

Greining kostnaðar við vetrarþjónustu með hliðsjón af veðurlagi

Rannsóknarsjóður Vegagerðarinnar 2016, verknr. 1800-591



Greining kostnaðarliða við vetrarþjónustu með hliðsjón af veðurlagi

Einar Sveinbjörnsson¹, Sveinn Gauti Einarsson¹ and Einar Pálsson²

¹ Veðurvaktin ehf, Eikarás 8, 210 Garðabær, vedurvaktin@vedurvaktin.is

² Vegagerðin, Borgartúni 5-7, 105 Reykjavík.

Greinargerð (13 bls)

27. júní 2017

Inngangur

Það er vel þekkt og komin ágæt reynsla að notast við veðurgögn til þess að meta þjónustubörf í vetrarþjónustu. Með því er skilgreind vísitala og hún síðan tengd við þjónustustig bæði í hálkuvörnum og snjómokstri. Vegagerðin hefur þannig stuðst við sk. VetrarIndeX til hliðsjónar við deilingu fjármuna til vetrarþjónustu milli svæða. VetrarIndeX tekur mið af lofthita, lofthitasveiflum í kringum 0°C, loftraka og daggarmarki ásamt vindhraða. Tól eins og þetta hefur þann annmarka að það mælir illa ákefð, þ.e. samband þjónustustigs og veðurs þar sem þjónustustig er hátt með tilheyrandi kostnaði eins og raunin er t.d. suðvestanlands í éljaveðri. Hér er beitt annarri aðferðarfræði í tengslum veðurs og þjónustubarfar. Tilgangurinn er að eiga í handraðanum aðra mælistiku en VetrarIndeX til að meta tengsl veðurs og kostnaðar við vetrarþjónustu Vegagerðarinnar. Þetta nýja tól við kostnaðargreiningu vetrarþjónustu sem hjálpar Vegagerðinni við að skilgreina ólíka þörf fjármagns til þjónustunnar ásamt VetrarIndeX þar sem komin er ágæt reynsla.

Verklýsing

Greind voru dagleg kostnaðargögn Vegagerðarinnar á suðvestursvæði frá 1. janúar 2011 til 31. desember 2015 þar sem þau voru borin saman við veðurgögn með nýjum hætti. Með hjálp endurgreiningar veðurs aftur til 1961 hafa verið skilgreindir 6 veðurklasur með sk. aðferð Hovmöllers þar sem hver og einn er lýsandi fyrir ólíkt veðurlag hér á landi yfir vetrarmánuðina. Tekið var tillit eins og hægt er til breytinga á þjónustuumfangi þau 5 ár sem voru til skoðunar og lagt var upp með að aðgreina snjómokstur frá hálkuvörnum svo langt sem gögn leyfðu. Þessar upplýsingar voru keyrðar saman við veðurklassa sem spanna heila viku. Lagt var mat á það hvernig einstakir kostnaðarliðir sveiflast með veðri. Þ.á.m. akstur verktaka, akstur eftirlits, saltnotkun, notkun á saltþækli. Eins hvernig veður hefur áhrif á heildarkostnað.

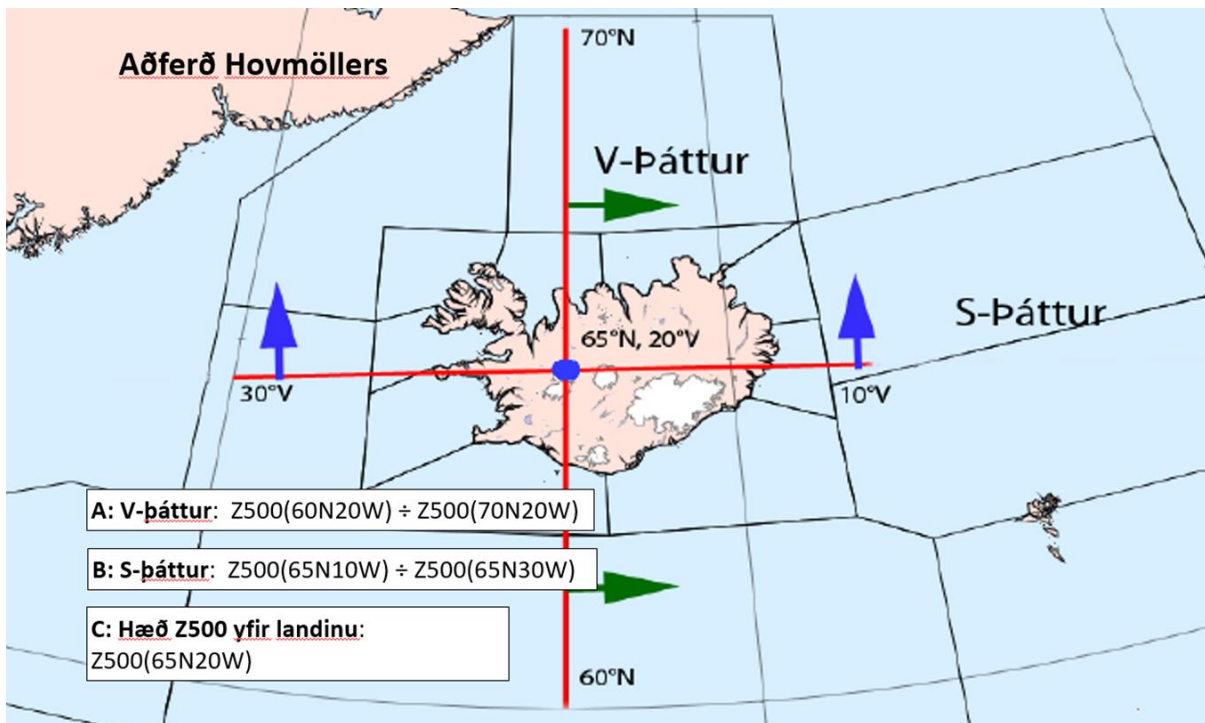
Skoðaðar voru tölur um daglegan kostnað við vetrarþjónustu á Suðvesturlandi (þjónustusvæði 341) sem afmarkast af Kjalarnesi, Höfuðborgarsvæðinu upp að Litlu Kaffistofu og Suðurnesjum með Suðurstrandarvegi. Á þessum árum var lítil magnaukning í þjónustunni og því eru veturnir ágætlega samanburðarhæfir hvað kostnað varðar. Allar kostnaðartölur voru verðlagsuppfærðar til 2015.

Endurgreiningargögn veðurs voru sótt fyrir tímabilið 1961-2010. Klasaskipting veðurs lá fyrir reiknuð út frá eldri gögnum þar sem breytileiki veðurs á 50 ára tímabili er álitin fullnægjandi. Sú niðurstaða er síðan nýtt fyrir það tímabil sem er til skoðunar frá 2011-2015. Í Hovmöllergreiningunni er stuðst við vikugildi veðurs að vetrinum sem er skilgreindur frá því um 25. nóvember og til loka mars. Að sama skapi var kostnaður við vetrarþjónustu lagður saman fyrir viku í senn, frá mánudegi til sunnudags. Vetrarvikurnar eru ýmist 18 eða 19 og lengd vetrar ár hvert er lítið eitt breytileg eftir því hvernig vikudagarnir raðast í almanakinu eftir 20. nóvember.

Greining tengsla veðurs og kostnaðar þessa 5 ára tímabils gerir kleift að líta á sveiflur og breytileika á milli vetra 50 ár aftur í tímann svo fremi að breytileiki vetrarveðráttunnar og þar með kostnaður við vetrarþjónustuna sé sveiflukenndur. Bæði á það við um vikurnar þ.e. innan hvers vetrar og eins á milli vetra. Þessir 5 vetur voru mjög breytilegir hvað veðráttu varðar. Helst að það hafi vantað veðurlag sem einkennist af kaldri og þurri N-átt.

Nánar um veðurlagsflokkun Hovmöllers

Fyrir allmörgum árum dvaldist hér sænskur veðurfræðingur á eftirlaunum, Ernst Hovmöller að nafni. Vann hann hér að veðurlagsflokkun fyrir 20 ára tímabilið 1958-1977. Markmið greiningar hans var að beita hlutlægri aðferð við flokkun daglegs veðurs á Íslandi. Allir þekkjja hvernig tiltekið veður fylgir ákveðnum vindáttum, éljaveður vestanlands með suðvestanátt að vetrinum, kulda og dumbungi norðan- og austanlands samfara norðanátt að sumrinu, en sólfari syðra o.s.frv. Dagar með svipuðu veðri endurspeglu svipuð einkenni háloftavinda yfir landinu. Aðferð Hovmöllers gengur í stuttu máli út á greina þrjá þætti í 500 hPa þrýstifletinum í námunda við landið. Hann er að jafnaði í 5,0 – 5,5 km hæð. Áætlaðar voru mælitölur fyrir styrk vestan- og sunnanþáttar eða vindsins í þrýstifletinum hvern einasta dag. Þriðji þátturinn var síðan hæð þrýstiflatarinnar frá yfirborði yfir miðju landinu. Þetta er útskýrt frekar á mynd 1. Hverjum þætti var skipt upp í jafnstóra þriðjunga, lítill V-þáttur, miðlungs og mikil o.s.frv. Þannig fengust $3 \times 3 \times 3 = 27$ veðurlagsflokkar fyrir hvern almanaksmánuð. Hovmöllerflokkarnir 27 voru þar næst vegnir út frá mælingum veðurstöðva á hita og úrkomu.



Mynd 1. V-áttur hæðarstigulls (vindur) er um snið frá 60°N til 70°N eftir 20. Lengdarbaugnum. S-átturinn er samskonar snið eftir 65. breiddargráðu frá 30°V til 10°V. Séu gildin neikvæð merkja þau annars vegar A-átt og hins vegar N-átt.

Þó svo að vindur í 500hPa fletinum blási af VSV yfir landinu að jafnaði í flestum mánuðum, er breytileiki afar mikill og endurspeglast mjög í veðri nærri yfirborði. Hlýindi og hlácutíð að vetrinum einkennist þannig af miklum S-þætti og háum 500hPa fleti á meðan þurr og kalt loft úr norðri er fylgifiskur þess að V-átturinn er mikill á sama tíma og S-átturinn er lítil, jafnvel N-átt í háloftunum. Lágum 500 hPa fleti fylgir markvert meiri úrkoma að jafnaði heldur en þegar fjarlægð upp í þrýstiflötinn er tiltölulega mikil og þannig mætti áfram telja.

Aðferð Hovmöllers við veðurlagsflokkun er einföld og dregur fram breytileika daglegs veðurs með því að greina stöðu þrýstiflatar í miðju veðrhvolfi lofthjúps yfir landinu. Auk daglegra gilda má reikna mánaðar eða árgildi fyrir alla þrjá grunnþætti 500 hPa flatarinsog bera saman við breytileika í veðurfari. Skýringarmyndir má sjá á veggspjaldi sem unnið var vegna verkefnins og fylgir í viðauka 1.

Aðlögun veðurlagsflokunar að vetrarveðráttu

Farin ver sú leið að reikna vikugildi Hovmöllerþáttanna eftir árstíðum. Að baki þeirri ákvörðun eru veðurspár sem reiknaðar eru til lengri tíma en 10-15 daga fram í tímann. Við Evrópsku reiknimiðstöðin (ECMWF) hafa allt frá 2003 verið keyrðar vikulega, alla fimmtudaga, svokallaðar mánaðarspár (e. extended forecast). Markmið þessara spáa er því ekki að segja fyrir um veður frá degi til dags, heldur ríkjandi þætti veðurlags sem á okkar slóðum mótast mjög af háloftavindum. Gefnar eru út spár fyrir hverja viku í senn frá mánudegi til sunnudags 4 vikur fram í tímann. Nú eru þær keyrða tvisvar í viku og hafa gefist það vel að stefnt er að því að framlengja spátímann í 6 vikur.

Grunnurinn að þessari greiningu Hovmöllerþátta við 7 daga veðurlag varð til í rannsóknarverkefni í samvinnu Veðurvaktarinnar og Landsvirkjunnar til hagnýtar á m.a. vatnsstýringu og raforkuframleiðslu vatnsaflsvirkjana. Valið var gagnasafn úr svokallaðaðri

20. aldar endurgreiningu ECMWF fyrir 50 ár 1961-2010¹. Staða 500 hPa flatarins kl. 12 dag hvern var reiknuð og tekið vikulegt meðaltal þar sem hver vika var lätin hefjast á mánudegi. Þriðjungamörk voru reiknuð fyrir 6 árstíðir, þar sem vetur er lengsta árstíðin að jafnaði frá um 23. nóvember til um 28. mars. Fyrir hvern Hovmöllerflokk voru gerð frávíkakort m.a. fyrir hæð 500 hPa flatarins á N-Atlantshafi, en líka loftþrýsing við yfirborð og þætti eins og hita og úrkomu. Til einföldunar var líkum Hovmöllerflokkum safnað saman í 6 veðurlagsklasa þar sem hver og einn hefur sín einkenni eins og sjá má í töflu 1 og á frávíkamyndum í viðauka 2.

Tafla 1

Veðurklasur að vetri fyrir vikugildi Hovmöllerflokka		Hlutfall 1961-2010
1	Kalt og þurrt	21%
2	Leysingar og vetrarblotar	24%
3	A- og NA-átt, lægðir fyrir sunnan land	14%
4	Umhleyplingar og stormasamt	11%
5	Útsynningur	17%
6	N-átt með snjó	12%

Að vetrinum er veður gjarnan með áþekkingum hætti í nokkra daga í senn, eða endurtekningar verða háttbundar séu t.a.m. umhleyplingar. Slík einkennisveður vara gjarnan í 5 til 10 daga í senn. Breytileikinn stjórnast mest af bylgjuhreyfingum háloftavindanna á stærri kvarða lofthringrásarinnar. 6-10 daga meðaltal er ekki fjarri meðallengd veðurs með svipuð einkenni (e. weather modes)². Vitanlega koma fyrir vikur þar sem eru samsettar með tveimur eða fleiri tegundum einkennisveðurs. Meðalútkoman er þá ekki endilega lýsandi. Hins vegar gefur 7 daga meðaltal ágæta mynd af ríkjandi veðri hverju sinni þegar einkennisveður varir lengur en í viku.

Nánar um tengingu kostnaðar við veðurklasa

Greind voru kostnaðargögn Vegagerðarinnar á suðvestursvæði (þjónustusvæði 341) frá 1. janúar 2011 til 31. desember 2015. Ekki var tekið tillit til breytinga á þjónustuumfangi. Þær voru ekki stórvægilegar á þessum árum, en þó einhverjar, m.a. jókst þjónustutími á Suðurlandsvegi austan Rauðavatns. Ekki reyndist unnt að greina snjómokstur frá hálkuvörnum eins upphaflega var ætlunin. Hálkuvörnir verða vart greindar frá hreinsun þar sem vegir eru með hátt þjónustustig eins og raunin er á flestum vegnanna á þjónustusvæðinu. Kostnaðarleiðréttar tölur taka tillit til aksturs verktaka, og kostnað við salt og saltþækil. Eftirlitskostnaði var hins vegar sleppt enda er eftirlitið síður tengt veðri en notkun þjónustutækjanna og salts. Í viðauka 3 er sýnishorn af kostnaðartöflunum. Lagður var saman kostnaður heillar viku frá mánudegi til sunnudags. Með því jafnast út mögulega sveifla á milli vikudaga. Vikulegu kostnaðartölurnar voru síðan flokkaðar með réttum veðurklösum

¹ Sjá t.d. <http://www.ecmwf.int/en/research/climate-reanalysis/era-20c>

² Ghil M. and Roberston A.W. (2002): 'Waves' vs 'Particles' in the atmospheric phase space: a pathway to long-range forecasting? *Proc Natl Acad Sci USA*, **99**, 2493–2500.

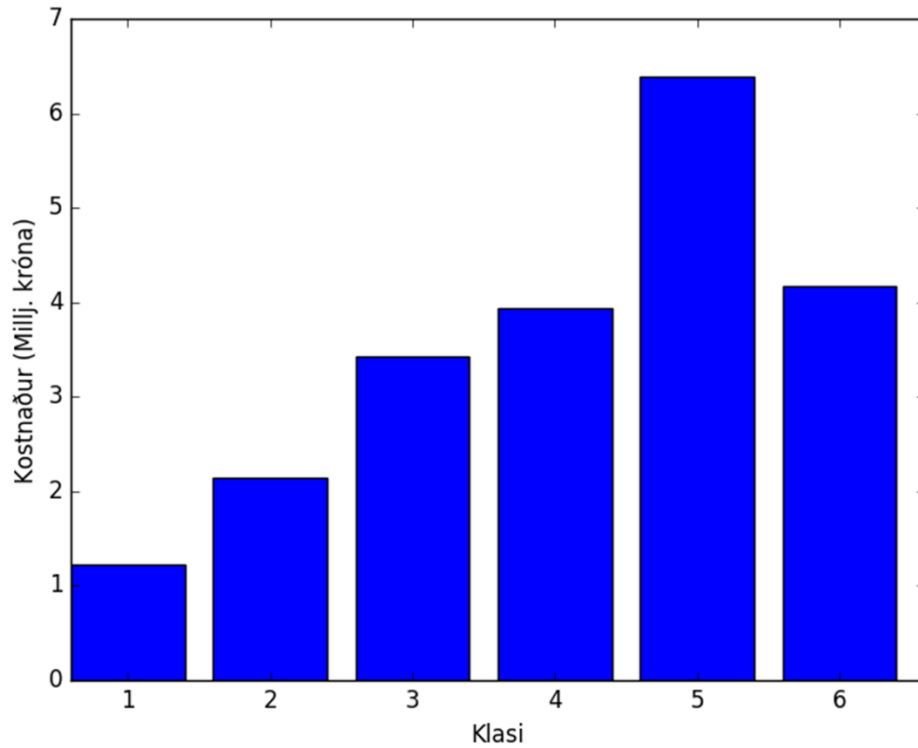
viðkomandi viku. Með því móti má greina spönn kostnaðar frá snjóléttum/hálkulitum vetrum yfir í þá snjóþungu eða vetur með mjög tíðri hálkueyðingu.

Tafla 3 sýnir dæmi um dreifingu vikna á klasa eftir vetrum. Vel sést hvað þeir eru ólíkir og hver með sín einkenni veðurs sem ekki verður annars farið frekar í hér. Hlutfallsleg tíðni þessa úrtaks er aðeins frábrugðin heildargagnasafninu 1961-2010 sem sýnd er í töflu 1. Engu að síður gefur þetta tiltölulega litla úrtak frá ársbyrjun 2011 til ársloka 2015 ansi góða mynd af tengslum veðurs og kostnaðar. Þó skal ekki neitað að æskilegra hefði verið að hafa fleiri ár til samanburðar.

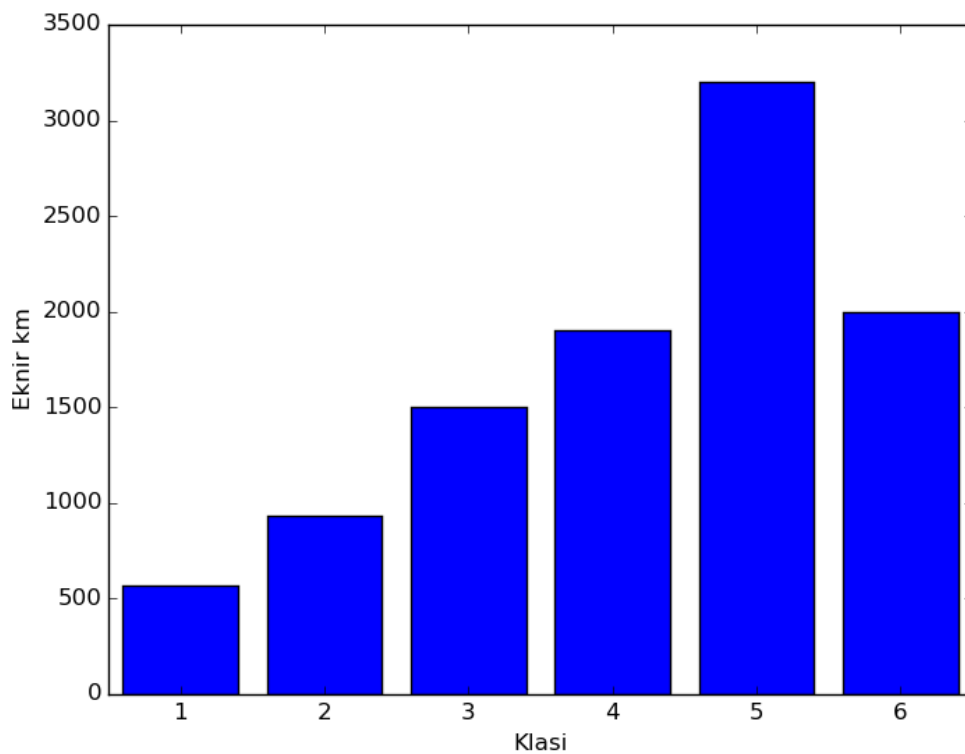
Tafla 3

Fjöldi vikna í hverjum klasa						
Vetur	K1	K2	K3	K4	K5	K6
2008-2009	4	6	5	1	1	1
2009-2010	12	5	2	0	0	0
2010-2011	4	4	4	2	3	1
2011-2012	1	6	0	2	6	3
2012-2013	6	6	4	1	0	1
2013-2014	1	3	8	1	2	3
2014-2015	2	3	0	2	8	3

Ein helsta niðurstaða rannsóknarinnar er sú að þegar reiknaður var meðalkostnaður fyrir hvern klasa veðurs kom í ljós mikill munur. Var hann allt að fimmfaldur á milli klasa 1 og klasa 5. Mynd 2 sýnir þennan mun glögglega. Kostnaður er gefinn upp sem milljónir króna á dag. Einnig voru kannaðir eknir km. þjónustutækja og hlutfallsleg niðurstaðar þar er mjög svipuð (mynd 3). Munur þar er einnig allt að sexfaldur.



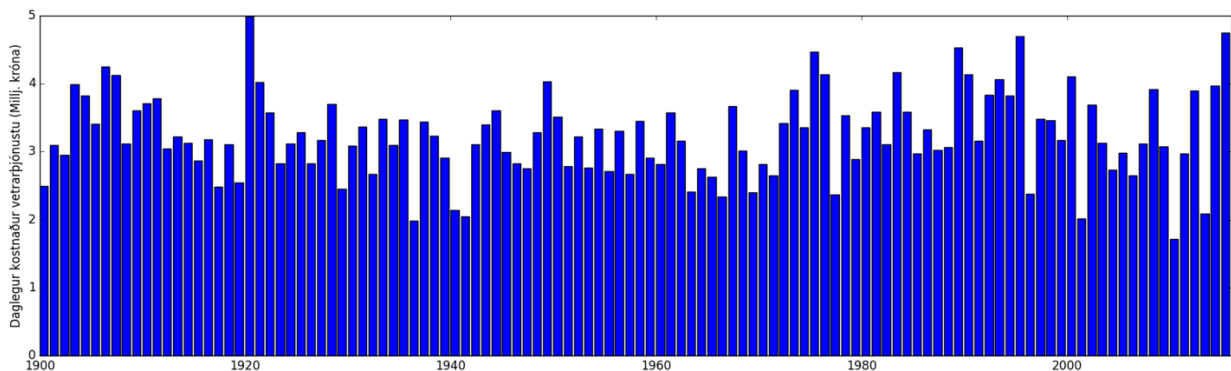
Mynd 2. Daglegur meðalkostnaður á suðvestursvæði við snjómokstur og hálkuvarnir (ekki eftirlit) eftir veðurklösum árin 2011-2015.



Mynd 3. Daglegt meðaltal ekinna km. á suðvestursvæði við snjómokstur og hálkuvarnir (ekki eftirlit) eftir veðurklösum árin 2011-2015.

Líkindadreifing kostnaðar með hjálp endurgreiningar veðurs

Ef við gefum okkur það að veturnir 2011 til 2015 gefi góða mynd og svipi til dreifingar á milli klasa fyrir allt 50 ára safnið 1961-2010 má varpa kostnaðarniðurstöðu hvers klasa á hvern vetur fyrir sig. Hér var gengið lengra og sótt endurgreiningargögn til 20. aldar greiningar ECMWF allt aftur til 1900. Framan af, e.t.v. fyrst tvo áratuginu eru daglegu kortin ekki af sömu nákvæmni og síðar varð, en í meðaltölum jafnast skekkjur út. Þó er ekki útilokað að kerfisbundin bjögun sé til staðar. En þetta er meira gert fyrir forvitnissakir. Mynd 4 sýnir niðurstöður slíkra útreikninga. Vel sést hve breytileikinn á milli vetra er mikill. Veturinn 2014-15 er með þeim dýrari, en veður 1921-22 var óhagstæðara hefði þá verið sama vegakerfi með svipuðu þjónustuframlagi. Kostnaður hagstæðustu vetranna er ekki nema 35-40% af þeim dýrustu.



Mynd 4. Á sama hátt og á mynd 2 og 3 er afturreiknaður áætlaður daglegur kostnaður allt aftur til 1900 með aðstoð endurreikningaveðurganga ECMWF.

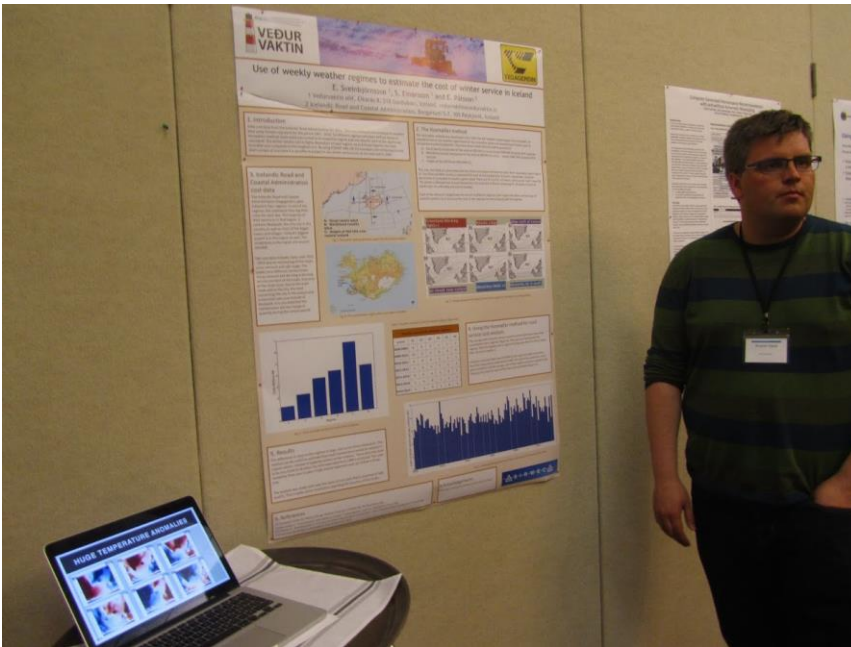
Niðurstöður og umræður

Tilgangur rannsóknarinnar var að skoða hvernig þessi aðferð kæmi út og meta jafnframt gagnsemi hennar. Eftir því sem samanburðarhæfur kostnaður við vetrarþjónustu verður betri fyrir fleiri ár, þeim mun gagnlegri verður aðferð eins og þessi. Hún kemur að notum t.d. við að skýra breytileg fjárútlát til þjónustunnar á mill ára og með vörpun aftur í tímann má fá fram nokkurskonar líkindadreifingu kostnaðar sem gagnast gæti við áætlunargerð og því að meta þjónustukostnað út frá hinni stóru breytni sem veður er í þessum efnum.

En umfram allt er niðurstaðan samt sú að með aðferðinni fæst hagnýtt greiningartól sem tengir kostnað og veður saman í 6 veðurklösum hverrar viku í senn. Hvort sem litið er til kostnaðar eða ekna km. þjónustutækja að þá er umfang allt að sexfalt á milli veðurklasana.

Ekkert er því til fyrirstöðu hjá Vegagerðinni að þróa aðferðina áfram, bera saman kerfisbundið við VetrarIndex og jafnvel skoða aðra kafla á þjóðvegum s.s. þar sem snjómokstur er uppistaðan í vetrarþjónustunni í stað hálkuvana sem einkennandi eru fyrir Suðvesturland.

Ásamt þessari greinargerð voru niðurstöður kynntar með veggspjaldi á SIRWEC fundi í Fort Collins í Colorado 27. til 29. apríl 2016 (Mynd 5) og á einnig Rannsóknaráðstefnu Vegagerðarinnar 28. október 2016.

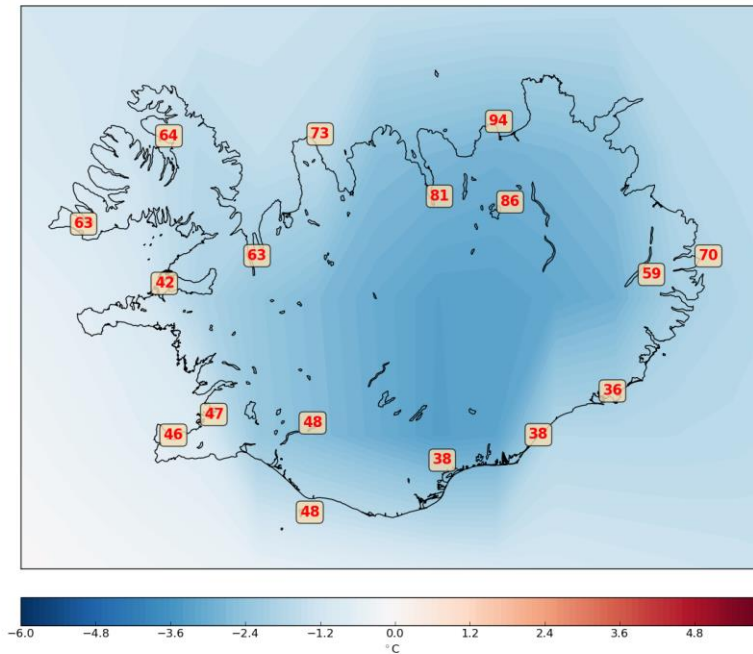


Mynd 5. Sveinn Gauti Einarsson frá Veðurvaktinni við veggspjald í Fort Collins í Colorado á SIRWEC fundi 28. apríl 2016.

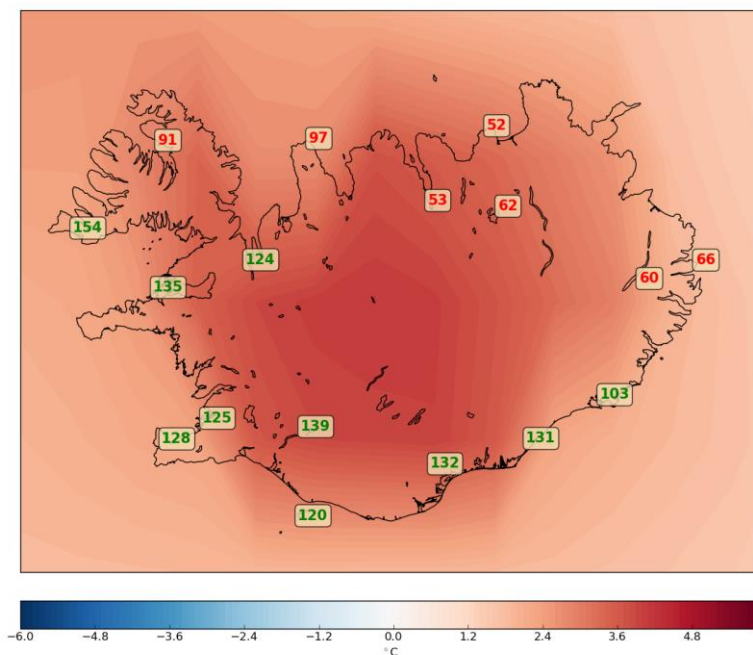
Viðauki 1

Frávik hvers veðurklasa af vetrarhita eins og hann er reiknaður í endurgreiningu ECMWF, 1961-2010 og hins vegar hlutfall (%) úrkomu á 18 veðurstöðum þar sem 100 er meðaltal.

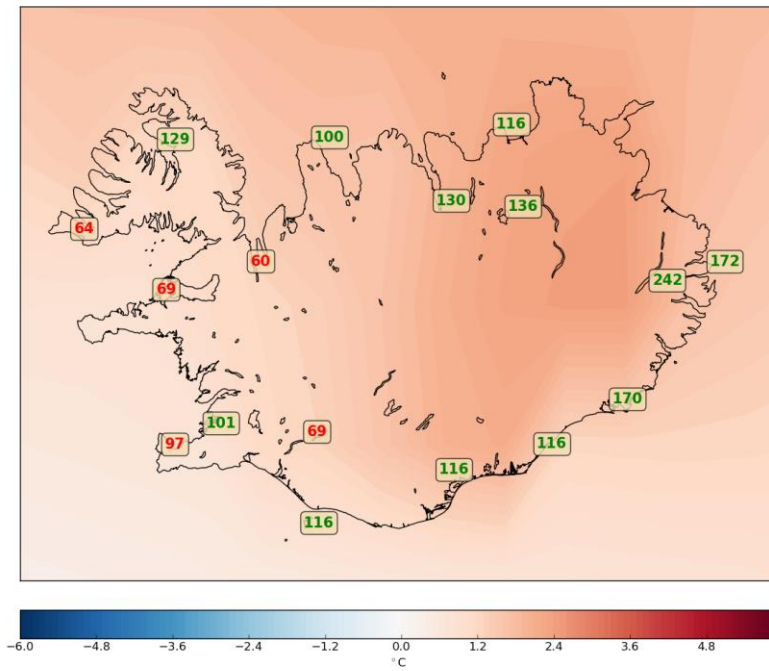
1. Kalt og þurr



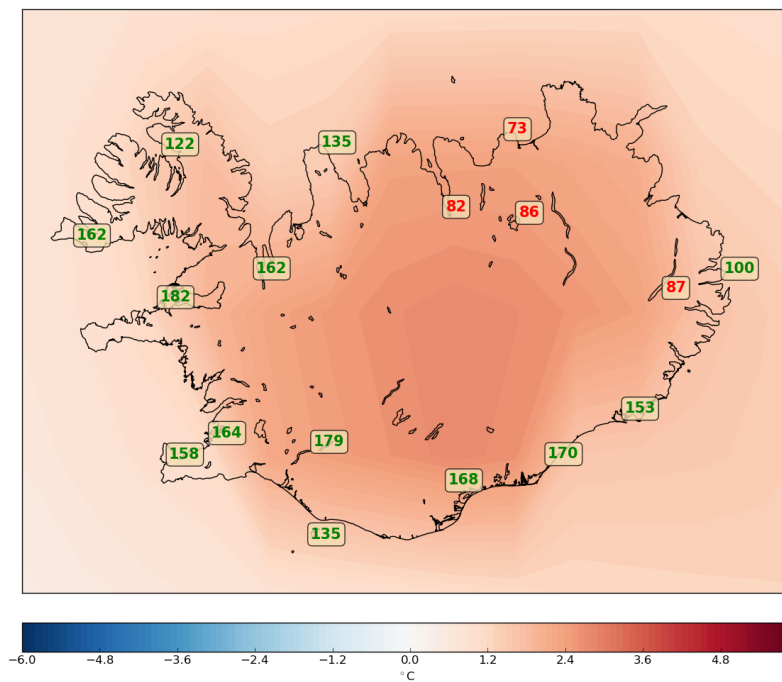
2. Leysingar og vetrarblotar



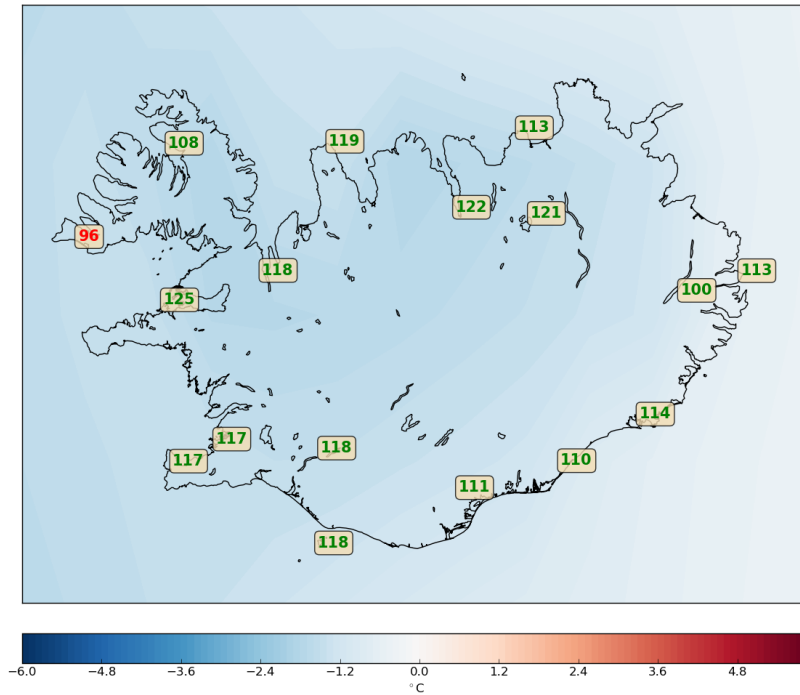
3. A- og NA-átt, lægðir fyrir sunnan land



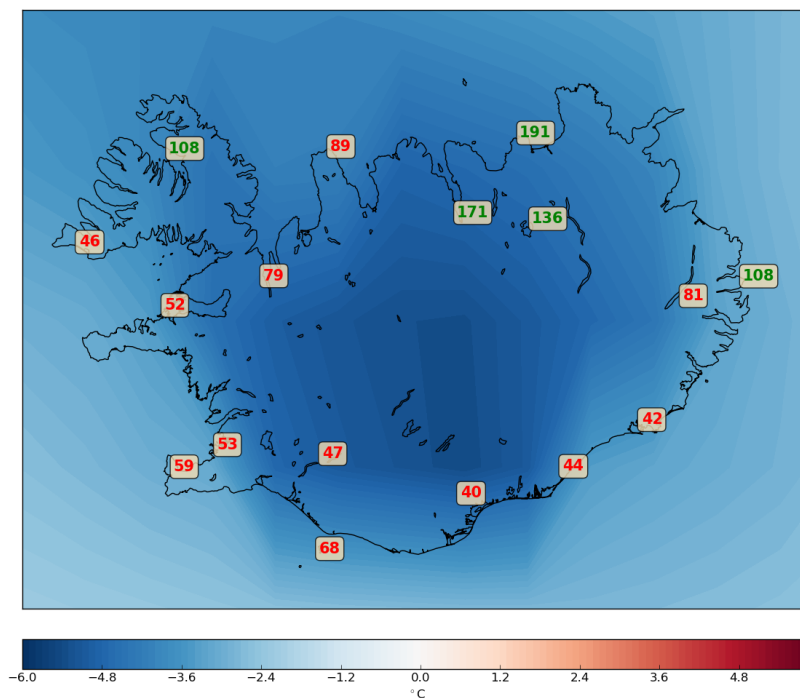
4. Umhleytingar og stormasamt



5. Útsynningur



6. N-átt með snjó





Greining kostnaðarliða við vetrarþjónustu með hliðsjón af veðurlagi

Einar Sveinbjörnsson ¹, Sveinn Gauti Einarsson ¹ and Einar Pálsson ²

¹ Veðurvaktin ehf, Eikarás 8, 210 Garðabær. vedurvaktin@vedurvaktin.is

² Vegagerðin, Borgartúni 5-7, 105 Reykjavík.

1. Inngangur

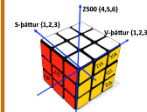
Kostnaður við vetrarþjónustu er afar sveiflukenndur og ræðst af veðri. Greind voru dagleg kostnaðargögn Vegagerðarinnar á suðvesturvæðri frá 1. janúar 2011 til 31. desember 2015. Þau voru borin saman við veðurfar með aðstoð 20. aldar endurgreiningar Evrópsku reiknimitstöðvarinnar (ECMWF ERA 20C)[1]. Skilgreindir voru 6 veðurlagsflokkar með svokallaðri aðferð Hovmöllers. 50 ára tímabili, 1961-2010 myndar sláðn grunn sem lýsir breytileika hvers vetrar eftir fjölda vikna í hverjum veðurlagsflokki. Kostnaður er allt að því 5 sinnum hærrí í því veðurlagi sem krefst mestrar þjónustu samanborið við þann veðurlagsflokk sem er útgaldaminnstur. 20. aldar endurgreining Evrópsku reiknimitstöðvarinnar gerir líka kleift að bakreikna kostnað við vetrarþjónustu hefði hún verið með líku sniði allt aftur til 1901 út frá umfanginu 2011-2015.

2. Aðferð Hovmöllers

Danskur veðurfræðingur Ernst Hovmöller skilgreindi greiningaraðferð upp úr mýri síðustu öld sem hann heimfærði fyrir Ísland. Hann skilgreindi 27 veðurhringrásarflokka sem vegnir voru út frá mælingum á hita og úrkomu. Hovmöllerþættirnir eru þrjú (mynd 1):

- A. Vestanþáttur vindins í 500hPa í sniði 60-70N eftir lengdarbaug 20V.
- B. Sunnanþáttur á sama hátt í sniði 10-30°V eftir breiddarbaug 65°N.
- C. Hæð 2500Pa yfir miðju landinu (65°N og 20°V). [2]

Allir þættirnir voru greindir upp í jafnstóra þríjungja fyrir vikugildi yfir vetrartímam sem skilgreindir er frá um 25. nóvember fram í endaðan mars. Vikurnar eru látnar byrja á mánuðegi og enda á sunnudegi. Í gagnasafninu 1961-2010 voru þannig 910 vikur og þríjungamörk voru reiknuð fyrir alla þrjú þættina. Með því móti fást (3x3x3)=27 veðurlagsflokkar, hver með sín einkenni [3]. Tíðni þeirra en áþekkt.

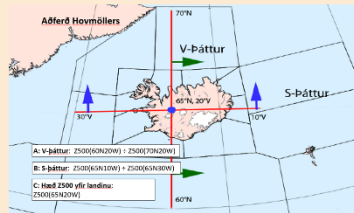


Að lokum var líkum flokkum raðað saman í sex veðurklassa. Hver þeirra er lýsandi fyrir ákveðna háloftloftringrás yfir landinu sem aftur mótar veður á jörðu niðri (mynd 2). Breytileikinn stjórnast mest af bylgjuhefingum háloftavindanna á stærri kvarða loftringrásarinnar. Það er vel þekkt að ákveðið veður er einkennandi í nokkra daga í senn, t.d. umhlypingar, N-átt o.s.frv. Slík einkennisveður vara gjarnan í 6 til 10 daga í senn.

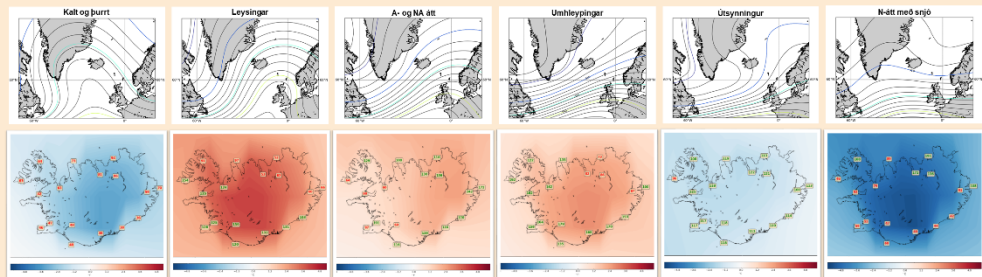
3. Kostnaðargögn Vegagerðarinnar

Vegagerðin á í förum sínum ítarlega kostnaðargreiningu á vetrarþjónustu fyrir síðustu ár. Kostnaðarþáttum skipt niður á einstaka daga og hann er greindur niður á ákstur þjónustutækja, eftirlit og síðan salt- og þækilsnotkun. Reiknaður hefur verið svokallaður vetrarindex hjá Vegagerðinni, en hann er ekki hafður til samanburðar í þessari athugun.

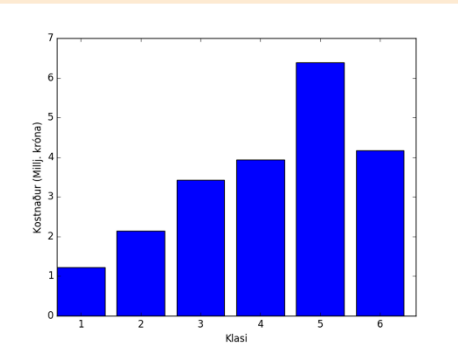
Hér er eingöngu horft er til Suðvesturlands (þjónustusvæði 341) sem afmarkast af Kjalarnesi, Höfuðborgarsvæðinu og upp að Litlu Kaffistofu. Upplýsingar um kostnað og magn tölur eru nýttar til að finna tengsi við veðurklasana að vetri á tímabilinu frá 2011 til 2015. Á þessum árum var lítil magnaukning í þjónustunni og því eru veturnir ágætlega samanburðarhæfir hvað kostnað varðar.



Mynd 1: Aftmörkun hinna þrjúggja Hovmöller þátta



Mynd 2: Efri röð: Dæmigerð hæðarkort 500hPa fyrir klasana 6. Klasa 1 er lengst til vinstri þá klasa 2 o.s.frv. Neðri röð: Samsvarandi frávikakort hita og úrkomu



Mynd 3: Meðaltal daglegs kostnaðar fyrir hvern hinna 6 klasa

5. Hvernig gagnýta má þessa aðferð?

Með tiltölulega einfaldri aðferð eru fundin tengsl veðurs og kostnaðar við vetrarþjónustu á umferðarbestu vegum suðvesturlands. Hana má einnig gagnýta fyrir aðra vegakafila þar sem áhersla er frekar á snjöhreinsun en hákuvarnir. Ávinningurinn er nýtt töl við kostnaðargreiningu vetrarþjónustu sem gagnast Vegagerðinni við að skilgreina ólíka þörf fjármagns til þjónustunnar. Þá er hægt að spjalla kostnað fyrir tiltölulega fá ár yfir á lengra tímabil með hjálp veðurendurgreininga. Með því móti er hægt með tölfræðilegum hætti að greina spönn kostnaðar frá snjólétum/hákkullitum veturnum yfir í þá snjöþungu eða þeirra þegar hálkueyðing er tíðari en ella.

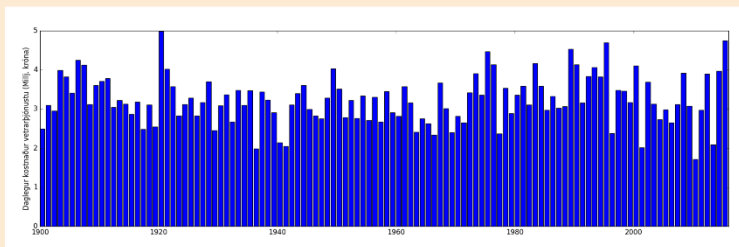
Tafla 1. Fjöldi vikna í hverjum klasa 2008-2015

Vetur	Fjöldi vikna í hverjum klasa					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
2008-2009	4	6	5	1	1	1
2009-2010	12	5	2	0	0	0
2010-2011	4	4	4	2	3	1
2011-2012	1	6	0	2	6	3
2012-2013	6	6	4	1	0	1
2013-2014	1	3	8	1	2	3
2014-2015	2	3	0	2	8	3

4. Nokkrar niðurstöður

Í töflu 1 má sjá hve tíðni hvers veðurklasa er ólík eftir veturnum og endurspeglarmjög ólíkt og kaffaskipt veðurfar þeirra. Meðalkostnaður fyrir hina 6 veðurklassa var reiknaður (mynd 3). Mjög mikill munur er á kostnaði við vetrarþjónustuna eftir klösum. Þannig reyndist kostnaður í klasa 5 (útsynningur) vera 5 sinnu meiri en í klasa 1 (kalt og þurrt).

Hægt er að afturreikna áætlaðn kostnað á grunni veðurendurgreiningarinnar allt aftur til 1900 (mynd 4). Kostnaður hvers vetrar er fundinn út frá kostnaðargreiningunni 2011-2015. Vissulega er um fremur stutt tímabil að ræða en fram kemur mikill breytileiki á milli vetra. Engin markverð leitni er til staðar, þ.e. ekki er hægt að greina langtímabreytingar á tíðni klasanna þessi 110 ár.



6. Heimildir

- [1] European Centre for Medium-Range Weather Forecasts. ECMWF ERA-20C Reanalysis data.
- [2] Hovmöller, E. "Climatological information on Iceland." United Nations report no. TAO/CE/4, 115 p, 1960.
- [3] Eilasson Á., Sveinbjörnsson E. A Severe in-cloud icing episode in Iceland 2013-2014 - Weather pattern background. Proceedings international Workshop on Atmospheric icing of Structure. 2015

7. Kynning verkefnisins

Verkefni þetta og helstu niðurstöður voru kynntar á vetrarþjónsutarástefnu í Fort Collins í Colorado í apríl 2016. Verkefnið var styrkt af Rannsóknarsjóði Vegagerðarinnar

Viðauki 3

Úrklippa úr uppgjörstöflu fyrir þjónustusvæði 341. Þá daga sem vantar voru engar aðgerðir og heldur enginn beinn kostnaður við vetrarþjónustu.

ÞJST	Flokkur	Ár	Dagur	Akstur_km	Salt_kg	Pækill_lit	Kostn_gróft_reikn.kr.
341	Snjómokstur	2011	03-Jan-11	639	14,999	10,161	1,002,910 kr.
341	Snjómokstur	2011	06-Jan-11	717	48,244	-	1,730,416 kr.
341	Snjómokstur	2011	11-Jan-11	30	1,076	-	52,503 kr.
341	Snjómokstur	2011	13-Jan-11	1,638	70,438	1,438	3,124,529 kr.
341	Snjómokstur	2011	14-Jan-11	211	3,979	2,173	305,055 kr.
341	Snjómokstur	2011	15-Jan-11	905	31,872	2,888	1,588,009 kr.
341	Snjómokstur	2011	16-Jan-11	1,826	85,221	6,564	3,647,705 kr.
341	Snjómokstur	2011	17-Jan-11	4,024	198,970	6,885	8,235,951 kr.
341	Snjómokstur	2011	18-Jan-11	2,929	147,826	1,262	6,039,077 kr.
341	Snjómokstur	2011	19-Jan-11	259	7,441	-	415,605 kr.
341	Snjómokstur	2011	20-Jan-11	3,236	173,747	2,689	6,897,986 kr.
341	Snjómokstur	2011	23-Jan-11	336	3,448	16,226	487,188 kr.
341	Snjómokstur	2011	24-Jan-11	126	85	2,846	141,884 kr.
341	Snjómokstur	2011	25-Jan-11	15	-	-	14,901 kr.
341	Snjómokstur	2011	26-Jan-11	15	-	-	15,396 kr.
341	Snjómokstur	2011	28-Jan-11	2,402	133,566	10,160	5,256,434 kr.
341	Snjómokstur	2011	30-Jan-11	242	8,621	3,784	441,443 kr.
341	Snjómokstur	2011	31-Jan-11	675	22,387	3,914	1,163,837 kr.
341	Snjómokstur	2011	01-Feb-11	2,310	82,044	31,795	4,186,079 kr.
341	Snjómokstur	2011	02-Feb-11	5,062	239,800	14,313	10,166,946 kr.
341	Snjómokstur	2011	03-Feb-11	6,108	337,611	27,096	13,328,674 kr.
341	Snjómokstur	2011	04-Feb-11	6,982	316,928	25,620	13,761,466 kr.
341	Snjómokstur	2011	05-Feb-11	5,596	246,642	9,861	10,822,857 kr.
341	Snjómokstur	2011	06-Feb-11	3,668	165,062	39,663	7,326,085 kr.
341	Snjómokstur	2011	07-Feb-11	4,136	195,228	21,790	8,340,947 kr.
341	Snjómokstur	2011	08-Feb-11	3,151	79,921	933	4,833,388 kr.
341	Snjómokstur	2011	09-Feb-11	2,067	73,647	43,237	3,822,512 kr.
341	Snjómokstur	2011	10-Feb-11	1,660	71,546	26,879	3,292,032 kr.
341	Snjómokstur	2011	11-Feb-11	29	-	-	28,905 kr.
341	Snjómokstur	2011	12-Feb-11	1,318	46,643	18,477	2,387,083 kr.
341	Snjómokstur	2011	13-Feb-11	4,166	185,900	33,554	8,231,751 kr.
341	Snjómokstur	2011	14-Feb-11	2,236	79,771	16,146	3,989,053 kr.
341	Snjómokstur	2011	15-Feb-11	1,470	67,041	30,749	3,026,592 kr.
341	Snjómokstur	2011	16-Feb-11	307	9,511	-	506,677 kr.
341	Snjómokstur	2011	17-Feb-11	422	14,547	1,860	736,586 kr.
341	Snjómokstur	2011	21-Feb-11	37	-	-	37,000 kr.
341	Snjómokstur	2011	25-Feb-11	1,145	49,107	42,676	2,382,236 kr.
341	Snjómokstur	2011	26-Feb-11	3,766	177,737	34,666	7,665,606 kr.
341	Snjómokstur	2011	27-Feb-11	1,160	58,205	21,113	2,484,500 kr.
341	Snjómokstur	2011	28-Feb-11	1,215	74,627	27,063	2,912,615 kr.
341	Snjómokstur	2011	01-Mar-11	4,137	258,401	100,768	10,050,314 kr.