

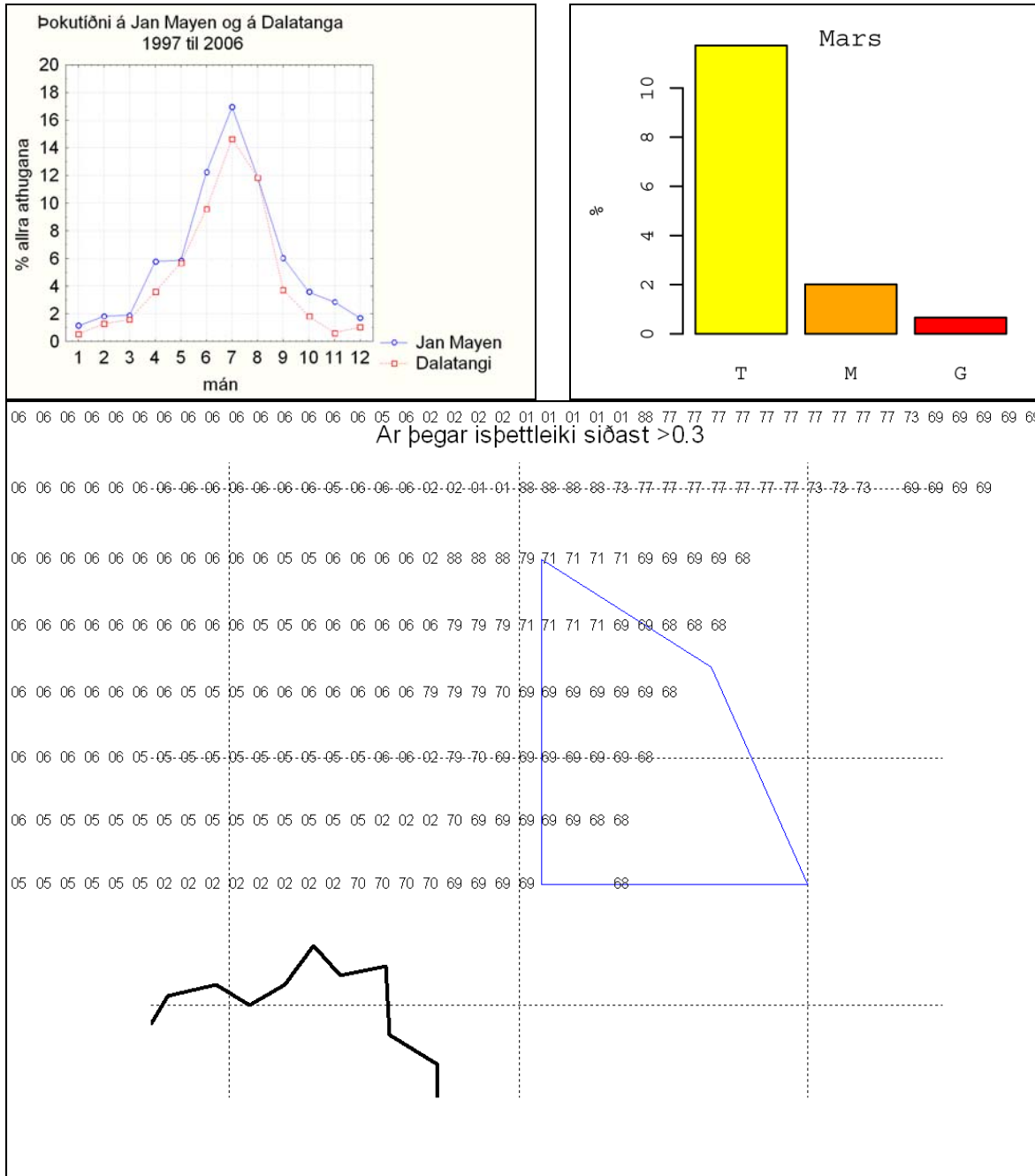
Ásdís Auðunsdóttir
Guðmundur Hafsteinsson
Trausti Jónsson

Greinargerð um veðurfar og hafís á Drekasvæði (Jan Mayen-hrygg)

Greinargerð um veðurfar og hafís á Jan Mayen-hryggnum

Helstu niðurstöður

Þótt beinar upplýsingar um veðurfar á Jan Mayen-hryggnum (Drekasvæði) séu af skornum skammti má fullyrða að þar ríki kalt úthafsloftslag. Úrkoma er talsverð og þokur nokkuð tíðar. Hafís hefur lítið borist inn á svæðið á síðustu áratugum, árin 1965 til 1971 eru þó undantekning. Suðausturhorn svæðisins hefur þó verið íslaut á þessum tíma, að því best er vitað, en ísatiðni vex mjög norðvestast á svæðinu og þar vestur af. Stormatíðni er svipuð og við strendur Íslands og við Jan Mayen. Ísing skapar tímabundin vandamál að vetrarlagi en áraskipti á tíðni hennar eru þó mikil. Algengast er að þoka skapi vandamál að sumarlagi, en vindur að vetrarlagi. Þokutíðni vex þegar ísingartíðni minnkar síðla vetrar og á vorin, en tíðni þoku er farin að minnka áður en ísingartilvikum fjölga seint að hausti.



Að ofan til vinstri má sjá að þokutíðni er langmest á sumrin. Að ofan til hægri sést að ísing er talsvert vandamál í mars (og litlu minni í öðrum vetrarmánuðum, ERA-40). Að neðan má sjá hvaða ár varð síðast vart við rekis á svæðinu (1968 og 1969) skv. ERA-40 gögnum. Sjá annars megintexta.

Veðurþjónusta er erfiðari á þessu svæði heldur en á leitar- og vinnslusvæðum við Noreg, Grænland og Færeyjar vegna fjarlægðar frá landi. Rauntímaupplýsingar um veður, sjávarhita, sjólag og hafís skortir.

svæði	vindur	ísing	hafís	borgarís	skyggni	þrumuv
Dreki	x	xxx	x	x	xx	x
V-Grænland	x	xxx	xx	xxx	xx	x
N-Noregur	x	xx	0	0+	x	x
Færeyjar	x	x	0	0+	x	xx
V-Noregur	x	x	0	0	x	xx
Norðursjór	x	0	0	0	x	xxx

Taflan sýnir hvernig tíðni veðurtengdra vandamála eru talin vera á Drekasvæði miðað við nokkur önnur leitarsvæði við N-Atlantshaf. Þekking er minni á veðurskilyrðum Drekasvæðisins, en á öðrum leitar- og vinnslusvæðum við norðanvert Atlantshaf. Vindskilyrði virðast þó svipuð á svæðunum öllum. Ísing af völdum særoks er ámóta tíð á Drekasvæði og við V-Grænland, en þokuísing sennilega sjaldgæfari. Ísing er einnig alltíð við Norður-Noreg, (hér er átt við svæðið NNV af Hammerfest – ekki hafíssvæðið í Barentshafi) en lítil á öðrum svæðum. Hafís kemur stöku sinnum inn á Drekasvæðið, er algengur við V-Grænland, en kemur vart inn á önnur svæði. Borgarís kemur inn á Drekasvæðið, en er mun sjaldgæfari en við V-Grænland. Borgaríss hefur orðið vart við Færeyjar og Noreg. Vont skyggni er trúlega ámóta algengt á Drekasvæðinu og við V-Grænland og heldur algengara en við Noreg, Færeyjar og í Norðursjó. Þó verður að leggja áherslu á að upplýsingar um þetta atriði eru mjög af skornum skammti. Þrumuveður eru langalgengust í Norðursjó af svæðunum sex, en sjaldgæf á Drekasvæðinu.

Lagt er til að mælduflum verði komið fyrir á svæðinu sem fyrst, mæli þau a.m.k. sjávarhita, lofthita og loftþrýsting. Lagt er til að skip sem fara um leitarsvæðið, hvort sem er til mælinga eða eftirlits geri veðurathuganir, skyggni og skýjahæðarathuganir eru sérlega mikilvægar.

English summary

Meteorological observations in the area are sparse, and the present report heavily relies on measurements from coastal stations in Iceland and Jan Mayen as well as the ERA40 reanalysis database (ECMWF). The climate of the area is classified as cold oceanic, with the mean temperature of the warmest month not reaching 10°C. There is ample precipitation and fogs and poor visibility due to precipitation rather common. Sea ice has been infrequent during the last 25 years, but during the 1960s and 1970s the ice covered parts of the area during late winter and spring. Ice frequency increases heavily to the northwest of the area. Windstorm frequencies are similar to the coastal districts of NE-Iceland and Jan Mayen. Seaspray-icing occasionally causes severe conditions during the winter, however, the year-to-year variability is large in this respect. The presence of sea ice enhances the risk of seaspray-icing and many of the cases with estimated extreme icing occurred during the above mentioned sea ice period.

Operational weather service is more difficult in this areas than other oil interest areas in the N-Atlantic, mainly because of the large distance to land, which restricts the use of weather radars and the very sparse shipping traffic in the are, inhibiting access to real-time-in situ data on sea surface temperature, sea ice conditions and visibility.

area	wind	icing	seaice	iceberg	visibility	thunder
Dreki	x	xxx	x	x	xx	x
W-Greenland	x	xxx	xx	xxx	xx	x
N-Norway	x	xx	0	0+	x	x
W-Norway	x	x	0	0	x	xx
Faeroes	x	x	0	0+	x	xx
North Sea	x	0	0	0	x	xxx

The table highlights the relative severeness of weather conditions at five locations. The number of x-s indicates the relative severeness, 0 indicating extremely rare occurrences. The icing problems at Dreki are probably similar to W-Greenland conditions regarding the wind spray, but probably less severe regarding the fog-icing. Sea ice is an occasional problem and one should expect some isberg drifting through the area. Thunderstorms are rare.

Landafræði

Svæðið er á austurmörkum Íslandshafs, um 300 km suður af Jan Mayen og um 350 km norðaustur af Langanesi (sjá mynd 1), gróflega í kringum 68,5°N; 9,0°V. Staðurinn er norðaustan við megingrein Austur-Íslandsstraumsins (sjá mynd 2). Landrænna áhrifa gætir lítt. Svæðið er norðan við heimskaupsbauginn nyrðri og árstíðasveifla sólargangs og dagsbirtu er því mjög mikil (sjá mynd 3). Sól sest ekki frá því um 20. maí til um 20. júlí og í björtu veðri telst verkljóst (sól er minna en 6° undir sjóndeildarhring) samfellt frá maíbyrjun þar til vika er af ágústmánuði. Sól kemur ekki upp í um mánaðartíma kringum vetrarsólstöður (21.-22. desember), þá telst verkljóst að hámarki 4-5 klst., en aðeins í björtu veðri.

Veður og veðurfar

Þrýstifar og brautir þrýstikerfa

Þrýstifar á svæðinu mótast mest af áhrifum Grænlands og návist Austur-Grænlandsstraumsins annars vegar en hlýrri hafsvæða suður og austur undan hins vegar (mynd 2). Þrýstingur er að jafnaði hærri yfir köldu svæðunum norður og vestur undan heldur en yfir þeim hlýrri austan svæðisins.

Að vetrarlagi er þrýstingur að jafnaði hár yfir N-Grænlandi og Íshafinu, mjög áberandi hæðarhryggur liggur þá meðfram A-Grænlandi í átt til Íslands og Grænlandssunds. Þetta má sjá á þrýstikortunum á mynd 4. Meðalþrýstikortið í janúar sýnir að svæðið er að vetrarlagi að jafnaði við suðausturmörk þessa hæðarhryggs. Mörkin milli hryggjarins og svæðis þar sem þrýstingur er lægri eru oft mjög skörp, þá með hvassviðri og miklu frosti út af NA-Grænlandi, en mun hægari vindi og hærri hita suðaustur og austur undan. Lægðasvæði er á veturnum viðloðandi á Grænlandshafi, suðvestan eða sunnan Íslands og teygir það sig gjarnan til austurs og norðausturs í átt til miðju Noregshafs. Þetta lágþrýstisvæði markar megináðsetur og brautir lægða og illviðra á N-Atlantshafi. Fyrir kemur að lægðabrautir færast tímabundið norður fyrir Ísland. Algengt er að hægfare lægðir sitji dögum saman yfir Noregshafi milli Jan Mayen og stranda Noregs. Þá er oftast hæð ríkjandi yfir Grænlandi með norðanátt á Jan Mayen-hrygg.

Þrýstikortin fyrir apríl og október bera einkenni janúarkortsins (mynd 4), en jafnþrýstilínur eru þó ekki eins þéttar. Júlíkortið er mun flatara og lítið ber þá á hryggnum við Austur-Grænland (mynd 4). Á sumrin eru flest veðurkerfi veik og hreyfingar þeirra óræðari en á öðrum tímum árs.

Þrýstingur er að jafnaði lægstur yfir háveturinn, frá því snemma í desember þar til um miðjan febrúar, en þá rís hann að jafnaði þar til snemma í maí, en á þeim tíma er hann að meðaltali hæstur á svæðinu. Þrýstingur fellur aftur frá því snemma í júní og allt þar til snemma í desember, rólega í júlí og ágúst, en hraðar í september.

Norðlægar áttir ríkja að jafnaði á svæðinu haust, vetur og vor (mynd 5), en á sumrum er áttin breytilegri (vindrós júlí). Þó að norðanátt sé algengust yfir veturinn er einnig algengt að suðlægar og vestlægar áttir nái inn á svæðið þegar öflug þrýstikerfi fara hjá. Á síðustu áratugum hefur slík staða verið algengust í febrúar. Talsverð áraskipti eru í þrýstifari, meginbreytileikanum er gjarnan lýst með svokallaðri NAO-tölu (sjá t.d. Hurrell, 1995). Þegar talan er há liggja lægðabrautir gjarnan nærri Íslandi og þar með Jan Mayen-hrygg, en þegar hún er lág er háþrýstisvæði ríkjandi og lægðir þá gjarnan vestan við Grænland eða austur við Noreg.

Lægðabrautir

Svæðið er í norðurjaðri svokallaðs vestanvindabeltis sem í háloftunum hringar sig umhverfis allt tempraðabelti norðurhvels og stjórnar hreyfingu stórra veðurkerfa. Flest veðurkerfi berast því yfir svæðið úr geiranum frá suðvestri til norðvesturs. Vestanátt háloftanna nær hins vegar sjaldan til jarðar því kalt og þungt loft úr íshafinu stingur sér undir vestanáttina sem ríkir hærra uppi. Þetta veldur því að norðlægar vindáttir eru ríkjandi á svæðinu mestallt árið. Flestar lægðir hreyfast annaðhvort til austurs eða norðausturs fyrir sunnan eða austan svæðið (brautir Ia og Ib á mynd 6) eða þá að þær verða kyrrstæðar og grynast fyrir suðvestan og sunnan Ísland eða í Noregshafi, þá sunnan eða austan við svæðið (sjá meðalþrýstikort janúar, mynd 4). Þrátt fyrir þessa meginreglu er nokkuð algengt að lægðabrautin liggji um Grænlandssund og til austurs fyrir norðan Ísland (braut II á mynd 6) eða jafnvel fyrir vestan Grænland (braut III á mynd 6). Stöku sinnum koma dýpkandi lægðir úr norðvestri eða norðri og ganga yfir svæðið (braut IV á mynd 6), en að jafnaði er þrýstingur hár við Austur-Grænland. Stöku þrýstikerfi berst til svæðisins að austan.

Megnið af þeim lægðum sem hafa áhrif á svæðinu eru langt komnar á þróunarbrautinni. Margar berast til austurs langt sunnan við svæðið, áhrifin merkjast þá einkum af vindsnúningi frá suðaustri um austur til norðausturs eða norðurs. Úrcoma er þá fremur lítil en él eru í norðanáttinni eftir að lægðirnar fara hjá.

Liggi lægðabrautin nærri svæðinu en þó sunnan við það er dæmigert að áhrifa lægðarinnar gæti á eftirfarandi hátt: (i) Suðaustan hvassviðri með úrkomu, (ii) kafla með hægum vindi og skúrum eða éljum, (iii) norðaustan- eða norðanhvassviðri með snjókomu eða rigningu. Ef lægðin verður kyrrstæð eða hægfara á svæðinu lengist tímabil (ii) en norðanhvassviðri getur þá skolið á snögglega af mikilli hörku.

Lægðir sem koma úr suðri eru oft nærri hámarksstyrk. Mikið hvassviðri af suðaustri og suðri er þá norðan og austan lægðarmiðjanna, en norðvestanáttin á eftir lægðarmiðjunni er þó alvarlegust, oft með hvössum vindi, úrkomu og stundum ísingu að vetrarlagi.

Lægðir sem koma úr suðvestri og vestri og fara norðan við svæðið færa með sér skammvinnnt sunnanhvassviðri, sem snýst til suðvesturs og vesturs, oft með stormstyrk og skúrum eða éljum. Vindur snýst síðan til norðvesturs og norðurs, oftast dregur þá fljótt úr vindi, en stöku sinnum gerir grimmilega norðvestan- og norðanátt með frosti og ísingu.

Fyrir kemur að skörp skil ganga yfir svæðið úr norðvestri og norðri. Vindur á undan skilunum er þá yfirleitt hægur en handan þeirra tekur við grimmilegt heimskautevður, hvass vindur og mikið frost með ísingu.

Smálægðir myndast alloft á svæðinu, þær öflugri eru gjarnan nefndar heimskaotalægðir. Þær eru algengastar að vetrarlagi yfir íslausum sjó nærri ísbrúninni þegar mjög kalt er í háloftunum. Þvermál þessara lægða er gjarnan 200 til 300 km. Í lægðunum eru éljabakkar, kuldi og allhvass vindur eða þaðan af meir. Þessar lægðir koma ekki vel fram í veðurgreiningu áratugi aftur í tímann og vel má því vera að hlutur þeirra sé vanmetinn í mati á þrýstifari svæðisins.

Háþrýstisvæði ríkja alloft á svæðinu á flestum árstímum. Á sumrin er svæðið þá gjarnan þakið víðáttumiklum þokubökkum (sjá neðar).

Veðurþættir

Lítið hefur frést af veðurmælingum á svæðinu, hefðbundin gögn liggja þó fyrir frá stöðvum við strendur Íslands og frá Jan Mayen. eru þær athuganir nýttar hér. Vegna skorts á hefðbundnum athugunum er hér einnig mjög stuðst við gögn úr svokallaðri ERA-40 veðurgreiningu (1958 til 2002) Reiknimiðstöðvar Evrópuveðurstofa (ECMWF) og rauntímagreiningu sömu stofnunar (2002 til 2005). Um ERA-40 greininguna má lesa stuttlega í viðauka 1.

Hitafar

Svæðið er við útjaðar norðurheimsskautesvæðisins og meðalhiti í 2 m hæð er undir 10°C allt árið. Hver sem er af mánuðunum nóvember til apríl getur orðið kaldasti mánuður viðkomandi árs. Að jafnaði eru janúar til mars kaldastir (meðalhiti -2°C til 0°C, mynd 7 sýnir meðalhita í mars), lítill munur er milli mánaða. Ágúst er að jafnaði hlýjasti mánuður ársins (meðalhiti 7°C til 8°C, sjá mynd 8). Árstíðasveifla hitans er lítil, eða 7-9°C í flestum árum, en vex nokkuð í átt til Grænlands. Þessi litla árstíðasveifla einkennir svonefnt úthafslöftslag. Mynd 9 sýnir meðalhita mánaðanna og tíðnidreifingu. Í árum þar sem hafís er á svæðinu eða í jaðri þess getur árstíðasveiflan orðið miklu meiri þar sem dögum með hita undir -10°C fjölgar þá mjög. Mjög sjaldgæft er að sumarhiti komist yfir 13°C og vetrarhiti fari undir -15°C.

Sjávarhiti er um 0°C til 1°C á veturnum (sjá kort með sjávarhita í mars, mynd 10 og línurit til vinstri á mynd 12) en um 7°C þegar hann er hæstur síðla sumars (sjá kort með sjávarhita í ágúst, mynd 11). Hann er hærri en lofthiti meginhluta ársins (mynd 12 til hægri). Því veldur ríkjandi aðstreymi lofts úr norðri. Á sumrin er munur á sjávar- og lofthita þó lítill sem enginn. Í hlýjum sunnanáttum á öllum tímum árs koma þó dagar þar sem lofthiti er hærri en hiti í yfirborði sjávar. Sé hafís á svæðinu getur lofthiti farið niður í frostmark í þoku að sumarlagi. Komi hafþök af ís inn á svæðið (mjög sjaldgæft) getur lofthiti orðið mjög lágur vegna útgeislunarkælingar við yfirborð snævi þakins íssins. Yfir auðum sjó og í litlum ís er lofthiti venjulega lægri en sjávarhiti eins og áður var minnst á. Rétt er að benda á að meðalsjávarhitakortin dylja nokkuð breytileika, algengt er að nokkuð skörp skil séu á svæðinu milli svæða með tiltölulega háum sjávarhita annars vegar og lágum hins vegar.

Skyggni

Engar beinar heimildir eru um skyggni á svæðinu, en athuganir frá veðurstöðvum á Íslandi, sem og Jan Mayen, benda til þess að þoka sé algengasti skyggnisspillir á þessum slóðum. Úrkoma, einkum þó snjór, spillir þó einnig skyggni að vetrarlagi. Særok getur stundum takmarkað skyggni þegar vindur fer yfir 20-25 m/s. Á mynd 13 má sjá hlutfallslegan fjölda athugana þegar skyggni er 1 km eða minna. Ekki er víst að munur sá sem virðist vera á

tíðninni á Jan Mayen og á Dalatanga sé jafn mikill og myndin sýnir, ákvörðun á skyggni er nokkuð háð sjónhring og landslagi auk þess sem sjónmat athugunarmanna kann að vera misjafnt (það sýna fjölmargar íslenskar athuganaraðir). Árstíðasveiflan er mjög skýr á báðum stöðvum. Takmarkað skyggni er langtíðast á sumrin en sjaldgæfast á haustin. Hluttur snjókomu er hvað mestur að vetri til og fram eftir vori, en kaldur sjór og jafnvel ís eykur þokutíðni á vorin. Gott skyggni (>10 km) er álfka algengt á Dalatanga mestallt árið (80-85%) en ívið tíðara á sumrin (70-75%) en að vetri (60-70%) á Jan Mayen (mynd 14).

Þoka er langalgengust á sumrin. Á Jan Mayen og við austur- og norðausturströnd Íslands vex þokutíðni ört þegar líður á maí og nær hámarki í júní og júlí, en mjög dregur úr henni í lok ágúst. Sjá má tíðni þoku á Dalatanga á Austfjörðum og á Jan Mayen á mynd 15. Athuga ber að hér eru einnig talin þau tilvik þegar þoka er í grennd við stöðina, þótt skyggni á stöðinni sjálfri sé ekki takmarkað af hennar völdum. Á stöðvunum tveimur er þoka eða þoka í grennd í 15-17% athugana í júlí. Á Jan Mayen-hrygg gæti þetta hlutfall verið enn hærra, jafnvel yfir 20% í júlí. Árstíðasveifla þokutíðninnar sést einnig á mynd 16, en hún sýnir mismun á hita og daggarmarki einstakra athugana. Þessi munur er að jafnaði minnstur að sumarlagi, loft er þá rakast. Að sumarlagi flokkast þokan undir svokallaða aðstremisgerð, þegar tiltölulega hlýtt loft streymir yfir kalt yfirborð sjávar. Sólin sést alloft í gegnum slíka þoku. Eftir að þokan á annað borð myndast helst hún þó að vindur aukist, en veður þá annaðhvort flekkótt eða hún lyftist og myndar þokuskýjabreiðu. Streymi köld aðstremisþoka yfir svæðið úr norðri lyftist hún gjarnan yfir heldur hlýrri sjó. Sé heiðskirt eða léttskýjað ofan þokunnar, kólnar hún að ofan vegna útgeislunar. Þá getur hiti í henni verið ívið lægri en í sjávarfirborðinu. Sé sjávarhitinn nærri frostmarki vill myndast ísing í þokunni við þessar aðstæður. Aðstremisþoka myndast alloft að vetrarlagi (einkum í suðlægum áttum) en algengast er að vindur sjái til þess að þokan lyftist og myndi þokuskýjabreiðu. Útgeislunarþoka getur myndast yfir hafþökum af ís séu einhverjar vakir til staðar. Særeykur er sennilega algengur á svæðinu næst ísjaðrinum í hægum norðlægum áttum að vetrarlagi.

Skyggni getur orðið slæmt í snjókomu að vetrarlagi. Eljagangur er mjög algengur að vetrarlagi, jafnvel þó lægðir séu langt undan, búast má við að skyggni sé takmarkað í eljunum.

Úrkoma

Litlar upplýsingar er að hafa um ársmeðalúrkoma á svæðinu, hún er þó sennilega mest haust og vetur. Í ERA-40 greiningunni er meðalársúrkoma við 68,5°N; 9,0°V um 700 mm (heldur minni en í Reykjavík), sjá mynd 17. Oftast fellur úrkoman úr skilakerfum sem ganga með lægðum yfir svæðið og stendur þá nokkrar klukkustundir hverju sinni. Súld er algengust síðla sumars, en er lítil að magni til þótt hún geti spillt skyggni. Skúradembur, ótengdar skilakerfum, eru sjaldséðar á sumrin en meiri á haustin. Úrkoma er allmikil í lægðakerfum að vetrarlagi, bæði rigning og snjór. Á tímabilinu frá miðjum maí þar til í október er algengast að úrkoman sé rigning, en annars snjór eða slydda. Nokkur óvissa er um tíðni eljagangs í norðanstrengjum að vetrarlagi, sem ekki er tengdur för lægða nærri svæðinu. Vorið og snemmsumarið eru þurrasti tími ársins (mynd 17). Reikna má með að snjókoma geti numið allt að 25-30 cm á sólarhring. Sé hiti nærri frostmarki getur snjórinn myndað ísingu áveðurs (sjá síðar).

Einhværrar úrkomu er getið á athugunartíma í 20-30% tilvika á Jan Mayen, en 25-35% á Dalatanga. Á báðum stöðvunum er úrkomutíðni lægst á sumrin (mynd 17). Nær ekkert snjóar á Dalatanga í júní til september, en í júlí og ágúst á Jan Mayen. Mest er snjókomutíðnin í desember til apríl, eða á um 20% athugunartíma á Jan Mayen, en 15-20% á Dalatanga, el eru talin með í þessum tölum (mynd 18). Slydda er talin sjaldgæf á Jan Mayen (innan við 2%), en 2-4% athugana á Dalatanga eru gerðar í slyddu (mynd 19). Súld er, eins og áður sagði, algengust síðla sumars og á haustin (mynd 20) og rigning er langalgengust síðla sumars og á haustin á báðum stöðvum (mynd 21).

Þrumuveður

Þrumuveður eru ekki tíð á rannsóknasvæðinu. Könnun á mælingum úr ATD eldingastaðsetningarkerfi sem rekið er af Bresku veðurstofunni, sýnir að frá apríl 2002 til október 2006 (4,5 ár) hefur einungis 44 eldingum slegið niður á svæðinu 67°-69,5°N; 6°-11,5°V, eða um 0,16 eldingum á 1000 km² á ári. Til samanburðar má taka Brent-ólúvinnslusvæðið í Norðursjó (61°N; 2°A), en þar mældust á sama tímabili, 872 eldingar á mun minna svæði (60,5-61,5°N; 1-3°A), sem gefur eldingaþéttleikann 16 eldingar á 1000 km² á ári. Næmni mælikerfisins er líklega örlítið betri á Norðursjávarsvæðinu en á Jan Mayen hrygg, en þó munar þar engu sem skiptir máli miðað við þennan stærðargráðumun í eldingatíðni. Eldingatíðnin er því um 100 sinnum lægri á Jan Mayen-hryggnum heldur en á Brent-svæðinu í Norðursjó.

Vindur

Tveir þættir ákvarða vindhraða yfir sjó: (i) Þrýstibratti sem fylgir þrýstikerfum (lægðum og hæðum) og (ii) stöðugleiki lofts nærri yfirborði sjávar. Meðalvindhraði er hærri á vetrum en að sumri. ERA40-gögnin gefa til kynna að hann sé um 10 m/s á tímabilinu desember til mars en um 6 m/s að sumarlagi (mynd 22). Þetta er ívið meira en á veðurstöðvunum á Jan Mayen (um 8 m/s á vetrum, <5 m/s á sumrin) og á Dalatanga (um 7 m/s á vetrum, um 5 m/s á sumrin).

Á súluritum má sjá tíðni hvassviðra eftir mánuðum og má greinilega sjá hinn háa hlut vetrarins (mynd 23 og 24). Athyglisvert er að vindur er meiri en 11 m/s um þriðjung tímans að vetrarlagi en innan við 5% tímans á sumrin.

Síðustu 10 árin virðist hvassviðratíðni (vindhraði >17 m/s) á Jan Mayen og Dalatanga vera á móta og við 68,5°N; 9°V, eða á bilinu 2-4% athugana (u.þ.b. 8-10 athugunartímar á mánuði) að vetrarlagi (sjá mynd 25). Hlutfallið er mjög svipað á Dalatanga hvort sem 8 eða 24 athuganir á sólarhring eru lagðar til grundvallar, hvassviðrastundirnar að vetrarlagi eru 20-30 á mánuði á stöðinni.

Ísing

Ísing verður í frostrigningu, slyddu, þoku eða særoki. Rigning veldur ísingu þegar þegar regn fellur á flöt með yfirborðshita neðan frostmarks og nefnist þá frostrigning. Oftast er þá einnig frost í lofti. Sé loftið næst fletinum ekki alveg rakametnað gufar vatn upp frá fletinum og kælir hann frekar. Þegar þannig hagar til getur vatnið frosið og myndað ísingu þó að hiti sé rétt ofan frostmarks. Þessi áhrif eru mest áberandi í slydduísingu. Hálfbráðinn snjór frýs þá á fleti þar sem uppgufun á sér stað. Þannig geta tugir cm af ís safnast utan á granna víra. Sé sjávarhiti yfir 5°C er mjög ólíklegt að ísing af þessu tagi standi nema mjög stutta stund. Ísing getur orðið í þoku, vatnsdropar þokunnar eru þá neðan frostmarks (undirkældir) en frjósa við snertingu við yfirborð. Venjulega er ísing af þessu tagi lítil á sléttum flötum, en umtalsverð á stögum og mjóum bómum. Ísing í særoki er alvarlegasta ísingartegundin á sjó. Sé hiti undir -15°C geta dropar særoksins frosið í lofti, en annars frjósa þeir við snertingu við yfirborð. Ísing er algengust á tímabilinu nóvember til apríl og aðallega í norðlægum vindáttum.

Ísingarákefð vegna særoks ræðst einkum af vindhraða, lofthita og sjávarhita en einnig hefur frostmark sjávar nokkur áhrif. Ölduhæð og eiginleikar þeirra flata, sem ísingin sest á, ræður einnig nokkru um hve ákõf hún verður. Nokkrar aðferðir hafa verið þróaðar til að meta ísingarákefð við tiltekin veðurskilyrði. Þær eru flestar miðaðar við algengar gerðir fiskiskipa og því má vera að þær þurfi nokkra aðlögun að þeim skipum og mannvirkjum sem hér um ræðir. Engu að síður ættu þær að geta gefið allgóða vísbendingu um hve oft má búast við alvarlegum ísingartilvikum á þessum slóðum.

Hér verður stuðst við aðferð sem kennd er við Overland (Overland, 1990). Hún er upphaflega hugsuð fyrir 20-75 m löng skip sem sigla upp í vindinn eða þvert á hann. Aðferðin hefur verið notuð til að meta ísingarlíkur við svipaðar aðstæður og hér, m.a. vegna olífuleitar við Vestur-Grænland. Reiknað er ísingarmætti (PPR, icing predictor) miðað við vindhraða, lofthita, sjávarhita og frostmark sjávar og ísingarákefð flokkuð miðað við þá niðurstöðu.

Ísingarflokkun skv. aðferð Overlands.

PPR	<0	0-22,4	22,4-53,3	53,3-83,0	>83,0
Ísingarflokkur	Engin	Lítils háttar	Talsverð	Mikil	Gríðarleg
Ísingarákefð [cm/klst.]	0	<0,7	0,7-2	2-4	>4

Þessi aðferð hefur verið notuð til að reikna ísingarmætti á stað 68,5°N; 9,0°V fjórum sinnum á sólarhring fyrir alla daga árin 1958-2001 samkvæmt gögnum ECMWF, ERA-40, og má sjá tíðni ísingarflokka í hverjum mánuði á mynd 26. Í viðauka 1 kemur fram að ERA-40 greiningin er gerð á neti sem er u.þ.b. 1,125°x1,125° og af því leiðir að þau vindgildi, sem fást úr ERA-40, eru væntanlega dæmigerð fyrir 3 klst. meðalvind fremur en einstakar veðurathuganir þar sem tilgreindur er 10 mínútna meðalvindhraði. Við túlkun á reikniniðurstöðum um ísingu er því rétt að gera ráð fyrir að átt sé við ísingarskilyrði sem standa 3 klst. en að ísing í skemmri tíma geti verið enn algengari. Í reikningunum hefur verið gert ráð fyrir að selta sjávar sé 34,7‰ og frostmark sjávar í samræmi við það, -1,91°C.

Á mynd 26 sést greinilega að tilvik þar sem gríðarmikil ísing reiknast með þessari aðferð hafa helst komið fyrir í mánuðunum febrúar og mars, þeirra hefur stöku sinnum orðið vart í janúar og apríl en aldrei í öðrum mánuðum. Þá hefur mikil ísing átt sér stað í desember, auk framatalinna mánaða.

Tíðni frostrigningar/frostsúldar á athugunartíma á Jan Mayen og á Dalatanga 1997-2006 í % allra athugana sést á mynd 27. Í meðalári er athugað 2922 sinnum, 0,2% af því eru um sex athuganir á ári. Ísing af þessu tagi veldur varla styrk- eða stöðugleikavanda, en getur verið mjög varasöm við vinnu.

Eins og áður var nefnt má helst búast við mikilli ísingu vegna særöks í hvössum, norðlægum vindi og gera má ráð fyrir að nærvera hafíss auki líkur á gríðarlegri ísingu. Koma þar til kælingaráhrif íssins, bæði á loft og sjó. Á mynd 28 má sjá kort af einu versta ísingartilviki sem fannst á því tímabili sem ERA-40 gögnin ná yfir, 6. mars 1969, en þá lá meginjaðar hafíssins örskammt norðvestur af staðnum 68,5°N; 9,0°V og Jan Mayen var umlukin ís.

Rétt er að geta þess að nálægð hafíss hefur veruleg áhrif á ísingarhættu. Ef tímaraðir ísingartilvika eru skoðaðar sést að stór hluti þeirra tilvika þegar gríðarleg ísing reiknast og flokkast með þessari aðferð er frá hafísárunum um og fyrir 1970. Er það einkum áberandi í marsmánuði. Utan hafstíma virðist, skv. þeim gögnum sem hér eru notuð, mega búast við vetrarveðrum sem valda gríðarlegri ísingu á fimm til sjö ára fresti.

Það skal ítrekað að sú aðferð, sem hér er notuð til að meta ísingu vegna særöks, er miðuð við skip af tiltekinni gerð. Áhrif ísingar á annars konar mannvirki þarf að meta sérstaklega. Ísingarhætta fyrir þylur eða önnur flygildi er t.d. allt annars eðlis. Ísing í skýjum, úrkomu og þoku skiptir þar margfalt meira máli en fyrir skip og hætt er við að særöksísing, sem telst óveruleg fyrir skip, skapi hættu við landingar á þylupöllum.

Hafís - borgarís

Mikill hafís berst með Austur-Grænlandsstraumi suður með austurströnd Grænlands. Hann á uppruna sinn að rekja til Norður-Íshafs eða hafsvæða norðar úti fyrir Grænlandsströndum. Ísinn úr Norður-Íshafi er tveggja til nokkurra ára gamall og þykkur eftir því, en á hverjum vetri á sér stað nýmyndun íss meðfram Grænlandi. Hann nær ekki að þykkna jafnmikið en er engu að síður viðsjárverður skipum á siglingu. Hér er um víðáttumikil hafsvæði að ræða sem hulin eru ís árið um kring við Norðaustur-Grænland en sunnan Scoresbysunds hverfur ísinn við Austur-Grænland um sumarið og fram á haust. Árssveifla heildarútbreiðslu er gífurlega mikil. Mynd 29 sýnir þetta glögglega en í efri hlutanum er samanlagður ís á öllu svæðinu 24°V-6°A og 63°N-74°N í hverjum mánuði fyrir sig allt tímabilið (1957-2006) en á neðri myndinni er tekið út minna svæði, eða 06°-11°30'V og 67°00'-69°30'N, einnig fyrir árin 1957-2006.

Í vetrarlok á þessum slóðum, í lok maí, nær samfelldur ís austur frá Grænlandsströnd að jafnaði hálfa leið til Íslands, í Grænlandssundi, og á 71. breiddargráðu langleiðina til Jan Mayen, á að giska helming til tvo þriðju vegalengdarinnar frá ströndinni. Hafísjaðar vetrarísbreiðunnar úti fyrir austurströnd Grænlands, allt suður að Hvarfi, syðst á Grænlandi, liggur svo að segja í sömu stefnu (samsíða) ströndinni, en á þessu getur verið mjög áberandi undantekning. Það er við myndun hins svonefnda Odda síðla vetrar norður af Jan Mayen. Hefur þá kvísl í austur frá Austur-Grænlandsstraumi, á um það bil 72. breiddargráðu, náð að flytja það mikið magn hafíss austur og síðan í norður frá Jan Mayen að víðáttumikil tunga verður þar og helst gjarnan stöðug vikum saman. Auk þessa á sér stað nýmyndun á staðnum sem þéttir þessa miklu tungu sem norskir selveiðimenn kölluðu Oddann.

Um sumarið snarminnkar ísinn á öllu þessu hafsvæði, (sjá myndir 29 og 31) en mynd 31 sýnir fjölda daga þegar einhver ís var í ERA-40 gögnunum (>0) í hverjum mánuði fyrir sig. Til skamms tíma voru mörk lágmarksútbreiðslu hafíss við Austur-Grænland að haustlagi (septemberlok) úti fyrir Scoresbysundi en síðasta hálfa áratuginn miklu norðar, eða á 75. breiddargráðu, um það bil.

Þess ber að geta að sveiflur í útbreiðslu íssins í Austur-Grænlandsstraumi eru allmiklar frá ári til árs, bæði sökum misjafnlega mikils aðstreymis íss úr Norður-Íshafi og mismikillar nýmyndunar sunnar. Veðurfar ræður miklu, sunnan til einkum vindafar, en ríkjandi vindar geta valdið því að ísinn dreifist og eyðist hrekist hann austur í hlýrri sjó. Mynd 30 sýnir hámarksútbreiðslu íss árin 1957-2006 en myndir 33 og 34 sýna ártal þegar ís var >3/10 annars vegar og >6/10 hins vegar skv. ERA-40 gögnunum. Á mynd 32 er tekin út tímaröð í punktinum 68°30'N; 9°V. Þar má glögglega sjá hve hafísárin skáru sig úr.

Borgarís úr skriðjöklum Grænlands bætist svo við ísinn sem hér hefur verið lýst og myndast hefur á sjó. Siglir hann að mestu sömu leið og lagnaðarísinn. Engar upplýsingar eru fyrirleggjandi um tíðni borgaríss á Jan Mayen-hrygg. Hún er líklega lág, en næsta öruggt er að borgarís rekur stöku sinnum inn á svæðið. Við Ísland er tíðni borgaríss hæst síðla sumars og á haustin.

Hafsvæði það sem er til athugunar í þessari skýrslu er vel fyrir austan ofangreind hafísvæði og gætir íss alla jafna ekki. Afbrigðilega mikill hafís í Austur-Grænlandshafi á um það bil 71. breiddargráðu, með áratuga millibili, hefur þó orðið til þess að ís hefur farið um og flotið suður milli 15. og 10. lengdargráðu í átt að Austur-Íslandsstraumi (suður með Austfjörðum). Þetta gerðist á tímabili sem kallað hefur verið hafísárin (1965-1971) og einnig síðla vetrar 1979 sem endaði á hafísvorinu mikla á Norðurlandi það árið.

Nokkur orð um hafísgögn

Þau hafísgögn sem hér eru notuð eru ERA-40 endurgreiningin (Fiorino, 2004), sama gagnasafn og notað er annars staðar í skýrslunni. Hafísgagnasafn þetta byggist annars vegar á mánaðarmeðaltali HadISST frá Bresku veðurstofunni (UKMO) á árunum 1956-1981. Þessi gögn eru tengd í tíma, með ákveðnum hætti (2Dvar) frá miðjum mánuði til allra daga mánaðarins. Frá 1982-2006 voru vikuleg gögn frá Bandarísku umhverfisstofnuninni (NCEP) notuð. Bæði tímabilin hafa að geyma endurgreiningu á gervitungla-, hafís- og sjávarhitaupplýsingum. Þess má geta að gervitunglamyndir komu til sögunnar á árunum 1979-1981. Fleiri hafísgagnasöfn eru til, t.d. Arctic Climate System Study (ACSYS) gagnasafnið sem varðveitt er á Norsk Polar Institutt og hefur m.a. að geyma kort byggð á dagbókum selveiðimanna allt aftur (stopult) til 1550. Lauslegur samanburður á ACSYS og ERA-40 kortum fyrir sama dag sýndu oftast góða samsvörun en örfá tilvik fundust þar sem nokkur munur var á. Tvö þessara korta voru frá árinu 1979 en það gæti bent til þess að í ACSYS gagnasafninu hafi þá þegar verið kominn góður gangur í notkun gervitunglaupplýsinga sem ekki komu inn í ERA-40 safnið fyrir en 1981. ERA-40 hafísgagnasafnið er hentugara í notkun og fljótlega kom í ljós að á tímabili ERA-40 greiningarinnar, eða frá 1957, virðist hafís hafa verið lítil ef undan eru skilin hafísárin 1965-1971, sjá m.a. mynd 29.

Þörf á vöktun

Hinar mismunandi kröfur sem gerðar eru til veðurskilyrða við leit og vinnslu olíu hafa ekki verið settar fram í verklýsingu. Kröfur þessar eru verkfræði- og tryggingafræðilegs eðlis, en ekki veðurfræðilegar. Nokkur grein hefur verið gerð fyrir almennum vind- og skyggnis-skilyrðum sem og ísingar- og hafíslíkum.

Eins og kemur fram í meginmáli má almennt segja að upplýsingar um daglegt veður séu af skornum skammti á svæðinu. Hefðbundin veðurratsjá, staðsett á Norðausturlandi, myndi ná yfir allstóran hluta birgðaleiða (flugs), en nær ekki út á sjálft svæðið. Vegna lögunar jarðarinnar fjarlægist ratsjárgeisli yfirborðið því lengra sem kemur frá ratsjanni. Til stendur að koma upp veðurratsjá á Norðausturlandi. Gera má ráð fyrir að verulegur hluti snjókomu- og eljaskýja á þessum slóðum sé ekki háreistari en svo að þau næðu ekki upp í geislann eftir að komið er u.þ.b. 100 km frá veðursjanni og myndi hún því ekki nýtast til að kortleggja úrkomu á Dreka.

Skortur á veðurathugunum í rauntíma leiðir m.a. til þess að: (i) vindur í einstökum vindstrengjum er óviss þar með sömuleiðis ísingarhætta, (ii) upplýsingar um skýjafar og þoku verða mjög óvissar. Hvort tveggja getur haft þær afleiðingar að takmarkandi veðri verði of oft spáð, sem leiðir til aukins rekstrarkostnaðar. Einnig eykur skortur á veðurupplýsingum líkur á vanmati vinds og þar með ölduhæðar og sjólags. Ekki er hægt að meta hversu mikill kostnaður hlýst af þessu, það fer eftir þeim verkfræði- og öryggiskröfum sem gerðar eru við leit og vinnslu.

Þörf er á að veðurdufli/duflum verði komið fyrir á svæðinu til rannsókna á veðri, sjólagi og sjávarhita sem og til upplýsingaöflunar í rauntíma. Frá slíkum duflum fást þó aðeins upplýsingar um veðurþætti sem auðvelt er að mæla, svo sem hita, vind og loftþrýsting. Til að fá vitneskju um aðra veðurþætti, svo sem skyggni og veður sem veldur verulegum takmörkunum á því, verða annars konar veðurathuganir að koma til. Það er því nauðsynlegt að mælinga- og rannsóknarskip á svæðinu sendi jafnan frá sér tíðar og vandaðar veðurathuganir samkvæmt þeim reglum sem gilda um slíkar athuganir.

Veðurþjónustu við svæðið er eðlilegt að bjóða út með eða án þátttöku Veðurstofu Íslands. Reikna má með að Veðurstofan þyrfti að bæta við um fimm stöðugildum til að sinna þessu verkefni ef um samfellu yrði að ræða. Aðrir aðilar, sem þegar stunda veðurþjónustu við olúvinnslu, munu sennilega ekki þurfa á að halda jafnmikilli fjölgun stöðugilda vegna þessarar tilteknu þjónustu og kunna því að geta boðið þjónustu á lægra verði en VÍ.

Olúvinnsla mun ekki hafa áhrif á veður á svæðinu.

Veðurfarsbreytingar

Flest virðist nú benda til þess að veðurfar hlýni á heimsvísu á komandi áratugum og að hlýnun verði einna mest á norðurslóðum, bæði á meginlöndum og hafíssvæðum. Ísþekja minnkar og jaðarsvæðin, þau sem áður voru ísi þakin hlýna enn meir en önnur svæði. Líkanatilraunir eru ekki samstíga um hversu hröð og mikil hlýnunin verður. Auk þess ríkir óvissa um áhrif hlýnunar á árstíðasveiflu sjávarhita og ísþekju. Sumar tilraunir virðast benda til þess að rýrnun ísþekjunnar verði hæg í fyrstu, en síðan snögglega meiri. Aðrar tilraunir gefa til kynna hikandi hlýnun, þar sem útbreiðsla vex öðru hvoru, nokkur ár í senn, en minnkar þegar til lengri tíma er litið. Finna má mikið safn upplýsinga um hugsanlegar veðurfarsbreytingar á norðurslóðum í svonefndri ACIA-skýrslu, en sem dæmi um styttra mál er hér bent á grein eftir Holland og aðra (2006). Þar er greint frá nýlegum reiknilraunum. Snöggleg minnkun ísþekjunnar er talin ólíkleg næstu 20 til 30 árin, en líkur á slíkum atburðum eru taldar vaxa þegar kemur fram undir 2050.

Í nýlegum reiknilraunum hefur meiri athygli verið á örlögum íshellunnar á norðurskautssvæðinu fremur en ísnum við Austur-Grænland. Fylgst hefur verið með Austur-Grænlandsísnum lengi þar sem norskir selveiðimenn hafa stundað reglubundnar veiðar við ísjaðarinn síðla vetrar, auk þess sem hans verður oft vart við strendur Íslands. Athuganir sýna mikla minnkun íssins á þessu tímabili (sjá mynd 35 og skýringar í myndartexta). Síðustu árin hafa verið sérlega ísrýr að hausti og er útbreiðsla síðla vetrar og í ágúst 2006 sett sem dæmi á myndina. Túlka má línuritinn sem svo að stöðug ísrýrnun hafi átt sér stað frá því um 1900, með tveimur undantekningum þó. Rétt er að benda á að einnig má túlka gögnin sem svo að jafnstaða með allstórum áratugasveiflum hafi ríkt frá því um 1920 til okkar daga. Tímabil vitbótarrýrnunar allra síðustu ára (eftir 1998) er ekki orðið nægilega langt til að hægt sé að greina á milli þessara tveggja túlkunarháttanna með vissu. Meðan svo er er varlegt að gera ráð fyrir því að ísatburðir í líkingu við þann á sjöunda áratugnum geti ekki endurtekið sig á næstu 20 árum eða svo. Séu niðurstöður líkana um áframhaldandi rýrnun réttar, munu þó líkur á slíkum atburðum minnka til lengri tíma litið (eftir 2030). Því eru líkur á ískomu inn á Drekasvæðið á næstu áratugum nokkrar, en minnkandi.

Líklegt er að breytingar verði á borgarísflæði með Austur-Grænlandsstraumnum fari veðurfar mjög hlýnandi. Það stafar bæði af minnkun á aðhaldi því sem hafísinn og fastísinn innan við hann veita, sem og líklegra breytinga á grundun skriðjökla á Norðaustur-Grænlandi. Reeh (2004) skýrir núverandi ástand á greinargóðan hátt.

Eftirmáli

Við skýrslugerðina var, varðandi efnistöð og uppsetningu, stuðst við skýrslu sem gerð var af dönsku veðurstofunni, Weather, sea and ice conditions offshore west Greenland – Focusing on new licence areas 2004 (DMI 2004). Höfundar voru Keld Q. Hansen og Erik Buch. Einngi voru eldri skýrslur frá DMI af sama toga hafðar til hliðsjónar.

Þór Jakobsson samdi yfirlitstexta um hafís, Þórður Arason tók saman efni um þrumuveður og útbjó mynd 3 um sólargang og Guðrún Pálsdóttir aðstoðaði við prófarkalestur. Við kunnum við þeim bestu þakkir fyrir.

Skýrsla þessi var gerð vegna undirbúnings á úthlutun leyfa til rannsóknar- og vinnslu kolvetnis á Jan Mayen-svæðinu, svæðið er kennt við Dreka. Orkustofnun var umsýsluaðli.

Viðauki 1

Endurgreining veðurkorta, ECMWF (ERA-40) og NCEP

Á síðustu árum hafa orðið gríðarlegar framfarir í gerð veðurreiknilíkana og þar með einnig í tölulegri veðurgreiningu. Á ýmsum stærri veðurreiknimiðstöðvum hafa menn því ráðist í stór verkefni þar sem nýjustu greiningaraðferðum og tækni er beitt á gamlar veðurathuganir á svipaðan hátt og gert er í þeim reiknilíkönunum sem notuð eru til að spá veðri frá degi til dags. Með því móti má gera aftur í tímann veðurkort sem eru mjög sambærileg við nýjustu tölvugerð veðurkort af fjölmörgum veðurþáttum.

Eitt af helstu stórvirkjum á þessu sviði nefnist ERA-40 og var unnið á Reiknimiðstöð Evrópskra veðurstofa í Reading á Englandi (ECMWF) (Uppala o.fl., 2005). Á árinu lauk endurgreiningu á veðri frá 1. september 1957 til 31. ágúst 2002. Afurð þess verkefnis er gríðarlegt gagnasafn sem Veðurstofa Íslands hefur fullan aðgang að. Með því má kortleggja veðrið á þessu tímabili á samræmdan hátt, hvort heldur er með daglegum veðurkortum fjórum sinnum á sólarhring eða meðaltalskortum einstakra mánaða. Þótt framsetningin sé fyllilega samræmd verður þó að gera ráð fyrir að nýjar og stórauðnar veðurathuganir síðustu ára, einkum frá gervitunglum, skili traustari og nákvæmari upplýsingum fyrir síðari hluta tímabilsins en fyrir fyrstu árin.

Í greiningunni eru reiknuð gildi fyrir þá veðurþætti sem eru vel mælanlegir og reiknanlegir, svo sem þrýsting, vind, hita og raka, í neti reiknipunkta á yfirborði jarðar og í mörgum háloftaflötum. Með aðstoð reiknilíkana má svo fjölga þessum þáttum með því að reikna t.d. úrkomu uppsafnaða á tilteknu tímabili, eða ölduhæð og stefnu á yfirborði sjávar. Þeir þættir, sem eru fremur metnir en mældir, svo sem skyggni, skýjafar eða veðurfyrirbæri eins og þoka, koma hins vegar ekki með beinum hætti fram í gögnunum.

Þéttleiki reikninetsins við yfirborð er u.þ.b. $1,125^\circ \times 1,125^\circ$ en með brúun má fá gögn á þéttara neti. Það þarf þó að gera með gát því nálægð við fjallendi hefur mjög óæskileg áhrif á brúuð gögn. Á rúmsjó og í háloftum er þó óhætt að þétta netið með brúun.

ERA-40 gagnasafnið hefur verið mikið notað við vinnslu þessarar skýrslu enda nánast engum öðrum gögnum til að dreifa á því svæði sem hér er til skoðunar. Oftast eru skoðuð þau ár, sem eru heil í gangasafninu, þ.e.a.s. árin 1958 til 2001.

Bandaríska umhverfisstofnunin hefur gert ámóta veðurgreiningu (reyndar aftur til ársins 1948) og er hún kennd við stofnunina (Kalnay o.fl., 1996). Upplausn í þeirri greiningu er þó minni en í ERA-40.

Heimildir

ACIA : Arctic Climate Impact Assessment. Science Report (2005). Cambridge Univ. Press, 1042s.

Fiorino, M., 2004: A Multi-decadal Daily Sea Surface Temperature and Sea Ice Concentration Data Set for the ERA-40 Reanalysis. *ECMWF ERA-40 Project Report Series*, **12**.

Hafís við strendur Íslands, ársskýrslur um hafís frá 1968 til 1996 (15 hefti). Veðurstofa Íslands.

Holland, M.M, C.M. Bitz, and B.Tremblay (2006): Future abrupt reductions in the summer Arctic sea ice. *Geophysical Research Letters* **33**, L23503, doi:10.1029/2006GL028024, 2006

Hurrell, J.W., 1995: Decadal trends in the North Atlantic Oscillation and relationships to regional temperature and precipitation. *Science*, **269**, 676-679.

Jón E. Walleik, og Hjalti Sigurjónsson.: 1998, *The Koch index: Formulation, correction and extension VÍ-G98035-ÚR28*, Icelandic Meteorological Office, Reykjavík.

Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., White, G., Woollen, J., Zhu, Y., Leetmaa, A., Reynolds, R., Chelliah, M., Ebisuzaki, W., Higgins, W., Janowiak, J., Mo, K. C., Ropelewski, C., Wang, J., Jenne, R., and Joseph, D., 1996: NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **77**, 437-471.

Koch, L.: 1945, 'The East Greenland Ice', *Meddelelser om Grønland* **130 (3)**, Kommissionen for Videnskabelige Undersøgelser i Grønland, Copenhagen.

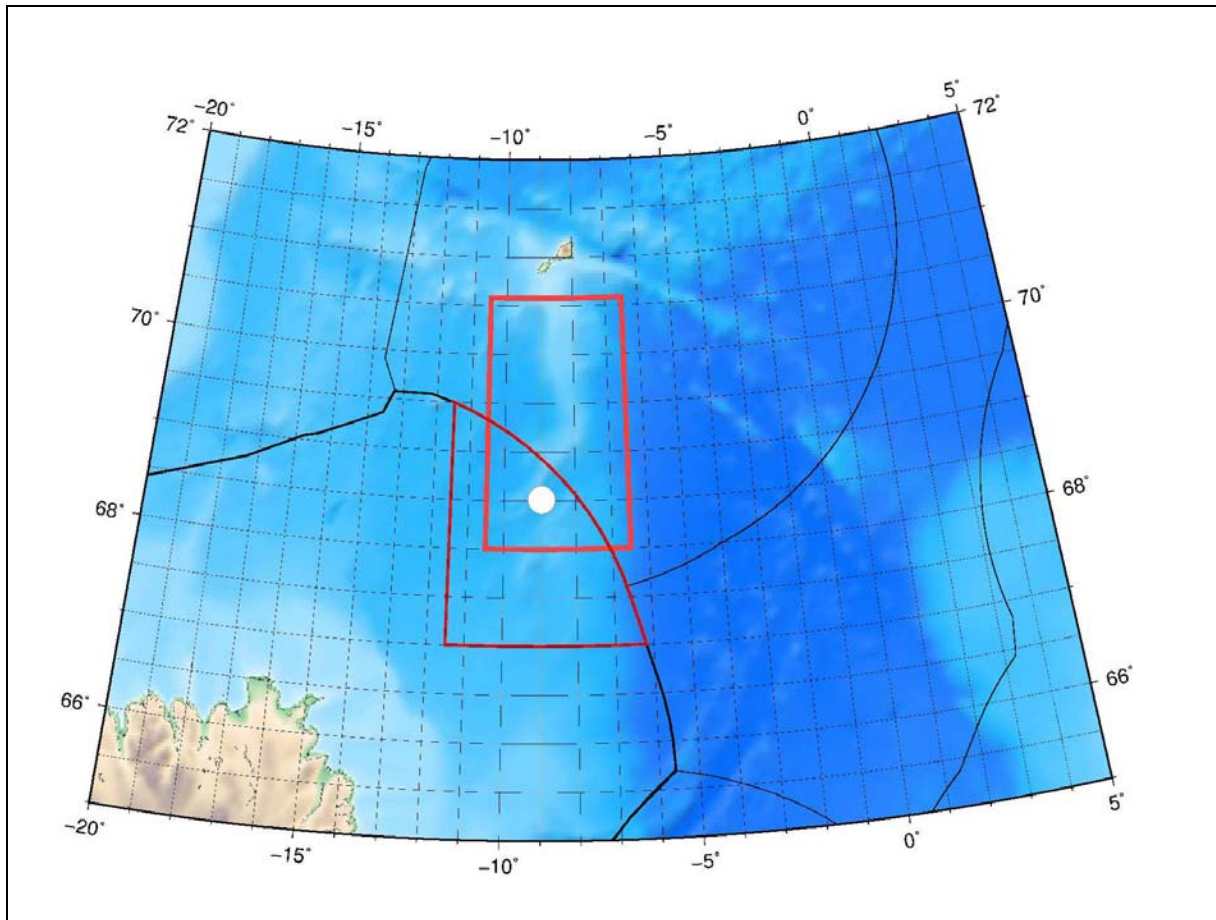
Overland, J.E., 1990: Prediction of Vessel Icing for Near-Freezing Sea Temperatures. *Weather and Forecasting*, **5**, 62-77.

Reeh, N. (2004) : Holocene climate and fjord glaciations in Northeast Greenland: implications for IRD deposition in the North Atlantic. *Sedimentary Geology* **165** (3-4): 333-342 MAR 15 2004

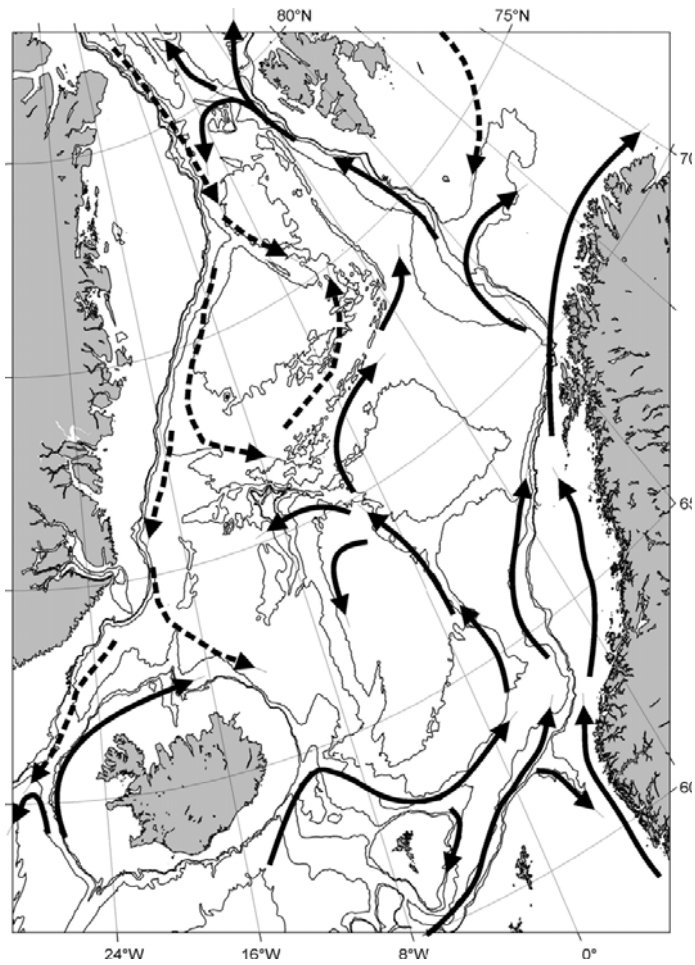
Uppala, S.M. o.fl., 2005: The ERA-40 re-analysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **131**, 2961-3012.

Vinje, T. (2001) : Anomalies and Trends of Sea-Ice Extent and Atmospheric Circulation in the Nordic Seas during the Period 1864-1990. *Journal of Climate*, **14**, 255-267.

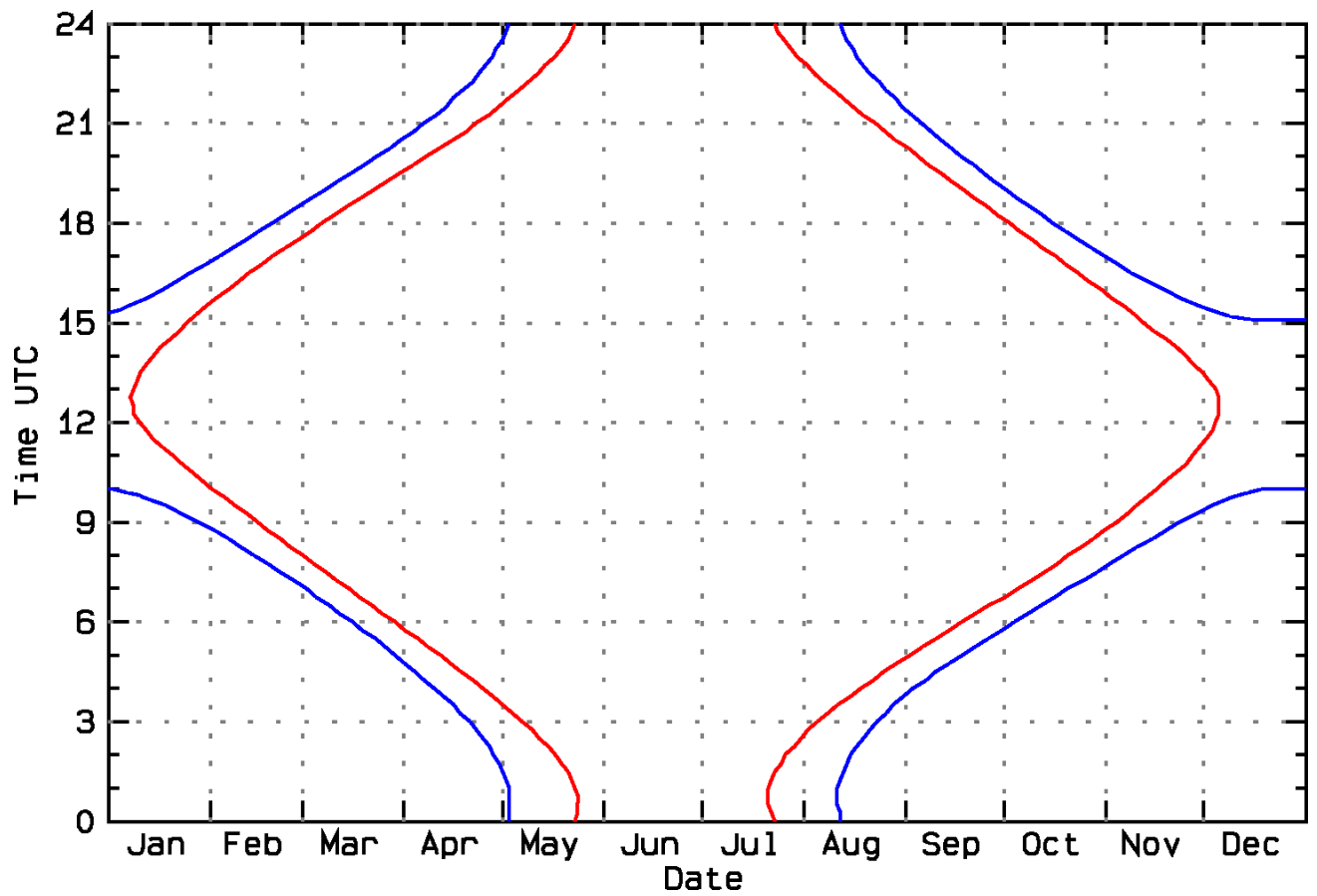
Myndir



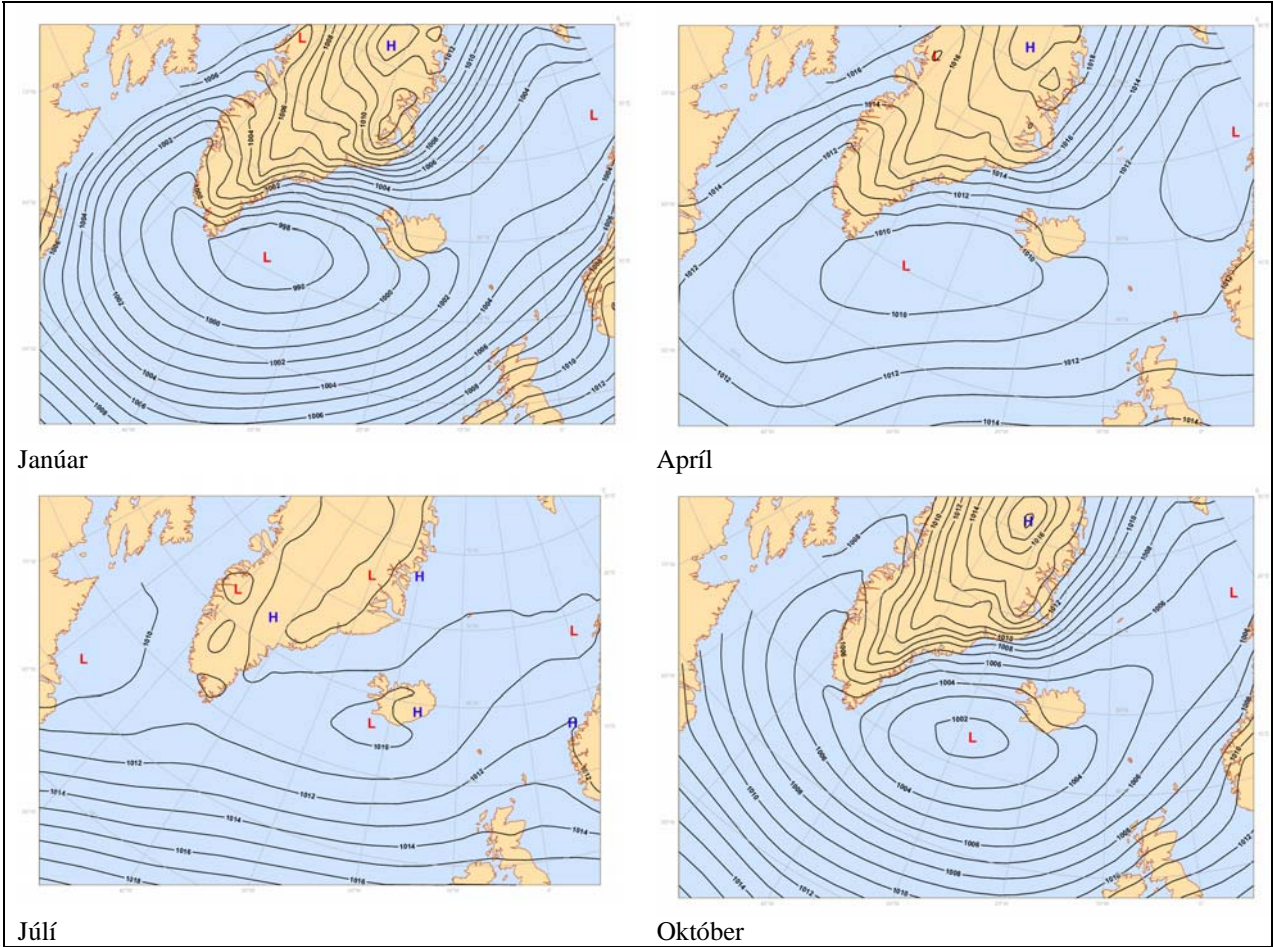
Mynd 1 – Útboðssvæðið Dreki á Jan Mayen-hrygg. Hvíti depillinn er á 68°30'N; 9°V, en oft er miðað við þann stað í megintexta.



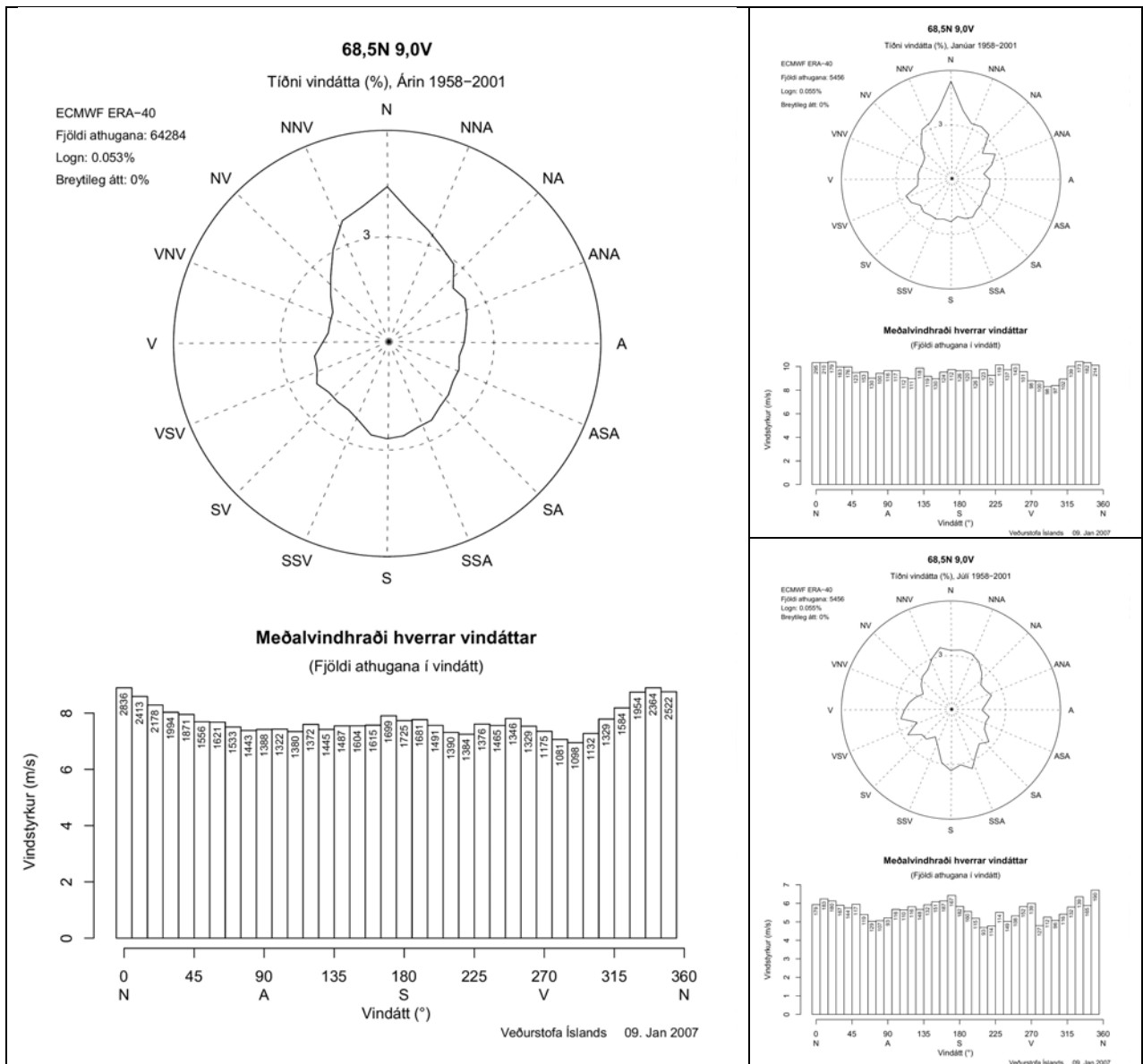
Mynd 2 – Hafstraumar. Myndin er úr grein Johan Blindheim og Svein Österhus í *The Nordic Seas, Geophysical Monograph 158*.



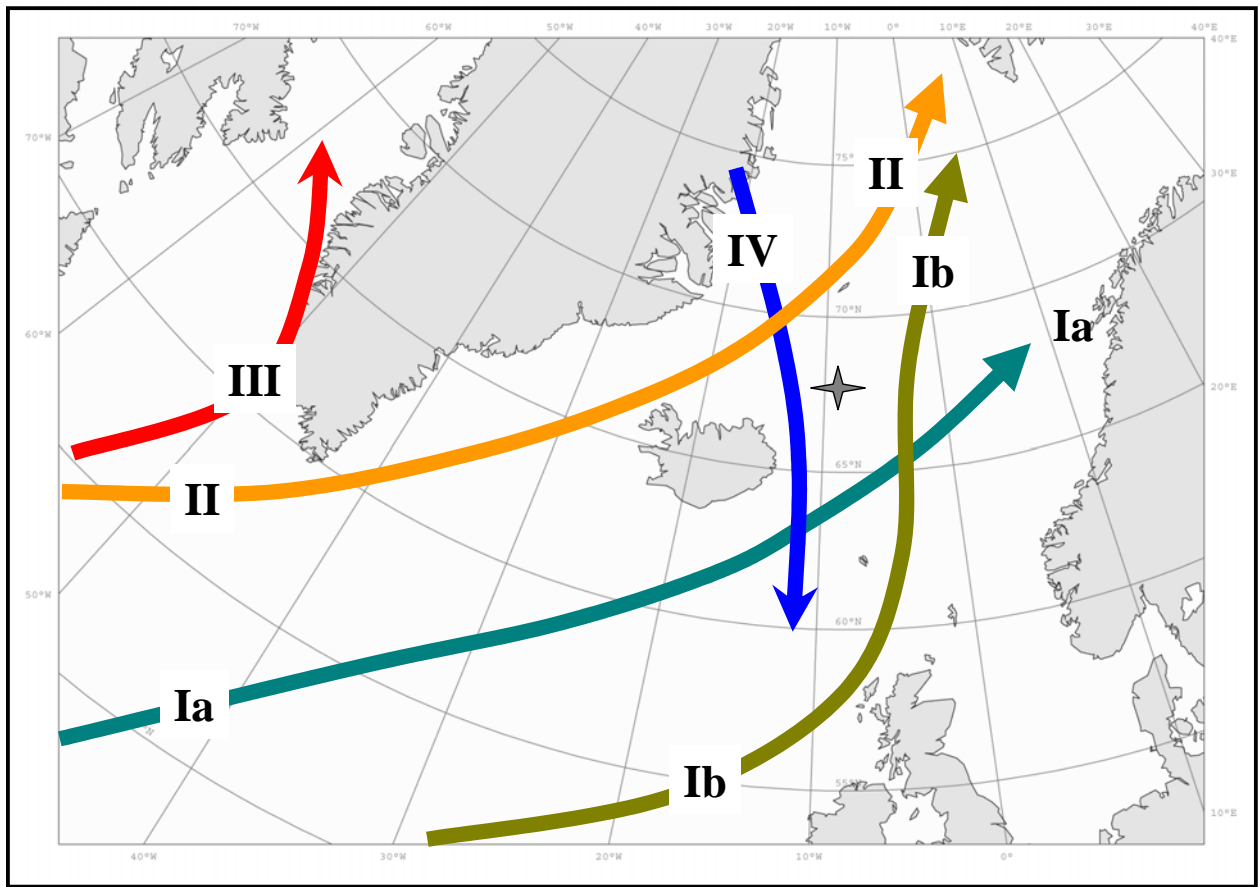
Mynd 3. Sólargangur við 68,5°N; 9,0°V. Rauðu ferlarnir sýna sólarupprás og sólsetur miðað við íslenskan miðtíma (sem er sá sami og UTC). Bláu ferlarnir sýna birtingu og myrkur (miðja sólar er þá 6° undir sjóndeildarhring).



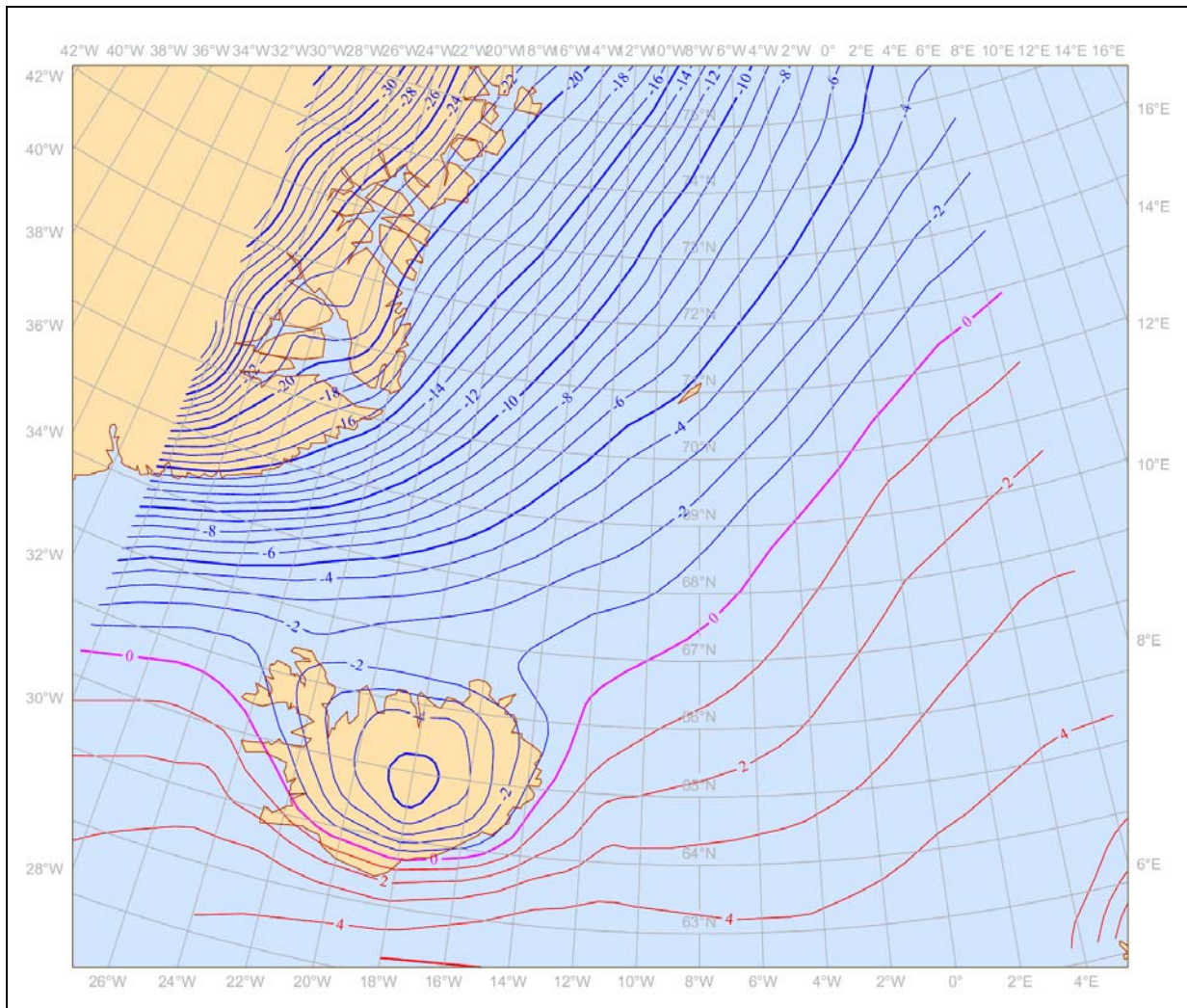
Mynd 4 – Meðalloftþrýstingur árána 1958-2001.



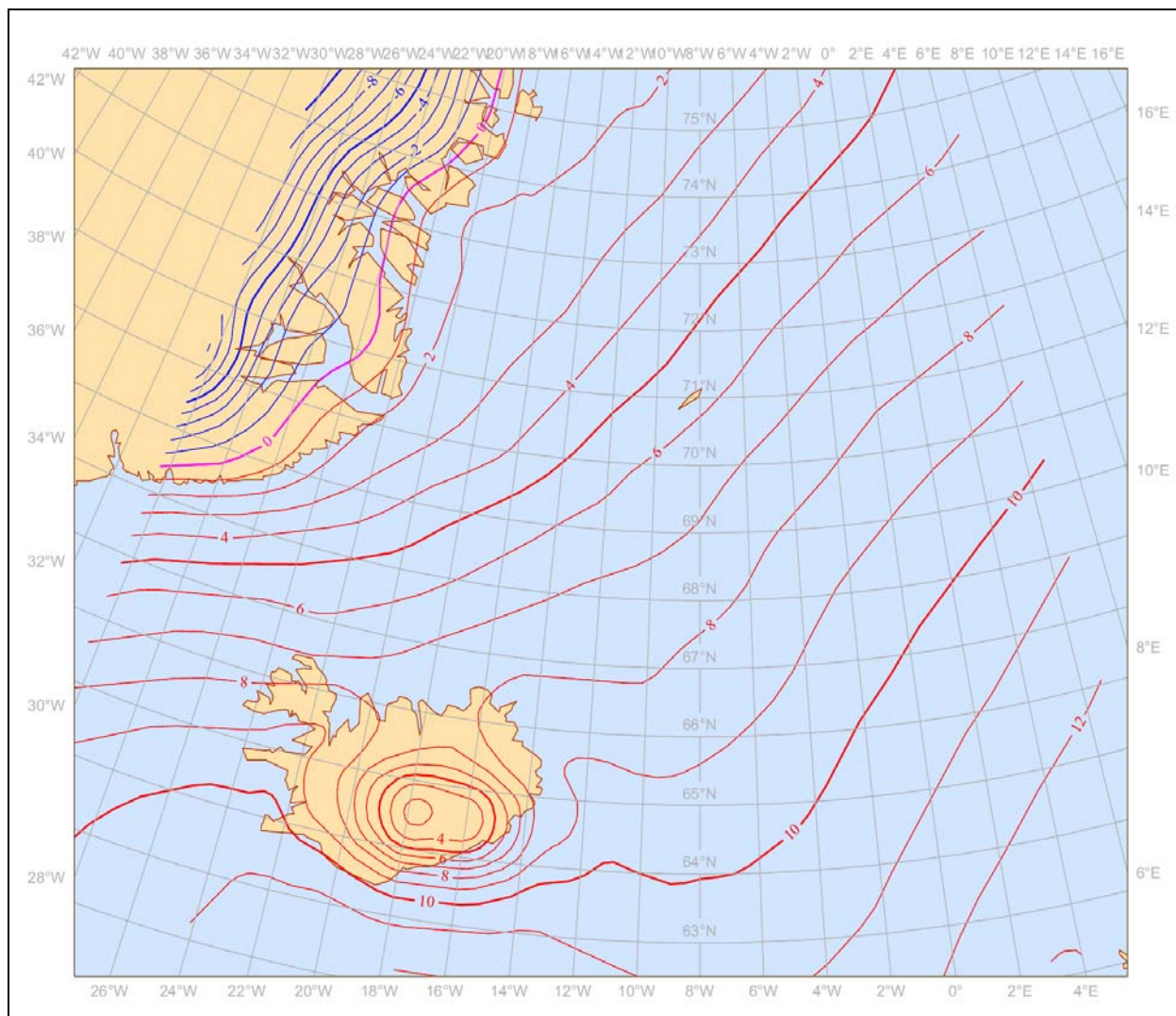
Mynd 5 – Vindrósir fyrir árin 1958-2001. Allt árið til vinstri, janúar að ofan til hægra en júlí að neðan. Að vetrarlagi eru norðanáttir greinilega tíðastar (> 5%), en að sumarlagi vex tíðni vestlægu áttanna lítillega á kostnað þeirra austlægu.



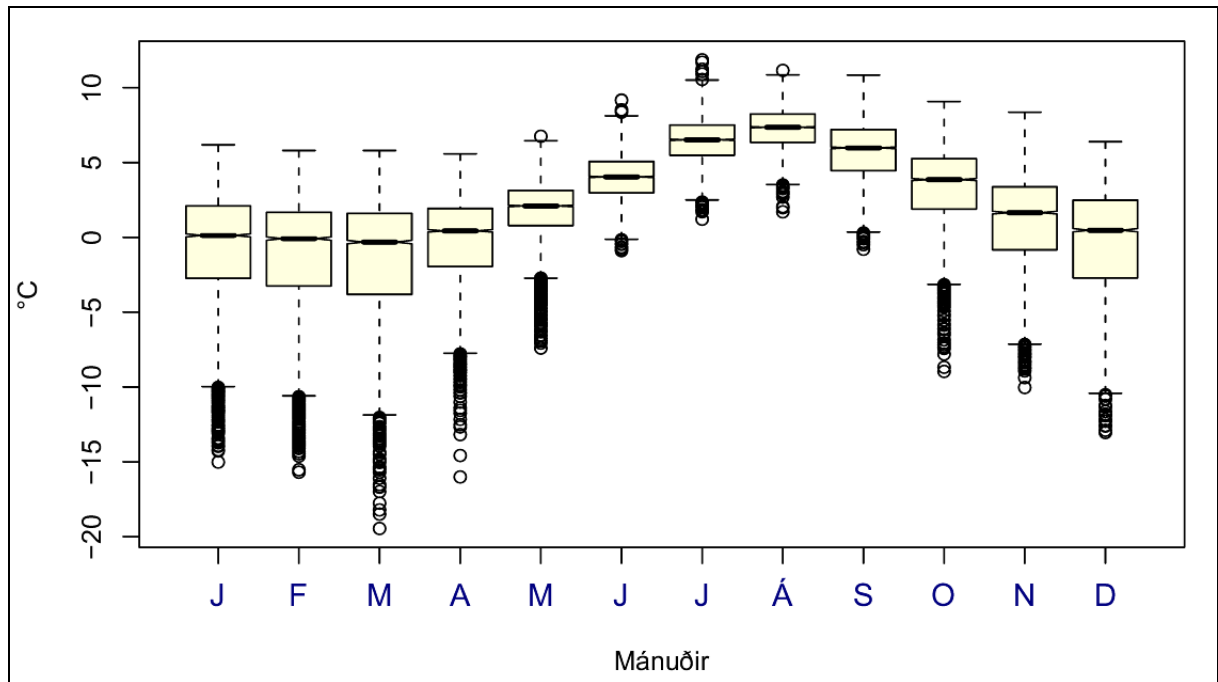
Mynd 6 - Einfölduð mynd af helstu lögðabrautum. Ia og Ib : Lægðir ganga fyrir sunnan og austan svæðið. II : Lægðir ganga fyrir norðan og vestan svæðið. III : Lægðir ganga fyrir vestan Grænland. Háþrýstisvæði ríkir þá að jafnaði á Jan Mayen-svæðinu. IV : Lægðardrag eða lægð gengur yfir svæðið úr norðri.



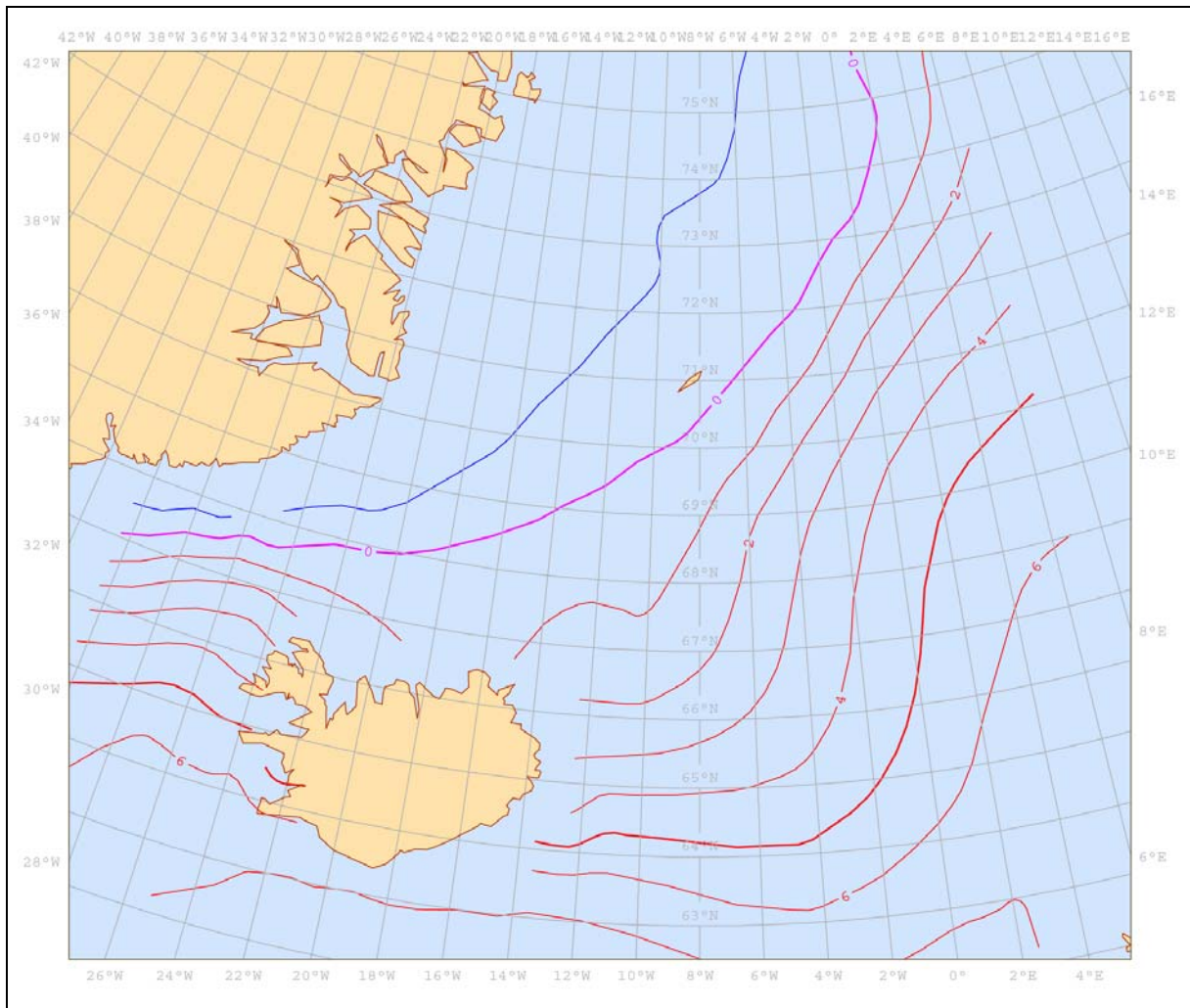
Mynd 7 - Meðallofthiti (°C) í mars (ERA40).



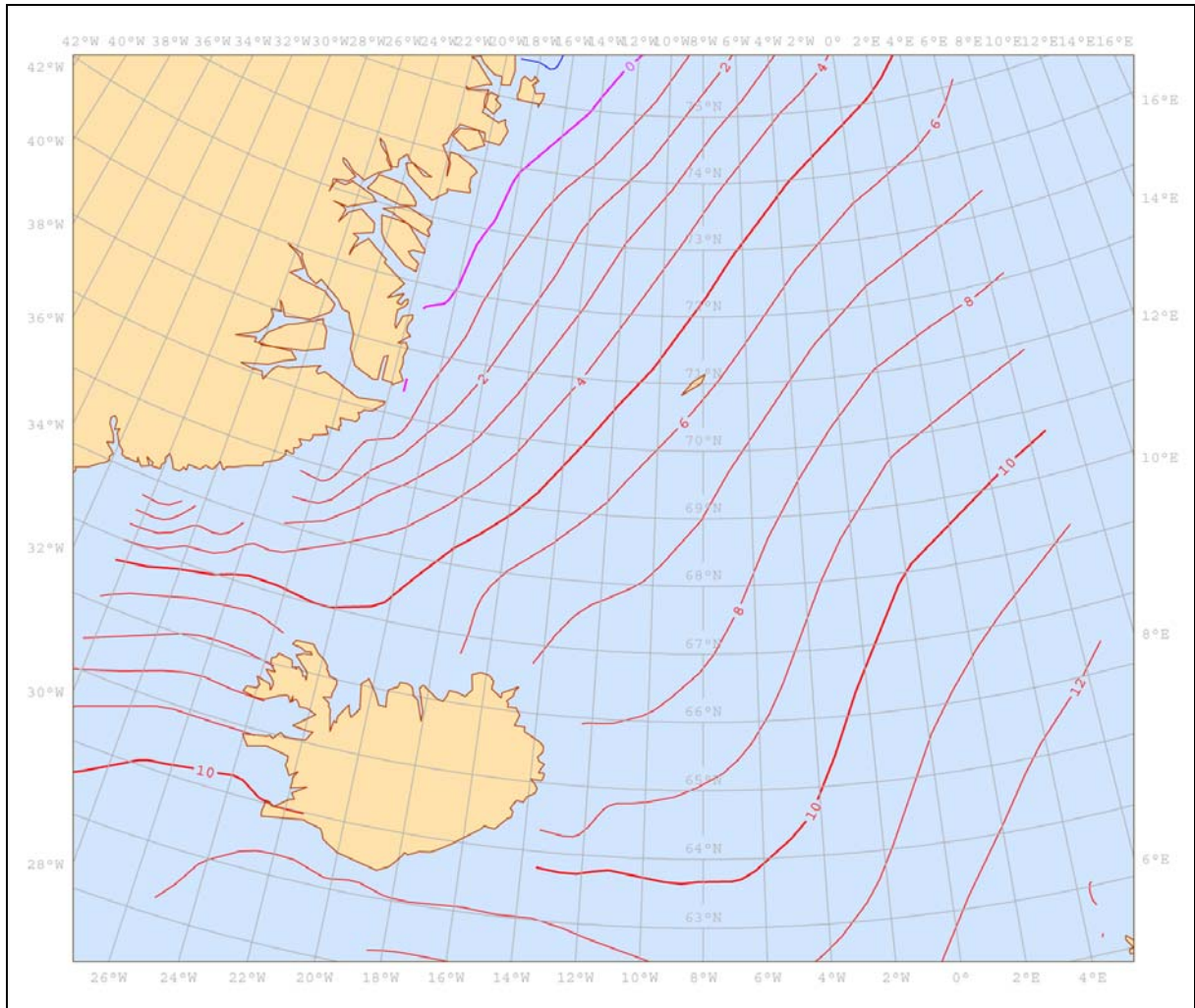
Mynd 8 - Meðallofthiti (°C) í ágúst (ERA40).



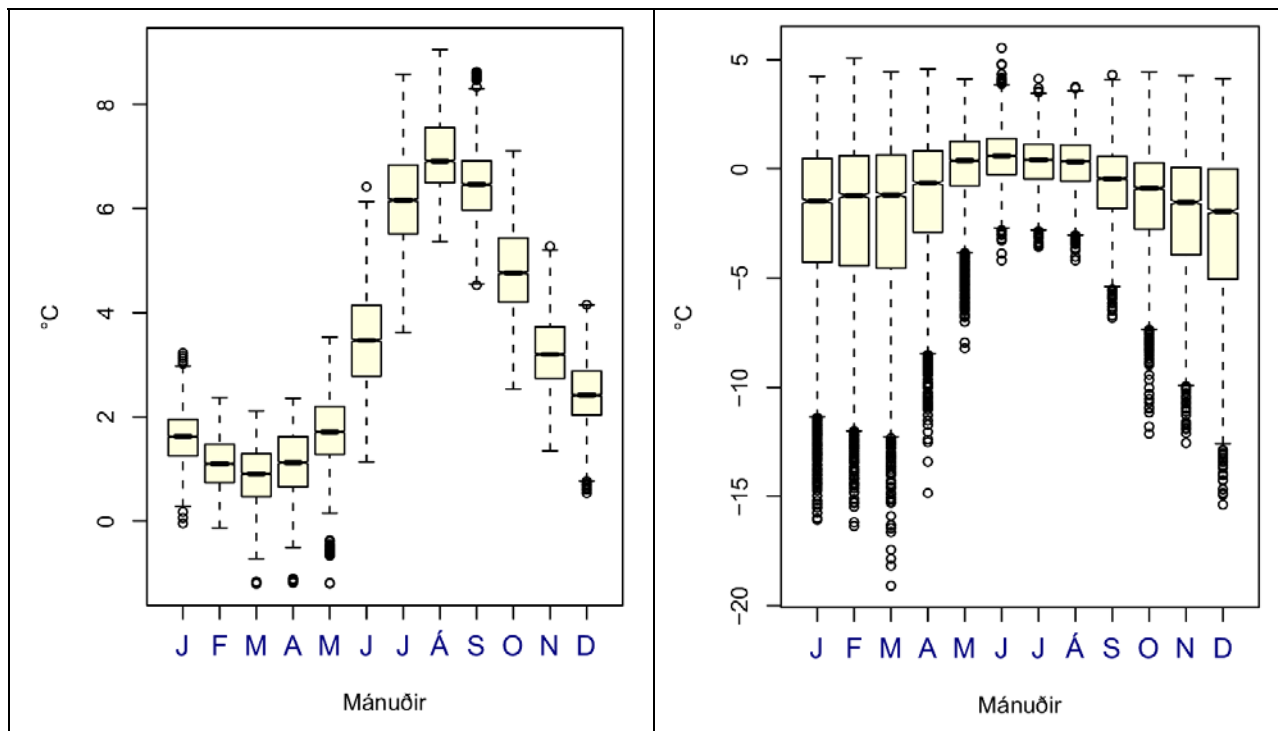
Mynd 9 – Lofthiti á 68,5°N; 9°V á árunum 1958-2001 skv. ERA-40. Hér má sjá tíðnidreifingu lofthita í hverjum mánuði (fjórar „athuganir“ á sólarhring). Helmingur athugana fellur innan kassans og miðgildi er táknað með striki þvert gegnum hann. Hinn helmingur athugananna fellur á það bil sem táknað er með strikalínunum en fáein sjaldgæf tilvik eru táknuð með hringjum.



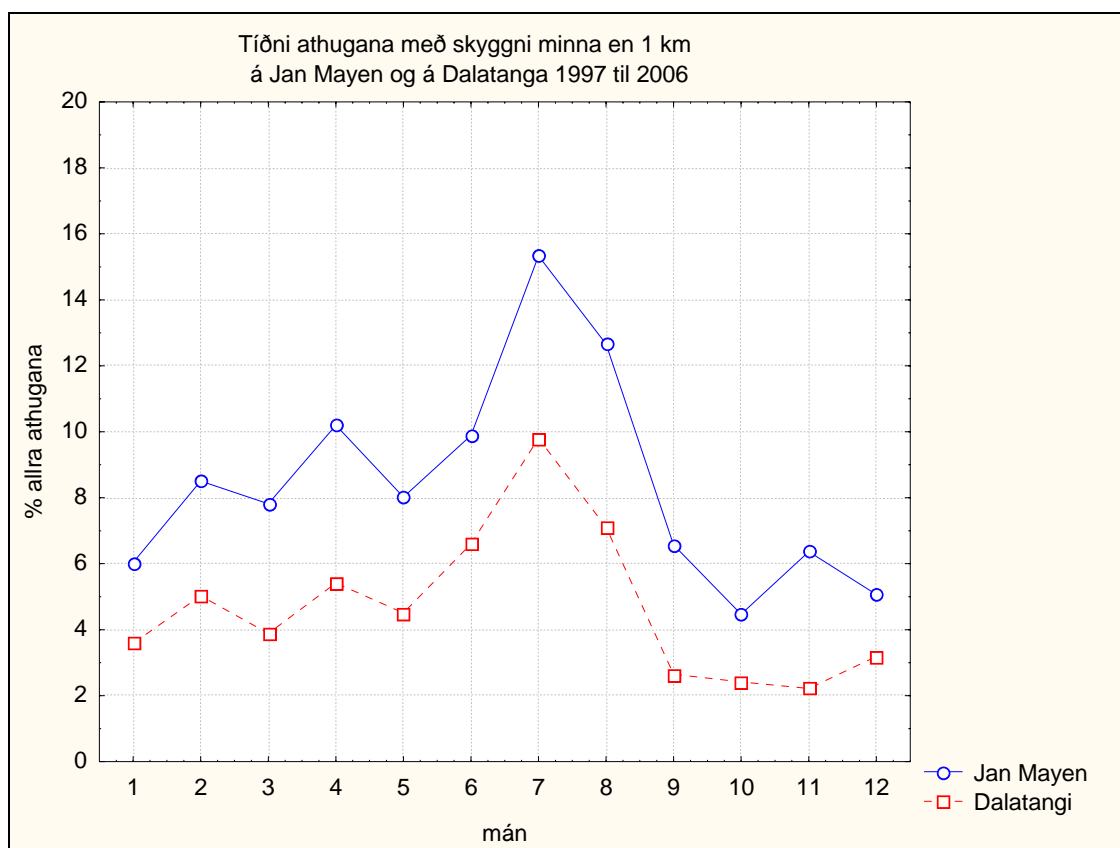
Mynd 10 – Meðalhiti sjávar í mars 1958-2001.



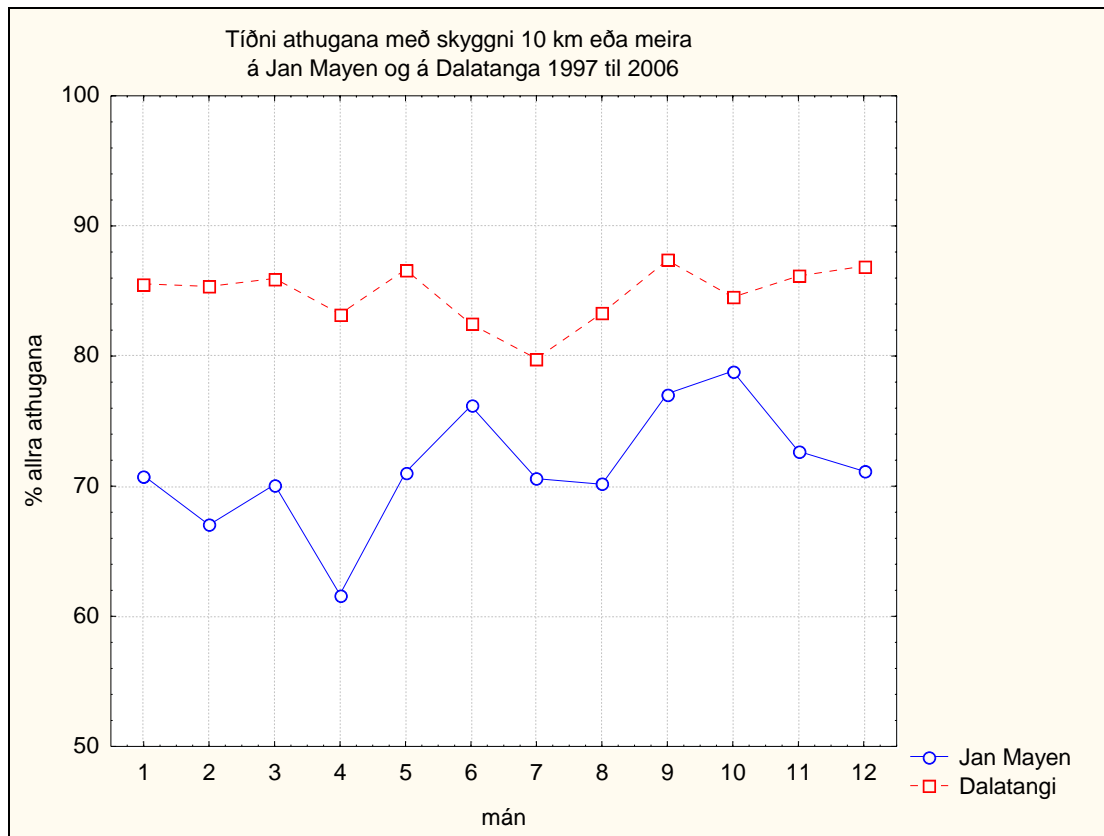
Mynd 11 – Meðalhiti sjávar í ágúst 1958-2001.



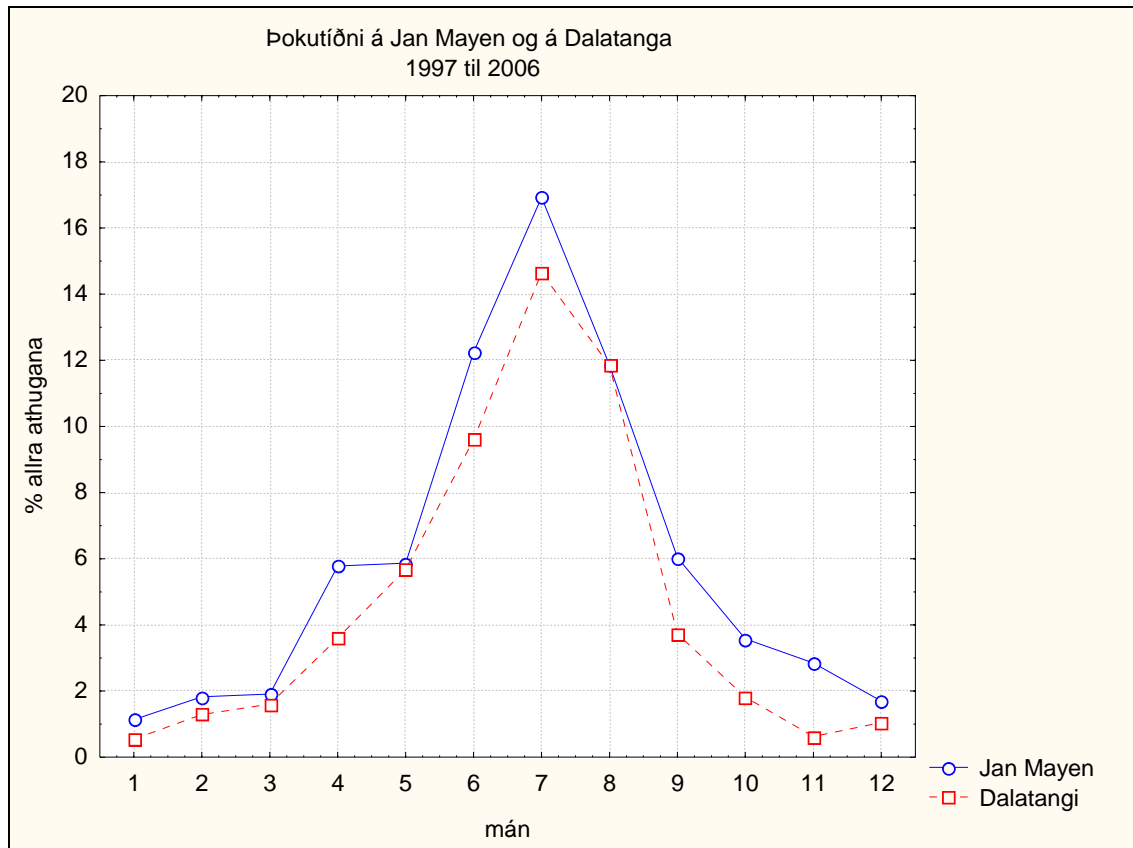
Mynd 12 – Sjávarhiti (til vinstri) og mismunur lofthita og sjávarhita (til hægri) á 68,5°N; 9°V á árunum 1958-2001 skv. ERA-40.



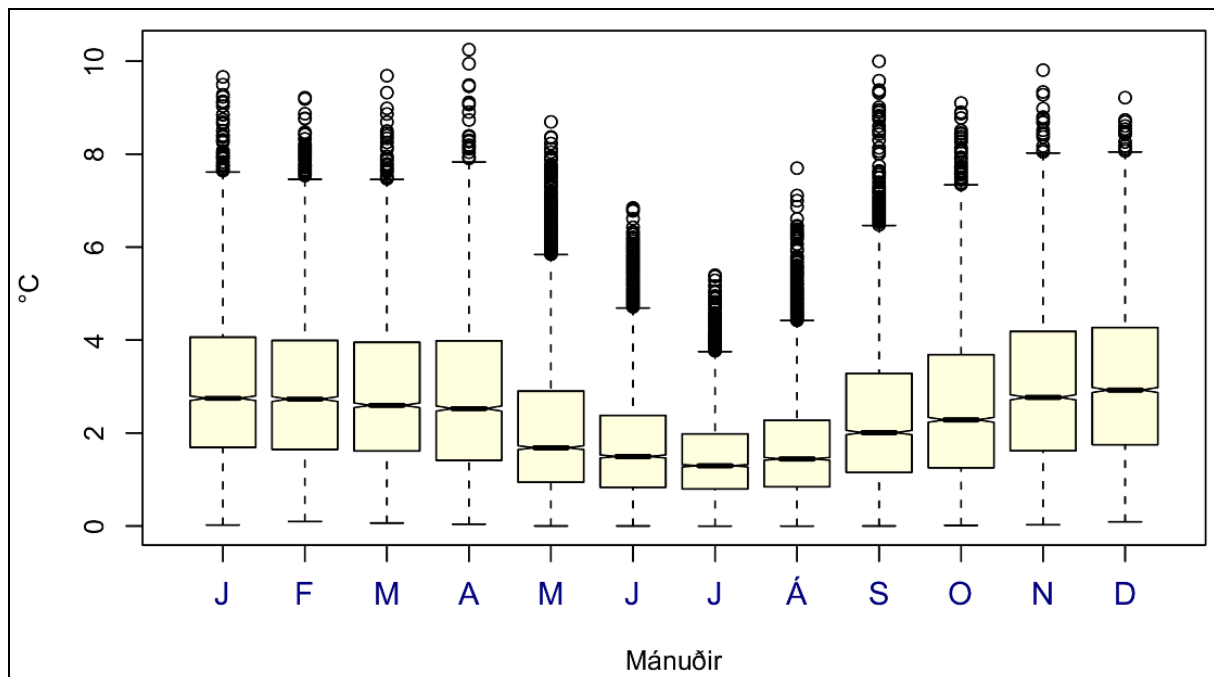
Mynd 13 - Tíðni tilvika þar sem skyggni er minna en 1 km á athugunartíma á Jan Mayen og á Dalatanga 1997-2006, sem hlutfall af öllum athugunum.



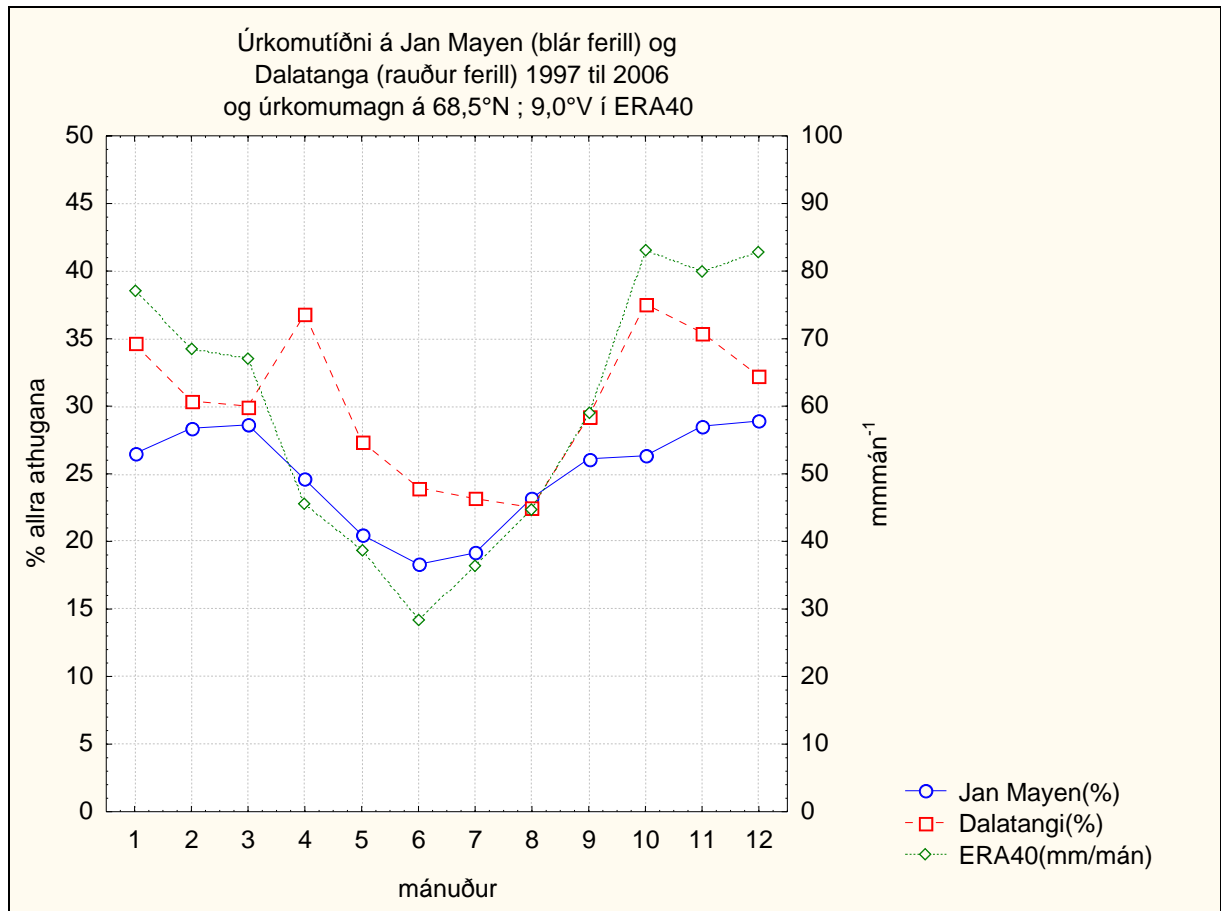
Mynd 14 - Tíðni tilvika þar sem skyggni er 10 km eða meira á athugunartíma á Jan Mayen og á Dalatanga 1997-2006, sem hlutfall af öllum athugunum.



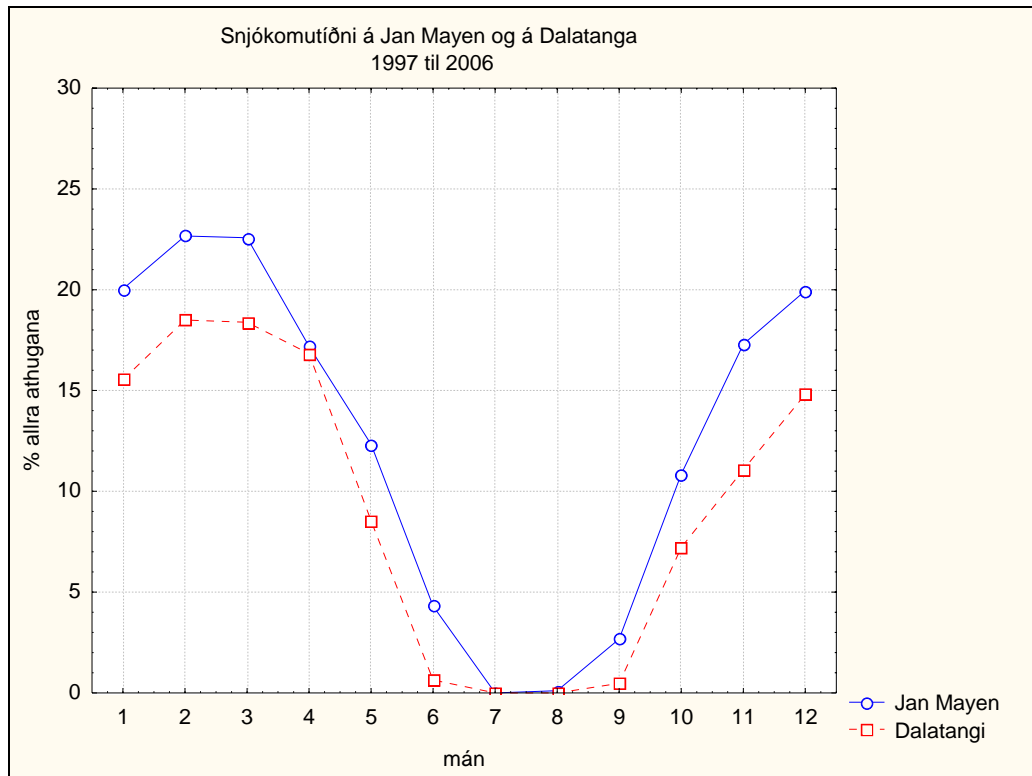
Mynd 15 - Þokutíðni á athugunartíma á Jan Mayen og á Dalatanga 1997-2006 sem hlutfall af öllum athugunum. Athuga ber að þoka í grennd er einnig talin með, þótt skyggni á stöðinni sjálfri sé meira en 1 km.



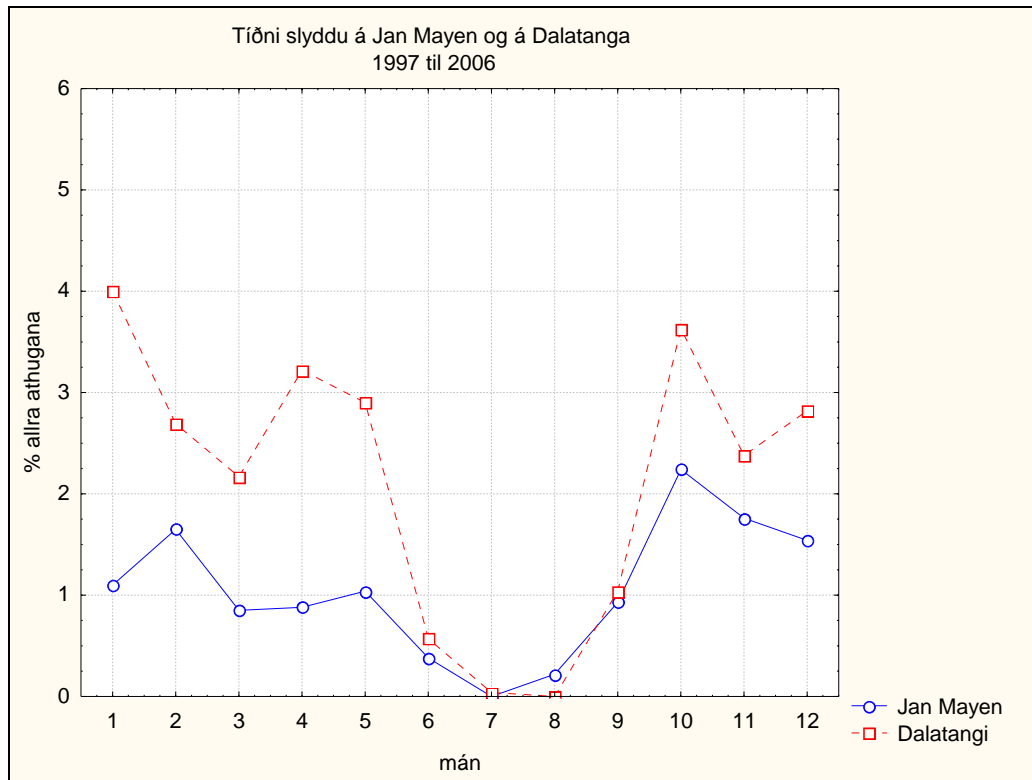
Mynd 16 – Mismunur hita og daggarmarks á 68,5°N; 9°V á árunum 1958-2001 skv. ERA-40.



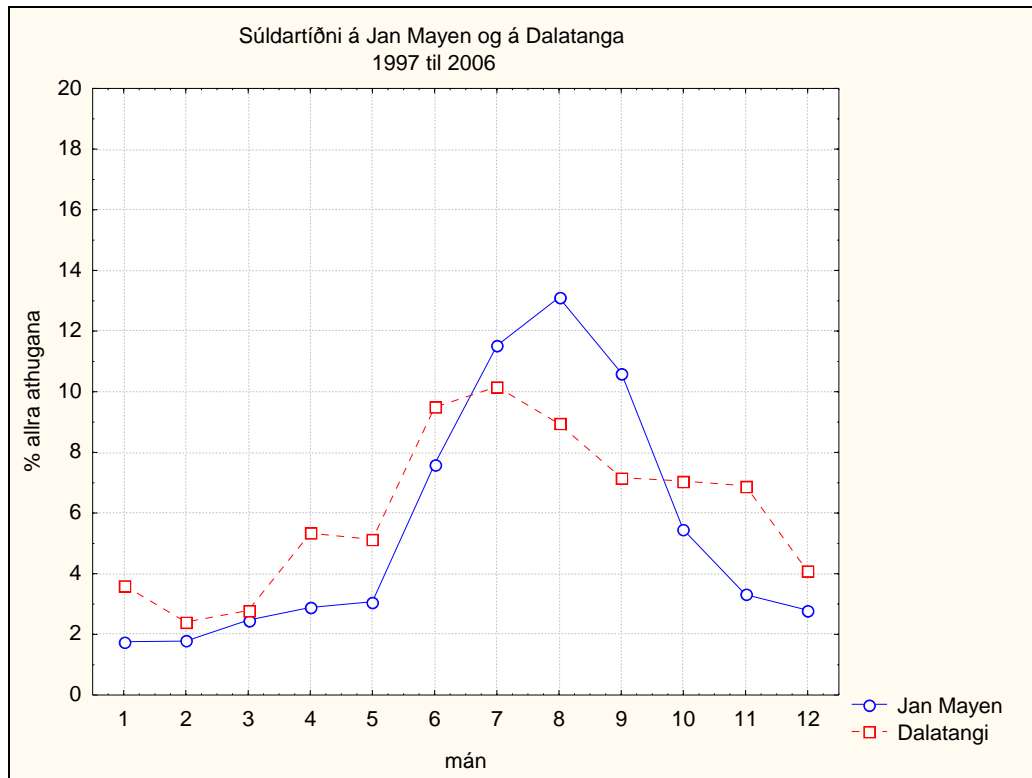
Mynd 17 - Úrkomutíðni á athugunartíma (allar gerðir úrkomu) á Jan Mayen og á Dalatanga 1997 til 2006 sem hlutfall af öllum athugunum, ásamt árstíðasveiflu meðalúkomu á 68-69°N og 8-10°V í ERA40 gagnasafninu. Hér má draga þá ályktun að ákefð úrkomuatburða er að jafnaði minnst vor og sumar (grænn ferill neðan hinna ferlanna).



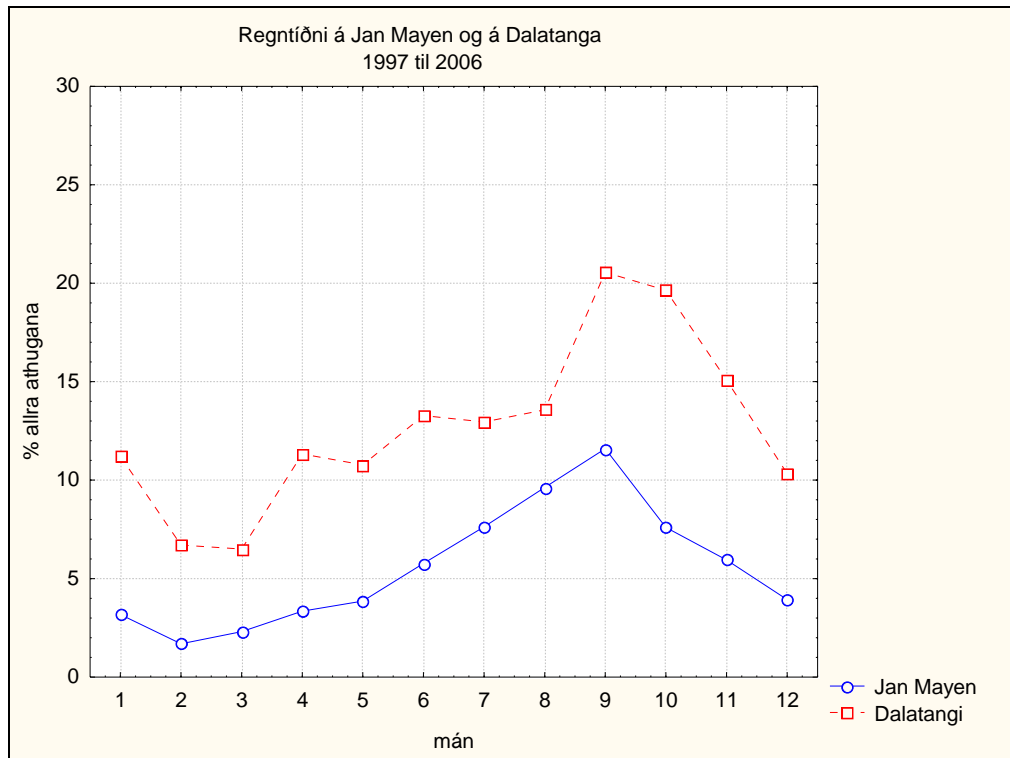
Mynd 18 - Snjókomutíðni á athugunartíma á Jan Mayen og á Dalatanga 1997-2006 sem hlutfall af öllum athugunum.



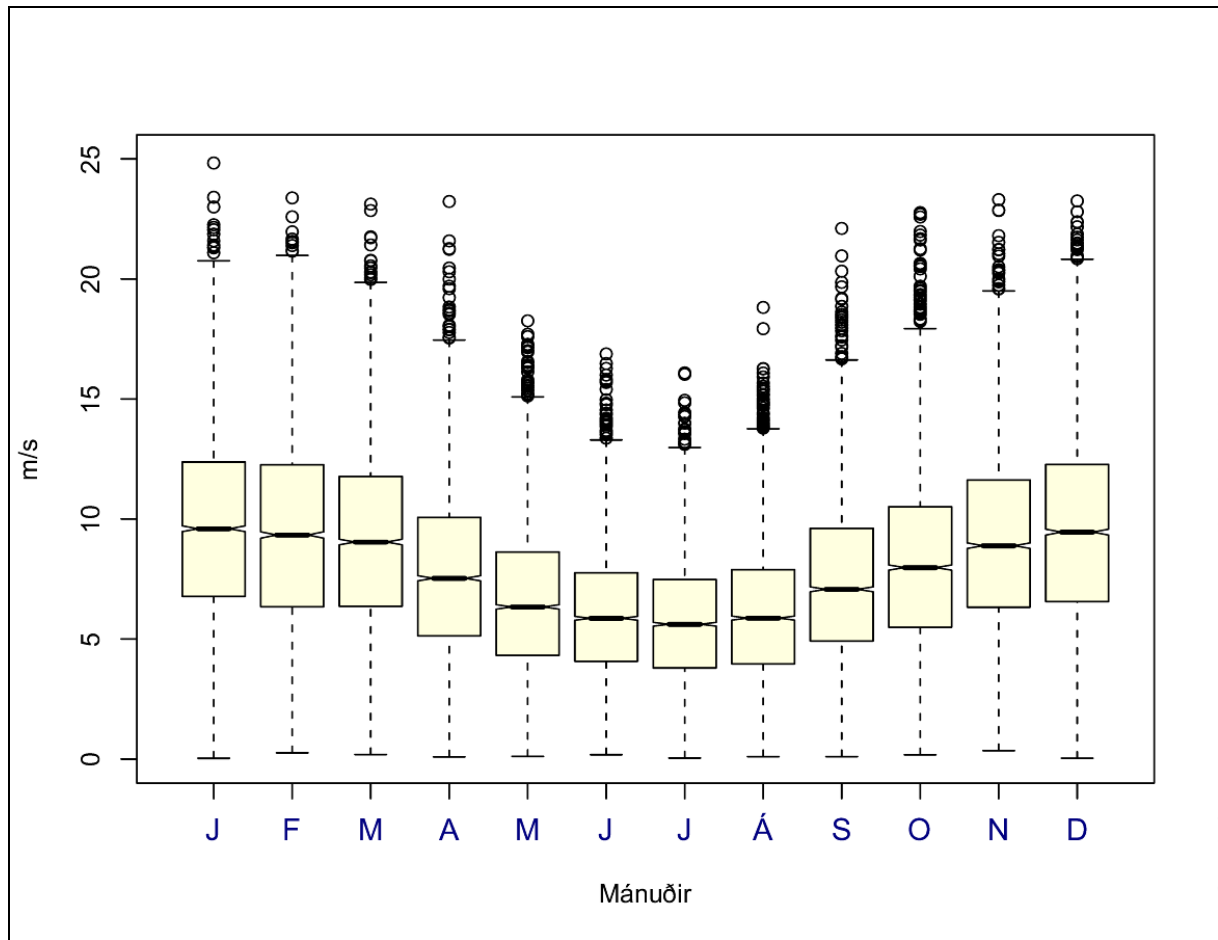
Mynd 19 - Slyddutíðni á athugunartíma á Jan Mayen og á Dalatanga 1997-2006 sem hlutfall af öllum athugunum.



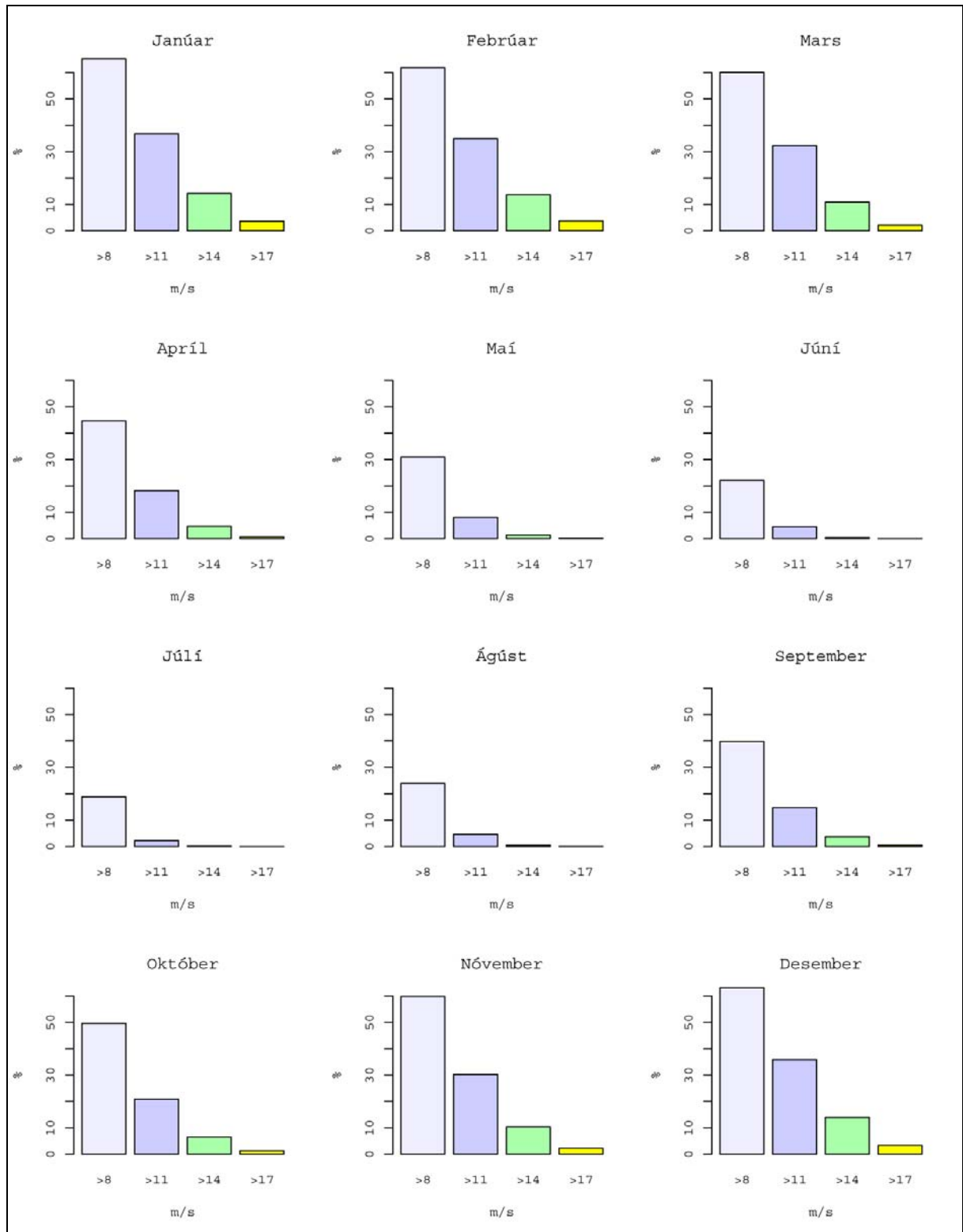
Mynd 20 - Súldartíðni á athugunartíma á Jan Mayen og á Dalatanga 1997-2006 sem hlutfall af öllum athugunum.



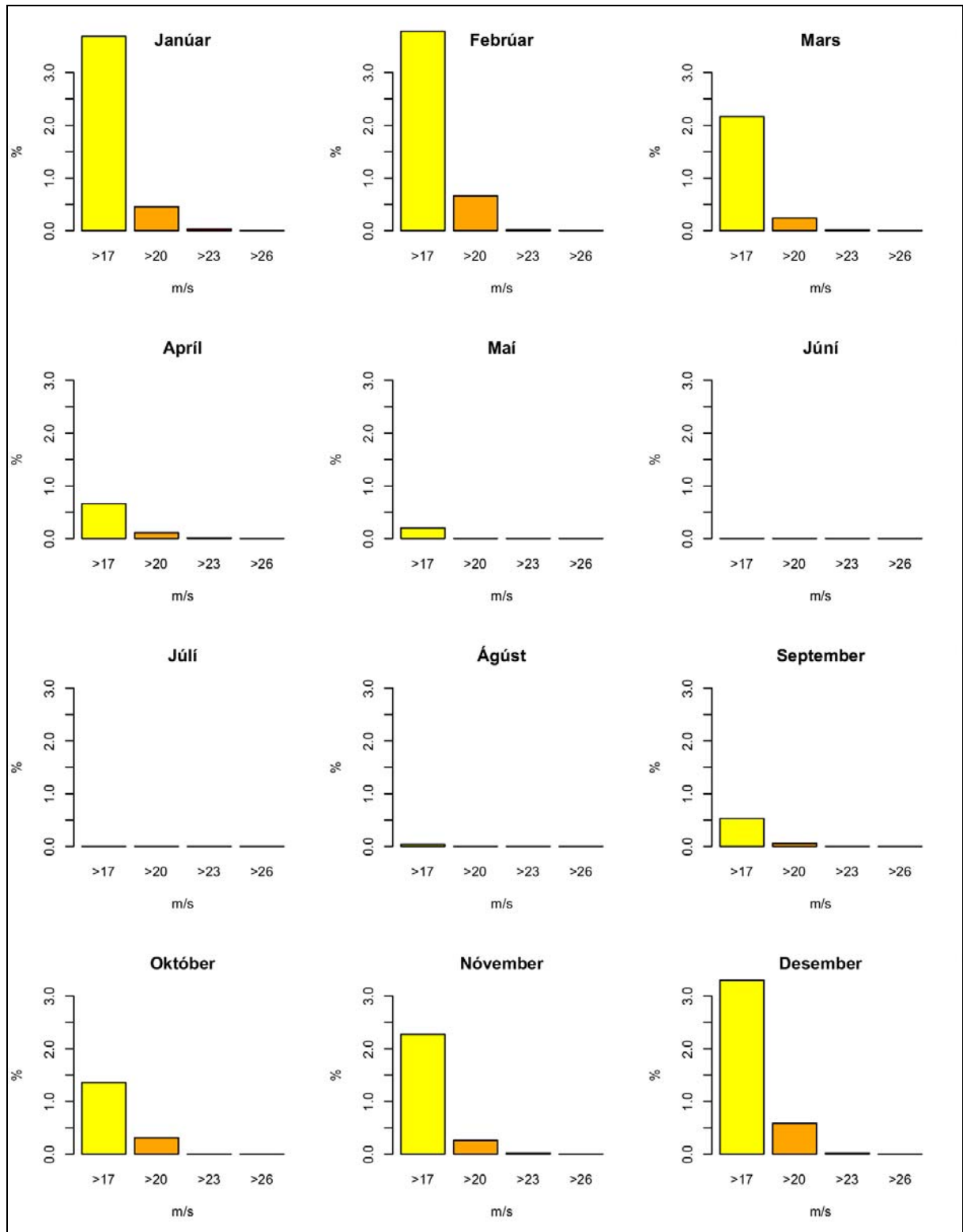
Mynd 21 - Regntíðni á athugunartíma á Jan Mayen og á Dalatanga 1997-2006 sem hlutfall af öllum athugunum.



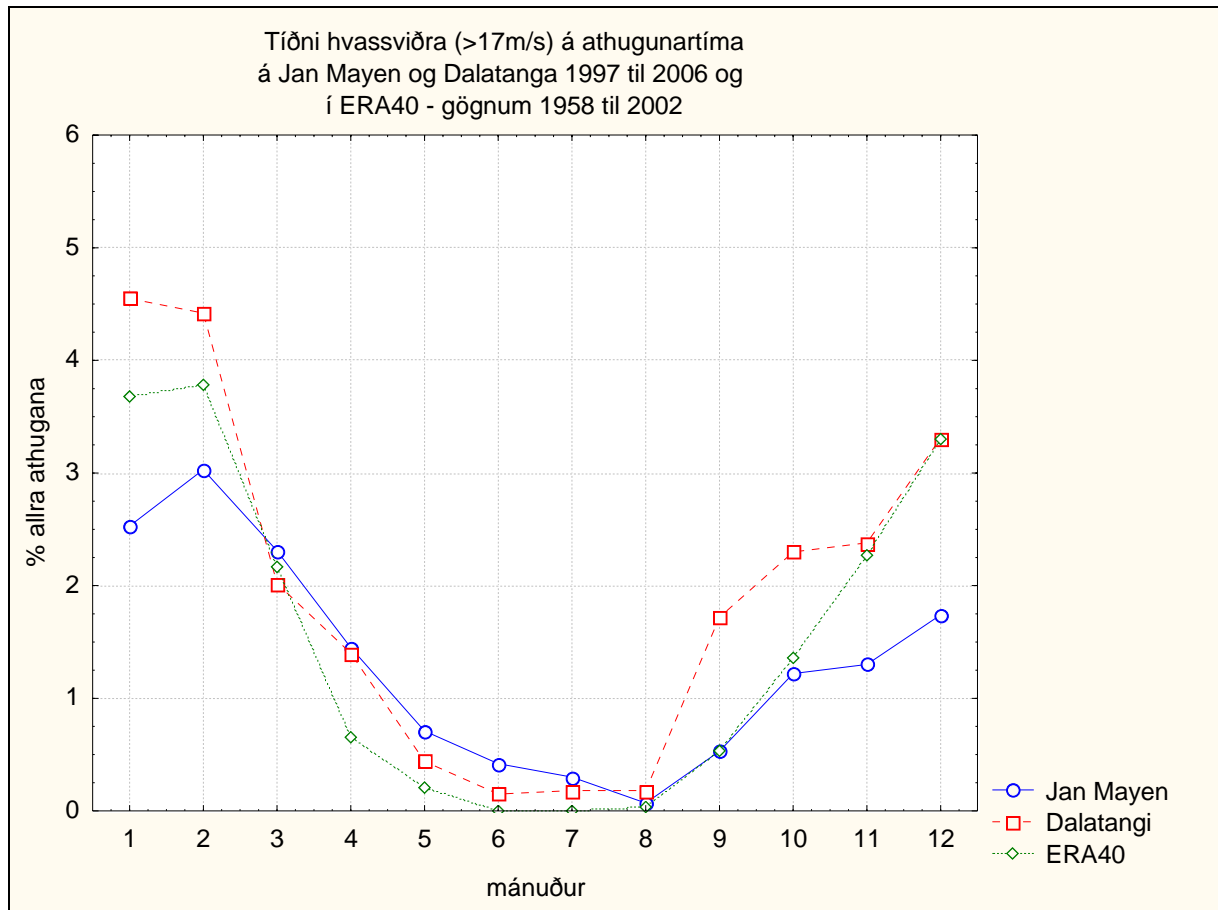
Mynd 22 – Vindhraði (m/s) á 68,5°N; 9°V á árunum 1958-2001 skv. ERA-40. Hér má sjá tíðnidreifingu vindhraða í hverjum mánuði (fjórar “athuganir” á sólarhring). Helmingur athugana fellur innan kassans og miðgildi er táknað með striki þvert gegnum hann. Hinn helmingur athugananna fellur á það bil sem táknað er með strikalínunum en fáein sjaldgæf tilvik eru táknuð með hringjum.



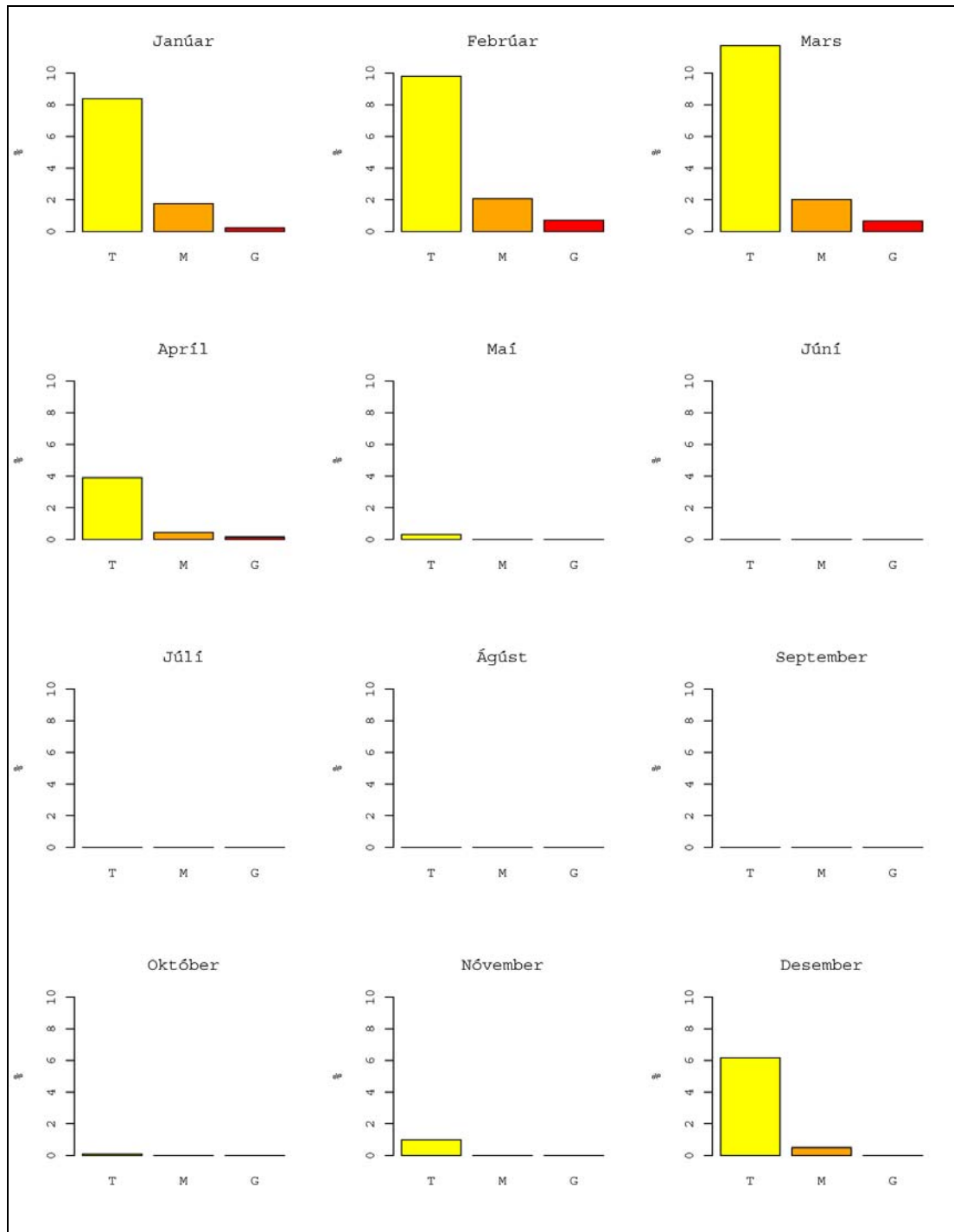
Mynd 23 – Tíðni vindhraða yfir tilteknum mörkum (8, 11, 14 og 17 m/s) á 68,5°N; 9°V á árunum 1958-2001 skv. ERA-40. Vegna eiginleika gagnanna ber að líta á einstök vindgildi í greiningunni sem þriggja klst. meðalvindhraða fremur en 10 mínútna meðalvindhraða eins og í hefðbundnum veðurathugunum.



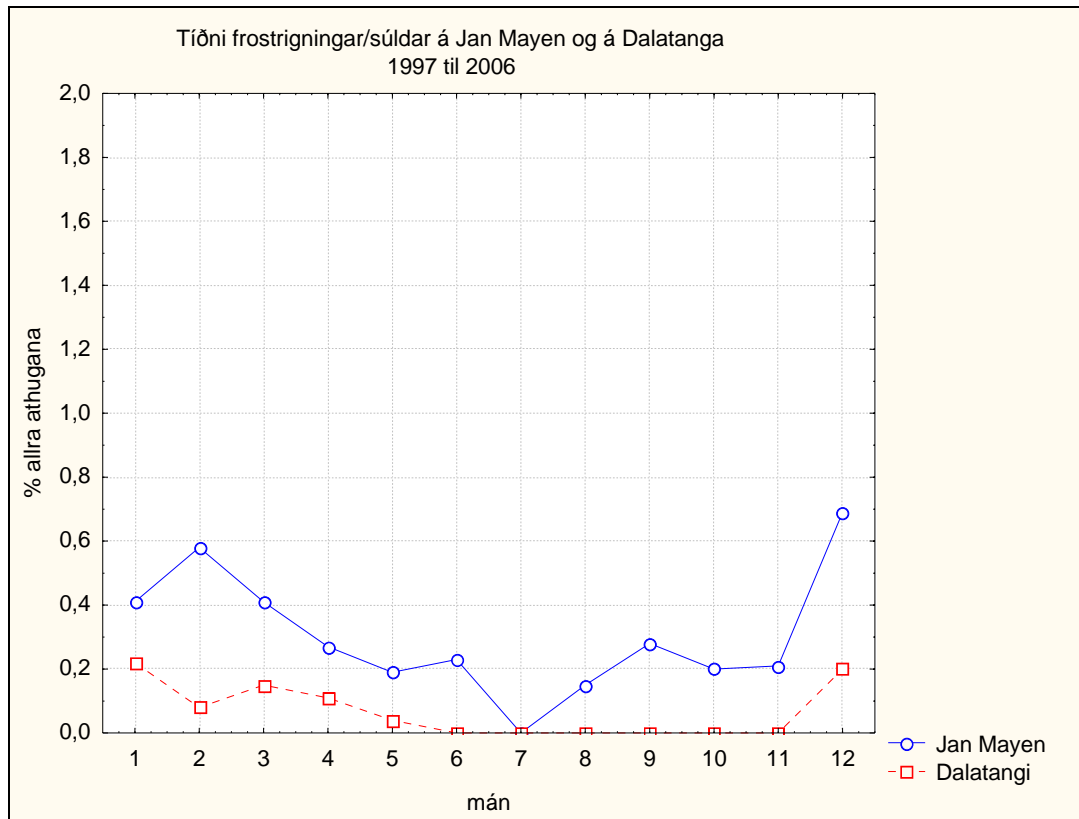
Mynd 24 – Tíðni vindhraða yfir tilteknum mörkum (17, 20, 23 og 26 m/s) á 68,5°N; 9°V á árunum 1958-2001 skv. ERA-40. Vegna eiginleika gagnanna ber að líta á einstök vindgildi í greiningunni sem þriggja klst. meðalvindhraða fremur en 10 mínútna meðalvindhraða eins og í hefðbundnum veðurathugunum.



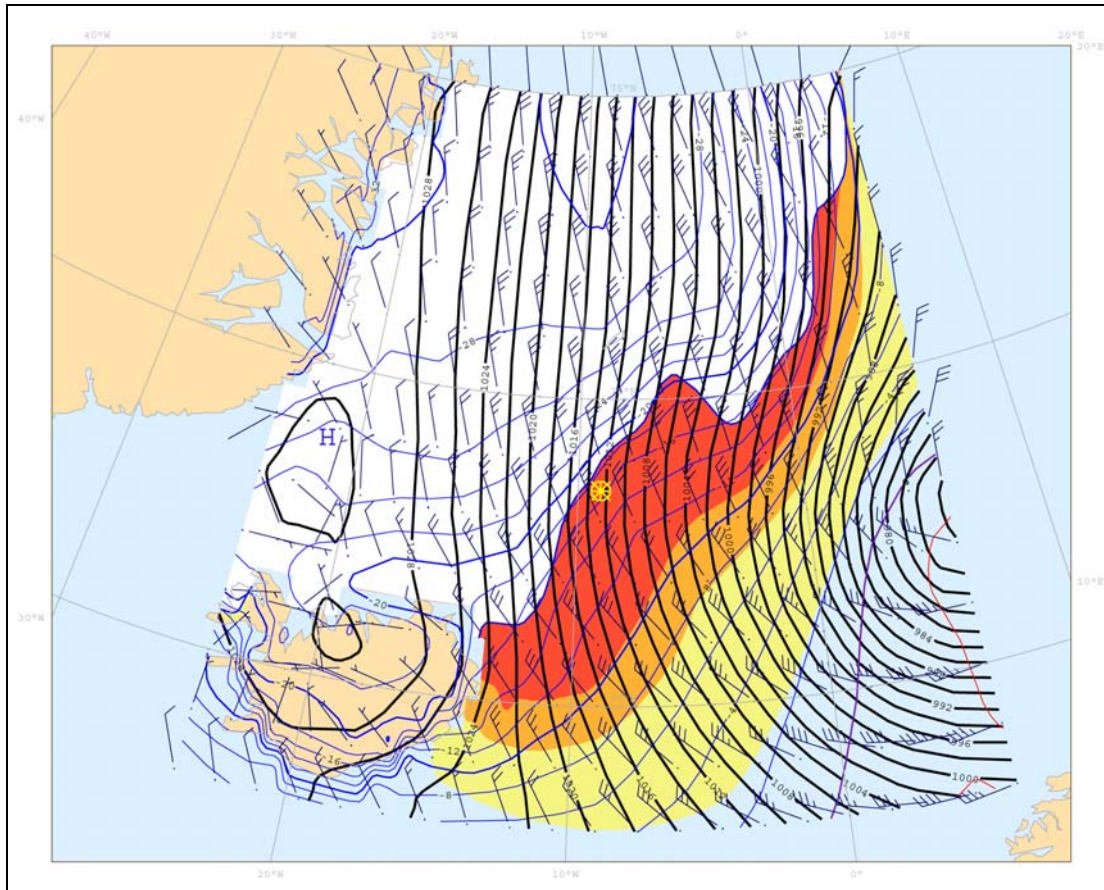
Mynd 25 - Tíðni tilvika þar sem vindhraði er meiri en 17 m/s á athugunartíma á Jan Mayen (blár ferill) og á Dalatanga (rauður ferill) 1997-2006, sem hlutfall af öllum athugunum. Ferillinn merktur ERA40 sýnir á sama hátt tíðni þess að vindur í greiningu sé meiri en 17m/s í punktinum : 68,5°N; 9,0°V á tímabilinu 1958 til og með 2001. Greiningin er gerð á 6 klst. fresti og gildi tákna sem næst 3 klst. meðalvindhraða, en athuganir eru gerðar á stöðvunum á 3 klst. fresti og þar er tilgreindur 10 mínútna meðalvindhraði. Það kann að valda þeim mun sem fram kemur á greiningu og athugunum á stöðvunum á vorin og sumrin. Hvassviðri standa þá skemur en 6 klst. og vilja jafnast út í greiningunni.



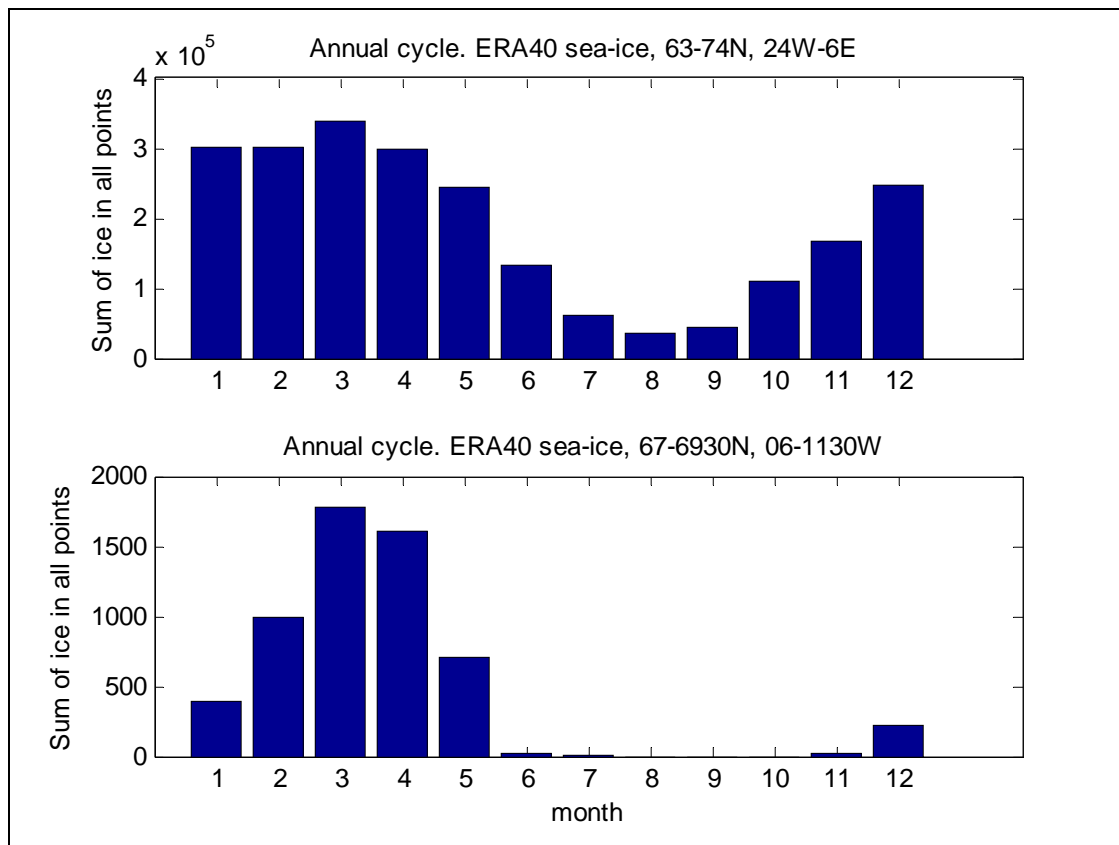
Mynd 26 – Flokkun ísingar á stað 68,5°N; 9,0°V árin 1958-2001 vegna særoks eftir mánuðum. T táknar talsverða ísingu, M táknar mikla ísingu en G gríðarlega ísingu.



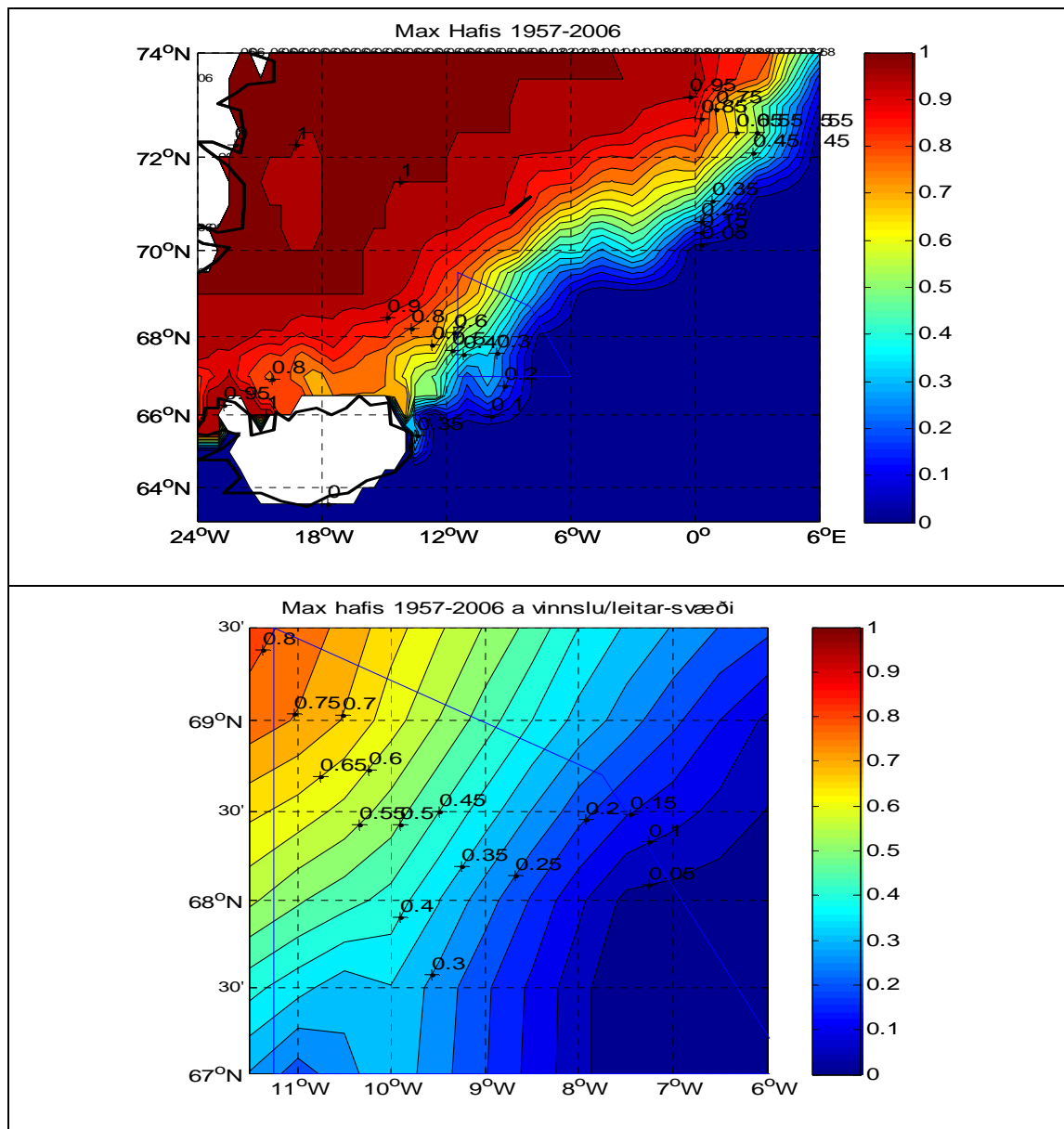
Mynd 27 - Tíðni frostrigningar/frostsúldar á athugunartíma á Jan Mayen og á Dalatanga 1997-2006 sem hlutfall af öllum athugunum. Í meðalári er athugað 2922 sinnum, 0,2% af því eru um sex athuganir á ári.



Mynd 28 – Veðurkort 6. mars 1969 kl. 6 samkvæmt ERA-40. Staðurinn 68,5°N; 9,0°V er táknaður með gulri stjörnu. Svæði þakið hafis er litað hvítt, rautt táknar gríðarmikla ísingu, appelsínugult mikla ísingu og gult talsverða ísingu. Einnig eru á kortinu jafnþrýstilínur, jafnhitalínur og vindörvar.



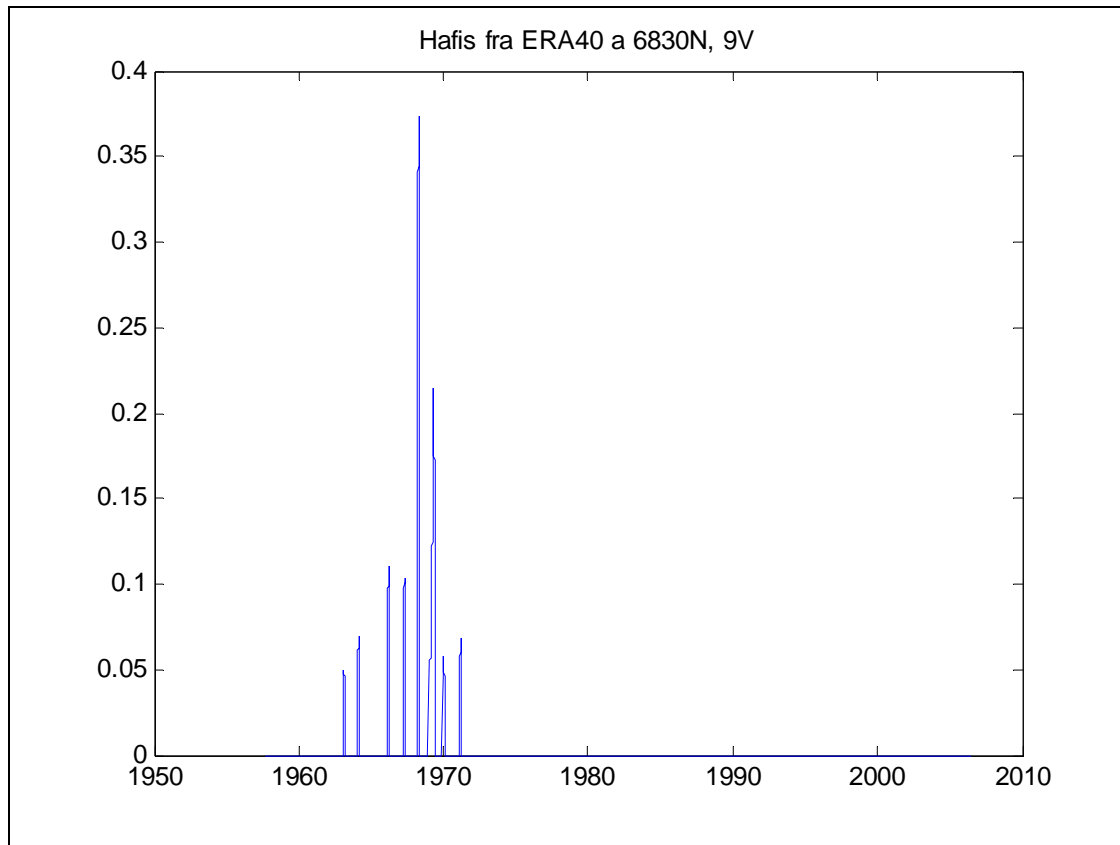
Mynd 29 - Árstíðasveifla hafísútbreiðslu. Efri hluti er svæðið 63°-74°N, 24°V-6°A, neðri hluti aðeins 67°-69°30'N; 6°-11°30'V.



Mynd 30 - Hámarksísþéttleiki 1957-2006 sýndur með litakvarða. Byggt á ERA-40. Á neðri hluta myndarinnar er Jan Mayen-hryggur tekinn út og sýndur sér.

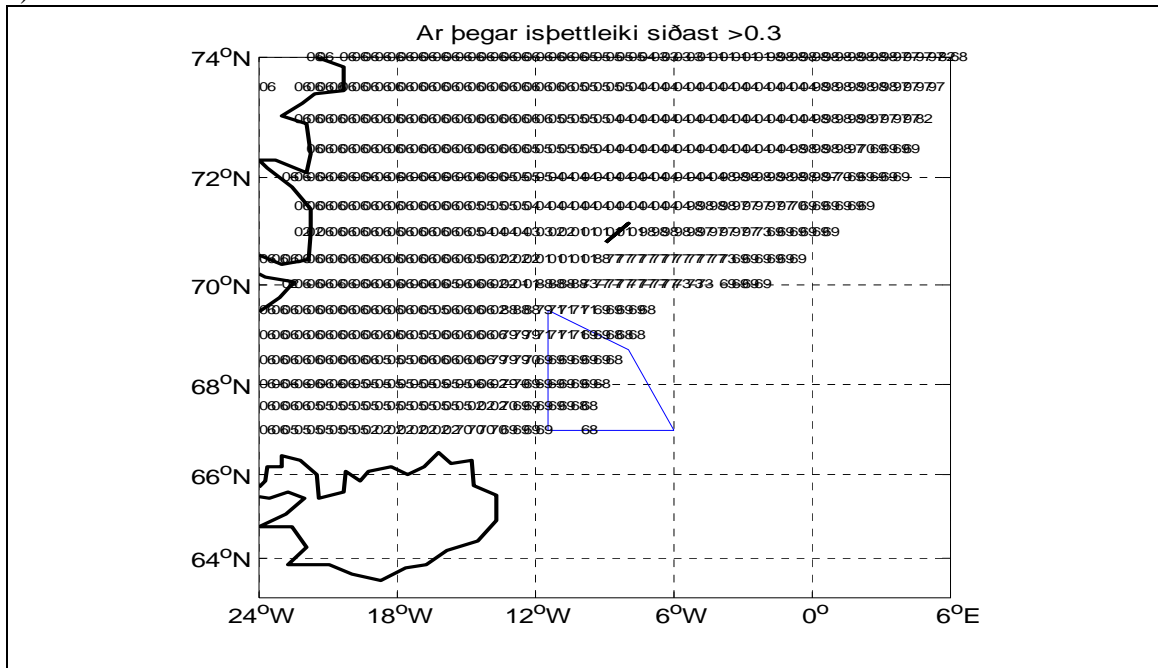
	jan	feb	mar	apr	maí	jún	júl	ágú	sep	okt	nóv	des
1957	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1958	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1959	3	28	31	30	26	-	-	-	-	-	-	-
1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1961	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1963	12	28	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1964	7	29	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1965	-	16	31	30	20	-	-	-	-	-	-	-
1966	15	28	31	24	-	-	-	-	-	-	-	-
1967	24	28	31	30	13	-	-	-	-	8	31	-
1968	31	29	31	30	31	5	-	-	-	1	31	-
1969	31	28	31	30	31	4	-	-	-	11	31	-
1970	31	28	31	16	-	-	-	-	-	-	-	-
1971	22	28	31	24	-	-	-	-	-	-	-	-
1972	8	29	31	20	10	-	-	-	-	-	-	-
1973	-	15	31	30	19	-	-	-	-	-	-	5
1974	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1975	-	-	-	21	29	-	-	-	-	-	-	-
1976	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1977	18	28	31	30	20	-	-	-	-	-	-	-
1978	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
1979	-	16	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1980	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1981	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1982	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1983	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1986	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1988	2	3	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1989	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Mynd 31 – Fjöldi hafisdaga í öllum mánuðum á svæðinu 68°-69°N; 8°-10°V árin 1957-2006 samkvæmt greiningu ERA-40. Gulmerkt (dagafjöldi < 8), brúnt (7<dfj<21), rautt (dfj>20). Hér sést að alltaf hefur verið íslaust frá því snemma í júní þar til seint í nóvember.

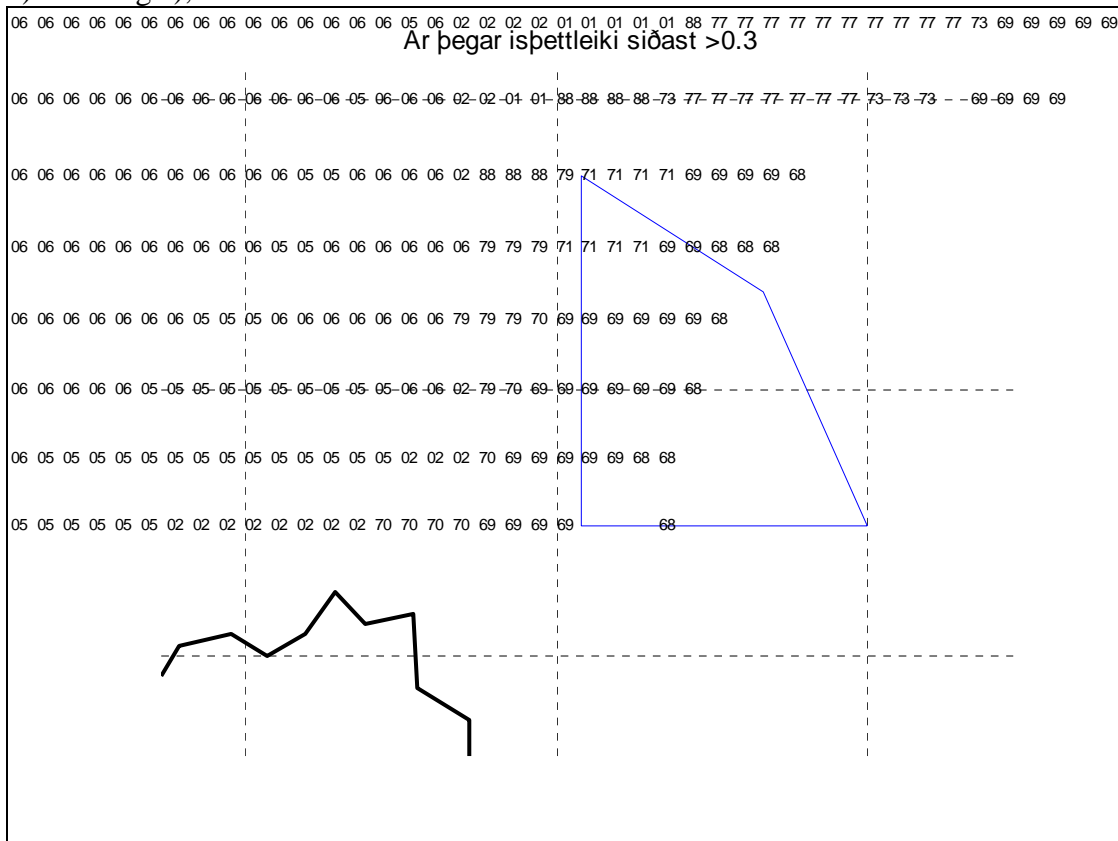


Mynd 32 - Tímaröð íspéttleika á 68,5°N; 9°V, byggt á ERA-40.

a)

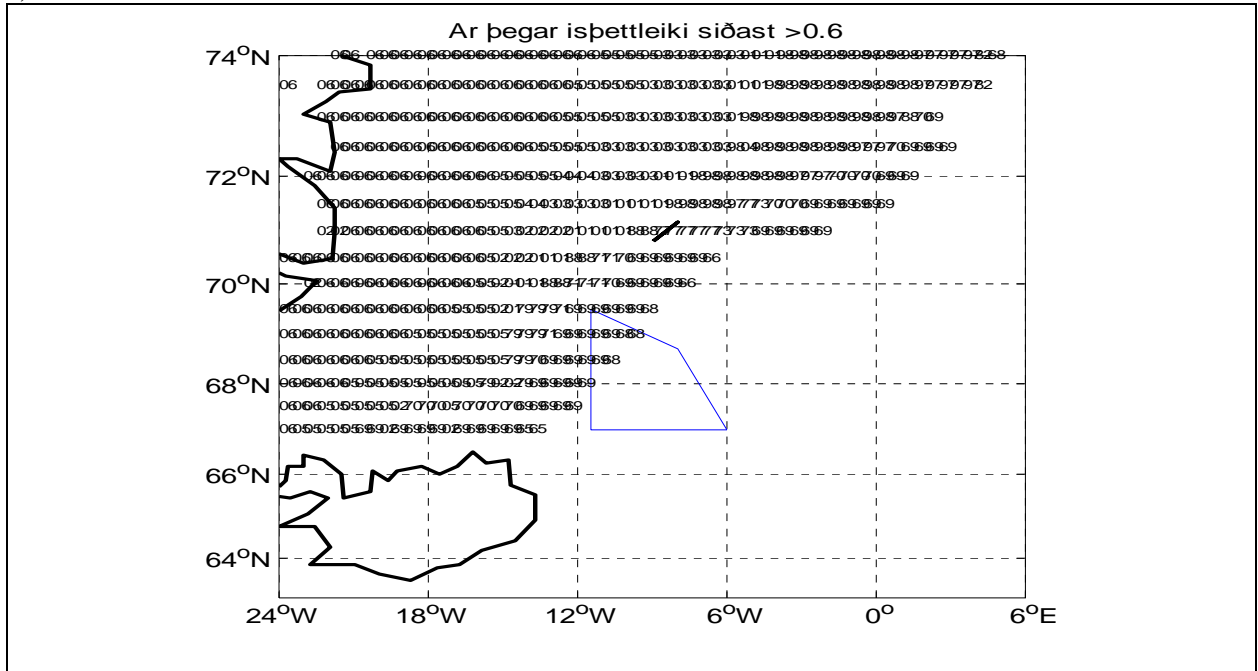


b) Sama og a), stækkað

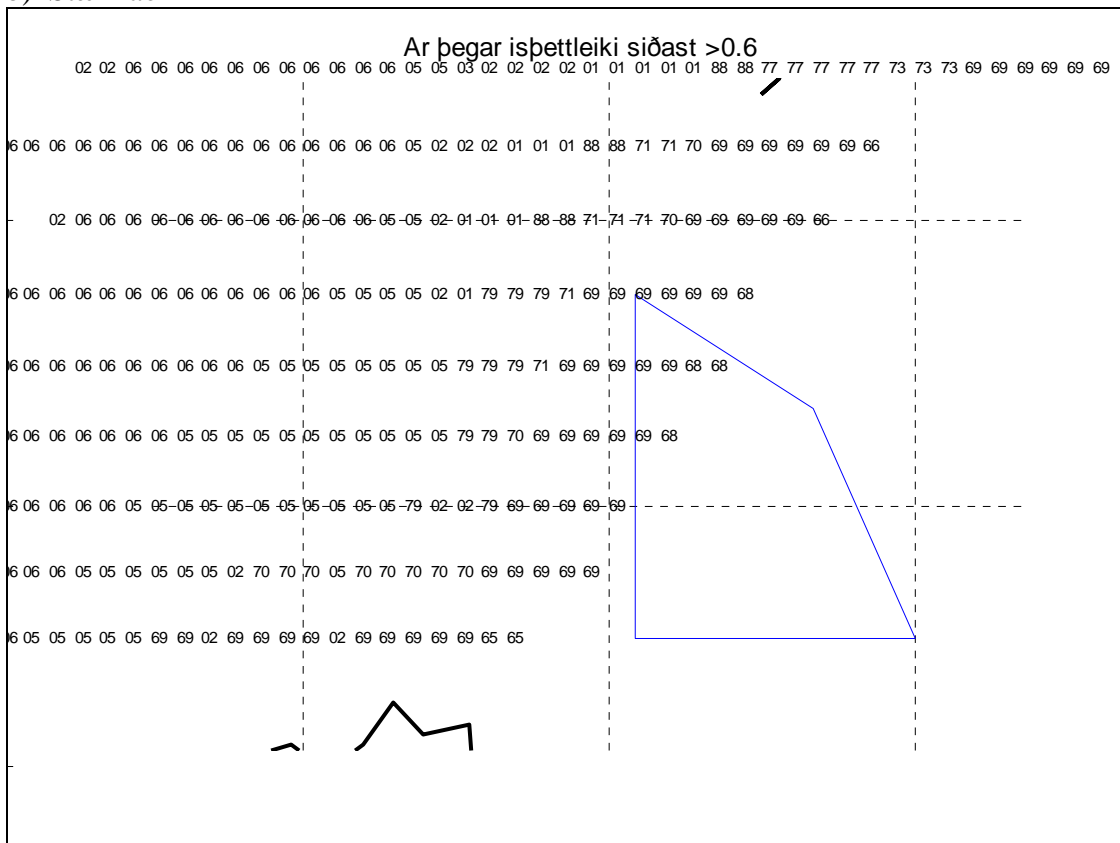


Mynd 33 - Ártal (áá) þegar íspöttleiki var síðast meiri en 3/10, byggt á ERA-40.

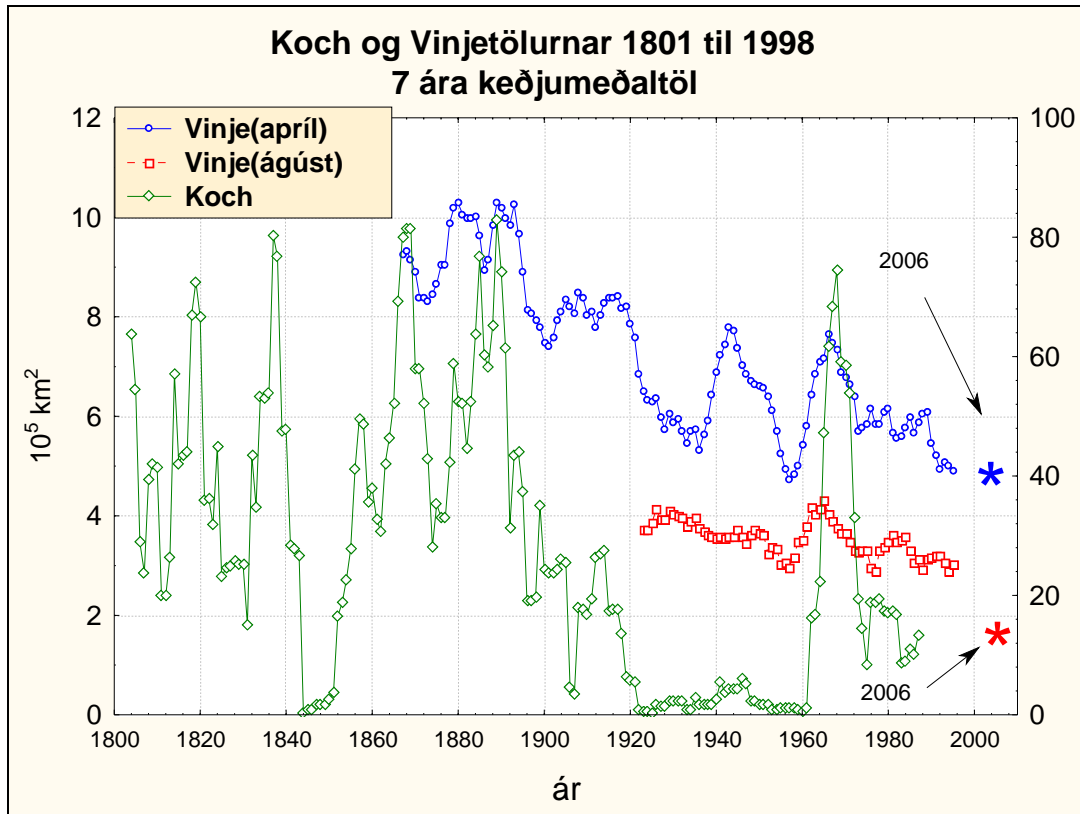
a)



b) Stækkað



Mynd 34 - Sama og mynd 33 en íspöttleiki miðaður við 6/10.



Mynd 35 - Breytileiki útbreiðslu Austur-Grænlandsíssins eins og hann kemur fram í 7 ára keðjumeðaltölum Koch- og Vinjetalnanna. Koch-talan (grænn ferill) er hefðbundinn mælikvarði á ískomur við Ísland (sjá rit Kochs (1945)). Árið 1998 var talan endurskoðuð fyrir árabilið 1900 til 1990 (sjá ritgerð Jóns Wallevik og Hjalta Sigurjónssonar (1998)). Sökum mun þéttari athugana á ísnum við Ísland síðustu áratugi miðað við fyrri tíð er líklegt að ísmagn sé ofmetið á árabilinu 1975 til 1990 miðað við fyrri ár. Sömuleiðis er ýmislegt sem bendir til þess að Koch talan vanmeti ísmagn á stríðsárunum 1940 til 1945. Á sama tíma er einnig mun meiri óvissa í Vinjetölunum (sjá ritgerð Vinje, 2001). Bláa línan sýnir Vinjetöluna í apríl í hundruðum þúsunda ferkílómetra, en sú rauða í ágúst á sama kvarða.. Vinjetölurnar ná aðeins til 1998. Tölur ársins 2006 (blátt og rautt stjörnumerki) eru fengnar af vef *cryosphere today* (<http://arctic.atmos.uiuc.edu/cryosphere/>), sýna gervihnattamælingar og eiga aðeins við þetta eina ár, en allir aðrir hlutar línuritsins sýna 7 ára meðaltöl. Ágústgildið (tæplega 200 þúsund ferkílómetrar) er lægra en öll 7 ára meðaltölin sem ná aftur til 1920. Lægsta einstaka gildið frá þeim tíma til 1998 er 209 þúsund ferkílómetrar. Það var 1955. Ekki er ótrúlegt að gervihnattamælingin vanmeti ísmagnið eitthvað, en beinn samanburður á Vinje-tölunni og mælingum liggur ekki fyrir. Apríl-gildið 2006 (500 þúsund ferkílómetrar) er talsvert hærra en lægsta Vinje-gildið, en það er frá 1984, 330 þúsund ferkílómetrar.