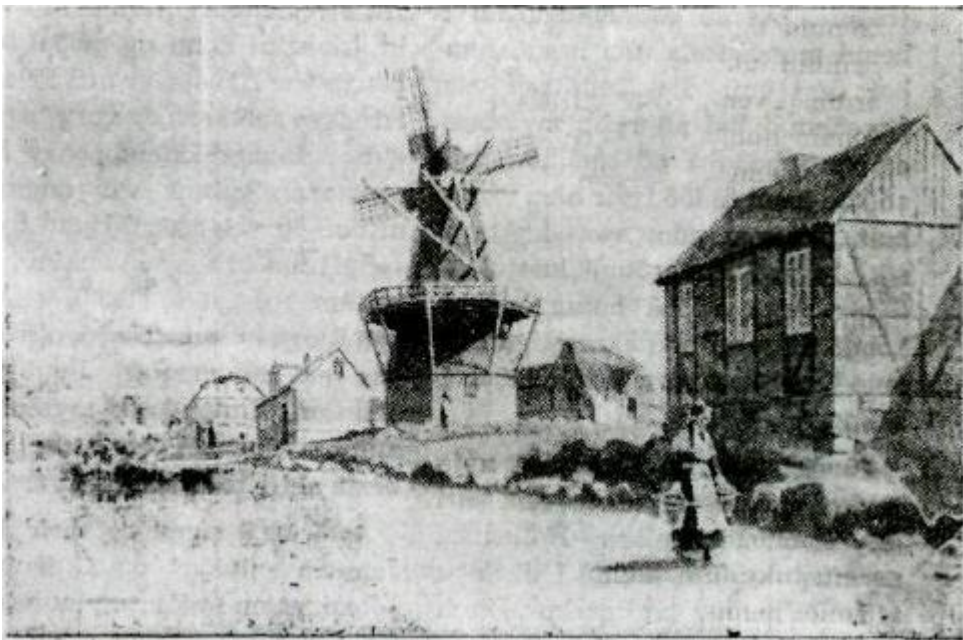


Vindur og vindorka

Ísland er vindasamt land. Vindur er meiri að vetri en að sumri og vindáttir ráðast af sólfarsvindum og landslagi auk þeirra veðrakerfa sem eiga leið nærri landinu. Í vindinum býr orka sem má nýta til raforkuframleiðslu. Á þessum vefsíðum er fjallað um vindafar á Íslandi með mat á vindauðlindinni í huga.

Vindorka á Íslandi í gegnum aldirnar

Menn hafa öldum saman nýtt þá orku sem býr í vindinum til þess að mala korn, dæla vatni og auðvelda sér verk. Beislun vindorkunnar á sér merkilega sögu á Íslandi. Á 19. öld voru reistar tvær vindmyllur í Reykjavík, önnur við Hólavelli, Suðurgötu 20, árið 1830 og hin á horni Bakarastígs, nú Bankastræti, og Þingholtsstrætis árið 1847, kölluð hollenska myllan (mynd 1). Báðar vindmyllurnar voru reistar af P. C. Knudtzon kaupmanni (1789-1864) og nýttar við mölun á rúgi (Árni Óla, 1952). Vindmyllurnar settu svip á Reykjavík uns þær voru rifnar, Hólavallamyllan um 1880 og hollenska myllan 1902. Vindmylla var byggð í Vigur 1840 og stendur enn. Einnig voru vindmyllur á þessum tíma í Skagafirði, á Raufarhöfn og víðar.



Mynd 1: Hollenska myllan í Reykjavík (Árni Óla, 1952).

Flughart, ferðlaust hrærist,
flegist, stendur kyrt,
mállauð mikið ærist,
meinlauð klappar stirt;
lopts er skuld ef lýist það,
unz úr gati fæða fer,—
fróður, seg mér það!

Gáta úr Almanaki fyrir hvern mann (1885)

Með rafvæðingunni á 20. öld urðu litlar vindrafstöðvar algengar við bóndabæi, og á síðustu áratugum hafa litlar vindrafstöðvar verið notaðar til að framleiða rafmagn fyrir sumarhús og tæki, s.s. veðurstöðvar (mynd 2).

Í heildina hefur vindorka í raun lítið verið nýtt á Íslandi til raforkuframleiðslu hvort heldur sem er til iðnaðar eða almennra nota. Íslendingar hafa reitt sig á vatns- og jarðvarmaorku. Það var ekki fyrr en eftir aldamótin síðustu að skriður komst á rannsóknir á íslensku vindauðlindinni (Marta Birgisdóttir, 2007). Víða í heiminum er vindorka mikilvæg endurnýjanleg auðlind og á okkar breiddargráðu hentar hún betur en t.d sólarorka.



Mynd 2: Sjálfvirk veðurstöð við Lónakvísl, skammt vestan við Langasjó. Stöðin er í eigu Landsvirkjunar og er í 675 m y.s. Á myndinni má sjá mælímastur, úrkomumæli og vindrellu. Myndin er tekin 14. júlí 2005. Ljósmynd: Sigvaldi Árnason.

Mat á vindafari

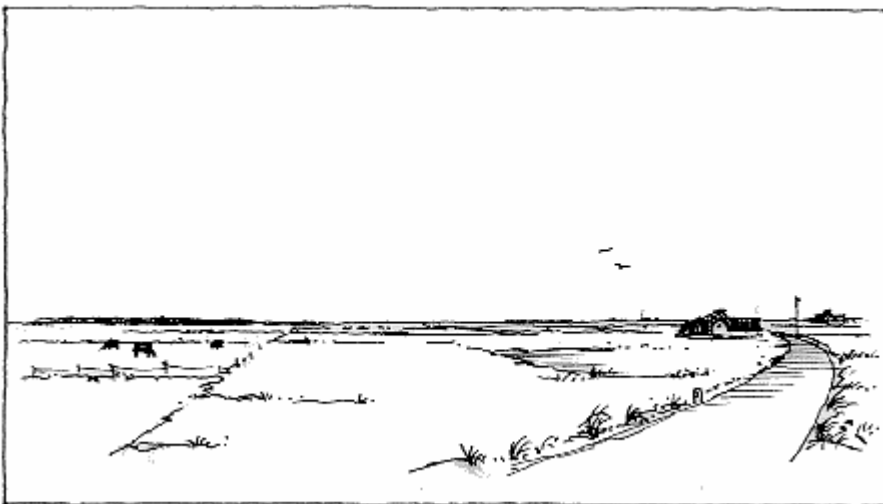
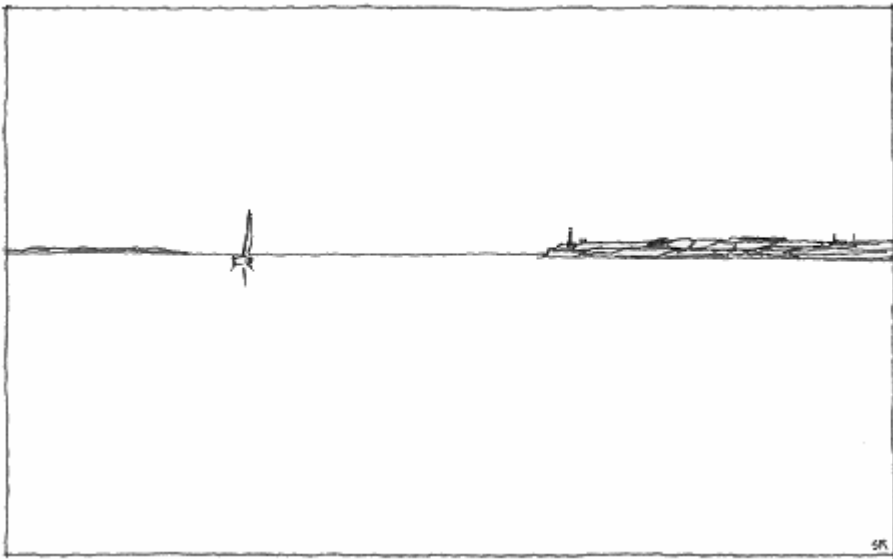
Til að kanna íslensku vindauðlindina þarf að hafa gott mat á vindafari. Vindafar er afar svæðisbundið. Langtíma meðaltal vindhraða í einum hluta hrepps getur verið gerólikt meðaltali í öðrum hluta hreppsins.

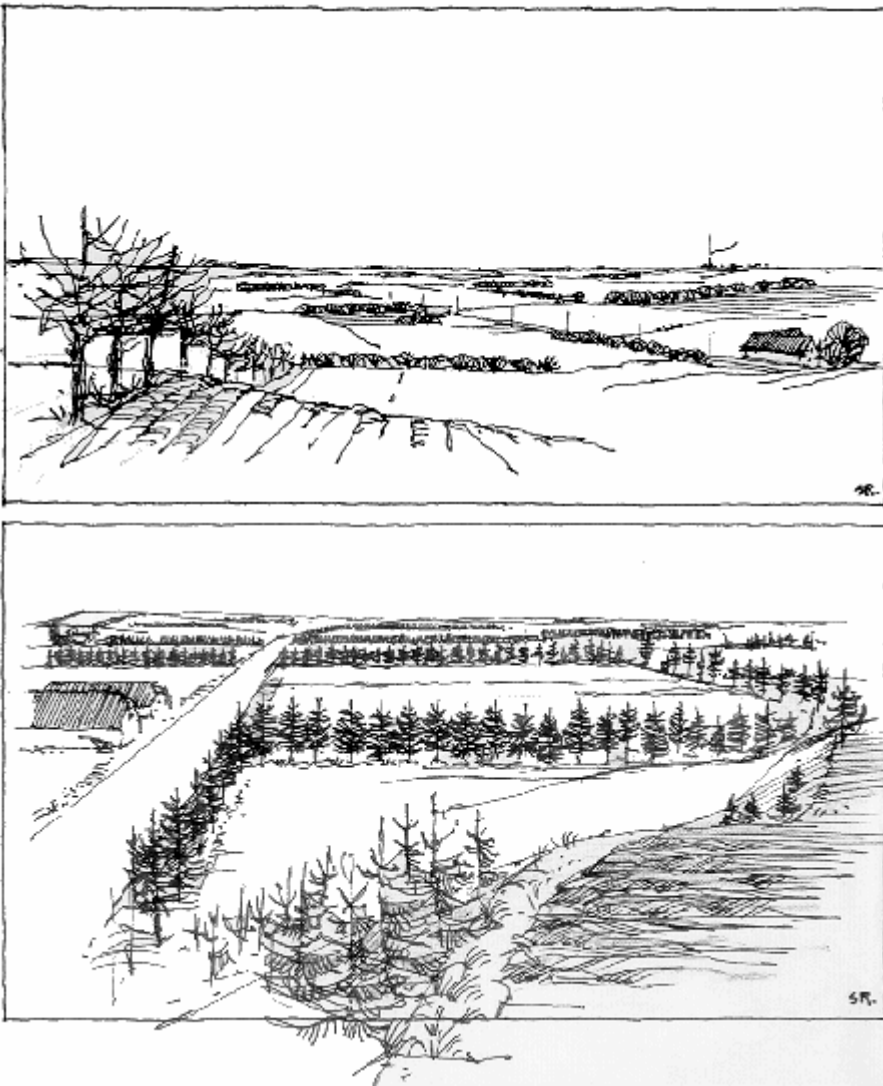
Svæðisbundnar breytingar ráðast mest af hæð í landi, en vindur er alla jafna meiri á hálendi en á láglandi og mestur við fjallstinda. Vindur við fjöll er flókinn því fjallgarðar geta skapað skjól í sumum vindáttum en magnað vind í öðrum. Þessi áhrif fara eftir vindhraða og stöðugleika loftsins og eru því mismunandi eftir árstíma. Yfirborðsgerð ræður líka nokkru um vindhraða. Yfir kjarlendi eða úfnu hrauni er vindur alla jafna minni en yfir sléttlendi eða vötnum. Þetta er vegna ólíks

yfirborðshryfis, því meira hryfi því meir dregur yfirborðið úr vindi (sjá töflu 1 og mynd 3). Þó vindur á láglandi sé yfirleitt minni en á hálendi er hvasst við ströndina því vindur mætir minni fyrirstöðu yfir sjó en landi.

Tafla 1: Nokkrar yfirborðsgerðir og dæmigert yfirborðshryfi.

Yfirborðsgerð	Yfirborðshryfi
Opið hafsvæði	0,0002 m
Leirur, snjór, enginn gróður, engin bygging	0,005 m
Opið flatlandi, graslandi, örfáar byggingar eða tré	0,03 m
Lágvaxinn gróður, fáar byggingar eða tré	0,10 m
Hávaxinn gróður, nokkrar byggingar og/eða tré	0,25 m
Kjarrlandi, garðar, byggingar og/eða tré	0,5 m
Úthverfi eða skóglendi	1,0 m
Borg með háum og lágum byggingum	≥2 m





Mynd 3: a) Opin hafsvæði, firðir og vötn eru með mjög lágt yfirborðshrýfi, eða í kringum 0,0002 m, b) opið, fremur flatt landslag og fátt sem sem brýtur eða breytir vindi, yfirborðshrýfi $\sim 0,03$ m, c) fremur opið landslag, flatlendi eða aflíðandi hæðir, en tré, runnar og byggingar brjóta og breyta vindi, yfirborðshrýfi $\sim 0,10$ m og d) kjarllendi, garðar og landbúnaðarsvæði með mörgum hindrunum fyrir vind; þetta telst yfirborðshrýfi $\sim 0,5$ m. Troen & Petersen (1989).

Önnur áhrif yfirborðsgerðar þau að land hitnar mismikið þegar sólin skín á það. Þannig hitnar svartur sandur meira en gróið land, vötn hitna hægar en halda varmanum lengur. Mishitun á landi getur valdið uppstreymi og haft staðbundin áhrif á vinda. Því má segja að áferð (tegund, litur og hrýfi) yfirborðsins hafi áhrif á vindinn.

Við mat á vindafari þarf að huga að því hvernig vindur breytist frá einum tíma til annars. Stærsta breytingin er milli árstíða. Að vetri eykst hitamunur frá tempruðu svæðum norðurhvels til heimskautasvæða og þessi aukni hitamunur er eldsneyti fyrir aukinn lægðagang og öflugri lægðir. Vetrarlægðir eru misstórar og miskrappar en mestu hvassviðrin á Íslandi eru iðulega tengd þessum veðrakerfum. Að sumarlagi er lægðagangur minni en staðbundnir sólfarsvindar og fallvindar frá jöklum meira áberandi.

Ofangreindir þættir hafa áhrif á vindafar á Íslandi hvort sem þeir tengjast landslagi, yfirborðsgerð eða eðlisfræði lofthjúpsins, Því þarf að taka tillit til þeirra þegar lagt er mat á vindauðlindina. Á þessu vefsvæði er lýst niðurstöðum úr [ICEWIND rannsóknaverkefninu](#). Tilgangur þess var m.a. að leggja mat á vindauðlindina á Íslandi og leyfa samanburð á vindi milli og innan landshluta. Ítarlegri samantekt má finna í skýrslum sem vísað er í á þessum vefsíðum.

Tilvísanir:

Árni Óla (1952), *Vindmylnurnar í Reykjavík settu sinn svip á bæinn*. Grein í Lesbók Morgunblaðsins. Vefur: timarit.is

Almanak fyrir hvern mann (1885). Vefur: timarit.is

Marta Birgisdóttir (2007), *Can wind energy be an option for Iceland : - a background study on wind energy potential with WasP*, M.Sc. Thesis. Institut for Geografi og Geologi: Københavns Universitet, 113 s.

Aðferðafræði

Á láglandi eru veðurstöðvar víðast staðsettar nægilega þétt til að fá megi gott svæðisbundið yfirlit um vindstyrk og stefnu. Veðurstöðvanetið er þó gisið á nokkrum svæðum sem gætu verið áhugaverð hvað vindorku varðar. Því er nauðsynlegt að bæta við athuganirnar með því að nota einnig niðurstöður reiknilíkana til að meta vindhraða og hita bæði við og fyrir ofan yfirborð.

Í ICEWIND verkefninu var notast við reikniniðurstöður úr verkefninu „Reikningar á veðri“ (RÁV). Það verkefni var unnið af Reiknistofu í Veðurfræði, stutt af Rannís og nokkrum íslenskum stofnunum, og var veðurlíkanið WRF (Weather Research and Forecasting) notað til að reikna veður á Íslandi 1995-2011 í reiknineti með 3 km möskvastærð (Ólafur Rögnvaldsson o.fl., 2007; Ólafur Rögnvaldsson & Haraldur Ólafsson, 2009; Ólafur Rögnvaldsson o.fl., 2011). Beitt var tölfræðilegum aðferðum til þess að aðlaga niðurstöður RÁV, og tryggja að þær væru í sem bestu samræmi við mælingar á veðurstöðvum.

Þó niðurstöður RÁV gefi góða mynd af vindafari fyrir hvert hérað, er reikninet með 3 km möskvastærð samt ekki nægilega þétt til þess að hægt sé að meta vindafar minni svæða, t.d. einstaka dala eða hæða. Til þess þyrfti möskvastærð reikninetisins að vera 100 m eða minni.

Innan ICEWIND verkefnisins voru niðurstöðurnar reiknaðar á enn minni kvarða með danska vindorkuforrit [WAsP](#) (Wind Atlas Analysis and Application Program) frá [Danska tækniháskólanum, DTU Risø](#).

Alhæft vindafar

WAsP tilheyrir flokki svonefndra jaðarlagslíkana og hentar vel til þess að reikna vindafar fyrir lítil svæði út frá einum mælingastað innan svæðisins. WAsP notar mæliröð með vindhraða og vindstefnu (röðin getur líka byggt á veðurlíkani, t.d. RÁV niðurstöðum) og nákvæmum upplýsingum um landslag og yfirborðsgerð á svæði nærri mælipunkti til þess að reikna alhæft, eða svæðislægt, vindafar efst í jaðralaginu (í um 1 km hæð). Með útreikningunum eru áhrif landslags, og jafnvel bygginga, í nágrenni mælipunkts fjarlægð svo að mæliröðin lýsi vindafari á stærra svæði.

Alhæfða vindafarið er lýsing á vindhraðadreifingu fyrir ólíkar vindáttir, og það má nota til þess að meta raunverulegt vindafar hvar sem er á umræddu svæði bæði við yfirborð og ofan þess. Niðurstöður eru aðgengilegar á töfluforni sem hluti af [vefviðmóti vindatlasins](#).

Aflþéttni

Upplýsingar um vindhraðadreifingu nægja til þess að reikna tölfræðilegar lykilstærðir vindafarsins og leggja mat á þá vindorku sem svæðið gefur af sér. Hér er lykilstærðin aflþéttni eða vindorkuflæðið um einingarflöt þvert á vindstefnu. Þessi stærð hefur einingu afls á flatareiningu (W/m^2) og er í beinu hlutfalli við eðlismassa loftsins og þriðja veldi vindhraðans. Hún hentar vel fyrir vindatlasa þar sem hún gefur mat á því hversu mikla vindorku má fá úr vindi á svæðinu.

Til að leggja endanlegt mat á vindorku svæðisins þarf að huga að þeirri vindmyllu sem setja á upp. Þverskurðarflatarmál vindmyllunnar (það svæði sem spaðarnir þekja þegar þeir snúast) og aflfræðileg nýtni ráða því hversu mikið af orkunni í vindinum tekst að beisla. Þessar upplýsingar eru breytilegar milli ólíkra vindmylla og breytast í takt við framleiðslu aflvéla, stærð spaða o.s.frv. Hver tegund vindmyllu hefur þekktan orkuframleiðsluferil sem segir hversu miklu afli hún skilar fyrir gefinn vindhraða. Upplýsingar um vindhraðadreifingu svæðis má því nota til að meta þá vindorku sem viðkomandi vindmylla gefur á svæðinu.

Tilvísanir:

Ólafur Rögnvaldsson og Haraldur Ólafsson (2009). *Stöðuskýrsla vegna þriðja árs RÁVAndar verkefnisins*. Rit Reiknistofu í veðurfræði. Reykjavík.

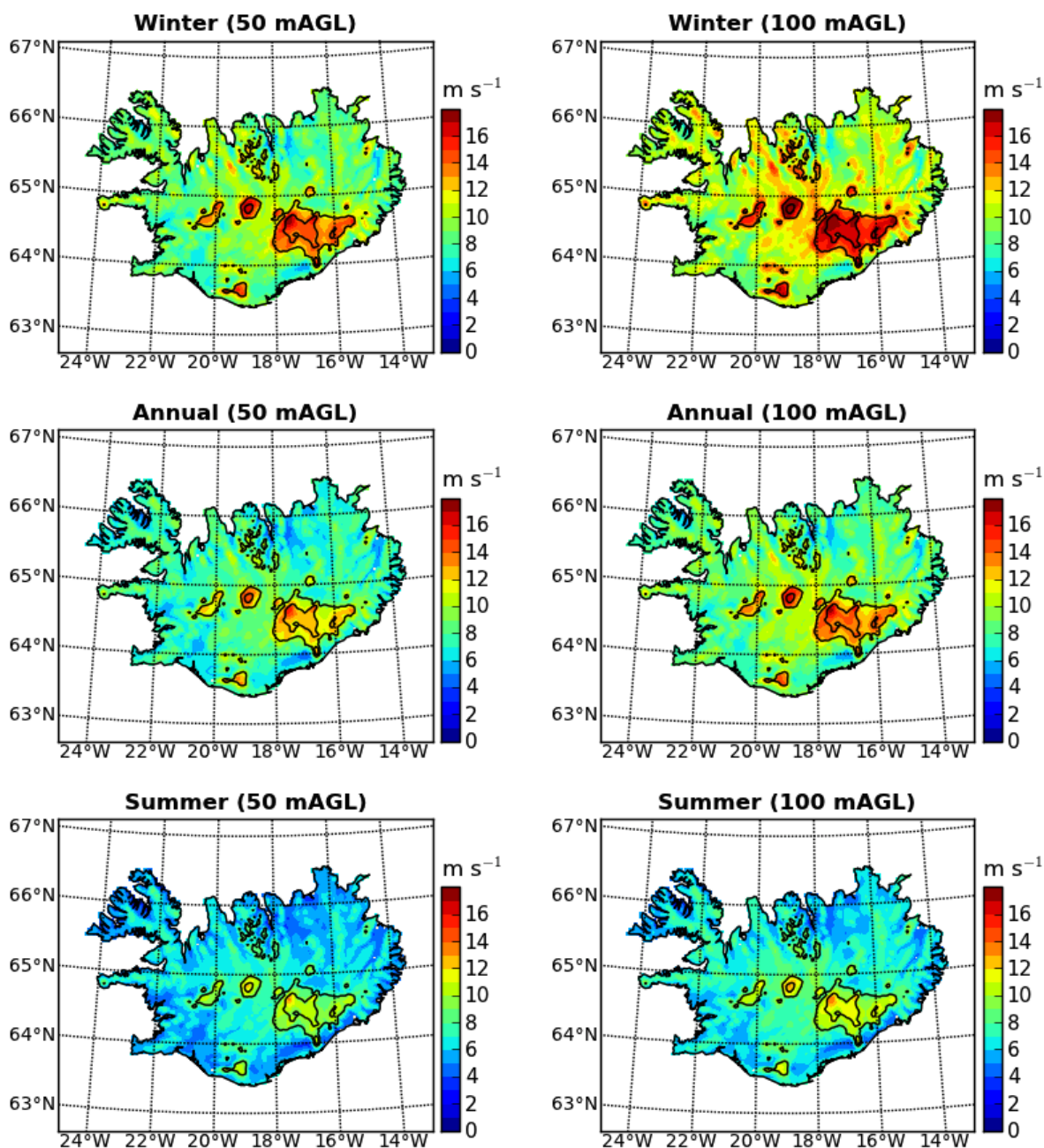
Ólafur Rögnvaldsson, Hálfán Ágústsson, Einar Magnús Einarsson, Haraldur Ólafsson, Halldór Björnsson & Óli Grétar Blöndal Sveinsson (2007). *Stöðuskýrsla vegna fyrsta árs RÁV verkefnisins*. Rit Reiknistofu í veðurfræði. Reykjavík.

Ólafur Rögnvaldsson, Hálfán Ágústsson og Haraldur Ólafsson (2011). *Aflræn niðurvörðun veðurs innan LOKS verkefnisins*. Rit Reiknistofu í veðurfræði. Reykjavík.

Vindauðlindin

Meðalvindur

Mynd 4 sýnir vindhraða, meðaltöl vetrar, sumars og ársins í 50 og 100 m hæð yfir jörðu. Svæðisbundinn vindhraðabreytileiki ræðst einkum af hæð yfir sjávarmáli. Vindhraði í 50 m hæð yfir jörðu á hálendinun (í um 500-1000 m hæð yfir sjávarmáli) er metinn á 6-8 m/s að sumri en 10-11 m/s að vetri. Á skjólsömum svæðum er vindhraði aftur á móti 3 m/s að sumri en 5 m/s að vetri. Þegar vindhraði í 100 m yfir yfirborði er skoðaður sést að árstíðasveiflan yfir hálendinu er frá 7-9 m/s að sumri til 11-12 m/s að vetri.



Mynd 4: Vindhraði (m/s) í 50 m og 100 m hæð yfir jörðu. Meðaltöl vetrar, sumars og ársins, byggð

á WRF útreikningum.

Hálendið

Vindhraði eykst með vaxandi hæð yfir sjávarmáli og því er vindstyrkur meiri á hálendinu en á láglandi. Mörg svæði, einkum inn til landsins, myndu þó ekki vera heppileg fyrir vindorkuframleiðslu, bæði vegna umhverfissjónarmiða og vegna þess að veðurfar er óæskilegt eða þau lítt aðgengileg. Vindhraði er þannig mestur yfir jöklum en slíkt hefur lítil áhrif á stærð nýtanlegrar vindauðlindar á Íslandi.

Láglandi

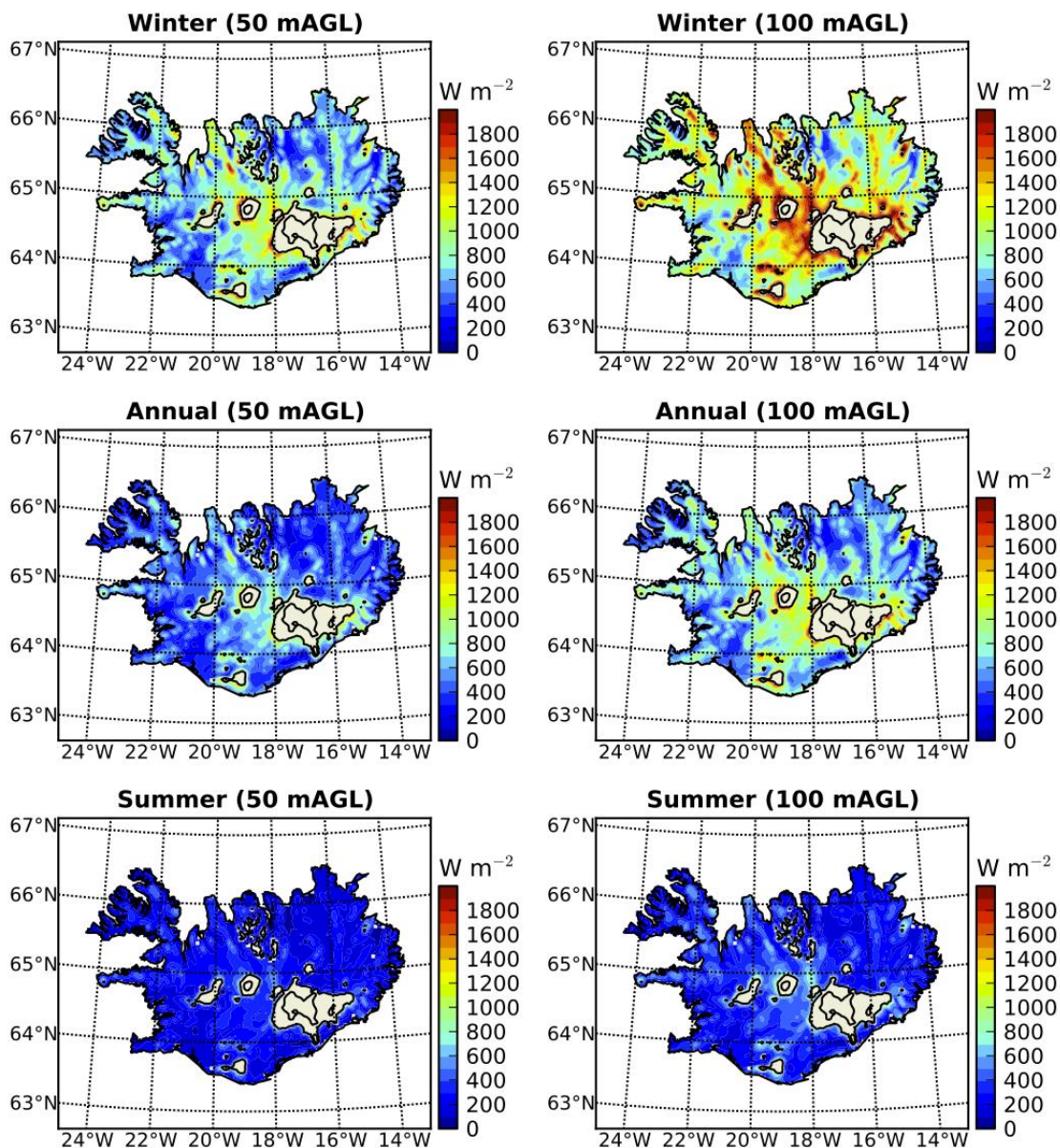
Á láglandari svæðum er vindur mestur við ströndina og mesti vindurinn er yfirleitt á annesjum, sérstaklega á Skaga, Melrakkaslétu, Langanesi og Snæfellsnesi. Vindur er einnig töluverður á sunnanverðum Reykjanesskaga og hluta af suðurströndinni, sérstaklega frá Landeyjum austur að Meðallandssveit og einnig í austanverðri Suðursveit. Í fjörðum vestanlands sem austan gætir yfirleitt nokkurs skjóls frá fjöllum og meðalvindur á láglandi því hægari.

Takmarkanir

Athugið að jaðarlagslíkön eru ekki gerð fyrir útreikninga við brött fjöll. Því má gera ráð fyrir að nálægt fjöllum sé nokkur skekkja í útreikningum. Eins eru svæði á Íslandi þar sem gera má ráð fyrir mjög litlu yfirborðshryfi, þ.e. minna en 0,03 m, og því er ástæða til að áætla að á þeim svæðum vanmeti vindatlasinn vindhraða.

Vindaflþéttni

Mynd 5 sýnir vindaflþéttni (e. wind power density), meðaltöl vetrar, sumars og ársins í 50 og 100 m hæð yfir jörðu. Þar sem vindaflþéttni er í þriðja veldi við vindhraða er munurinn milli árstíða meiri en fyrir meðalvind. Þetta þýðir að meðan meðalvindhraði er 1,2-1,8 sinnum meiri að vetri en sumri er vindaflþéttinn 2,0-5,5 sinnum meiri að vetri en að sumri. Mest er árstíðasveiflan nærri jafri Vatnajökuls, sums staðar á Vestfjörðum og á láglendi Norðaustanlands.



Mynd 5: Vindaflþéttni (W/m^2) í 50 m og 100 m hæð yfir jörðu. Meðaltöl vetrar, sumars og ársins, byggð á WRF útreikningum.

Einnig er töluverður svæðisbundinn breytileiki í vindaflþéttni. Í dölum er aflþéttinn minnst, ~50% af vindaflþéttni með ströndinni. Yfir og við fjallstinda er aflþéttinn aftur á móti allt að 450% af strandsvæðagildum.

Svæðisbundinn breytileiki

Lægstu gildin er að finna á láglendi suðvestan- og norðaustanlands. Í hálendinu (í um 500-1000 m h.y.s.) er vindaflþéttinn aftur á móti um 200-250% af strandsvæðagildum, óháð fjarlægð frá hafi. Svæðisbundinn breytileiki í meðalvindhraða yfir árið er meiri eða 75-225% af vindhraða á strandsvæðum. Náttúrulegur breytileiki vinds í tíma og rúmi, svo og skekkjur í mælingum og líkanaútreikningum magnast þegar litið er á vindaflþéttni. Það er því mikilvægt að hafa sem nákvæmast og ítarlegast mat á staðbundnum vind þegar vindaflþéttni er metinn.

Auk breytileika milli árstíða og svæða er einnig munur á vindhraða og vindaflþéttni eftir vindáttum. Ef litið er framhjá áhrifum landslags þá breytast vindáttir mest vegna veðrakerfa sem ganga yfir landið. Sömuleiðis gætir áhrifa hryfisbreytinga milli hafs og lands mikið á strandsvæðum þar sem hafáttin er mun sterkari en landáttin. Á þeim strandsvæðum þar sem vindaflþéttinn er hvað mest getur þessi munur verði 500-1000 W/m² að vetri til. Að sumri til er þessi munur minni því þegar sólfarsvindar eru annarsvegar er hafátt ekki áberandi sterkari en landátt.

Vindauðlindin á Íslandi

Bera má vindorku á Íslandi saman við önnur svæði í Evrópu með því að bera ofangreindar niðurstöður saman við Evrópska vindatlasinn (Troen and Petersen, 1989). Það svæði í vestur Evrópu sem þar er í 1. vindorkuflokki nær frá vesturströnd Írlands yfir Skotland og norðvesturhluta Danmerkur. Á þessu svæði er afléttinn í 50 m hæð meiri en 250 W/m² þar sem skjóls gætir, yfir 700 W/m² við ströndina og yfir 1800 W/m² efst á hæðum og hryggjum. Mynd 2 sýnir að vindaflþéttin á Íslandi er vel innan þessa flokks og því er vindauðlindin á Íslandi vel samkeppnishæft við það sem best gerist hjá nágrennanþjóðum.

Tilvísanir:

Troen, I., og E. L. Petersen, 1989: *European Wind Atlas*, Risø National Laboratory, Roskilde, Danmörk.

Vindagögn - Nánari lýsing á vindafarstöflum

Hvort sem skoðað er alhæft vindafar eða niðurstöður vindmælinga á veðurstöð, má yfirleitt lýsa dreifingu vindhraða með svokallaðri Weibull dreifingu. Þessi dreifing er háð tveimur stikum, A sem lýsir tíðniútslagi dreifingarinnar (og hefur einingar vindhraða) og einingarlausu stikinn k sem lýsir lögun dreifingarinnar (og með því hversu mikill munur er á mesta vindi og meðalvindi). Á vefsvæði vindatlasins eru töflur (textaskrár með .lib endingu) fyrir hvern hnútpunkt í möskva reikninet RÁV verkefnisins. Í þessum skrár eru Weibull stikar fyrir 12 vindáttir, 5 mismunandi hæðir frá yfirborði og 5 mismunandi hrýfisflokka. Dæmi um slíka töflu má sjá á mynd 1.

		horizontal indices		local SRL		longitude	latitude	local elevation																	
Header Line		RAV	3km	1995-2008	16	4	0.0001	<coordinates>	-24.4822,63.4994,0.0</coordinates>																
# SRC, HL, WDS		5	5	12																					
Surface Roughness Lengths [m]		0.000	0.030	0.100	0.400	1.500																			
Height Levels [m]		10.0	25.0	50.0	100.0	200.0																			
WD Histogram [%] at l. HL		WD Sectors																							
1. HL		7.10	8.35	8.66	6.15	8.17	9.61	8.08	10.41	10.95	7.60	6.05	8.87												
2. HL		8.40	9.77	10.56	9.69	11.82	11.33	10.80	11.39	11.00	9.57	7.66	9.19												
3. HL		1.999	2.201	2.445	2.180	2.140	2.355	2.056	2.372	2.289	2.007	1.860	2.058												
4. HL		8.74	10.23	11.04	10.23	12.37	11.92	11.32	11.87	11.34	9.89	7.81	9.53												
5. HL		1.981	2.214	2.499	2.255	2.147	2.393	2.079	2.434	2.312	1.989	1.820	2.082												
		9.33	10.86	11.77	10.76	13.13	12.65	12.13	12.42	11.87	10.35	8.13	9.98												
		2.007	2.255	2.637	2.237	2.174	2.412	2.152	2.464	2.352	2.006	1.821	2.143												
		9.95	11.70	12.42	11.52	14.22	13.86	13.16	13.19	12.53	11.00	8.42	10.40												
		2.016	2.429	2.738	2.160	2.299	2.652	2.295	2.563	2.410	2.087	1.755	2.157												
		10.55	12.26	12.78	12.05	15.36	15.15	14.17	14.33	13.44	11.66	9.27	10.77												
		2.013	2.309	2.541	1.992	2.396	2.688	2.276	2.624	2.457	2.085	1.848	2.121												
		6.97	8.64	8.16	6.20	9.09	9.08	8.27	10.97	10.27	7.09	6.39	8.86												
		6.37	7.36	7.78	7.17	8.78	8.16	8.39	8.09	7.95	6.62	5.72	6.88												
		2.058	2.348	2.544	2.024	2.355	2.305	2.317	2.366	2.317	1.865	1.900	2.142												
		7.19	8.25	8.72	8.15	9.85	9.22	9.35	9.01	8.82	7.35	6.32	7.66												
		2.099	2.374	2.639	2.051	2.347	2.354	2.314	2.407	2.338	1.875	1.889	2.149												
		7.90	9.18	9.61	9.15	10.94	10.24	10.39	9.81	9.66	8.11	6.85	8.43												
		2.106	2.460	2.688	2.145	2.374	2.386	2.383	2.421	2.395	1.949	1.880	2.197												
		8.58	10.26	10.59	10.19	12.26	11.54	11.63	10.86	10.52	8.92	7.48	9.31												
		2.026	2.608	2.755	2.168	2.468	2.570	2.521	2.534	2.422	1.996	1.917	2.312												
		9	15	11	12	11	26	11	19	13	26	12	91	12	99	12	99	11	77	9	86	9	10	9	93

Mynd 6: Hluti af vindatlas gagnaskrá (.lib) með skýringartexta. Sjá frekari skýringar í meginmáli.

Hver skrá byrjar með haus sem lýsir því hvaðan gögnin koma og hnattstöðu punktsins sem skráin á við. Næst kemur lína sem segir hversu margir flokkar yfirborðsgerðar eru notaðir (SRC), hversu margir hæðarfletir (HL) og hversu margir vindáttageirar (WDS). Þriðja línan tiltekur hrýfislengd yfirborðsgerðarflokkanna sem reiknaðir er fyrir og er einingin (m). Hafsvæði og vötn eru skilgreind með yfirborðshrýfi 0,0 m en lægsti flokkurinn yfir landi hefur yfirborðshrýfið 0,03 m. Fjórða línan tiltekur hæðarfletina í metrum frá yfirborði. Reiknað er fyrir fimm hæðir, frá 10 m til 200 m frá yfirborði.

Afgangurinn af skránni er með 12 dálka einn fyrir hvern 30° vindáttageira, þann fyrsta frá -15° til 15° (með miðju í 0° þ.e. norðanátt), sá næsti með 15°-45° o.s.frv.

Línurnar í töflunni koma í 11 lína hneppum, þar sem hvert hneppi á við hverja tegund yfirborðsgerðar. Efsta línan í hverju hneppi gefur tíðni hvers vindáttargeira fyrir sig en línurnar þar á eftir gefa Weibull stuðlana A og svo k fyrir hvern hæðarflet, frá þeim lægsta til þess hæsta.

Vindatlasgögnin verður hægt að nálgast héðan. Verið er að vinna að tengingunni.

Gögnin liggja á svokallaðri Tadpole vefsíðu, sem nýtir sér Google Earth tengiforrit. Hægt er að hlaða niður textaskrá (með .lib endingu) fyrir hvern reiknipunkt yfir Íslandi.

Ef óskað er eftir einfaldri framsetningu á vindatlasgögnunum má t.d. hlaða niður ókeypis útgáfu WASP forritsins frá www.wasp.dk. Með þeirri útgáfu er hægt að skoða alhæfa vindafarið frá reiknipunktinum í einfaldri töflu fyrir mismunandi hæð frá yfirborði og mismunandi hrýfislengd, tíðni vindátta og Weibull dreifingu.

Fyrir mat á vindorku á tilteknu svæði þarf að gera útreikninga með jaðarlagslíkani, t.d. WASP, WindPro eða Windfarmer, þar sem tekið er tillit til m.a. hæðar yfir sjávarmáli, yfirborðsgerðar og hindrana í landslagi. Þessháttar útreikningar kallast niðurvörðun. Þeir gefa nákvæmara mat á staðbundnu vindafari og eru þess vegna mikilvægir fyrir vindorkumat og alla undirbúningsvinnu. Í þeim tilvikum þarf að kaupa vindorkulíkan.

Þeir sem þekkja lítið til jaðarlagsforrita ættu að biðja vindorkusérfræðinga um aðstoð við útreikninga og túlkun niðurstaða. Einnig ber að hafa í huga að þó að íslenski vindatlasinn gefi vissulega góða mynd af vindafari á Íslandi í reiknineti með 3 km möskvastærð þá kemur hann ekki í stað hefðbundinna vindmælinga.



Mynd 7: Fontur á Langanesi, veðurstöð og viti, í þoku í júlí 2010. Ljósmynd: Guðrún Nína Petersen.

Takmarkanir

Athugið að jaðarlagslíkön eru ekki gerð fyrir útreikninga við brött fjöll. Því má gera ráð fyrir að nálægt fjöllum sé nokkur skekkja í útreikningum. Eins eru svæði á Íslandi þar sem gera má ráð fyrir mjög litlu yfirborðshryfi, þ.e. minna en 0,03 m, og því er ástæða til að áætla að á þeim svæðum vanmeti vindatlasinn vindhraða.

Rannsóknaverkefni

ICEWIND

[ICEWIND](#) er samnorrænt verkefni um vindorku á köldum svæðum (e. ICEWIND - Improved forecast of wind, waves and icing) unnið á árunum 2010–2014 og styrkt af Norræna orkusjóðnum. Verkefninu er stýrt af [Vindorkudeild danska tækniháskólanum](#) en þátt taka stofnanir og fyrirtæki á öllum Norðurlöndunum. Íslenskir þátttakendur eru Veðurstofa Ísland, Háskóli Íslands, Landsvirkjun og Landsnet. Verkefnið er unnið í fjórum vinnupökkum en íslensk þátttaka er mest í tveimur fyrstu.

Í vinnupakka eitt er unnið með ísingu. Gera á ísingaratlas fyrir Svíþjóð og Ísland, þ.e. kortleggja á hvaða svæðum má gera ráð fyrir mestum vandamálum vegna ísingar. Þróa þarf ísingarspár sem yrðu hluti af orkuspám í framtíðinni. Ísing vegna skýja, hríms og í tilvikum frálandsvindmyllugarða vegna sjávarlöðurs, getur dregið mjög úr skilvirkri orkuframleiðslu vindmylla.

Í vinnupakka tvö er aðalverkefnið að kortleggja vindauðlindina á Íslandi og nærliggjandi hafsvæðum, þ.e. búa til vindatlas fyrir Ísland. Stórum hluta þeirrar vinnu er lýst á þessari vefsíðu. Með vindatlas gefst tækifæri til að kanna ítarlegra út frá vindafari hvaða svæði henta til vindorkuframleiðslu. Aðrir þættir koma þó einnig inn í greiningu á góðum vindorkusvæðum, svo sem umhverfissjónarmið, aðgengi, fjarlægð frá flutningslínunum og veðurfar. Innan þessa vinnupakka er einnig könnuð samþætting vindorku og vatnsorku.

Ísvindar

Ísvindar er íslenskt systurverkefni ICEWIND verkefnisins og byggir á og vinnst samhliða ICEWIND. Íslenska vindauðlindin er rannsökuð ítarlegra með áherslu á endurheimt og úrvinnslu fyrirbyggjandi gagna, ísingu, aftakaatburði og auðlindamat.



Mynd 8: Á Skálafelli í janúar 2005. Starfsmaður Veðurstofu Íslands er að ljúka við að berja ísingu utan af sjálfvirkri veðurstöð. Stórt ísþakið mastur í baksýn. Ljósmynd: Sigvaldi Árnason.

Útgáfa er tengist vindauðlindarannsóknum

Veðurstofa Íslands

Nikolai Nawri, Guðrún Nína Petersen, Halldór Björnsson & Kristján Jónasson (2012). *Surface Wind and Air Temperature over Iceland based on Station Records and ECMWF Operational Analyses*. Reykjavík: Veðurstofa Íslands, VÍ 2012-0008.

Nikolai Nawri, Guðrún Nína Petersen, Halldór Björnsson & Kristján Jónasson (2012). *Empirical Terrain Models for Surface Wind and Air Temperature over Iceland*. Reykjavík: Veðurstofa Íslands, VÍ 2012-0009.

Nikolai Nawri, Guðrún Nína Petersen, Halldór Björnsson & Kristján Jónasson (2012). *Evaluation of WRF Mesoscale Model Simulations of Surface Wind over Iceland*. Reykjavík: Veðurstofa Íslands, VÍ 2012-010.

Nikolai Nawri, Guðrún Nína Petersen, Halldór Björnsson & Kristján Jónasson (2012). *Statistical Correction of WRF Mesoscale Model Simulations of Surface Wind over Iceland based on Station Data*. Reykjavík: Veðurstofa Íslands, VÍ 2012-011.

Önnur útgáfa tengd vindauðlindarannsóknum

Árni Óla (1952), *Vindmylnurnar í Reykjavík settu sinn svip á bæinn*. Grein í Lesbók Morgunblaðsins. Vefur: timarit.is
http://timarit.is/view_page_init.jsp?issId=240695&pageId=3280143&lang=is&q=vindmylnur

Marta Birgisdóttir (2007), *Can wind energy be an option for Iceland : - a background study on wind energy potential with WasP*, M.Sc. Thesis. Institut for Geografi og Geologi: Københavns Universitet, 113 s.

Ólafur Rögnvaldsson og Haraldur Ólafsson (2009). *Stöðuskýrsla vegna þriðja árs RÁVAndar verkefnisins*. Rit Reiknistofu í veðurfræði. Reykjavík.

Ólafur Rögnvaldsson, Hálfán Ágústsson, Einar Magnús Einarsson, Haraldur Ólafsson, Halldór Björnsson & Óli Grétar Blöndal Sveinsson (2007). *Stöðuskýrsla vegna fyrsta árs RÁV verkefnisins*. Rit Reiknistofu í veðurfræði. Reykjavík.

Ólafur Rögnvaldsson, Hálfán Ágústsson og Haraldur Ólafsson (2011). *Aflræn niðurvörðun veðurs innan LOKS verkefnisins*. Rit Reiknistofu í veðurfræði. Reykjavík.

Troen, I., og E. L. Petersen, 1989: *European Wind Atlas*, Risø National Laboratory, Roskilde, Danmörk.

Tenglar

Innlendir samsstarfsaðilar

- Háskóli Íslands: www.hi.is
- Landsvirkjun: www.landsvirkjun.is
- Landsnet: www.landsnet.is

Erlendir samstarfsaðilar

- Heimasíða ICEWIND verkefnisins: www.icewind.dk
- DTU wind energy: www.vindenergi.dtu.dk
- VTT Technical Research Centre of Finland: www.vtt.fi
- Gotland University: www.hgo.se
- Meteorologisk institutt: www.met.no
- Kjeller Vindteknikk AS: www.vindteknikk.no
- Statoil AS: www.statoil.com
- Vestas Wind Systems AS: www.vestas.com
- Oceaneering AS: www.oceanerring.no

Ítarefni

Erlendar vefsíður sem fjalla um vindauðlindina

- WASP forritið (www.wasp.dk)
- Wind atlases of the world (www.windatlas.dk)
- Danish Wind Industry Association (www.windpower.org)
- Finniskur vind atlas (www.tuuliatlas.fi/en)
- Wind energy – The facts (<http://www.wind-energy-the-facts.org>)

Nokkrar fróðleiksgreinar á vef Veðurstofu Íslands sem fjalla um vind

- Hvernig myndast vindur? <http://www.vedur.is/vedur/frodleikur/greinar/nr/992>
- Vindhraði <http://www.vedur.is/vedur/frodleikur/greinar/nr/349>
- Veðurvindáttir <http://www.vedur.is/vedur/frodleikur/greinar/nr/989>
- Nöfn vindstiga og greining veðurhæðar <http://www.vedur.is/vedur/frodleikur/greinar/nr/1098>
- Veðurmælingar við Esju <http://www.vedur.is/vedur/frodleikur/greinar/nr/1638>
- Ljóssjá mælir vindhraðabreytingar <http://www.vedur.is/vedur/frodleikur/greinar/nr/2196>
- Hvernig nýttast vindpokar <http://www.vedur.is/vedur/frodleikur/greinar/nr/2532>
- Mesti vindhraði á landinu <http://www.vedur.is/vedur/frodleikur/greinar/nr/1252>