvæma þessar sparnaðartillögur og þarf því að fara í endurnýjun, breytingar og uppfærslu á því. Gera þarf breytingar á kerfinu sem kosta um 30 m.kr. og því þarf að skoða arðsemi þessa verkefnis.

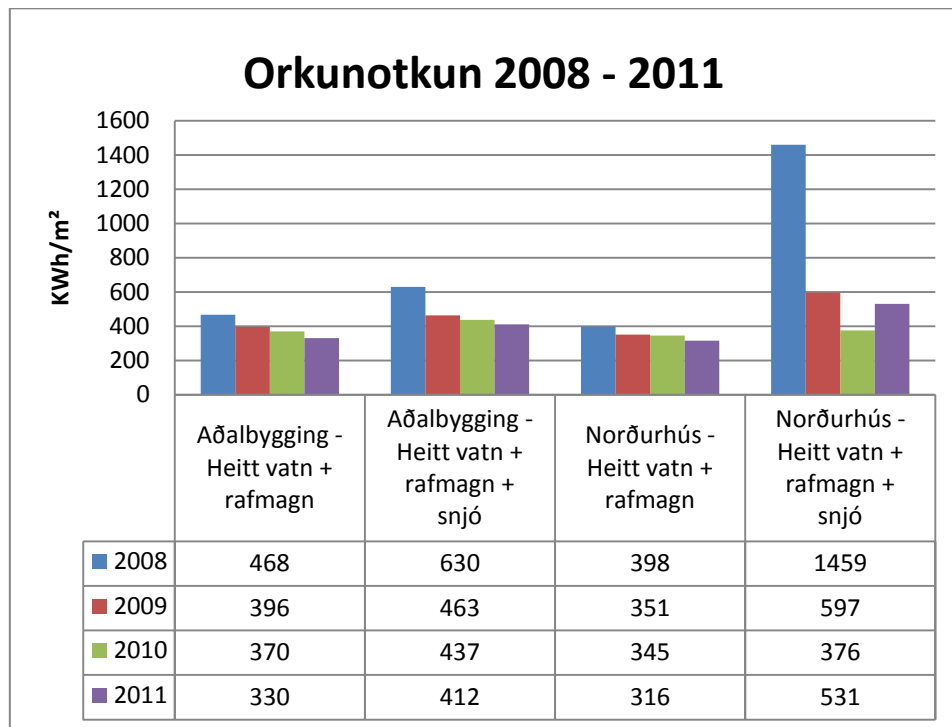
Eftirfarandi breytingar þarf að gera á hússtjórnarkerfinu:

1. Skipta um stýrivélar að hluta
2. Endurbæta og samræma skjámyndir
3. Endurbæta virkni kerfisins t.d. endurbætt ofnastýring og samfelld reglun
4. Viðbætur við núverandi kerfi svo sem undirmyndir regla með síritun
5. Laga ljósastýringar
6. Endurbæta snjóbræðslu með það fyrir augum að bæta nýtingu vatns og spara orku

Þessi áætlun er um margvíslegar breytingar sem miða að þannig endurbótum á kerfinu að hússtjórnarkerfið verði afar frambærilegt og sveigjanlegt í allri notkun. Jafnframt mun orkunýting og orkusparnaður verða auðveldaður og verður þar af leiðandi sjálfsagður hluti af rekstrinum. Hússtjórnarkerfið er stórt og umfangsmikið þannig að allar breytingar eru kostnaðarsamar. Ekki má gleyma því að ýmsir þættir sem skapa umhverfispætti í húsinu þ.e. hita, raka og eðlileg loftskipti ráðast einnig mikið af byggingarlegum og hönnunarlegum þáttum sem ekki er hægt breyta með stjórnkerfinu en bæta má árangurinn með góðu hússtjórnarkerfi. Nauðsynlegt er að gera mælingar frá mælistöðvum aðgengilegar í kerfinu þannig að hægt sé að fylgjast grannt með notkun og hvernig notkun þróast. Kostnaðaráætlun liggur nú fyrir í apríl 2012 samtals 30 m.kr. og er því arðsemisgreiningin einföld. Endurgreiðslutími þessarar fjárfestingar er því aðeins um 2,5 ár.

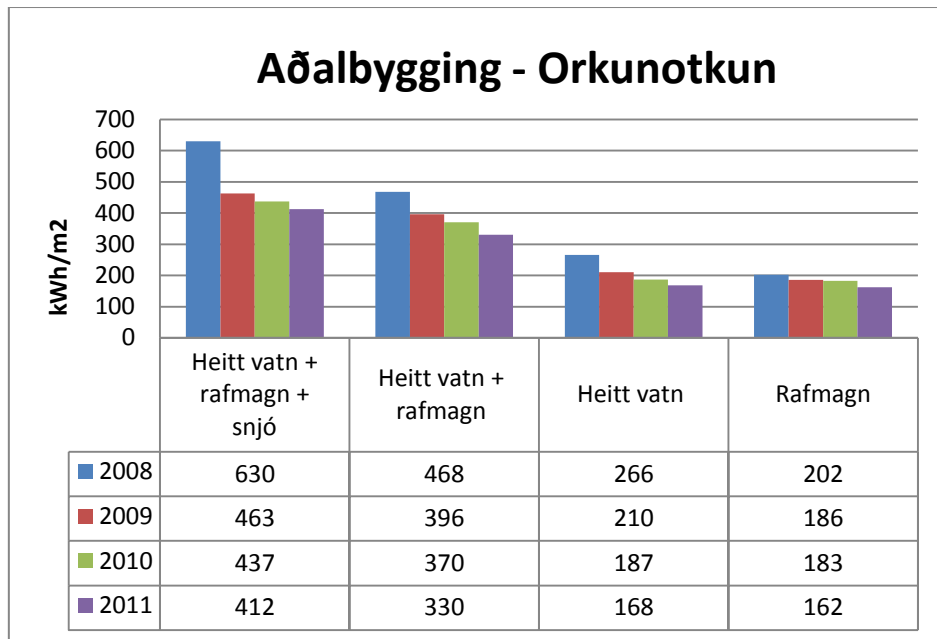
4.3 Ársorkunotkun

Samantekt og samanburð á orkunotkun árin 2008 - 2011 má sjá á myndum 28, 29 og 30 þar sem aðgreindir eru notkunarstaðir þ.e. aðalbygging og Norðurhús með heitu vatni og rafmagni, með og án snjóbræðslu. Ekki telst eðlilegt að taka snjóbræðslunotkun með orkunotkun hússins enda erfitt í samanburði við sambærileg hús, bæði innanlands og utan. Ársorkunotkun Norðurhúss og aðalbyggingu er nánar skilgreind í viðauka C.

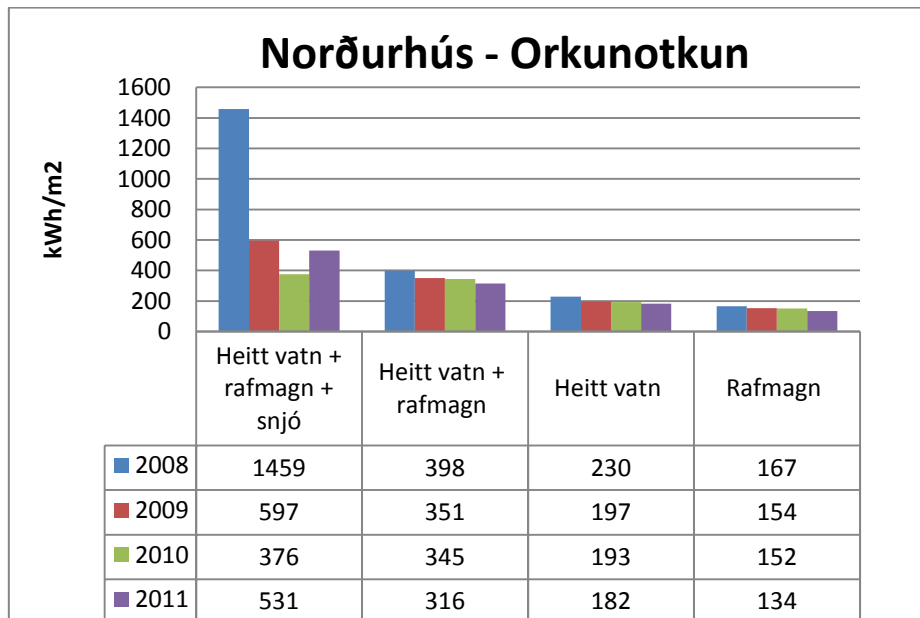


Mynd 28 Samanburður milli árana 2008 - 2011 í orkunotkun Bæjarhálsi 1

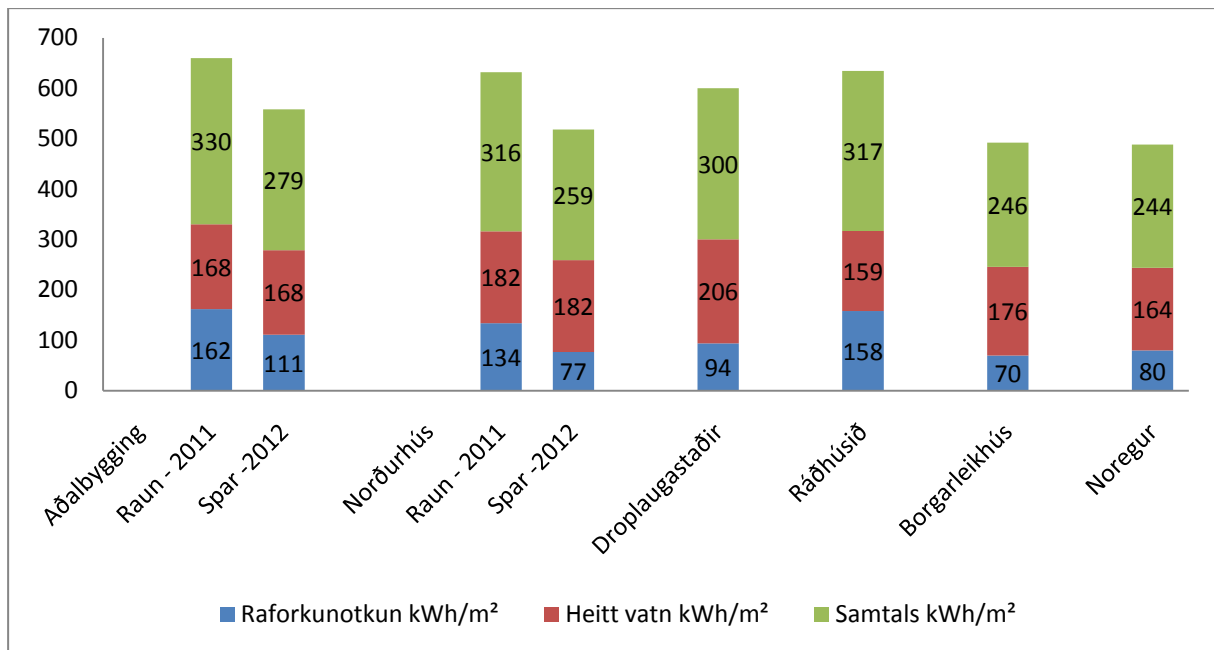
Til samamburðar af orkumælingum í 334 skrifstofubyggingum í Noregi þá er meðaltals ársorkunotkun 244 kWh/m² (Enova.no, 2012) sem er langt undir bæði notkun í Norðurhúsi (316 kWh/m²) og aðalbyggingu (330 kWh/m²). Það má svo geta þess að skv. sparnaðaraðgerðatillögum 2012 (sjá viðauka C) þá verður Norðurhús með 259 kWh/m² og aðalbygging með 279 kWh/m² meðaltals ársorkunotkun án snjóbræðslu sem er töluverð lækkun og nálgast það sambærilegum byggingum í Noregi og Reykjavík sjá mynd 31 (Verkfræðistofan Vista, 2012)



Mynd 29 Samanburður milli ára 2008 - 2011 í orkunotkun aðalbyggingu, Bæjarhálsi 1



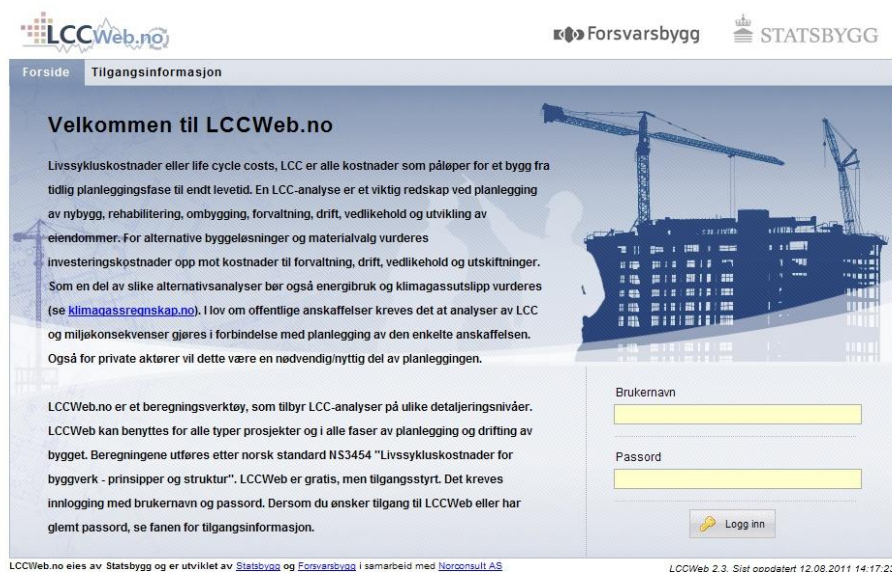
Mynd 30 Samanburður milli ára 2008 – 2011 í orkunotkun Norðurhúss



Mynd 31 Samanburður á Bæjarhálsi 1 (2011/2012) og sambærilegum byggingum

4.4 Reiknilíkanið LCCweb.no

LCCweb.no er kerfi sem Statsbygg og Forsvarsbygg í Noregi hafa þróað og byggist á reynslutölum Norðmanna í fjölda verka og er byggt upp skv. norska staðlinum NS 3454. Í þessu meistaraverkefni er lífúmakostnaðargreining unnin skv. staðli NS 3454 og auk þess sem stuðst er við reiknilíkan og vefútgáfu, LCCWeb, mynd 32.



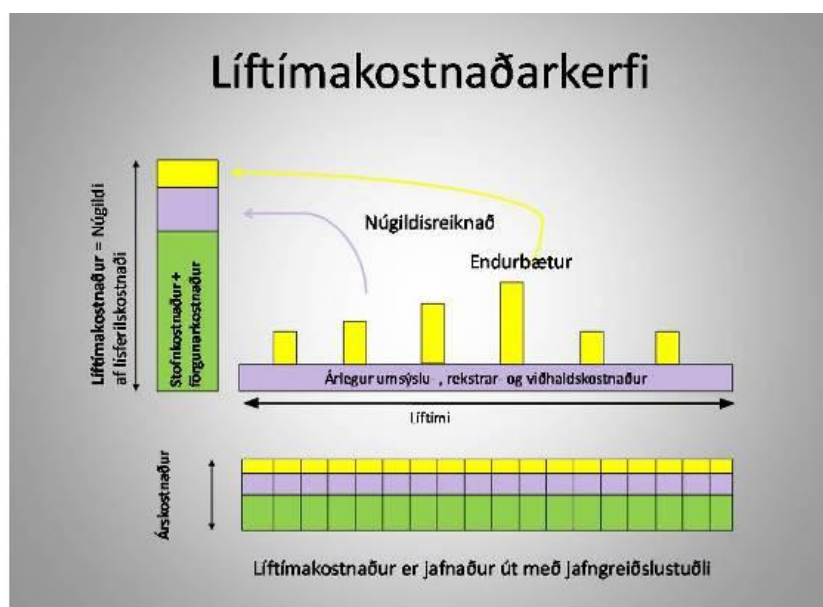
Mynd 32 Upphafssíða LCCWeb.no á heimasíðu: <http://www.lccweb.no/>

Stærsti kosturinn við LCCweb er sá að hann er miðlægur og mjög auðveldur í notkun ásamt því að niðurstöður eru settar fram á mjög skýran og einfaldan hátt. Viðmótið er gott og miklir möguleikar á að kalla fram mismunandi skýrslur. Fyrst þarf að gera grein fyrir helstu forsendum á bak við bygginguna m.a. áætlaðan byggingarkostnað, ávöxtunarkröfu, orkuverð, skattprósentu og stærð gólfhlata sem á að þrifa reglulega. Allar tölur í þessu verkefni eru rauntölur úr rekstri Orkuveitu Reykjavíkur að Bæjarhálsi 1.

Unnið er í rekstrarfasa (Drift fase) að Bæjarhálsi 1 og er möguleiki á þessu stigi að velja fjögur útreikningsþrep (0-3) þar sem í þrepi 0 er stuðst við eina lykiltölu en í þrepum 1-3 verður kostnaðargreiningin ítarlegri. Líftímakostnaður höfuðstöðva OR, Bæjarhálsi 1 er skoðaður í mismunandi (n. alternativ) rekstarástandi, bæði aðalbygging (skrifstofuhúsnæði) og Norðurhús (iðnaðarhúsnæði):

1. Árin 2008-2011 => raunkostnað við rekstur bygginganna (reynslumat).
2. Árið 2012 => sparnaðartillögur skv. raundæmi (e. case study)
3. Árið 2020 => sviðsmynd (e. scenario). Spáð í þróun til ársins 2020

Á myndinni hér fyrir neðan (mynd 33) er reiknilíkanið sýnt í hnotskurn og hvernig árskostnaði er jafnað út allan líftímann (Reykjavíkurborg, 2010).



Mynd 33 Líftímakostnaðarkerfi skv. norskri fyrirmynd. Heimild:(Reykjavíkurborg, 2010)

Kostnaðargreiningunni er skipt upp í fjóra megin flokka, samkvæmt staðli NS 3454, sem síðan er hægt að skipta upp í undirflokka. Stofnkostnaður er framreiknaður á hvert ár miðað við framangreinda ávöxtunarkröfu án tillits til verðbólgu. Upplýsingarnar eru síðan notaðar við frekari útreikninga í eftirfarandi flokkum:

1. Stofnkostnaður (e. Capital cost) => Fjárfestingarkostnaður núvirtur m.v. ávöxtunarkröfu. Fjárfestingarkostnaður er reiknaður út frá byggingarkostnaði og fjármagnskostnaði. Stofnkostnaður bygginganna er skv. bókfærðum kostnaði OR.

2. Umsýslukostnaður (e. Management) => Opinber gjöld ásamt skyldutryggingum. Skoðuð eru öll gjöld sem hafa áhrif á rekstur og kostnað við bygginguna. Um er að ræða opinber gjöld, þ.á.m. fasteignarskattar, tryggingar og fasteignargjöld.

3. Rekstur (e. Operation) => T.d. umsjón, öryggi, þrif og orkunotkun. Tekinn er saman kostnaður sem kemur að rekstri byggingarinnar s.s. kostnaður vegna orkunotkunar, þrifa, umsjónar og eftirlits. Framangreindur kostnaður er reiknaður út frá rauntölum og eru úr rekstraráætlun OR.

4. Viðhald (e. Maintenance) => Viðhaldskostnaður byggingarinnar + endurnýjun. Eins og áður hefur komið fram þá er þetta verkefni ekki að taka á viðhaldskostnaði, nema mjög litlu leiti og þá tilfallandi viðhald rekstrarárin 2008 – 2011.

Möguleiki er að kalla fram gagnlegar upplýsingar úr kerfinu, m.a. eftirfarandi skýrslur:

Skýrsla nr. 1 - Verkefnisupplýsingar

Skýrsla nr. 2 - Byggingarnar og forsendur s.s. líftími og vextir

Skýrsla nr. 4 - Fjárfesting og annar kostnaður - Núvirtur

Skýrsla nr. 5 - Árskostnaður pr. flokkur

Skýrsla nr. 11 - Samanburður á árskostnaði - Jafngreiðslur m.v. ávöxtunarkröfu

Skýrsla nr. 12 - Samanburður á heildarárskostnaði - Núvirtur m.v. ávöxtunarkröfu

Niðurstöður úr vefútgáfu, LCCweb og sýnishorn af völdum skýrslum má sjá í viðauka A.

Fundinn er líftímakostnaður bygginganna miðað við raunkostnað við rekstur bygginganna 2008-2011 og þær sparnaðartillögur sem gerðar eru árið 2012. Einnig er skoðuð sviðsmyndin (e. scenario) á tvöföldun raforkuverðs til ársins 2020 og kannað hvaða áhrif það hefur á árlegan líftímakostnað.

Bæjarháls 1	Líftímakostnaðargreining, LCC (milljónir kr.)					
Kr. 4.864.291.458						
Líftími 60 ár	Raunkostn.	Raunkostn.	Raunkostn.	Raunkostn.	Sparnaðar- tillögur	Sviðsmynd
Árskostnaður	2008	2009	2010	2011	2012	2020
Verð á heitu vatni, kr/kWh	1,43	1,83	2,1	2,5	2,5	4,2
Verð á rafmagni, kr/kWh	7,31	8,2	8,65	10,78	10,78	20
Starfsmannafjöldi OR	607	572	495	427	406	400
Ávöxtunarkrafa + vísitala	6%	6%	6%	6%	6%	6%
Stofnkostnaður (Bókfærður)	205	205	205	205	205	205
Umsýslukostnaður	85	95	92	75	75	75
Rekstrarkostnaður - breytilegur	7	7	4	2	2	2
Ræsting	59	53	52	44	44	44
Orka	40	35	36	50	39	83
Öryggismál	19	18	20	10	10	10
Lóð		5	5	4	4	4
Viðhaldskostnaður	19	14	16	32	32	32
Árskostnaður	432	432	429	422	410	410
Líftímakostnaður, LCC	6.898	6.980	6.938	6.806	6.630	7.337
Orkukostnaður, NPV	550	568	591	803	628	1.334
Orkukostnaður, hlutfall af LCC	8,0%	8,1%	8,5%	12,0%	9,5%	18,2%
Ávöxtunarkrafa + vísitala	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Árskostnaður	488	487	484	476	466	509
Líftímakostnaður, LCC	4.804	4.854	4.829	4.747	4.639	5.075
Orkukostnaður, NPV	339	350	364	400	292	727
Orkukostnaður, hlutfall af LCC	7,1%	7,2%	7,5%	8,4%	6,3%	14,3%
Ávöxtunarkrafa + vísitala	8%	8%	8%	8%	8%	8%
Árskostnaður	458	463	461	453	442	486
Líftímakostnaður, LCC	5.673	5.736	5.704	5.603	5.468	6.009
Orkukostnaður, NPV	421	435	452	497	362	904
Orkukostnaður, hlutfall af LCC	7,2%	7,6%	7,9%	8,9%	6,6%	15,0%

Tafla 7 Samantekt og niðurstaða úr líftímakostnaðargreiningu skv. vefútgáfu, LCCWeb.no

Árskostnaður er svo reiknaður í hverju verkefni (n. konsept), skv. NS 3454 og vefútgáfu, LCCWeb.no sjá töflu 7 hér að ofan sem sýnir jafnframt orkukostnað og samantekt á núvirtum líftímakostnaði.

4.5 Rekstraráðkostnaður, RÁK

Rekstur (e. Operation) bygginga er sá flokkur sem snýr m.a. að öryggismálum, þrífum og orkunotkun. Hér í töflu 8 er raunkostnaður við rekstur að Bæjarhálsi 1 borinn saman á milli ára auk þess m.t.t. orkusparnaðartillagna og sviðsmyndarinnar til ársins 2020, sjá mynd 34.

Bæjarháls 1	Rekstraráðkostnaður, RÁK (milljónir kr.)					
Líftími 60 ár	Raunkostn.	Raunkostn.	Raunkostn.	Raunkostn.	Sparnaður	Sviðsmynd
Ár	2008	2009	2010	2011	2012	2020
Verð á heitu vatni, kr/kWh	1,43	1,83	2,1	2,5	2,5	4,2
Verð á rafmagni, kr/kWh	7,31	8,2	8,65	10,78	10,78	20
Starfsmannafjöldi OR	607	572	495	427	406	400
Rekstrarkostnaður - breytilegur	7	7	4	2	2	2
Ræsting	59	53	52	44	44	44
Öryggismál	19	18	20	10	10	10
Lóð		5	5	4	4	4
Orka	40	35	36	50	39	83
Rekstraráðkostnaður, RÁK	125	118	117	110	99	143
Breyting á RÁK milli ára		-14%	3%	28%	-28%	53%
Ársorkukostnaður, hlutfall af RÁK	32%	30%	31%	45%	39%	58%

Tafla 8 Rekstraráðkostnaður að Bæjarhálsi 1 og samanburður milli ára

Hér eftirfarandi eru skýringar á breytingum á orkunotkun- og kostnaði milli ára:

Árið 2008 - Orkukostnaður er 31,8% af heildarrekstarkostnaði það árið, sem var 125 m.kr.

Árið 2009 - Orkukostnaður lækkar um 12%, en það skýrist að mestu á 40% minnkun á heitu vatni vegna snjóbræðslu.

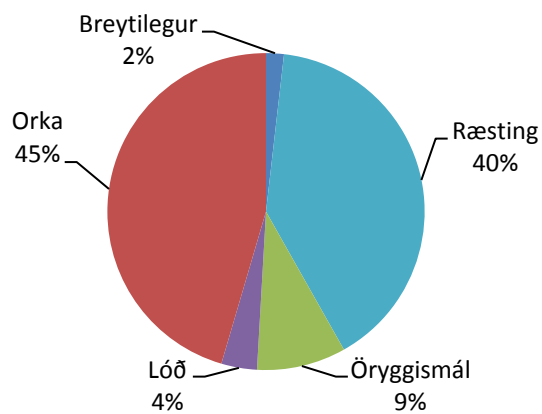
Árið 2010 - Orkukostnaður stendur að mestu í stað, fækkun á starfsfólki vegur að einhverju leiti upp á móti verðskrárhækkun OR.

Árið 2011 - Orkukostnaður hækkar verulega eða 27% og skýrist það að mestu vegna viðbótar loftkælingar og UPS-búnaðar í tölvusölum í kjallara og 5. hæð. Einnig mikil verðskrárhækkun á rafmagni og heitu vatni, eða 20 – 25% sjá viðauka C.

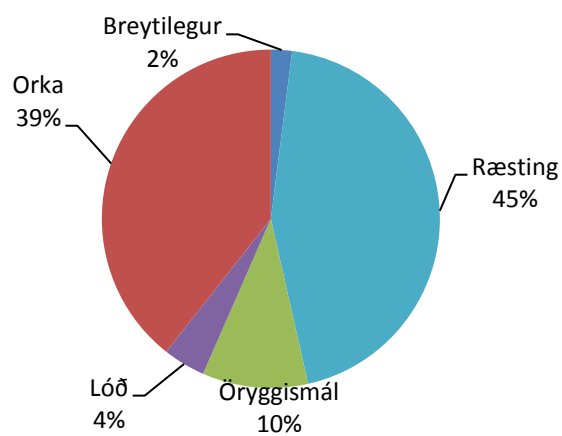
Árið 2012 - Gerðar eru tillögur um vistvænar sparnaðaraðgerðir skv. 4.2 í þessum kafla. Raforkusparnaður er 27%. Gera þarf fyrirnefndar breytingar á hússtjórnarkerfi hússins.

Árið 2020 - Eins og áður hefur komið fram skv. 3.5 í þriðja kafla þá eru blikur á lofti varðandi hækkun á raforkuverði og jafnvel tvöföldun til ársins 2020. Þessi sviðsmynd er skoðuð og er þá orkukostnaður u.þ.b. 60% af rekstarkostnaði að Bæjarhálsi 1, en er 45% árið 2011.

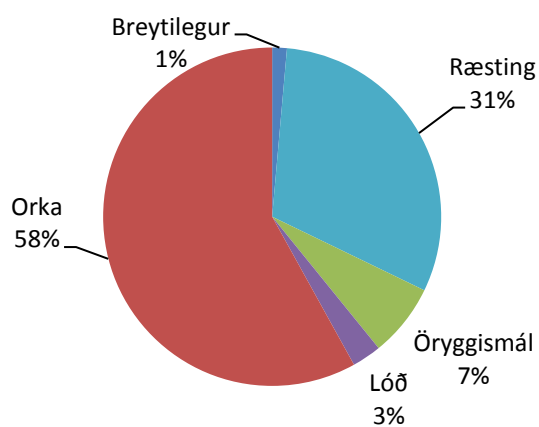
2011



2012



2020



Mynd 34 Samanburður á rekstrarárskostnaði milli verkefna, 2011, 2012 og 2020

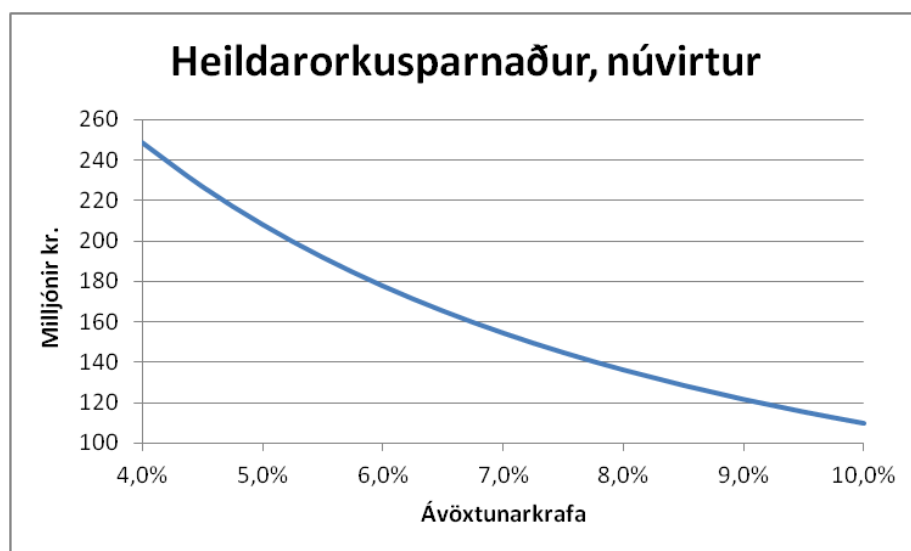
4.6 Árskostnaður og orkusparnaður

Nánari greining fer nú fram á þremur verkefnum þ.e. árunum 2011, 2012 og 2020 sem keyrð voru í gegnum reiknilíkanið, vefútgáfu LCCweb.no, með breytilegum orkukostnaði og ávöxtunarkröfu, þ.e. 6%, 8% og 10%, sjá töflu 9.

Ávöxtunarkrafa	6%			10%			8%		
Verkefnin	Raun	Spar	Svið	Raun	Spar	Svið	Raun	Spar	Svið
Árin	2011	2012	2020	2011	2012	2020	2011	2012	2020
Fjárfesting	205	205	205	260	260	260	236	236	236
Orkukostnaður	50	39	83	50	39	83	50	39	83
Annað	167	167	167	167	167	167	167	167	167
Árskostnaður	422	411	455	477	466	510	453	442	486

Tafla 9 Núvirtur árskostnaður m.v. mismunandi ávöxtunarkröfu og sviðsmyndir (milljónir kr)

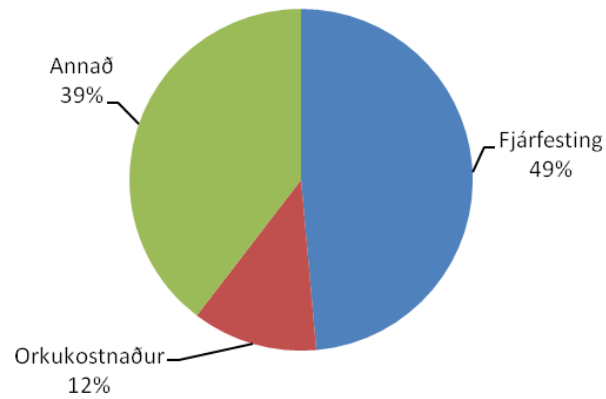
Eins og sjá má út úr töflunni hér að ofan er orkusparnaður á milli sviðsmyndanna 2011 og 2012 11 milljónir kr. á ári. Ef gert er ráð fyrir því að sá sparnaður haldist út líftíma verkefnisins, þ.e. í 60 ár þá er heildar núvirtur sparnaðurinn u.þ.b. 135 milljónir m.v. 8% ávöxtunarkröfu. Á mynd 35 hér á eftir má sjá hvernig heildarsparnaðurinn breytist með ávöxtunarkröfunni.



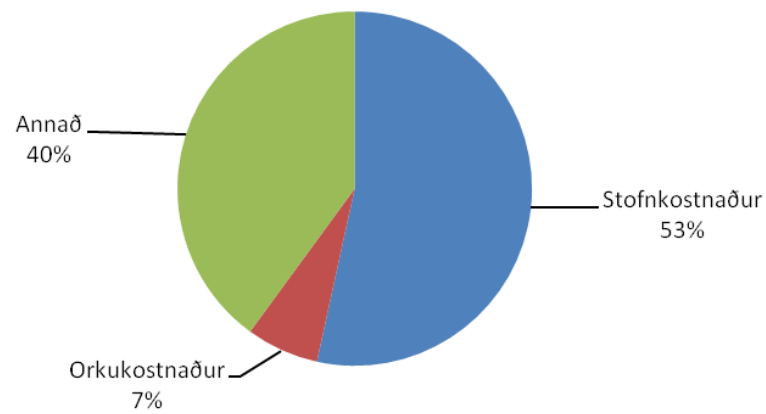
Mynd 35 Heildarorkusparnaður, sem næst með sparnaðartillögum árið 2012

Mynd 36 hér á næstu síðu sýnir samanburð og hlutfallslega skiptingu á árskostnaði milli ára.

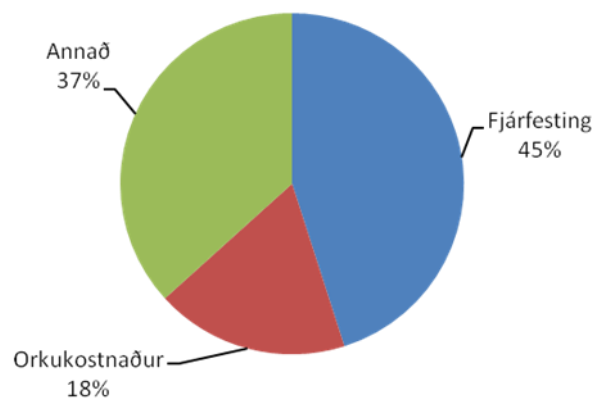
2011



2012



2020



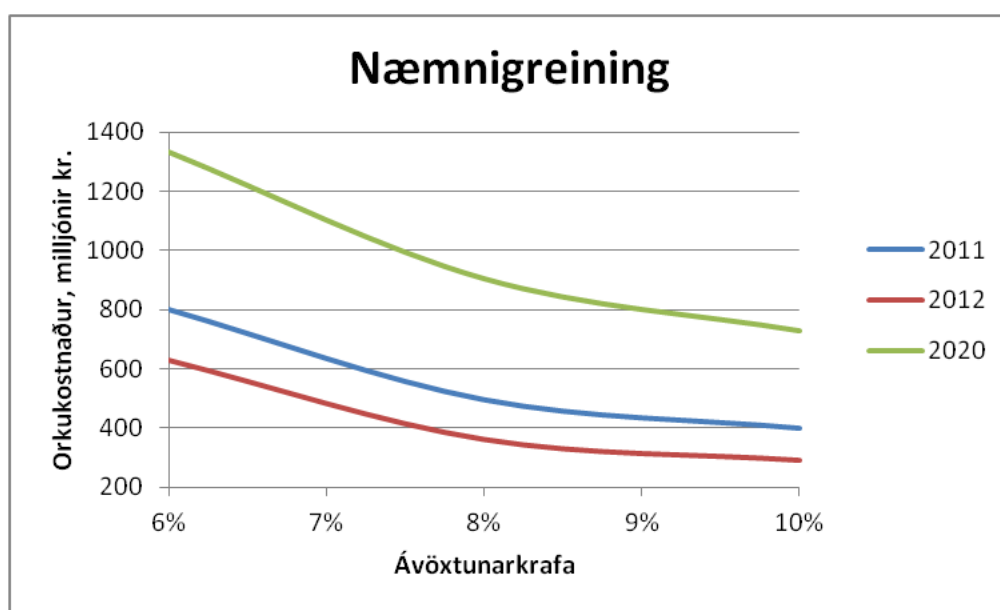
Mynd 36 Samanburður á árskostnaði milli verkefna, árin 2011, 2012 og 2020

4.7 Líftímakostnaður - Næmnigreining

Næmnigreining (e. sensitivity analysis) var framkvæmd á líftímakostnaði m.t.t. breytilegrar ávöxtunarkröfu, sjá töflu 10 og mynd 37. Ávöxtunarkrafan (e. rate of interest) er afar mikilvæg fyrir niðurstöðurnar, en hærri ávöxtunarkrafa leiðir af sér lægri núvirtan rekstarkostnað í verkefninu. Það er eðli málsins samkvæmt þar sem hækkun á ávöxtunarkröfu lækkar líftímakostnað og þar með árlegan jafngreiðslukostnað. Verkefnin (n. konsept) þrjú; 2011 - Raun, 2012 - Spar og 2020 - Svið eru keyrð í gegnum reiknilíkanið, vefútgáfu LCCweb.no, með breytilegum orkukostnaði og ávöxtunarkröfu, þ.e. 6, 8 og 10% og borin saman. Í næmnigreiningunni má sjá að með hækkandi ávöxtunarkröfu þá dregur úr ávinningi sparnaðarins.

Ávöxtunarkrafa	6%			10%			8%		
Verkefnin	Raun	Spar	Svið	Raun	Spar	Svið	Raun	Spar	Svið
Árin	2011	2012	2020	2011	2012	2020	2011	2012	2020
Stofnkostnaður, núvirtur	3.305	3.305	3.305	2.588	2.588	2.588	2.921	2.921	2.921
Orkukostnaður	803	628	1334	400	292	727	497	362	904
Annað	2698	2698	2698	1759	1759	1759	2184	2184	2184
Líftímakostnaður	6.806	6.630	7.337	4.747	4.639	5.075	5.603	5.468	6.009

Tafla 10 Næmnigreining - Líftímakostnaður, núvirtur (milljónir kr)



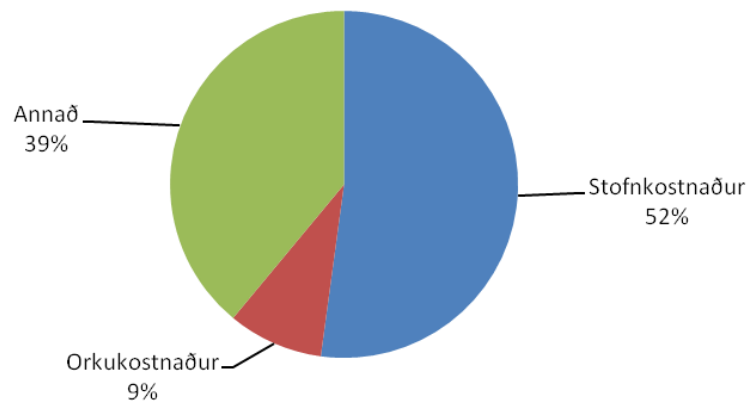
Mynd 37 Næmnigreining m.t.t. orkukostnaði og ávöxtunarkröfu

Næmnigreining metur breytingar á niðurstöðu hvers verkefnis þegar ávöxtunarkröfu er breytt vegna ýmissa óvissuþátta. Við útreikning á líftímakostnaði eru ýmsir óvissuþættir sem geta haft mikil áhrif á niðurstöðurnar og því getur verið erfitt að ákveða val á ávöxtunarkröfu. Ávöxtunarkrafan er oft metin með væntum breytingum á vísitölu neysluverðs og vaxtakjörum á markaði. Hér á Íslandi hefur verðlag verið mjög óstöðugt sögulega, m.a. vegna gengisþróunar íslensku krónunnar. Því er mjög erfitt að spá fyrir um þróun verðbólgu í framtíðinni. Fasteignareigandi og/eða rekstaraðili hússins ætti að vilja styðjast við sem lægsta ávöxtunarkröfu til að ávinningurinn af lægri árskostnaði og hærri núvirtum líftímakostnaði verði sem mestur. Eins og áður segir þá hefur verðlag verið mjög óstöðugt og ekki er útlit fyrir að breyting verði á því í nálægri framtíð. Landsvirkjun hefur t.a.m. boðað vísitöluhækkun á rafmagni 6,4% 1. júlí 2012, stýrivextir Seðlabankans eru um 6,5%, ársverðbólga er 6,4% og ávöxtunarkrafan á 10 ára óverðtryggð Ríkisskuldabréf (RIKB 22 1026) er 7,38% þegar þetta er skrifað. Fjárfesting í fasteign er háð mikilli óvissu í dag og fasteignaverð getur tekið töluverðum breytingum, og einnig leiga á húsnæði.

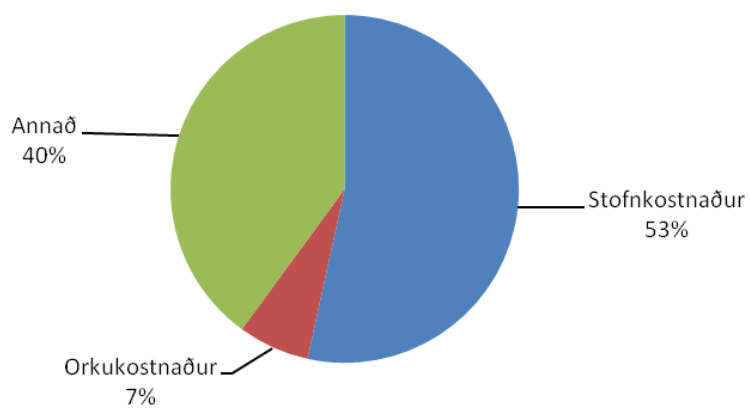
Eins og áður hefur komið fram þá eru helstu áhrifaþættir verðbólga, vextir, almenn hækkun verðlags, lengd líftíma, breytingar á kostnaðarþáttum o.s.frv. Vaxtastig og tækifæri á ávöxtun í gegnum aðrar fjárfestingar á eignamörkuðum hafa áhrif á hve mikið fjárfestar eru tilbúnir að borga fyrir fasteign. Sem fjárfestingarkostur keppa fasteignir við aðra eignaflokka um fjármagn. Fjárfestar munu frekar láta fjármagn í fasteignir þegar vaxtastig er lágt og væntingar um ávöxtun af skuldabréfum og hlutabréfum eru lágar. Það myndi hækka verð sem fjárfestar væru tilbúnir að borga fyrir sama óbreytt greiðsluflæði af fasteign og þar með lækka ávöxtunarkröfu. Fjárfestar munu horfa til framtíðar þegar meta á hvort líklegt sé að tekjur hækki eða lækki. Ef væntingar um vöxt eru miklar, munu fjárfestar vera tilbúnir að borga hærra verð fyrir núverandi tekjur, sem leiðir til þess að ávöxtunarkrafa mun vera lægri. Því minni áhættu sem fjárfestar tengja við fasteignamarkað, því hærra verð eru þeir tilbúnir að greiða fyrir sömu tekjur. Minni áhætta lækkar því ávöxtunarkröfu. Í ljósi þessara forsenda sem búið er að telja upp væri ekki fjarri lagi að styðjast við ávöxtunarkröfu upp á u.þ.b. 8,0%.

Mynd 38 hér á næstu síðu sýnir hlutfallslega skiptingu líftímakostnaðar, þ.e. stofnkostnað, orkukostnað og annað, og sjá samanburð milli verkefna 2011, 2012 og 2020. Áhugavert er hversu orkukostnaður er hlutfallslega mikill hluti af líftímakostnaði bygginganna og veltur það að sjálfsögðu af þróun orkunotkunar s.s. sparnaði og verðskrá orkusala.

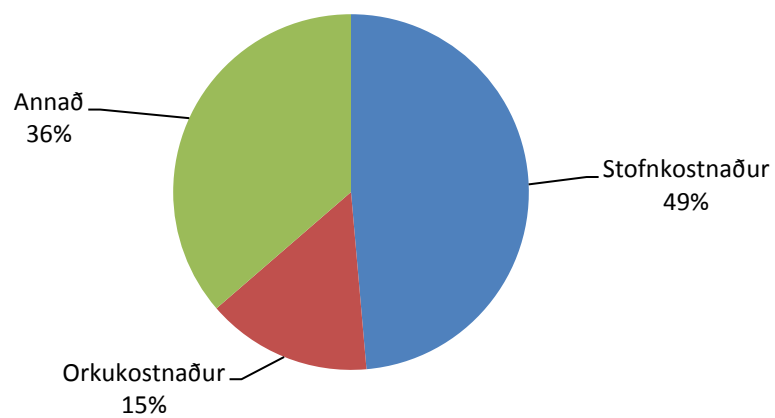
2011



2012



2020



Mynd 38 Samanburður á líftímakostnaði milli verkefna m.v. 8% ávöxtunarkröfu

5. Niðurstöður og umræður

Niðurstaðan er að vistvænar aðgerðir og áherslur í rekstri höfuðstöðva Orkuveitu Reykjavíkur, Bæjarhálsi 1, geta skilað góðum árangri í minni orkunotkun og orkukostnaði; u.þ.b. 40% sparnaði á heitu vatni og 27% sparnaði í rafmagni. Niðurstaða líftímakostnaðargreiningar m.v. 8% ávöxtunarkröfu er að orkunotkun er u.þ.b. 9% af líftímakostnaði bygginganna, en lækkar í tæp 7% við orkusparnaðartillögur árið 2012. Það samsvarar 11 m.kr. sparnaði á ári, eða 135 m.kr. að núvirði m.v. 8% ávöxtunarkröfu og 60 ára líftíma. Það má því svara rannsóknarspurningu verkefnisins játandi að vistvænar áherslur í rekstri bygginga hafi áhrif til lækkunar á orkunotkun og líftímakostnað. Í dag er unnið að endurbótum á hússtjórnarkerfinu og lýkur því væntanlega á þessu ári. Þrátt fyrir erfiða fjárhagsstöðu OR og niðurskurð í rekstri þá sáu stjórnendur Orkuveitunnar sér hag í því að fara í þessar endurbætur. Niðurstaða þessa meistaraverkefnis sýnir tvímælalaust að þessar sparnaðaraðgerðir eru arðsamar og skila fyrirtækinu ávöxtun. Það verður svo áhugavert að taka stöðuna árið 2013 og sjá hvernig til hefur tekist við að ná niður orkunotkun bygginganna.

Þessar niðurstöður eru einnig í fullu samræmi við þær fullyrðingar íslenskra orkuráðgjafa mörg undanfarin ár í fjölmiðlum og á ráðstefnum um orkumál að ónýtt tækifæri til að minnka orkunotkun og kostnað bygginga eru 20-30% í heitavatnsnotkun og 10 – 20% í rafmagnsnotkun. Á Íslandi fara um 125 milljónir m³ af heitu vatni til upphitunar bygginga árlega, sem eru um kr. 15 milljarðar og ef 20% sparnaður næst í heitavatnsnotkun þá eru það um kr. 3 milljarðar. Raforkunotkun fyrirtækja, stofnana og sveitarfélaga er um 2.750 GWh/ári eða tæpir kr. 30 milljarða á ári. Ef 15% sparnaður næst í raforkunotkun þá eru það 413 GWh/ári eða um kr. 4,5 milljarðar á ári. Samtals væri hægt að spara í orkunotkun bygginga á Íslandi um kr. 7,5 milljarða á ári. Þetta eru þó aðeins órökstuddar vangaveltur og er raunveruleg útkoma háð fjölmörgum öðrum áhrifa- og óvissuþáttum. Rannsaka þarf fleiri notkunarflokkar bygginga til að fá betri samanburð á orkunotkun og nákvæmari niðurstöður. Til að setja þennan sparnað í samhengi þá er hægt að bera hann saman við raunhæft dæmi úr orkuframleiðslugeiranum. Nú er verið að reisa 95 MW virkjun í Búðarhálsi með orkugetu um 585 GWh/ári og stefnt er að byggingu Hverahlíðarvirkjunar með svipaðri orkugetu. Einnig má nefna að þessi ársorkusparnaður getur séð nokkrum netþjónabúum fyrir árlegri orkuþörf og skapað fjölda starfa, aukið fjárfestingar og afleiddrar atvinnustarfsemi um milljarða króna svo það er augljóst að til mikils er að vinna fyrir íslenskt efnahagslíf.

Þó svo að við búum við ódýra orku m.v. nágrannaþjóðir okkar þá er full ástæða til að fara vel með hana og er það þjóðfélagslega hagkvæmt að ala með sér vistvænar áherslur, sjálfbæra þróun og stuðla að góðri orkunýtingu. Því er stundum haldið fram að orkusparnaður sé neikvæður fyrir hagkerfið, vegna þess að umsvif minnki sjálfkrafa þegar minna er keypt af orku. Rannsóknir benda hins vegar einmitt til hins gagnstæða, þ.e. að orkusparnaður sé atvinnuskapandi og til þess fallinn að auka umsvif í hagkerfinu. Niðurstöður rannsóknaða voru birtar í árslok 2007 og voru hluti af mun stærri rannsóknarpakka Evrópusambandsins (Institute of European Environmental Policy, 2007), þar sem skoðuð eru tengsl umhverfis og hagkerfis. Þar kemur m.a. fram að bætt orkunýting, t.d. 10% orkusparnaður framleiðslufyrirtækja, myndi auka veltu og skapa fjöldann allan af störfum, einfaldlega vegna þess að orkugeirinn er langt frá því að vera mannaflsfrekur. Það skapast sem sagt mun fleiri störf í framleiðslugeiranum heldur en þau sem tapast í orkugeiranum. Hagræðing í orkunotkun ber oftast varanlegan árangur og þýðir því lækkun rekstrarkostnaðar fyrirtækja til frambúðar og bætta samkeppnisstöðu þeirra. Orkunotkun hér á landi er með því mesta sem um getur m.v. íbúafjölda og hefur það jafnvel verið talið til marks um þá velmegun sem ríkir hér á landi. Rétt er að staldra við og fara varlega í ótímabærar fjárfestingar í virkjunum á óvissutímum, ef það er hægt að ná orkunni fram með vistvænum og sjálfbærum orkusparnaðaraðgerðum sem þetta verkefni staðfestir.

Það er grunnforsenda vistvænnar hugsunar að draga úr sóun og bæta nýtingu auðlinda óháð framboði þeirra. Staðan hér á landi er önnur en í flestum Evrópuríkjum þar sem kostnaður við húshitun er enn talsvert lægri eins og staðan er í dag. Efnahagslegir hvatar eru því sannarlega ekki jafn sterkir, en engu að síður hlýtur þetta að geta skipt miklu máli fyrir rekstur bygginga. Sparnaðartillögur sem lagðar eru til í þessu meistaraverkefni eru unnar eftir hugmynda- og aðferðafræði sjálfbærrar þróunar þ.e. draga úr sóun, lækka orkukostnað og bæta rekstrarkostnað atvinnu- og skrifstofuhúsa á Íslandi. Eins og fram kom í upphafi þá takmarkast líftímakostnaðargreiningin í þessu meistaraverkefni eingöngu við upphaflega fjárfestingu (bókfærðan kostnað) og rekstur bygginganna s.s. orkunotkun, en ekki viðhald, endurnýjun eða förgun. Þetta er meðvituð ákvörðun til að halda verkefninu innan þess ramma sem upphaflega er farið af stað með og efnistöð rannsóknarvinnunnar sem eru vistvænar áherslur í rekstri bygginga. Höfundur þessa verkefnis telur því að það sé verðugt framhaldsverkefni eða annað meistaraverkefni að rannsaka viðhald skrifstofu- og atvinnuhúsa á Íslandi með vistvænum áherslum og áhrif þeirra á líftímakostnað.

Orðskýringar

Afl: (e. power) mælieining afls (kW) lýsir hve mikil orka streymir á hverri tímaeiningu **W** Watt, eining fyrir orkuumbreytingu (e. energy conversion), samsvarar Joule á sekúndu (J/s).

Afltoppur: mesta orkustreymi á tímaeiningu.

Ársnotkun: fjöldi kWh sem notaðar eru á einu almanaksári (365 dögum).

Ávöxtun: (e. return) ávöxtun getur verið margs konar en merkir alltaf að viðkomandi hafi haft meira út úr viðskiptunum en hann lagði í þau. Hafi viðkomandi hins vegar fengið minna út úr viðskiptunum en hann lagði í þau má tala um neikvæða ávöxtun. Dæmi um ávöxtun er ef hlutabréf er keypt og selt aftur á hærra verði eða að keyptur sé gjaldeyrir og seldur aftur á hærra verði. Arður sem fyrirtæki greiðir hluthöfum sínum telst einnig til ávöxtunar.

Ávöxtunarkrafa: eins og nafnið gefur til kynna er um að ræða kröfu sem gerð til ávöxtunar á fé á ársgrundvelli. Ávöxtunarkrafa er hvað oftast notuð í samhengi við skuldabréf og lýsir þeirri kröfu sem kaupandi skuldabréfs gerir til ávöxtunar á fé sínu. Ef fjárfestir á 1 milljón og býst við að hún verði orðin að 1,5 milljónum eftir eitt ár þá er ávöxtunarkrafa hans 50%. Á ensku nefnist ávöxtunarkrafa Yield to Maturity og vísar til þeirra ávöxtunar sem næst þangað til skuldabréf er á gjalddaga. Krafa sem kaupandi skuldabréfs gerir til ávöxtunar á fé sínu. Dæmi: Sá sem á 100.000 kr. nú en vill eiga 110.000 kr. eftir eitt ár gerir kröfu um 10% ávöxtun á fé sitt ($100.000 \times 1,10 = 110.000$).

CO2: koltvíoxíð, myndast við bruna jarðefnaeldsneytis, er sú gróðurhúsalofttegund sem talin er eiga mestan þátt í heimshlýnun.

Endurnýjanlegar orkulindir: orkulindir sem geta endurnýjað sig í sífellu, svo sem fallvötn, jarðhiti, vindorka, sjávarföll og sólarorka.

Frumorkunotkun: (e. primary energy use) er „orkunám—, til dæmis varmi tekinn úr jörðu, afl virkjaðra fossa eða orkugildi olíu, úr borholu eða innfluttrar.

Hagkvæm nýting: hámarkar hagnað samfélagsins, þ.e. samfélagslegan ábata að frádregnum samfélagslegum kostnaði.

Hagnaður: (e. profit) jákvæður mismunur tekna og gjalda nefnist hagnaður. Þó er mikilvægt að skoða hagnað í hlutfalli við stærð og umfang fyrirtækisins og hvernig reksturinn hefur verið í fortíð. Til eru margs konar kennitölur til að mæla árangur fyrirtækja þar sem horft er til fleiri þátta en hagnaðar eins og sér.

Hreinn núvirtur kostnaður: (e. net present cost, NPC) hreinn núvirtur heildarkostnaður. NPC innifelur í sér aðeins þann kostnað sem til fellur yfir ákveðið tímabil.

Hreint núvirði: (e. net present value, NPV) hreint núvirði heildareignar. NPV innifelur í sér allar framtíðartekjur yfir ákveðið tímabil að frádregnum stofnkostnaði.

Nafnafvöxtun: (e. nominal discount rate) ávöxtunarkrafa án tillits til verðbólgu.

Nafnkostnaður: (e. nominal cost) kostnaður án tillits til verðbólgu.

Nafnvextir: (e. present value) nafnvextir eru uppgefin vaxtaþrósenta án tillits til verðbólgu. Nafnvextir eru raunvextir auk verðbólgu. Ef verðbólga hækkar er eðlilegt að nafnvextir hækki (e. nominal interest rate).

Núvirði: núvirði, verðmæti t.d. eignir, skuldir eða fjárstreymi á ákveðnum tíma umreiknað í verðmæti miðað við daginn í dag.

Næmnigreining: metur breytingar á niðurstöðu verkefnis þegar helstu lykiltölum er breytt vegna ýmissa óvissupáttanna.

Orka: (e. energy) vinna er það sem við nefnum að jafnaði ORKA og getur þessi vinna/orka (Joule) tekið á sig ýmsar myndir. Þótt grunneining orku sé Joule er venja að nota aðrar einingar fyrir þessar myndir orkunnar t.d. er raforka gjarnan mæld í watt-stundum (en 1 watt-stund samsvarar 3600 J). Unnt er að breyta orku úr einu formi í annað, en orka er ætíð varðveitt og eyðist ekki, sé litið til kerfis í heild og til allra orkutegunda kWh eða kWst kílówattstund, orkuumbreyting á hraðanum 1.000 wött sem standur í eina klukkustund.

Orkunýtni bygginga: (e. energy performance buildings) það magn orku sem er í raun notað eða sem áætlað er að uppfylli mismunandi þarfir í tengslum við staðlaða notkun byggingarinnar, sem kann m.a. að fela í sér hitun, upphitun heits vatns, kælingu, loftræsingu og lýsingu. Þetta magn skal sett fram með einum eða fleiri töluvísum sem hafa verið reiknaðir að teknu tilliti til einangrunar, tæknilegra eiginleika og eiginleika lagna, hönnunar og staðsetningar með tilliti til veðurfarslegra þátta, sólarljóss, og áhrifa nærliggjandi mannvirkja, eigin orkuframleiðslu og annarra þátta, þ.m.t. loftskilyrði innandyrna, sem hafa áhrif á orkuþörfina.

Orkuverð: raforkuverð til endanlegra notenda er samsett úr þáttum sem ákvarðast annars vegar í samkeppni á markaði, og hins vegar í einkaleyfisrekstri. Orkuverð frá vinnslufyrirtækjum og orkusölum myndast í samkeppni, en flutnings- og dreifikostnaður er verðlagður af einkaleyfishöfum, þ.e. flutningsfyrirtæki (í dag Landsneti) og dreifiveitum. Einkaleyfishöfum eru sett ákveðin tekjumörk sem Orkustofnun ákveður í samræmi við raforkulögin sem tóku gildi 1. janúar 2006. Í þessu samhengi er skilið á milli þess kostnaðar sem fellur til vegna stórnotenda annars vegar og vegna almennrar notkunar (smásölu) hins vegar.

Sjálfbær þróun er íslensk þýðing á enska orðasambandinu sustainable development. Með sjálfbærri þróun er leitast við að mæta þörfum samtímans án þess að draga úr möguleikum komandi kynslóða til þess að mæta sínum þörfum. Skírskotun til orkuauðlinda er augljós en hugtakið tekur yfir mun breiðara svið og byggir á þremur meginþáttum eða víddum, sem tengjast innbyrðis: efnahagslegri þróun, samfélagslegri þróun og verndun umhverfis.

Tímamæling: stöðugt mæld raforkunotkun í tímaeiningum (15 eða 60 mín).

Verðbólga: (e. inflation) þegar almennt verðlag hækkar með stöðugum hætti er talað um að verðbólga sé til staðar. Hagstofan tekur saman vísitölu neysluverðs, sem notuð er til að meta verðbólgu.

Vistvæn orka: Ferill orkunnar frá orkulindum og orkuverum, í flutningi og dreifingu (e.t.v. í mismunandi formi) og að lokum endanleg notkun hennar, felur oftast í sér margs konar neikvæð áhrif á vistkerfi, landslag og umhverfi. Með vistvænni orku er átt við að þessi neikvæðu áhrif séu umtalsvert minni en af öðrum ríkjandi orkuferlum á hverjum tíma.

Heimildaskrá

Adams, W. (2006). The future of sustainability. Re-thinking environment and development in the twenty-first century.

Björn Marteinnsson. (2005). Orkunotkun húsa – ástandskönnun 2005. Sótt 18. janúar 2012 af [http://www.os.is/media/radstefnur/orkunotkun-heimila-og-idnadar-2005/Radstefna-um-orkunotkun-heimila-og-idnadar-\(25.11.2005---Orkunotkun-husa---astandskonnun-2005.pdf](http://www.os.is/media/radstefnur/orkunotkun-heimila-og-idnadar-2005/Radstefna-um-orkunotkun-heimila-og-idnadar-(25.11.2005---Orkunotkun-husa---astandskonnun-2005.pdf).

Björn Marteinnsson. (2012). Hagkvæmar einangrunarþykktir, (31. árgangur), 24–25.

BRE Global. (2009). BREEAM Europe Commercial 2009. Sótt 8. apríl 2012 af <http://www.scribd.com/tranenvironment/d/62557734-SD-5066A-1-1-BREEAM-Europe-Commercial-2009>.

BREEAM Noregur. (2012). Norwegian Green Building Council. Sótt 17. maí 2012 af <http://www.ngbc.no/index.php?q=content/english>.

Byggingarreglugerð. (2012, janúar). . Sótt 28. janúar 2012 af http://www.mannvirkjastofnun.is/library/Skrar/Byggingarsvid/Byggingarreglugerd/Byggingarreglugerd_2012.pdf.

Directive 2010/31/EU. (2010). . Sótt 20. janúar 2012 af <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EN:PDF>.

Edvard G Guðnason. (2010). Sæstrengur til Evrópu. Sótt 31. mars 2012 af <http://www.landsvirkjun.is/media/2010/Saestrengur-til-Evropu-HR-18.11.2010.pdf>.

Elsparefonden, Kontorets elforbrug,. (2003). . Sótt 21. janúar 2012 af <http://www.vent.dk/>.

Enova.no. (2012). Enovas senter for publikasjoner. Sótt 4. mars 2012 af <http://www.enova.no/publikasjonsoversikt/publicationlist.aspx?keywordID=46>.

European Commission. (2011). Energy Efficiency Plan 2011. Sótt 4. febrúar 2012 af <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0109:FIN:EN:PDF>.

Framkvæmdasýsla ríkisins. (2012). Sjálfbærni og vistvæn þróun. Sótt af

<http://www.fsr.is/Samstarf/Vistvaen-throun>.

Fréttablaðið. (2011). Vísir - Jarðvarminn sparar tugi milljarða á ári. visir.is. Sótt 15. mars 2012 af

<http://www.visir.is/jardvarminn-sparar-tugi-milljarda-a-ari/article/2011711169945>.

Helga Jóhanna Bjarnadóttir. (2009). Vistvæn hönnun mannvirkja og vottun. Sótt 17. mars 2012 af

http://www.umhverfisraduneyti.is/media/PDF_skrar/Vistvan_honnun_mannvirkja_og_vottun_EFLA_verkfradistofa__9.okt__2009.pdf.

Inger Andresen og Kirsten Efnglund Åsa Wahlström. (e.d.).

[nordic_analysis_of_leb_summary_report_final.pdf](#). Sótt 19. janúar 2012 af

http://vbr.is/files/nordic_analysis_of_leb_summary_report_final.pdf.

Institute of European Environmental Policy. (2007). Links between the environment, economy and jobs. Sótt 17. janúar 2012 af

http://ec.europa.eu/environment/enveco/industry_employment/pdf/ghk_study_wider_links_report.pdf.

Jón Ingimarsson. (2012). Er sæstrengur í sjónmáli? Flutt á Afmælisráðstefna VFÍ. Sótt 31. mars 2012

af http://www.vfi.is/media/utgafa/80312_JI.pdf.

Lög um mannvirki nr. 160/2010. (2010). . Sótt 21. janúar 2012 af

<http://www.althingi.is/altext/139/s/pdf/0536.pdf>.

Mannvirkjastofnun. (2012). Ný byggingarreglugerð. Sótt 19. febrúar 2012 af

<http://www.mannvirkjastofnun.is/byggingarmal/ny-byggingarreglugerd/>.

Markaðsmál OR. (2012, maí). Orkuverð á Norðurlöndum. Sótt 16. maí 2012 af <http://www.or.is/>.

Menningarstefna í mannvirkjagerð. (2007). Menningarstefna í mannvirkjagerð.

Menntamálaráðuneytið. Sótt 28. janúar 2012 af

<http://www.fsr.is/lisalib/getfile.aspx?itemid=6051>.

Norræna ráðherranefndin. (2010). Norræn samstarfsáætlun um orkumál 2010–2013. Sótt 19. janúar 2012 af

http://vbr.is/files/Norr%C3%A6n%20samstarfs%C3%A1%C3%A6tlun%20um%20orkum%C3%A1l%202010%E2%80%932013_1060542209.pdf.

OR. (2012). Orkuveita Reykjavíkur - heimasíða. Sótt 17. maí 2012 af <http://www.or.is/>.

Orkusetur. (2012). Orkusetur - Bætt orkunýting. Sótt 15. mars 2012 af

http://orkusetur.is/page/orkusetur_orkusparnadur.

Orkustofnun. (2012). Frumorkunotkun á Íslandi. Sótt 17. maí 2012 af

<http://www.os.is/orkustofnun/orkutolur/frumorka/uppruni-orku/>.

Orkuveita Reykjavíkur. (2012). Hollráð. Orkuveita Reykjavíkur. Sótt 18. janúar 2012 af

<http://www.or.is/>.

Reykjavíkurborg. (2010). Líftímakostnaður. Sótt 17. maí 2012 af

http://www.reykjavik.is/desktopdefault.aspx/tabid-3545/436_read-22909/.

Ríkiskaup. (2006). Vistvæn innkaup & Líftímakostnaður. Sótt 17. mars 2012 af

http://www.google.is/#hl=en&sugexp=frgbld&gs_nf=1&cp=27&gs_id=7&xhr=t&q=FS_Liftimakostnadur_15_mars&pf=p&output=search&sclient=psy-ab&oq=FS_Liftimakostnadur_15_mars&aq=f&aqi=&aql=&gs_sm=&gs_upl=&gs_l=&pbx=1&av=on.2,or.r_gc.r_pw.r_qf.,cf.osb&fp=682a85eb90bfa559&biw=1366&bih=595.

Se Elforbrug. (2012). Se Elforbrug - et værktøj til elbesparelser. Sótt 21. janúar 2012 af

http://www.goenergi.dk/offentlig/vaerktoej-og-beregnere/se-elforbrug/index_html.

Staðlaráð Íslands. (2011). Orkustjórnun. Sótt 17. maí 2012 af [http://www.stadlar.is/stadlamal---](http://www.stadlar.is/stadlamal---frettir/nr/502/)

[frettir/nr/502/](http://www.stadlar.is/stadlamal---frettir/nr/502/).

Stýrihópur um mótun heildstæðrar orkustefnu. (2011). Orkustefna fyrir Ísland. Sótt 20. janúar 2012

af <http://www.nea.is/media/gagnasofn/Orkustefna-fyrir-Island.pdf>.

Søren Aggerholm. (2011). Danish approach. Sótt 20. janúar 2012 af

<http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/doc/dk.pdf>.

Teknikforetagen. (e.d.). . Sótt 21. janúar 2012 af <http://www.teknikforetagen.se/en/>.

Umhverfiráðuneytið. (2003). Innkaupastefna umhverfiráðuneytisins. Sótt 20. janúar 2012 af

<http://www.umhverfisraduneyti.is/utgefid-efni/nr/441>.

Verkfræðistofan Vista. (2012). Orkusparnaður. Sótt 9. apríl 2012 af

<http://vista.is/verkefni/orkusparnadur/>.

Vísir. (2012). Sæstrengur til Evrópu. visir.is. Sótt 31. mars 2012 af [http://www.visir.is/saestrengur-](http://www.visir.is/saestrengur-verdi-metinn-naestu-2-3-ar/article/2012120319406)

[verdi-metinn-naestu-2-3-ar/article/2012120319406](http://www.visir.is/saestrengur-verdi-metinn-naestu-2-3-ar/article/2012120319406).

Viðauki A

Líftímakostnaðargreining - Niðurstöður úr vefútgáfu, LCCweb.no

Skýrsla nr. 1 - Verkefnisupplýsingar

Skýrsla nr. 11 – Árskostnaður - Jafngreiðslur m.v. 8% ávöxtunarkröfu

Skýrsla nr. 12 – Líftímakostnaður - Núvirtur m.v. 8% ávöxtunarkröfu



LCC - greining

1. Verkefnisupplýsingar



Utskrift 03.04.2012 kl.11:27:29

001 Bæjarháls 1

Driftfase

Verkefnastjóri

12.01.2011 av Jón Sigurðsson (jon.sigurdsson@or.is)

Verkefnislýsing

Bæjarháls 1 er skrifstofubygging frá -3. til 6. hæð, ásamt bílageymsluhúsi. Norðurhús er verkstæðisbygging ásamt skrifstofurými.



Bæjarháls 1, Reykjavík

Aðalbygging, bílageymsluhús og Norðurhús

Upplýsingar

Funksjonsdel		Aktivt alternativ	Areal m ²	Ansatte stk	Brukere stk	Restverdi %
001 Aðalbygging	31 Kontorbygning	1 - Staðan 2008	14 096	0	300	0
002 Bílastæðahús	43 Garasje- og hangarbygning	1 - Staðan 2008	3 187	0	0	0
003 Norðurhús	29 Annen industri og lagerbygning	1 - Staðan 2008	5 051	0	70	0
Sum			22 334	0	370	



11. Árskostnaður - Jafngreiðslur m.v. 8%

Utskrift 21.05.2012 kl.18:18:32

001 Bæjarháls 1 - 8% ávöxtunarkrafa

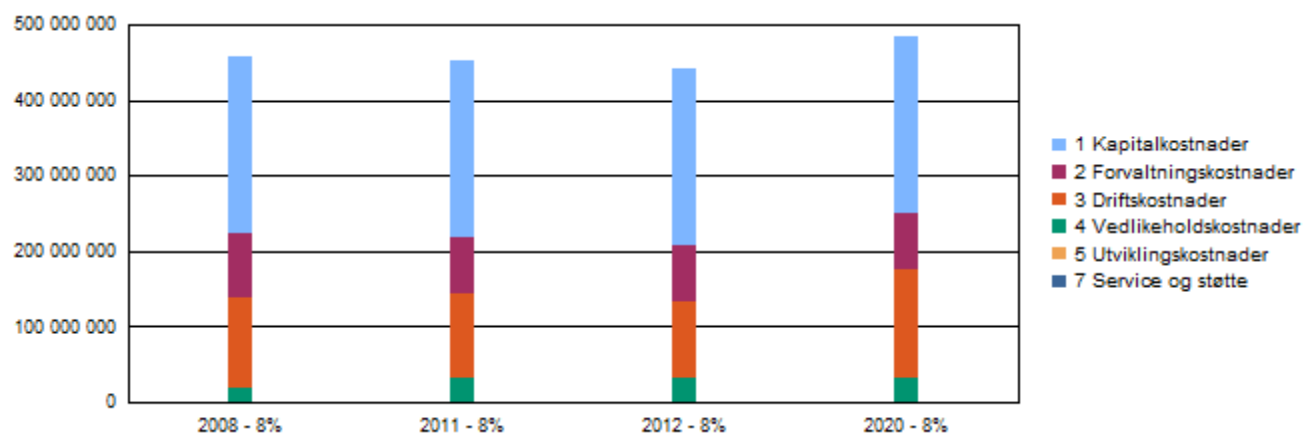
Konsept			Konseptbeskrivelse			
2008 - 8%			2008 - 8%			
Fase	Funksjonsdel	Alternativ	BTA m ²	Rente %	Brukstid år	Restverdi %
Driftfase	001 Aðalbygging - 8% ávöxtu	1 Staðan 2008	14 096	8,0	60	0,0
Driftfase	002 Bílastæðahús - 8% ávöx	1 Staðan 2008	1	8,0	60	0,0
Driftfase	003 Norðurhús - 8% ávöxtun	1 Staðan 2008	5 051	8,0	60	0,0
Sum			19 148			

Konsept			Konseptbeskrivelse			
2011 - 8%			2011 - 8%			
Fase	Funksjonsdel	Alternativ	BTA m ²	Rente %	Brukstid år	Restverdi %
Driftfase	001 Aðalbygging - 8% ávöxtu	4 Staðan 2011	14 096	8,0	60	0,0
Driftfase	003 Norðurhús - 8% ávöxtun	4 Staðan 2011	5 051	8,0	60	0,0
Driftfase	002 Bílastæðahús - 8% ávöx	4 Staðan 2011	1	8,0	60	0,0
Sum			19 148			

Konsept			Konseptbeskrivelse			
2012 - 8%			2012 - 8%			
Fase	Funksjonsdel	Alternativ	BTA m ²	Rente %	Brukstid år	Restverdi %
Driftfase	002 Bílastæðahús - 8% ávöx	5 Staðan 2012 - sparnaður	1	8,0	60	0,0
Driftfase	001 Aðalbygging - 8% ávöxtu	5 Staðan 2012 - sparnaður	14 096	8,0	60	0,0
Driftfase	003 Norðurhús - 8% ávöxtun	5 Staðan 2012 - sparnaður	5 051	8,0	60	0,0
Sum			19 148			

Konsept			Konseptbeskrivelse			
2020 - 8%			2020 - 8%			
Fase	Funksjonsdel	Alternativ	BTA m ²	Rente %	Brukstid år	Restverdi %
Driftfase	001 Aðalbygging - 8% ávöxtu	6 Staðan 2020 - sviðsmynd	14 096	8,0	60	0,0
Driftfase	003 Norðurhús - 8% ávöxtun	6 Staðan 2020 - sviðsmynd	5 051	8,0	60	0,0
Driftfase	002 Bílastæðahús - 8% ávöx	6 Staðan 2020 - sviðsmynd	1	8,0	60	0,0
Sum			19 148			

Árskostnader [kr]



	2008 - 8%	2011 - 8%	2012 - 8%	2020 - 8%
1 Kapitalkostnader	236 042 676	236 042 676	236 042 676	236 042 676
2 Forvaltningskostnader	84 628 424	74 483 322	74 483 322	74 483 322
3 Driftskostnader	118 795 958	109 907 210	99 053 873	142 790 565
4 Vedlikeholdskostnader	18 888 673	32 233 599	32 233 599	32 233 599
5 Utviklingskostnader	0	0	0	0
7 Service og støtte	0	0	0	0
Sum	458 355 731	452 666 807	441 813 470	485 550 162

Konsept: 2008 - 8%

Årskostnader

	Utleiers kostnad og ansvar		Leietakers kostnad		Total årskostnad	
	kr/år	kr/m²/år	kr/år	kr/m²/år	kr/m²/år	kr/år
1 Kapitalkostnader	236 042 676	12 327	0	0	12 327	236 042 676
2 Forvaltningskostnader	84 628 424	4 420	0	0	4 420	84 628 424
3 Driftskostnader	118 795 958	6 204	0	0	6 204	118 795 958
31 Løpende drift	7 251 670	379	0	0	379	7 251 670
32 Renhold	58 447 633	3 052	0	0	3 052	58 447 633
33 Energi	34 003 655	1 776	0	0	1 776	34 003 655
34 Vann og avløp	0	0	0	0	0	0
35 Avfall	0	0	0	0	0	0
36 Vakt og sikring	19 093 000	997	0	0	997	19 093 000
37 Utendørs	0	0	0	0	0	0
4 Vedlikeholdskostnader	18 888 673	986	0	0	986	18 888 673
5 Utviklingskostnader	0	0	0	0	0	0
7 Service og støtte	0	0	0	0	0	0
Sum	458 355 731	23 938	0	0	23 938	458 355 731

Konsept: 2011 - 8%

Årskostnader

	Utleiers kostnad og ansvar		Leietakers kostnad		Total årskostnad	
	kr/år	kr/m ² /år	kr/år	kr/m ² /år	kr/m ² /år	kr/år
1 Kapitalkostnader	236 042 676	12 327	0	0	12 327	236 042 676
2 Forvaltningskostnader	74 483 322	3 890	0	0	3 890	74 483 322
3 Driftskostnader	109 907 210	5 740	0	0	5 740	109 907 210
31 Løpende drift	2 297 648	120	0	0	120	2 297 648
32 Renhold	43 900 948	2 293	0	0	2 293	43 900 948
33 Energi	40 131 487	2 096	0	0	2 096	40 131 487
34 Vann og avløp	9 573 863	500	0	0	500	9 573 863
35 Avfall	0	0	0	0	0	0
36 Vakt og sikring	10 000 000	522	0	0	522	10 000 000
37 Utendørs	4 003 264	209	0	0	209	4 003 264
4 Vedlikeholdskostnader	32 233 599	1 683	0	0	1 683	32 233 599
5 Utviklingskostnader	0	0	0	0	0	0
7 Service og støtte	0	0	0	0	0	0
Sum	452 666 807	23 640	0	0	23 640	452 666 807

Konsept: 2012 - 8%

Årskostnader

	Utleiers kostnad og ansvar		Leietakers kostnad		Total årskostnad	
	kr/år	kr/m ² /år	kr/år	kr/m ² /år	kr/m ² /år	kr/år
1 Kapitalkostnader	236 042 676	12 327	0	0	12 327	236 042 676
2 Forvaltningskostnader	74 483 322	3 890	0	0	3 890	74 483 322
3 Driftskostnader	99 053 873	5 173	0	0	5 173	99 053 873
31 Løpende drift	2 297 648	120	0	0	120	2 297 648
32 Renhold	43 900 948	2 293	0	0	2 293	43 900 948
33 Energi	29 278 150	1 529	0	0	1 529	29 278 150
34 Vann og avløp	9 573 863	500	0	0	500	9 573 863
35 Avfall	0	0	0	0	0	0
36 Vakt og sikring	10 000 000	522	0	0	522	10 000 000
37 Utendørs	4 003 264	209	0	0	209	4 003 264
4 Vedlikeholdskostnader	32 233 599	1 683	0	0	1 683	32 233 599
5 Utviklingskostnader	0	0	0	0	0	0
7 Service og støtte	0	0	0	0	0	0
Sum	441 813 470	23 074	0	0	23 074	441 813 470

Konsept: 2020 - 8%

Årskostnader

	Utleiers kostnad og ansvar		Leietakers kostnad		Total årskostnad	
	kr/år	kr/m ² /år	kr/år	kr/m ² /år	kr/m ² /år	kr/år
1 Kapitalkostnader	236 042 676	12 327	0	0	12 327	236 042 676
2 Forvaltningskostnader	74 483 322	3 890	0	0	3 890	74 483 322
3 Driftskostnader	142 790 565	7 457	0	0	7 457	142 790 565
31 Løpende drift	2 297 648	120	0	0	120	2 297 648
32 Renhold	43 900 948	2 293	0	0	2 293	43 900 948
33 Energi	73 014 842	3 813	0	0	3 813	73 014 842
34 Vann og avløp	9 573 863	500	0	0	500	9 573 863
35 Avfall	0	0	0	0	0	0
36 Vakt og sikring	10 000 000	522	0	0	522	10 000 000
37 Utendørs	4 003 264	209	0	0	209	4 003 264
4 Vedlikeholdskostnader	32 233 599	1 683	0	0	1 683	32 233 599
5 Utviklingskostnader	0	0	0	0	0	0
7 Service og støtte	0	0	0	0	0	0
Sum	485 550 162	25 358	0	0	25 358	485 550 162



12. Líftímakostnaður – núvirtur m.v. 8%

Utskrift 21.05.2012 kl.18:20:35

001 Bæjarháls 1 - 8% ávöxtunarkrafa

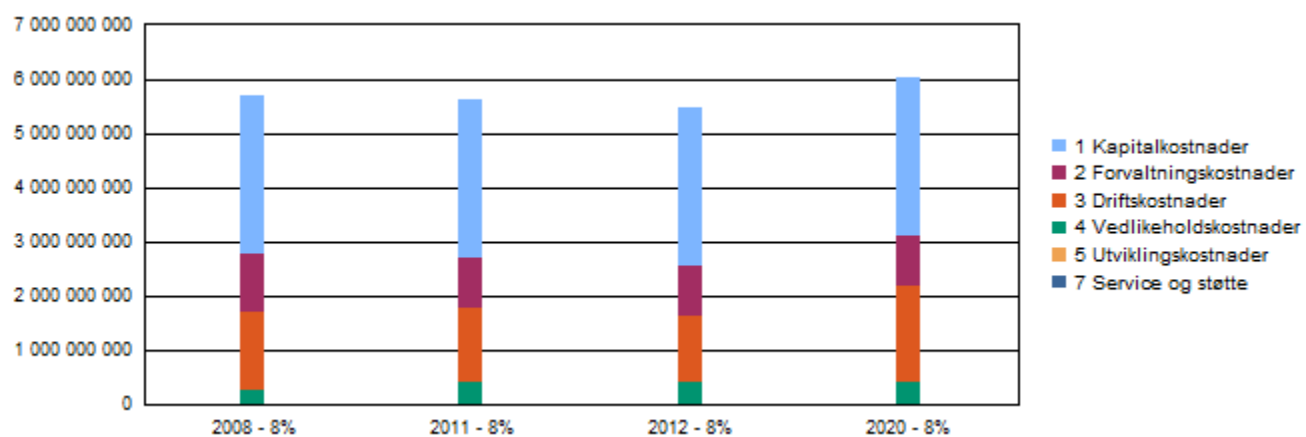
Konsept		Konseptbeskrivelse				
2008 - 8%		2008 - 8%				
Fase	Funksjonsdel	Alternativ	BTA m ²	Rente %	Brukstid år	Restverdi %
Driftfase	001 Aðalbygging - 8% ávöxtu	1 Staðan 2008	14 096	8,0	60	0,0
Driftfase	002 Bílastæðahús - 8% ávöx	1 Staðan 2008	1	8,0	60	0,0
Driftfase	003 Norðurhús - 8% ávöxtun	1 Staðan 2008	5 051	8,0	60	0,0
Sum			19 148			

Konsept		Konseptbeskrivelse				
2011 - 8%		2011 - 8%				
Fase	Funksjonsdel	Alternativ	BTA m ²	Rente %	Brukstid år	Restverdi %
Driftfase	001 Aðalbygging - 8% ávöxtu	4 Staðan 2011	14 096	8,0	60	0,0
Driftfase	003 Norðurhús - 8% ávöxtun	4 Staðan 2011	5 051	8,0	60	0,0
Driftfase	002 Bílastæðahús - 8% ávöx	4 Staðan 2011	1	8,0	60	0,0
Sum			19 148			

Konsept		Konseptbeskrivelse				
2012 - 8%		2012 - 8%				
Fase	Funksjonsdel	Alternativ	BTA m ²	Rente %	Brukstid år	Restverdi %
Driftfase	002 Bílastæðahús - 8% ávöx	5 Staðan 2012 - sparnaður	1	8,0	60	0,0
Driftfase	001 Aðalbygging - 8% ávöxtu	5 Staðan 2012 - sparnaður	14 096	8,0	60	0,0
Driftfase	003 Norðurhús - 8% ávöxtun	5 Staðan 2012 - sparnaður	5 051	8,0	60	0,0
Sum			19 148			

Konsept		Konseptbeskrivelse				
2020 - 8%		2020 - 8%				
Fase	Funksjonsdel	Alternativ	BTA m ²	Rente %	Brukstid år	Restverdi %
Driftfase	001 Aðalbygging - 8% ávöxtu	6 Staðan 2020 - sviðsmynd	14 096	8,0	60	0,0
Driftfase	003 Norðurhús - 8% ávöxtun	6 Staðan 2020 - sviðsmynd	5 051	8,0	60	0,0
Driftfase	002 Bílastæðahús - 8% ávöx	6 Staðan 2020 - sviðsmynd	1	8,0	60	0,0
Sum			19 148			

Náverdi [kr]



	2008 - 8%	2011 - 8%	2012 - 8%	2020 - 8%
1 Kapitalkostnader	2 921 393 982	2 921 393 982	2 921 393 982	2 921 393 982
2 Forvaltningskostnader	1 047 407 921	921 846 559	921 846 559	921 846 559
3 Driftskostnader	1 470 284 114	1 360 272 080	1 225 945 212	1 767 254 567
4 Vedlikeholdskostnader	233 776 606	398 940 750	398 940 750	398 940 750
5 Utviklingskostnader	0	0	0	0
7 Service og støtte	0	0	0	0
Sum	5 672 862 623	5 602 453 370	5 468 126 502	6 009 435 858

Konsept: 2008 - 8%

Nåverdi

	Utleiers kostnad og ansvar		Leietakers kostnad		Total årskostnad	
	kr	kr/m ²	kr	kr/m ²	kr/m ²	kr
1 Kapitalkostnader	2 921 393 982	152 569	0	0	152 569	2 921 393 982
2 Forvaltningskostnader	1 047 407 921	54 701	0	0	54 701	1 047 407 921
3 Driftskostnader	1 470 284 114	76 785	0	0	76 785	1 470 284 114
31 Løpende drift	89 750 656	4 687	0	0	4 687	89 750 656
32 Renhold	723 380 052	37 778	0	0	37 778	723 380 052
33 Energi	420 847 936	21 979	0	0	21 979	420 847 936
34 Vann og avløp	0	0	0	0	0	0
35 Avfall	0	0	0	0	0	0
36 Vakt og sikring	236 305 469	12 341	0	0	12 341	236 305 469
37 Utendørs	0	0	0	0	0	0
4 Vedlikeholdskostnader	233 776 606	12 209	0	0	12 209	233 776 606
5 Utviklingskostnader	0	0	0	0	0	0
7 Service og støtte	0	0	0	0	0	0
Sum	5 672 862 623	296 264	0	0	296 264	5 672 862 623

Konsept: 2011 - 8%

Nåverdi

	Utleiers kostnad og ansvar		Leietakers kostnad		Total årskostnad	
	kr	kr/m ²	kr	kr/m ²	kr/m ²	kr
1 Kapitalkostnader	2 921 393 982	152 569	0	0	152 569	2 921 393 982
2 Forvaltningskostnader	921 846 559	48 143	0	0	48 143	921 846 559
3 Driftskostnader	1 360 272 080	71 040	0	0	71 040	1 360 272 080
31 Løpende drift	28 436 955	1 485	0	0	1 485	28 436 955
32 Renhold	543 342 278	28 376	0	0	28 376	543 342 278
33 Energi	496 689 355	25 939	0	0	25 939	496 689 355
34 Vann og avløp	118 491 394	6 188	0	0	6 188	118 491 394
35 Avfall	0	0	0	0	0	0
36 Vakt og sikring	123 765 500	6 464	0	0	6 464	123 765 500
37 Utendørs	49 546 597	2 588	0	0	2 588	49 546 597
4 Vedlikeholdskostnader	398 940 750	20 835	0	0	20 835	398 940 750
5 Utviklingskostnader	0	0	0	0	0	0
7 Service og støtte	0	0	0	0	0	0
Sum	5 602 453 370	292 587	0	0	292 587	5 602 453 370

Konsept: 2012 - 8%

Nåverdi

	Utleiers kostnad og ansvar		Leietakers kostnad		Total årskostnad	
	kr	kr/m ²	kr	kr/m ²	kr/m ²	kr
1 Kapitalkostnader	2 921 393 982	152 569	0	0	152 569	2 921 393 982
2 Forvaltningskostnader	921 846 559	48 143	0	0	48 143	921 846 559
3 Driftskostnader	1 225 945 212	64 025	0	0	64 025	1 225 945 212
31 Løpende drift	28 436 955	1 485	0	0	1 485	28 436 955
32 Renhold	543 342 278	28 376	0	0	28 376	543 342 278
33 Energi	362 362 487	18 924	0	0	18 924	362 362 487
34 Vann og avløp	118 491 394	6 188	0	0	6 188	118 491 394
35 Avfall	0	0	0	0	0	0
36 Vakt og sikring	123 765 500	6 464	0	0	6 464	123 765 500
37 Utendørs	49 546 597	2 588	0	0	2 588	49 546 597
4 Vedlikeholdskostnader	398 940 750	20 835	0	0	20 835	398 940 750
5 Utviklingskostnader	0	0	0	0	0	0
7 Service og støtte	0	0	0	0	0	0
Sum	5 468 126 502	285 572	0	0	285 572	5 468 126 502

Konsept: 2020 - 8%

Nåverdi

	Utleiers kostnad og ansvar		Leietakers kostnad		Total årskostnad	
	kr	kr/m ²	kr	kr/m ²	kr/m ²	kr
1 Kapitalkostnader	2 921 393 982	152 569	0	0	152 569	2 921 393 982
2 Forvaltningskostnader	921 846 559	48 143	0	0	48 143	921 846 559
3 Driftskostnader	1 767 254 567	92 294	0	0	92 294	1 767 254 567
31 Løpende drift	28 436 955	1 485	0	0	1 485	28 436 955
32 Renhold	543 342 278	28 376	0	0	28 376	543 342 278
33 Energi	903 671 843	47 194	0	0	47 194	903 671 843
34 Vann og avløp	118 491 394	6 188	0	0	6 188	118 491 394
35 Avfall	0	0	0	0	0	0
36 Vakt og sikring	123 765 500	6 464	0	0	6 464	123 765 500
37 Utendørs	49 546 597	2 588	0	0	2 588	49 546 597
4 Vedlikeholdskostnader	398 940 750	20 835	0	0	20 835	398 940 750
5 Utviklingskostnader	0	0	0	0	0	0
7 Service og støtte	0	0	0	0	0	0
Sum	6 009 435 858	313 841	0	0	313 841	6 009 435 858

Viðauki B

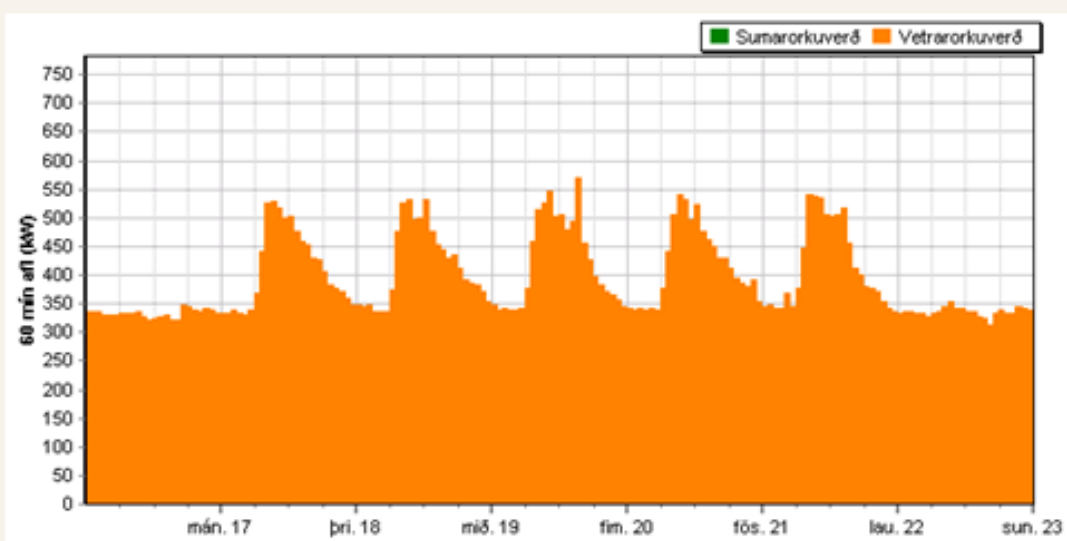
OR Bæjarháls, Raforka
Raunorka út

Vika 4 2011 (16.01 - 22.01)

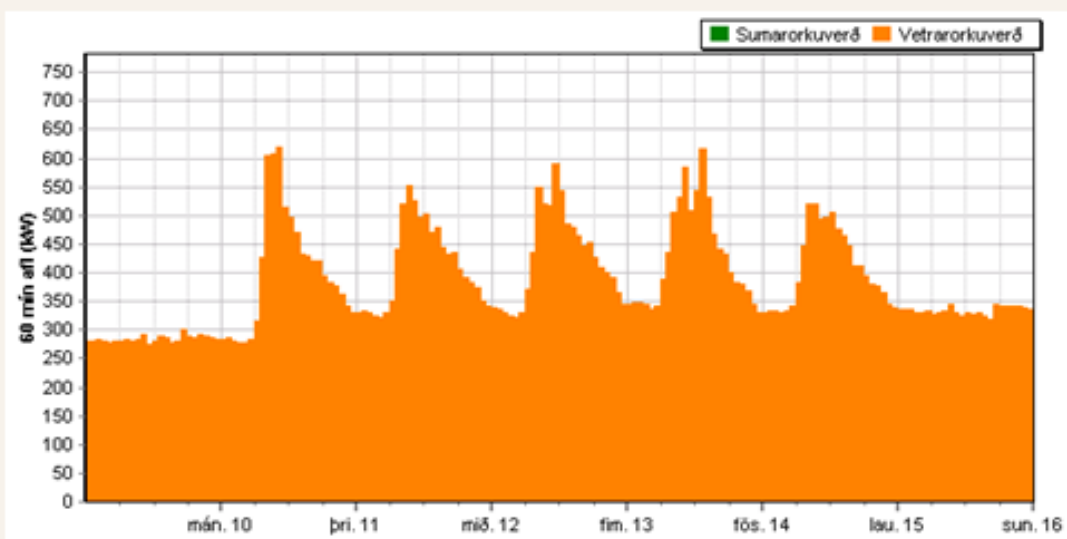
Fastnr: 149.678
Mælisnúmer: 6902364
Kennitala mst: 10.698.791
Mæligögn: 14.12.2005 - 16.05.2012

	Vika 4 2011	Vika 3 2011
Sumarorkuverð	0 kWh	0 kWh
Vetrarorkuverð	66.012 kWh	64.484 kWh
Aflverð	596,0 kW	672,0 kW
Nýtingarhlutfall	65,9 %	57,1 %

Álag - Vika 4 2011 (16.01 - 22.01)



Álag - Vika 3 2011 (09.01 - 15.01)



OR Bæjarháls, Raforka

Raunorka út

Vika 13 2012 (25.03 - 31.03)

Fastnr: 149.678

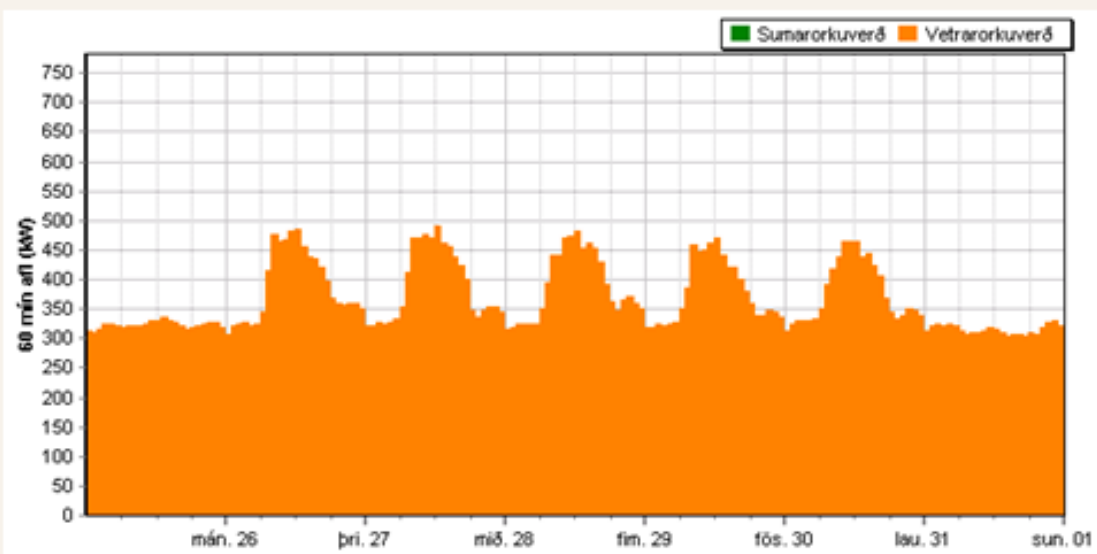
Mælisnúmer: 6902364

Kennitala mst: 10.698.791

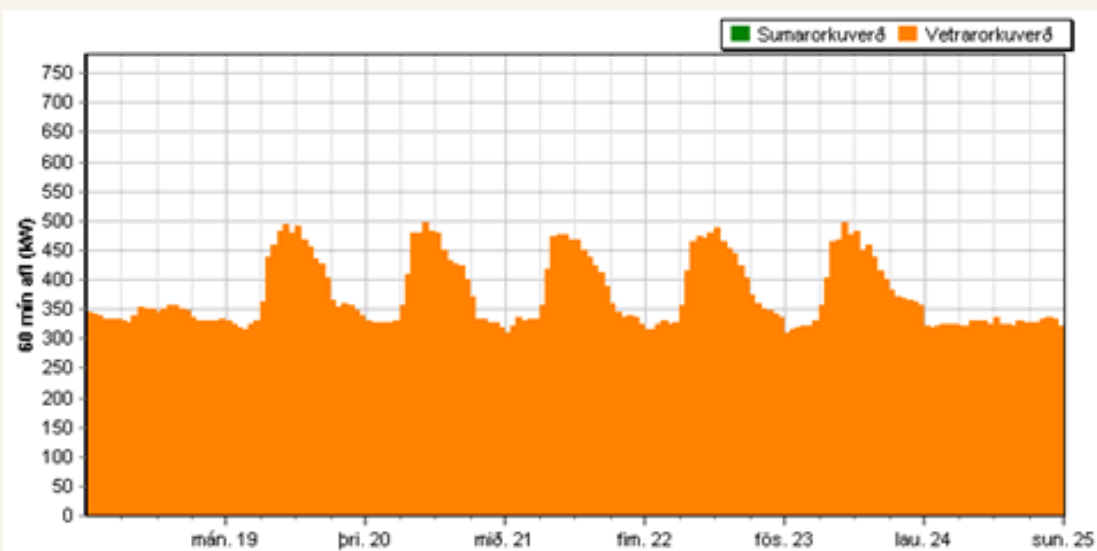
Mæligögn: 14.12.2005 - 16.05.2012

	Vika 13 2012	Vika 12 2012
Sumarorkuverð	0 kWh	0 kWh
Vetrarorkuverð	61.469 kWh	62.761 kWh
Aftverð	489,9 kW	496,1 kW
Nýtingarhlutfall	74,7 %	75,3 %

Álag - Vika 13 2012 (25.03 - 31.03)



Álag - Vika 12 2012 (18.03 - 24.03)



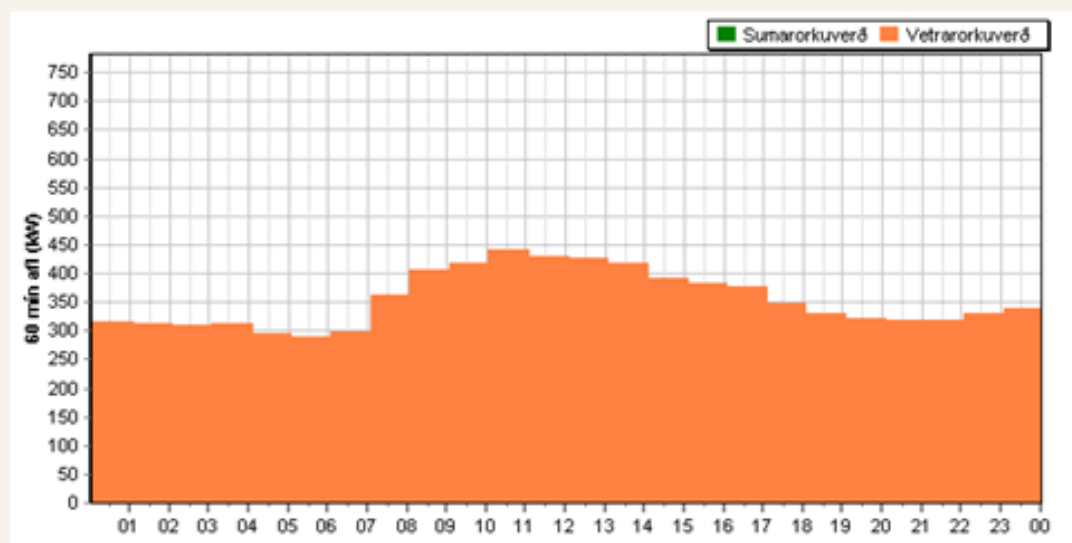
OR Bæjarhóls, Raforka
Raunorka út

30. apríl 2012

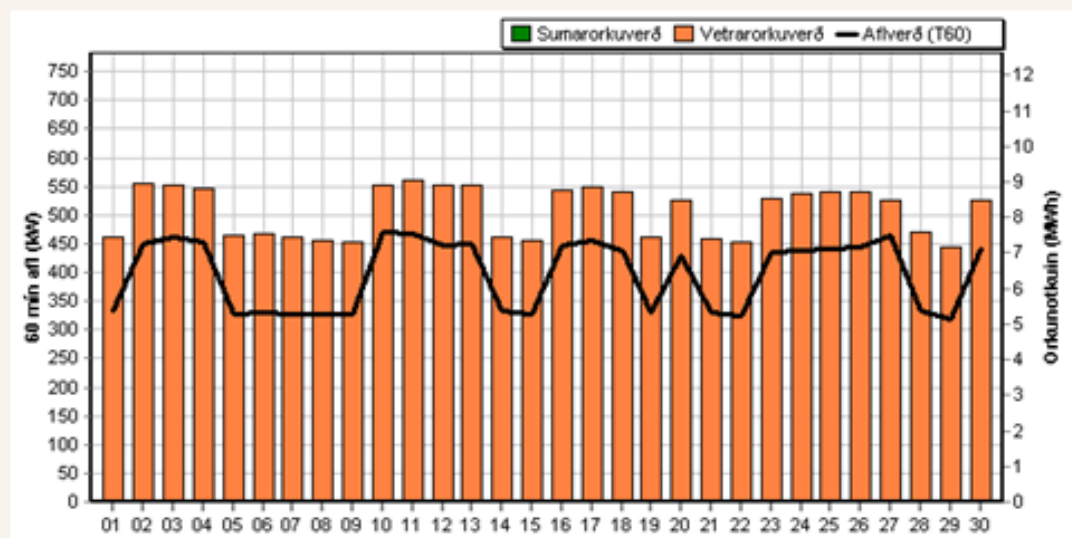
Fastnr: 149.678
 Mælisnúmer: 6902364
 Kennitala mst: 10.698.791
 Mæligögn: 14.12.2005 - 16.05.2012

	30. apríl 2012	apríl 2012
Sumarorkuverð	0 kWh	0 kWh
Vetrarorkuverð	8.489 kWh	245.059 kWh
Aflverð	439,6 kW	470,2 kW
Nýtingarhlutfall	80,5 %	72,4 %

Álag 30.04 2012



Raforkunotkun og toppafl apríl 2012 eftir dögum



Viðauki C

Ársorkunotkun að Bæjarhálsi 1, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 (áætlun), 2020 (sviðsmýnd)

Höfuðstöðvar OR, Bæjarhálsi 1						
Aðalbygging	14096 m ²					
Norðurhús	5051 m ²					
Orkunotkun 2008		2008	2008	2008	2008	2008
Taxtar	Fastanúmer	kWh	m ³	kWh/m ²	kr	kr/m ²
Rafmagn - kr/kWh		7,31				
Heitt vatn - kr/kWh		1,43				
Heitt vatn - kr/m ³			68,05			
Snjóbræðsla - kr/m ³			66,95			
Aðalbygging						
Heitt vatn	144600	3754013	78750	266	5358938	380
Rafmagn	149678	2844584		202	20793909	1475
Heitt vatn + rafmagn		6598597		468		1855
Aðalbygging, snjóbræðsla	149283	2278388	47795		3199875	
Heitt vatn + rafmagn + snjó		8876984	126545	630		
					29352722	2082
Norðurhús						
Norðurhús, heitt	157870	1163529	24408	230	1660964	329
Norðurhús, rafm		845128		167	6177886	1223
Heitt vatn + rafmagn		2008657		398		1552
Norðurhús, snjóbræðsla	163233	5362065	112483		7530737	
Heitt vatn + rafmagn + snjó		7370722	136891	1459		
					15369587	3043
Orkunotkun 2009		2009	2009	2009	2009	2009
Taxtar	Fastanúmer	kWh	m ³	kWh/m ²	kr	kr/m ²
Rafmagn - kr/kWh		8,20				
Heitt vatn - kr/kWh		1,83				
Heitt vatn - kr/m ³			87,16			
Snjóbræðsla - kr/m ³			61,85			
Aðalbygging						
Heitt vatn	144600	2962834	62153	210	5417255	384
Rafmagn	149678	2619356		186	21478719	1524
Heitt vatn + rafmagn		5582190		396		1908
Aðalbygging, snjóbræðsla	149283	938813	19694		1218074	
Heitt vatn + rafmagn + snjó		6521002	81847	463		
					28114049	1994
Norðurhús						
Norðurhús, heitt	157870	994444	20861	197	1818245	360
Norðurhús, rafm		779345		154	6390629	1265
Heitt vatn + rafmagn		1773789		351		1625

Norðurhús, snjóbræðsla	163233	1242900	26073		1612615	
Heitt vatn + rafmagn + snjó		3016689	46934	597		
					9821489	1944
Orkunotkun 2010		2010	2010	2010	2010	2010
Taxtar	Fastanúmer	kWh	m ³	kWh/m ²	kr	kr/m ²
Rafmagn - kr/kWh		8,65				
Heitt vatn - kr/kWh		2,10				
Heitt vatn - kr/m ³			100,00			
Snjóbræðsla - kr/m ³			53,56			
Aðalbygging						
Heitt vatn	144600	2631193	55196	187	5519600	392
Rafmagn	149678	2577992		183	22299631	1582
Heitt vatn + rafmagn		5209185		370		1974
Aðalbygging, snjóbræðsla	149283	944533	19814		1061238	
Heitt vatn + rafmagn + snjó		6153719	75010	437		
					28880469	2049
Norðurhús						
Norðurhús, heitt	157870	973040	20412	193	2041200	404
Norðurhús, rafm		767780		152	6641297	1315
Heitt vatn + rafmagn		1740820		345		1719
Norðurhús, snjóbræðsla	163233	159599	3348		179319	
Heitt vatn + rafmagn + snjó		1900419	23760	376		
					8861816	1754
Orkunotkun 2011		2011	2011	2011	2011	2011
Taxtar	Fastanúmer	kWh	m ³	kWh/m ²	kr	kr/m ²
Rafmagn - kr/kWh		10,78				
Heitt vatn - kr/kWh		2,50				
Heitt vatn - kr/m ³			119,41			
Snjóbræðsla - kr/m ³			53,56			
Aðalbygging						
Heitt vatn	144600	2366386	49641	168	5927632	421
Rafmagn	149678	2278561		162	24562888	1743
Heitt vatn + rafmagn		4644947		330		2163
Aðalbygging, snjóbræðsla	149283	1166723	24475		1310881	
Heitt vatn + rafmagn + snjó		5811671	74116	412		
					31801400	2256
Norðurhús						
Norðurhús, heitt	157870	918540	22326	182	2665948	528
Norðurhús, rafm		678339		134	7312494	1448
Heitt vatn + rafmagn		1596879		316		1976
Norðurhús, snjóbræðsla	163233	1087067	22804		1221382	
Heitt vatn + rafmagn + snjó		2683946	45130	531		
					11199824	2217

Orkunotkun 2012 - Sparnaðartillögur		2012	2012	2012	2012	2012
Taxtar	Fastanúmer	kWh	m ³	kWh/m ²	kr	kr/m ²
Rafmagn - kr/kWh		10,78				
Heitt vatn - kr/kWh		2,50				
Heitt vatn - kr/m ³			119,41			
Snjóbræðsla - kr/m ³			53,56			
Aðalbygging						
Heitt vatn	144600	2366386	49641	168	5927632	421
Rafmagn	149678	1565797		111	16879292	1197
Heitt vatn + rafmagn		3932183		279		1618
Aðalbygging, snjóbræðsla	149283	1166723	24475		1310881	
Heitt vatn + rafmagn + snjó		5098907	74116	362		
					24117804	1711
Norðurhús						
Norðurhús, heitt	157870	918540	22326	182	2665948	528
Norðurhús, rafm		391449		77	4219820	835
Heitt vatn + rafmagn		1309989		259		1363
Norðurhús, snjóbræðsla	163233	1087067	22804		1221382	
Heitt vatn + rafmagn + snjó		2397056	45130	475		
					8107150	1605
Orkunotkun 2020		2020	2020	2020	2020	2020
Taxtar	Fastanúmer	kWh	m ³	kWh/m ²	kr	kr/m ²
Rafmagn - kr/kWh		20				
Heitt vatn - kr/kWh		4,20				
Heitt vatn - kr/m ³			200			
Snjóbræðsla - kr/m ³			100			
Aðalbygging						
Heitt vatn	144600	2366386	49641	168	9928200	704
Rafmagn	149678	2278561		162	45571220	3233
Heitt vatn + rafmagn		4644947		330		3937
Aðalbygging, snjóbræðsla	149283	1166723	24475		2447500	
Heitt vatn + rafmagn + snjó		5811671	74116	412		
					57946920	4111
Norðurhús						
Norðurhús, heitt	157870	918540	22326	182	4465200	884
Norðurhús, rafm		678339		134	13566780	2686
Heitt vatn + rafmagn		1596879		316		3570
Norðurhús, snjóbræðsla	163233	1087067	22804		2280400	
Heitt vatn + rafmagn + snjó		2683946	45130	531		
					20312380	4021

Viðauki D

Viðskiptayfirlit OR, 2008 - 2010

Orkuveita Reykjavíkur

Orkuveita Reykjavíkur, 110 Reykjavík
Sími: 5167508

Orkuveita Reykjavíkur

Kt. 551298-3029

Bæjarhálsi 1

110 Reykjavík

Viðskiptayfirlit

Reikningsfærð viðskipti fyrir tímabilið frá 01.01 til 31.12

Kostnaðarstaður:

Allir

Rekstrarsvið:

Öll

Tengiliður: Jón Sigurðson
Sími: 6177611
Netfang: jon.sigurdsson@or.is
Dagsetning: 28.02.12



Skýringar á hugtökum og framsetningu reikningsyfirlits er að finna á heimasíðu Orkuveitu Reykjavíkur www.or.is. Frekari upplýsingar veitir ofangreindur tengiliður.

					Árið 2010						Árið 2009						Árið 2008					
Notkunarstaður	Kt. Mælist.	Fastanr.	R.svið	Vöruflokkur	Notkun	Ein.	Aflt.	Ein.	Taxti	M.verð	Notkun	Ein.	Aflt.	Ein.	Taxti	M.verð	Notkun	Ein.	Aflt.	Ein.	Taxti	M.verð
Bæjarháls 1	10698791	149678	Sala	RAFMAGN	3.338.172	kWh	738,90	kW	B1S	3,91	3.388.457	kWh	759,70	kW	B1S	3,43	3.674.470	kWh	735,60	kW	B1S	3,11
Bæjarháls 1	10698791	149678	Dreifing	RAFMAGN	3.338.172	kWh	738,90	kW	B1D	3,10	3.388.457	kWh	759,70	kW	B1D	2,95	3.674.470	kWh	735,60	kW	B1D	2,72
Bæjarháls 1 Höfuðstöðvar OR		148152	Sala	KALT VATN	73.340	m3			K56	25,28	114.160	m3			K56	23,88	112.318	m3			K56	20,27
Bæjarháls 1 Kranavatn		147965	Sala	HEITT VATN	9.828	m3			H1B	80,40	11.583	m3			H1B	73,08	11.924	m3			H1B	68,29
Bæjarháls 1 Kranavatn		147965	Dreifing	HEITT VATN		m3						m3						m3				
Bæjarháls 1 Nýbygging OR		144600	Sala	HEITT VATN	53.390	m3			H1C	79,47	49.591	m3			H1C	72,28	59.784	m3			H1C	67,65
Bæjarháls 1 Nýbygging OR		144600	Dreifing	HEITT VATN		m3						m3						m3				
Bæjarháls 1 Snjób og tjörn		149283	Sala	HEITT VATN	19.814	m3			S1	54,64	19.694	m3			S1	61,85	47.795	m3			V1B	66,95
Bæjarháls 1 Útílysing	10706314	163852	Sala	RAFMAGN	7.600	kWh	1,90	kW/d	B2S	4,36	10.244	kWh	1,90	kW/d	B2S	3,41	15.242	kWh	1,35	kW/d	B2S	3,92
Bæjarháls 1 Útílysing	10706314	163852	Dreifing	RAFMAGN	7.600	kWh	1,90	kW/d	B2D	4,01	8.599	kWh	1,90	kW/d	B2D	3,39	7.621	kWh	1,35	kW/d	B2D	2,60
Bæjarháls 1 Útílysing	10706314	163852	Viðhalds	RAFMAGN			1,90	kW/d	B2S	90,31			1,90	kW/d	B2S	78,67						
Bæjarháls 1.Norðurhús		157870	Sala	HEITT VATN	20.412	m3			H1B	81,54	20.861	m3			H1B	72,42	24.408	m3			H1B	67,59
Bæjarháls 1.norðurhús snjób		163233	Sala	HEITT VATN	3.348	m3			S12	269,33	26.073	m3			S12	65,81	112.483	m3			S12	43,03

Skýringar: Kt.Mælist. = Kennitala mælistaða, Fastanr. = Fastanúmer húsveitu, R. svið = Rekstarasvið, Ein. = Eining, Aflt. = Aftoppur, M.verð = Meðalverð

Orkuveita Reykjavíkur

Bæjarhálsi 1, 110 Reykjavík
Sími: 5167508

Orkuveita Reykjavíkur
Kt. 551298-3029
Bæjarhálsi 1
110 Reykjavík

Viðskiptayfirlit
Reikningsfærð viðskipti fyrir tímabilið frá 01.01 til 31.12

Rekstrareining: **Allar**
Rekstrarsvið: **Öll**

Tengiliður: **Jón Sigurðson**
Sími: **6177611**
Netfang: **jon.sigurdsson@or.is**
Dagsetning: **19.03.12**

Skýringar á hugtökum og framsetningu reikningsyfirlits er að finna á heimasíðu Orkuveitu Reykjavíkur www.or.is. Frekari upplýsingar veitir ofangreindur tengiliður.

Lykiltölur 2010

Vöruflokkur	Heildarnotkun				Kostnaður án skatta			
	Notkun	Ein.	Δ %	Aflmæling		Δ %	kr. ein.	Δ %
Rafmagn dreifing	4.118.234	kWh	-3,1%	848	kW aflmæld	12.590.442	-2,6%	3,06
Rafmagn söluhluti	4.118.234	kWh	-3,2%	848	kW aflmæld	15.219.831	2,2%	3,70
Heitt vatn	106.792	m3	-16,4%			8.511.344	-4,1%	79,70
Kalt vatn	83.633	m3	-35,1%			2.145.215	-31,0%	25,65
Viðhald - útilýsing				1,9		61.771	14,8%	
Þjónustugjöld						34.428	88,6%	
						38.563.031		

OSK		Kostnaður með sköttum	
kr.	kr. m. OSK	VSK	kr. m. OSK og VSK
	12.590.442	3.210.567	15.801.009
404.390	15.624.221	3.984.177	19.608.398
170.236	8.681.580	974.801	9.656.381
	2.145.215		2.145.215
	61.771	15.751	77.522
	34.428	5.407	39.835
574.626	39.137.657	8.190.703	47.328.360

Lykiltölur 2009

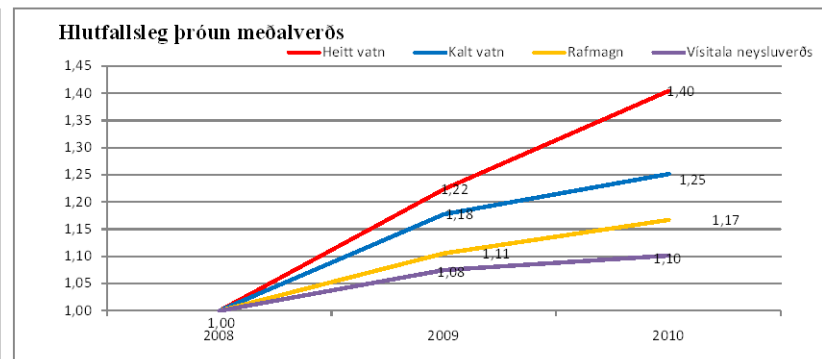
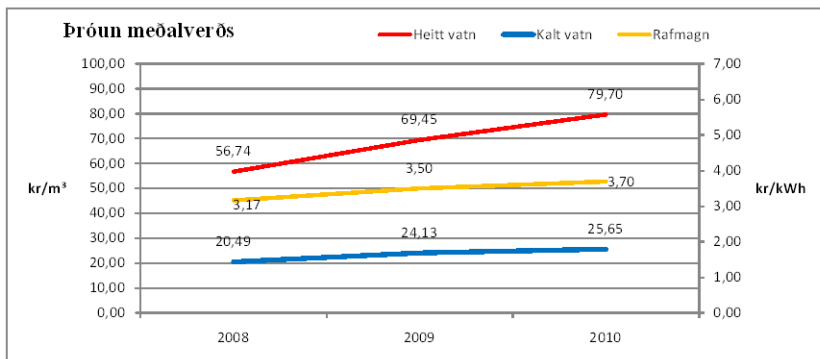
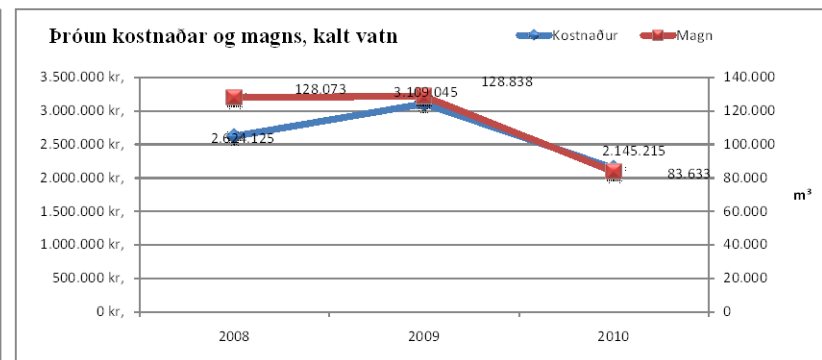
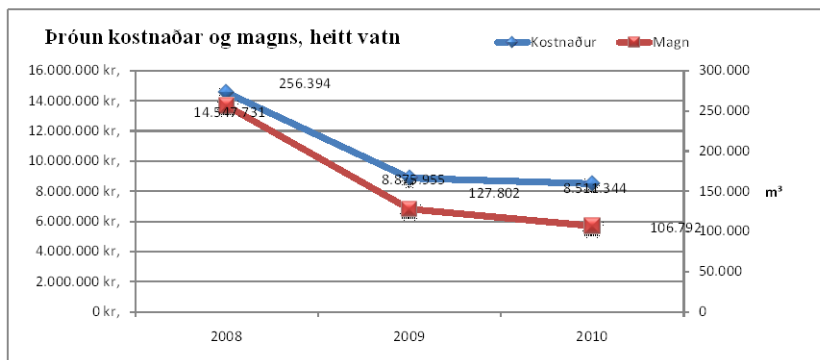
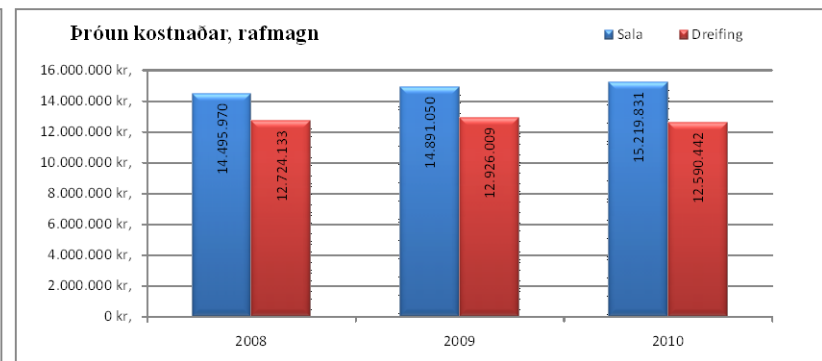
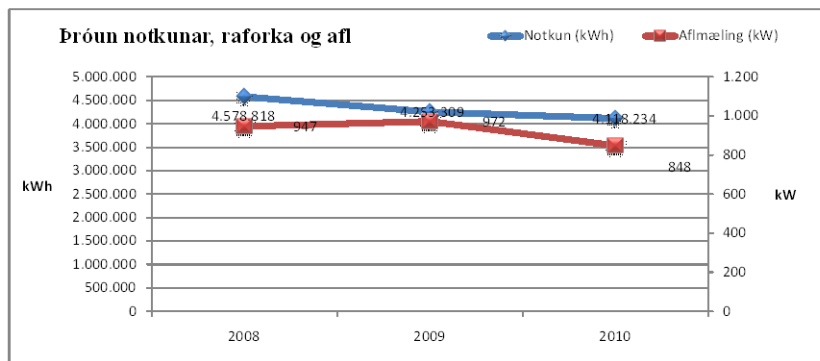
Vöruflokkur	Heildarnotkun				Kostnaður án skatta				
	Notkun	Ein.	Δ %	Afmæling			kr. ein.	Δ %	
Rafmagn dreifing	4.251.664	kWh	-7,0%	972	kW aflmæld	12.926.009	1,6%	3,04	9,2%
Rafmagn söluhluti	4.253.309	kWh	-7,1%	972	kW aflmæld	14.891.050	2,7%	3,50	10,6%
Heitt vatn	127.802	m3	-50,2%			8.875.955	-39,0%	69,45	22,4%
Kalt vatn	128.838	m3	0,6%			3.109.045	18,5%	24,13	17,8%
Viðhald - útilýsing				3,71		53.813			
Þjónustugjöld						18.256			
						39.874.128			

OSK		Kostnaður með sköttum	
kr.	kr. m. OSK	VSK	kr. m. OSK og VSK
	12.926.009	3.166.882	16.092.891
	14.891.050	3.648.301	18.539.351
	8.875.955	1.134.785	10.010.740
	3.109.045		3.109.045
	53.813	13.185	66.998
	18.256	1.279	19.535
	39.874.128	7.964.432	47.838.560

Lykiltölur 2008

Þýsktölur 2008								
Vöruflokkur	Heildarnotkun				Kostnaður án skatta			
	Notkun	Ein.	Δ %	Aflmæling			kr. ein.	Δ %
Rafmagn dreifing	4.571.198	kWh		947	kW aflmæld	12.724.133	2,78	
Rafmagn söluhluti	4.578.818	kWh		947	kW aflmæld	14.495.970	3,17	
Heitt vatn	256.394	m3				14.547.731	56,74	
Kalt vatn	128.073	m3				2.624.125	20,49	
Viðhald - útilýsing				3,37				
Þjónustugjöld								
						44.391.959		

OSK		Kostnaður með sköttum	
kr.	kr. m. OSK	VSK	kr. m. OSK og VSK
	12.724.133	3.117.419	15.841.552
	14.495.970	3.551.506	18.047.476
	14.547.731	2.425.260	16.972.991
	2.624.125		2.624.125
	44.391.959	9.094.185	53.486.144



Orkuveita Reykjavíkur

Orkuveita Reykjavíkur, 110 Reykjavík
Sími: 5167508

Tengiliður: Jón Sigurðsson
Sími: 6177611
Netfang: jon.sigurdsson@or.is
Dagsetning: 28.02.12



Orkuveita Reykjavíkur

Kt. 551298-3029

Bæjarhálsi 1

110 Reykjavík

Viðskiptayfirlit

Reikningsfærð viðskipti fyrir tímabilið frá 01.01 til 31.12

Kostnaðarstaður: Allir

Rekstrarsvið: Öll

Skýringar á hugtökum og framsetningu reikningsyfirlits er að finna á heimasíðu Orkuveitu Reykjavíkur www.or.is. Frekari upplýsingar veitir ofangreindur tengiliður.

Skiptingar á hagtökum og framsetningu reikningssjóns efu þinna á heimasíðu Orkuveita Reykjavíkur www.or.is. Flekarnir upplýsingar veita ófangrenndar tengimál.																						
					Árið 2011					Árið 2010					Árið 2009							
Notkunarstaður	Kt. Mælist.	Fastanr.	R.svið	Vöruflokkur	Notkun	Ein.	Aflt.	Ein.	Taxti	M.verð	Notkun	Ein.	Aflt.	Ein.	Taxti	M.verð	Notkun	Ein.	Aflt.	Ein.	Taxti	M.verð
Bæjarháls 1	10698791	149678	Sala	RAFMAGN	2.949.300	kWh	716,30	kW	B1S	4,59	3.338.172	kWh	738,90	kW	B1S	3,91	3.388.457	kWh	759,70	kW	B1S	3,43
Bæjarháls 1	10698791	149678	Dreifing	RAFMAGN	2.949.300	kWh	716,30	kW	B1D	3,90	3.338.172	kWh	738,90	kW	B1D	3,10	3.388.457	kWh	759,70	kW	B1D	2,95
Bæjarháls 1 Höfuðstöðvar OR		148152	Sala	KALT VATN	52265	m3			K56	26,9408	73340	m3			K56	25,28102	114160	m3			K56	23,88
Bæjarháls 1 Kranavatn		147965	Sala	HEITT VATN	8513,1	m3			H1B	107,6674	9827,6	m3			H1B	80,4004	11582,9	m3			H1B	73,08
Bæjarháls 1 Kranavatn		147965	Dreifing	HEITT VATN		m3						m3						m3				
Bæjarháls 1 Nýbygging OR		144600	Sala	HEITT VATN	41128	m3			H1C	103,7872	53390	m3			H1C	79,46711	49591	m3			H1C	72,28
Bæjarháls 1 Nýbygging OR		144600	Dreifing	HEITT VATN		m3						m3						m3				
Bæjarháls 1 Snjób og tjörn		149283	Sala	HEITT VATN	24474,8	m3			S1	63,39954	19814,4	m3			S1	54,63506	19694,4	m3			S1	61,85
Bæjarháls 1 Útilýsing	10706314	163852	Sala	RAFMAGN	7.600		1,90	kW/d	B2S	4,88	7.600		1,90	kW/d	B2S	4,36	10.244	kWh	1,90	kW/d	B2S	3,41
Bæjarháls 1 Útilýsing	10706314	163852	Dreifing	RAFMAGN	7.600		1,90	kW/d	B2D	4,85	7.600		1,90	kW/d	B2D	4,01	8.599	kWh	1,90	kW/d	B2D	3,39
Bæjarháls 1 Útilýsing	10706314	163852	Viðhald:	RAFMAGN			1,90	kW/d	B2S	98,91			1,90	kW/d	B2S	90,31			1,90	kW/d	B2S	78,67
Bæjarháls 1.Norðurhús		157870	Sala	HEITT VATN	22325,8	m3			H1B	104,5721	20412,2	m3			H1B	81,54001	20861,1	m3			H1B	72,4225
Bæjarháls 1.norðurhús snjób		163233	Sala	HEITT VATN	22804	m3			S12	109,7088	3348	m3			S12	269,3297	26073	m3			S12	65,81345

Skýringar: Kt.Mælist. = Kennitala mælistaða, Fastanr. = Fastanúmer húsveitu, R. svið = Rekstarasvið, Ein. = Eining, Aflt. = Aftoppur, M.verð = Meðalverð

Orkuveita Reykjavíkur

Bæjarhálsi 1, 110 Reykjavík
Sími: 5167508

Orkuveita Reykjavíkur
Kt. 551298-3029
Bæjarhálsi 1
110 Reykjavík

Viðskiptayfirlit

Reikningsfærð viðskipti fyrir tímabilið frá 01.01 til 31.12

Rekstrareining: **Allar**

Rekstrarsvið: **Öll**

Tengiliður: **Jón Sigurðson**
Sími: **6177611**
Netfang: **jon.sigurdsson@or.is**
Dagsetning: **03.04.12**

Skýringar á hugtökum og framsetningu reikningsyfirlits er að finna á heimasíðu Orkuveitu Reykjavíkur www.or.is. Frekari upplýsingar veitir ofangreindur tengiliður.

Lykiltölur 2011

Gyrfærsla 2022									
Vöruflokkur	Heildarnotkun					Kostnaður án skatta			
	Notkun	Ein.	Δ %	Aflmæling			Δ %	kr. ein.	Δ %
Rafmagn dreifing	3.716.635	kWh	-9,8%	929	kW aflmæld	14.964.478	18,9%	4,03	31,7%
Rafmagn söluhluti	3.716.635	kWh	-9,8%	929	kW aflmæld	16.950.662	11,4%	4,56	23,4%
Heitt vatn	119.246	m3	11,7%			11.346.357	33,3%	95,15	19,4%
Kalt vatn	62.745	m3	-25,0%			1.719.504	-19,8%	27,40	6,8%
Viðhald - útilýsing				1,9		67.656	9,5%		
Þjónustugjöld						43.960	27,7%		
						45.092.617			

OSK		Kostnaður með sköttum	
kr.	kr. m. OSK	VSK	kr. m. OSK og VSK
	14.964.478	3.815.945	18.780.423
357.573	17.308.235	4.413.604	21.721.839
226.931	11.573.288	1.560.024	13.133.312
	1.719.504		1.719.504
	67.656	17.250	84.906
	43.960	9.165	53.125
584.504	45.677.121	9.815.988	55.493.109

Lykiltölur 2010

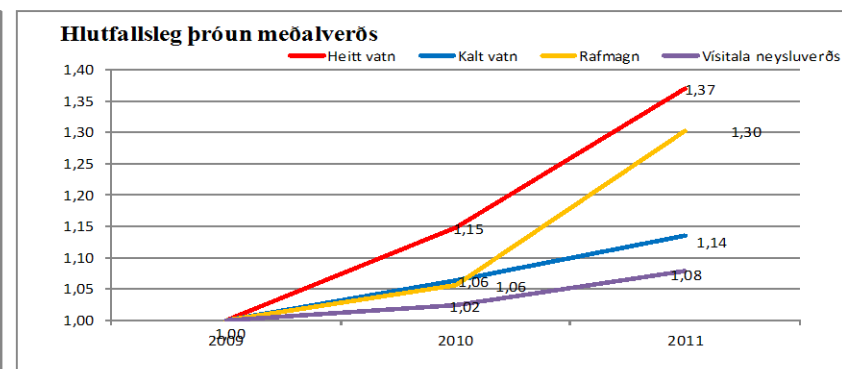
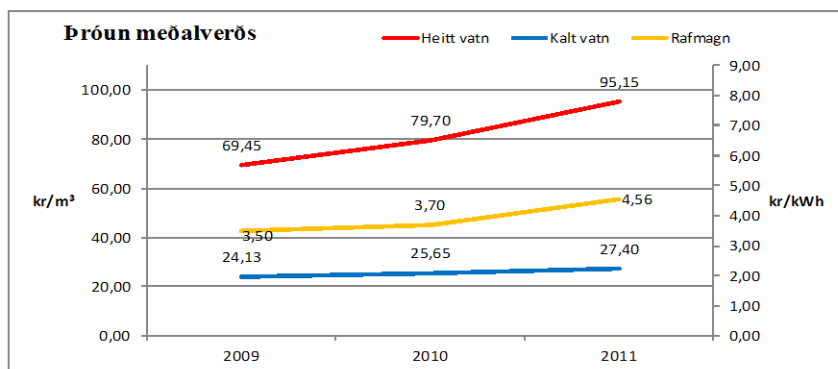
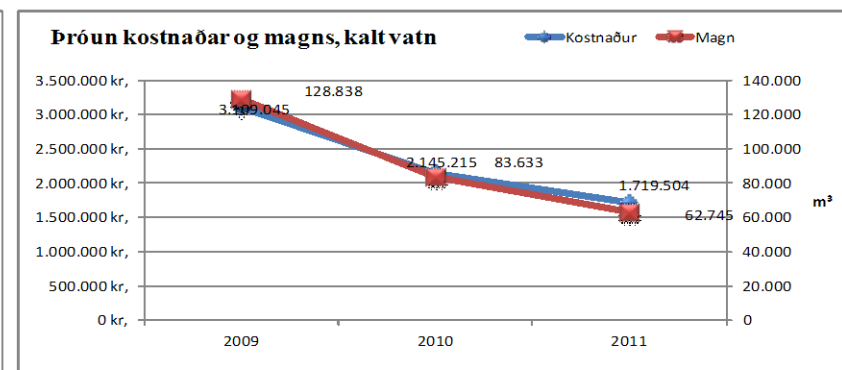
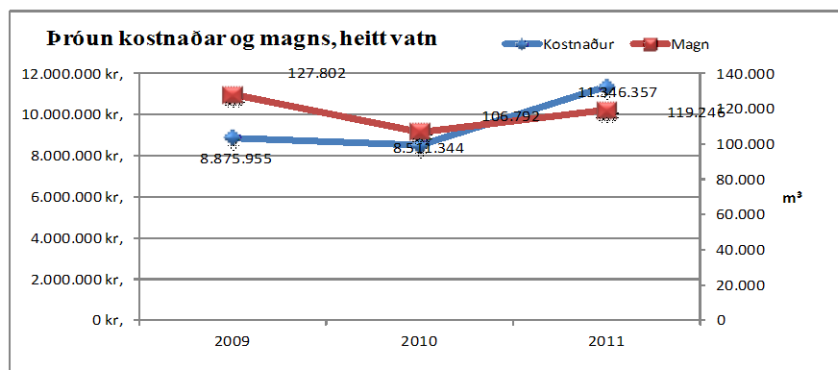
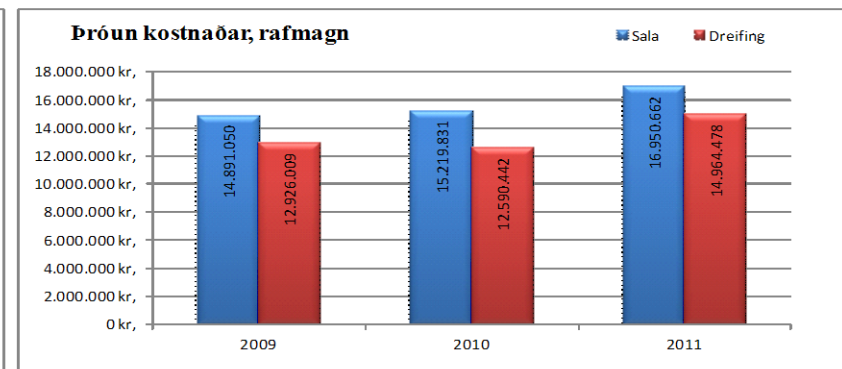
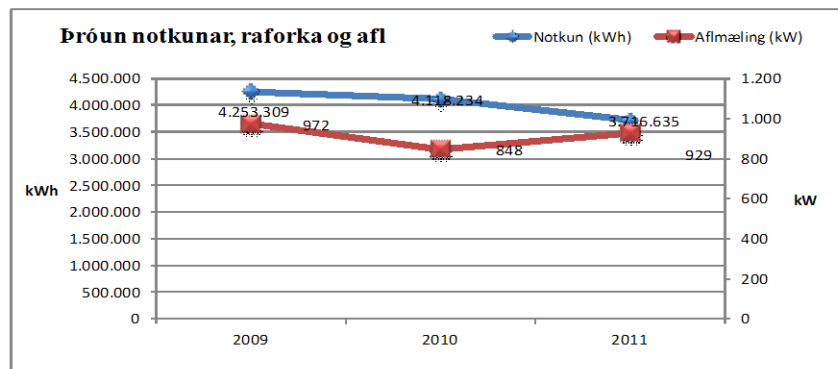
Vöruflokkur	Heildarnotkun					Kostnaður án skatta			
	Notkun	Ein.	Δ %	Aflmæling				kr. ein.	Δ %
Rafmagn dreifing	4.118.234	kWh	-3,1%	848	kW aflmæld	12.590.442	-2,6%	3,06	0,6%
Rafmagn söluhluti	4.118.234	kWh	-3,2%	848	kW aflmæld	15.219.831	2,2%	3,70	5,6%
Heitt vatn	106.792	m3	-16,4%			8.511.344	-4,1%	79,70	14,8%
Kalt vatn	83.633	m3	-35,1%			2.145.215	-31,0%	25,65	6,3%
Viðhald - útilýsing				1,9		61.771	14,8%		
Þjónustugjöld						34.428	88,6%		
						38.563.031			

OSK		Kostnaður með sköttum	
kr.	kr. m. OSK	VSK	kr. m. OSK og VSK
	12.590.442	3.210.567	15.801.009
404.390	15.624.221	3.984.177	19.608.398
170.236	8.681.580	974.801	9.656.381
	2.145.215		2.145.215
	61.771	15.751	77.522
	34.428	5.407	39.835
574.626	39.137.657	8.190.703	47.328.360

Lykiltölur 2009

Gjafiréttur 2009									
Vöruflokkur	Heildarnotkun					Kostnaður án skatta			
	Notkun	Ein.	Δ %	Aflmæling				kr. ein.	Δ %
Rafmagn dreifing	4.251.664	kWh		972	kW aflmæld	12.926.009		3,04	
Rafmagn söluhluti	4.253.309	kWh		972	kW aflmæld	14.891.050		3,50	
Heitt vatn	127.802	m3				8.875.955		69,45	
Kalt vatn	128.838	m3				3.109.045		24,13	
Viðhald - útilýsing				3,71		53.813			
Þjónustugjöld						18.256			
						39.874.128			

OSK		Kostnaður með sköttum	
kr.	kr. m. OSK	VSK	kr. m. OSK og VSK
	12.926.009	3.166.882	16.092.891
	14.891.050	3.648.301	18.539.351
	8.875.955	1.134.785	10.010.740
	3.109.045		3.109.045
	53.813	13.185	66.998
	18.256	1.279	19.535
	39.874.128	7.964.432	47.838.560



Viðauki E

Heildarraforkunotkun í aðalbyggingu og Norðurhúsi vikuna 10. – 17. janúar 2011

Staðsetning	Flatarmál	Mælir	1. mæling	2. mæling	Notkun	Afl	Afl p.m2	Hlutfall
	m ²		kWh	kWh	kWh	kW		
Aðaltafla	14096	Q0.1-A	7.350.908	7.418.131	67.223	400,1	28,39	100,0%
		Q0.2-A	0	0	0	0,0		0,0%
		Q0.3-A	28	28	0	0,0		0,0%
		Q0.4-A	6	6	0	0,0		0,0%
-3.hæð	500	+L0.1	131.851	132.356	505	3,0	6,02	0,8%
UK Kjallar		+L0.2	1.307.598	1.313.140	5.542	33,0		8,2%
-2. hæð VS	401	+L1.1	213.612	213.908	295	1,8	4,38	0,4%
-2. hæð VN	759	+L1.2	653.162	654.858	1.695	10,1	13,29	2,5%
-2. hæð A	1472	+L1.3	740.299	742.193	1.894	11,3	7,66	2,8%
Eldhús		+L1.4	721.363	722.989	1.626	9,7		2,4%
Vélasalur 1		+L1.5	471.043	472.391	1.348	8,0		2,0%
Vélasalur 2		+L1.6	509.196	510.704	1.508	9,0		2,2%
Útisvæði		+L1.7	862.756	865.975	3.220	19,2		4,8%
-1. hæð VS	412	+L2.1	378.350	378.927	578	3,4	8,35	0,9%
-1. hæð VN	646	+L2.2	478.358	480.112	1.754	10,4	16,16	2,6%
-1. hæð A	1234	+L2.3	75.142	75.143	1	0,0	0,01	0,0%
1. hæð VS	376	+L3.1	324.790	325.301	511	3,0	8,09	0,8%
1. hæð VN	399	+L3.2	45.639	45.791	152	0,9	2,26	0,2%
1. hæð A	458	+L3.3	208.909	209.374	465	2,8	6,04	0,7%

2. hæð VS	516	+L4.1	295.979	296.619	640	3,8	7,38	1,0%
2. hæð VN	415	+L4.2	224.931	225.460	529	3,1	7,59	0,8%
2. hæð A	458	+L4.3	129.735	130.217	483	2,9	6,27	0,7%
3. hæð VS	539	+L5.1	415.234	416.235	1.002	6,0	11,06	1,5%
3. hæð VN	461	+L5.2	243.099	243.722	623	3,7	8,05	0,9%
3. hæð A	458	+L5.3	262.338	263.013	675	4,0	8,77	1,0%
4. hæð VS	579	+L6.1	269.060	269.722	662	3,9	6,80	1,0%
4. hæð VN	455	+L6.2	209.157	209.726	568	3,4	7,43	0,8%
4. hæð A	458	+L6.3	265.570	266.180	610	3,6	7,93	0,9%
5. hæð VS	610	+L7.1	395.643	396.440	797	4,7	7,78	1,2%
5. hæð VN	455	+L7.2	408.532	409.519	987	5,9	12,91	1,5%
5. hæð A	458	+L7.3	344.343	345.138	794	4,7	10,32	1,2%
UK 5. hæð		+L7.4	1.334.938	1.340.205	5.267	31,4		7,8%
6. hæð VS	700	+L8.1	434.694	435.353	659	3,9	5,60	1,0%
6. hæð VN	471	+L8.2	565.886	567.117	1.231	7,3	15,56	1,8%
Loftræsting		+LR1.1	3.810.386	3.818.904	8.518	50,7		12,7%
Hússtjórnark.		+LR1.2	1.617.140	1.622.241	5.101	30,4		7,6%
Snjóbræðsla		+LR1.3	135.497	135.801	305	1,8		0,5%
Bílageymsla	3000	T.1.7	14.550	14.591	42	0,2	0,08	0,1%
N. Hús, aðaltafla	5051	+L20.1.0	3.820.410	3.833.046	12.636	75,2	14,89	18,8%
N. Hús, loftræsting		+LR20.1.1	640.374	641.774	1.400	8,3		2,1%
	21741				64.622	384,7	17,69	96,1%

Viðauki F

Notkun á heitu vatn í aðalbyggingu og Norðurhúsi vikuna 10. – 17. janúar 2011

Hæð	Staðsetning	Fasta nr.	Flatarmál	Hæð	Rúmmál	Mælir	1. mæling	2. mæling	Notkun	m ³ pr. m ³	m ³ pr. m ³
			m ²	m	m ³		m ³	m ³	m ³	pr. vika	pr. ár
Inntak	Aðalbygging upphitun	144600			64225	VM1.01	362728	364261	1533	0,024	1,2
	Aðalbygging neysluvatn	147965			64225	VM1.02	96713	96836	123	0,002	0,1
	Snjóbræðsla/Tjernarkerfi	149283				VM1.03	212444	213181	737		
	Tjörn 1 (-)						73838	73838	0		
	Tjörn 2 (-)						19050	19050	0		
	Tjörn								0		
	Snjóbræðsla án Tjarnar								-737		
	Norðurhús húshitun/neysluvatn	157870					123287	123845	558		
	Norðurhús, snjóbræðsla (-)	163233					353653	353653	0		
	Samtals								2951		
-1. hæð (2)	-1. hæð VS		412	4,0	1648	VM1.21			0	0,000	0,0
1. hæð (3)	1. hæð VS		376	4,3	1609	VM1.31	10185	10243	58	0,036	1,9
	1. hæð VN		399	4,3	1708	VM1.32	13480	13507	27	0,016	0,8
	1. hæð A		458	4,3	1960	VM1.33	6381	6405	24	0,012	0,6
2. hæð (4)	2. hæð VS		516	3,8	1940	VM1.41	1148	1216	68	0,035	1,8
	2. hæð VN		415	3,8	1560	VM1.42	3405	3449	44	0,028	1,5
	2. hæð A		458	3,8	1722	VM1.43	1345	1394	49	0,028	1,5
3. hæð (5)	3. hæð VS		539	3,8	2027	VM1.51	3753	3772	19	0,009	0,5
	3. hæð VN		461	3,8	1733	VM1.52	12173	12201	28	0,016	0,8
	3. hæð A		458	3,8	1722	VM1.53	7534	7578	44	0,026	1,3
4. hæð (6)	4. hæð VS		579	3,8	2177	VM1.61	11327	11362	35	0,016	0,8

	4. hæð VN		455	3,8	1711	VM1.62	10012	10035	23	0,013	0,7
	4. hæð A		458	3,8	1722	VM1.63	17073	17165	92	0,053	2,8
5. hæð (7)	5. hæð VS		610	3,9	2349	VM1.71	14267	14316	49	0,021	1,1
	5. hæð VN		455	3,9	1752	VM1.72	4302	4323	21	0,012	0,6
	5. hæð A		458	3,9	1763	VM1.73	10823	10918	95	0,054	2,8
6. hæð (8)	6. hæð VS		700	4,1	2842	VM1.81	20403	20450	47	0,017	0,9
	6. hæð VN		471	4,1	1912	VM1.82	2742	2773	31	0,016	0,8
									754		