



Beislun vindorku í Borgarbyggð

- Fýsileikakönnun -



Mars 2012

Borgarfjarðarstofa

Efnisyfirlit

1	Formáli	3
2	Nýting vindorku	4
3	Vindorka á Íslandi	6
4	Nýting vindorku í Borgarbyggð	10
4.1	Stærri vindmyllur	12
4.2	Minni vindmyllur	13
4.3	Samstarfsverkefni	14
4.4	Umhverfispættir	14
5	Niðurstöður	14

1 Formáli

Sú greinargerð sem hér fylgir er afrakstur af starfi vinnuhóps um nýtingu vindorku sem stjórn Borgarfjarðarstofu skipaði haustið 2011. Hlutverk vinnuhópsins var að vinna fýsileikakönnun á nýtingu vindorku í Borgarbyggð.

Hópurinn var fullskipaður í lok október. Í honum sátu þau Auður H Ingólfssdóttir (tilnefnd af Háskólanum á Bifröst), sem jafnframt var formaður hópsins, Sigtryggur V. Herbertsson (tilnefndur af Landbúnaðarháskóla Íslands), Sigurður Guðmundsson og Unnsteinn Elíasson. Starfsmaður hópsins var Einar Þ Eyjólfsson, atvinnuráðgjafi hjá SSV-þróun og ráðgjöf. Hópurinn fundaði alls fimm sinnum á tímabilinu nóvember-mars.

Hópurinn leitaði fanga nokkuð víða við upplýsingaleit. Þann 14. nóvember 2011 heimsótti hópurinn Harald Magnússon, bónda að Belgsholti, og skoðaði vindmylluna sem hann reisti í júlí 2011. Þann 13. janúar 2012 var Landsvirkjun heimsótt og rætt við sérfræðinga þar um áform Landsvirkjunar varðandi vindorku. Hópurinn fékk síðan leyfi sveitarfélagsins til að fá Veðurvaktina ehf til að setja saman minnisblað um vænlega staði í sveitarfélaginu til að beisla vindorku, miðað við vindafar og þær mælingar sem til eru. Auk þess skiptu meðlimir með sér verkum varðandi aðra upplýsingaöflun sem talin var nauðsynleg til að fá sem besta tilfinningu fyrir þeim möguleikum sem kunna að vera fyrir hendi í Borgarbyggð varðandi nýtingu vindorku.

Helstu niðurstöður hópsins eru eftirfarandi:

- Samkvæmt forathugun Veðurvaktarinnar efh. eru það einkum þrjú svæði í Borgarbyggð sem gætu verið áhugaverð að skoða með tilliti til beislun vindorku (Neðan til á Mýrum, með farvegi Hvítár og ofan Borgarness og ofnatil í Norðurárdal). Forsenda nýtingar vindorku á þessum svæðum er ítarlegri upplýsingasöfnun um veðurfar í samráði við fagaðila og þeirra sem eru kunnugir staðarháttum.
- Óvíst er hvort bygging á stórum vindmyllum sé vænlegur kostur í Borgarbyggð. Í öllu falli yrðu slík mannvirki tæplega reist nema að frumkvæði orkufyrirtækja.
- Áhugavert væri að skoða hagkvæmni minni vindmyllna við býli sem nota mikla orku og til upphitunar á húsnæði á köldum svæðum.
- Til þess að geta tengt raforku úr minni vindmyllunum inn á landskerfið þarf þriggja fasa rafmagn að vera til staðar. Víða liggur enn eins fasa rafmagn um Borgarbyggð en samkvæmt Aðalskipulagi Borgarbyggðar 2010-22 er stefnt að lagningu þriggja fasa rafmagns um allt sveitafélagið.
- Áður en farið væri í uppsetningu á vindmyllum þyrfti, auk vindmælinga yfir ákveðið tímabil, að vinna ákveðna undirbúningsvinnu, t.d. vegna þátta sem snúa að mati á umhverfisáhrifum, aðalskipulagi og lagningu rafflutningsstrengja.

Nánar er fjallað um þessar niðurstöður í meðfylgjandi greinargerð.

2 Nýting vindorku

Þrátt fyrir mikla umræðu um mikilvægi endurnýjanlegra orkugjafa er jarðefnaeldsneyti enn sá orkugjafi sem hagkerfi heimsins treystir mest á. Árið 2009 var 81% af heildarorkunotkun á heimsvísu frá jarðefnaeldsneyti (olíu, kolum og jarðgasi). Um 16% orkunotkunar byggði á endurnýjanlegum orkugjöfum, þar sem 10% voru frá lífmassa og 3,4% frá vatnsaflí. Aðeins 0,7% heildarorkunotkunar í heiminum kom frá endurnýjanlegum orkugjöfum í formi sólarorku, jarðvarma eða vindorku¹. Þróun í þessum efnum er hins vegar geysihröð og hefur árleg aukning undanfarin ár talið í tugum prósentum. Spilar hér saman annars vegar sífellt meiri þörf fyrir orku til að knýja áfram efnahagsuppbyggingu víðs vegar um heiminn, og hins vegar aukinn þrýstingur á ríki heims að nýta í meira mæli aðra orkugjafa en jarðefnaeldsneyti, sem hluta af þeirri viðleitni að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda.

Fyrstu heimildir um nýtingu vindorku í heiminum má rekja aftur til 7. aldar fyrir krist þegar að fiskveiðimenn notuðu vindorku til þess að knýja fiskibáta sína áfram á sjó, vatni eða ám. Nýting vindorkunnar þróaðist síðan og á 7.-9. öld í Persíu fóru menn að reisa myllur sem nýttust til kornræktar og vatnsflutninga. En það var ekki fyrr en á 12. öld að vindmyllur fóru að rísa í Evrópu og tóku Bretar og Hollendingar fljótlega forystu í þeim málum. Á Norðurlöndunum voru Danir fyrstir að nýta vindorku og urðu þeir strax mjög framarlega á sviði tækniframfara varðandi nýtingu vindorku. Árið 1900 var búið að reisa 2.500 vindmyllur víðsvegar í Danmörku sem gátu framleitt samtals 30MW. Uppúr 1973, í kjölfar mikilla olíuverðshækkanna, varð mikil aukning í uppbyggingu og tækniframþróun vindmyllna víða um heim, sérstaklega í Bandaríkjunum. Vindmyllurnar urðu stærri, afkastameiri og tæknilegri. Á síðustu árum hefur aukin umhverfisvitund síðan stuðlað að því að þjóðir heimsins eru farnar að horfa til umhverfisvænni virkjunarkosta við framleiðslu á rafmagni. Erlendis hefur miklum fjármunum verið varið í rannsóknir og þróun á slíkum orkugjöfum sbr. sól, jarðhita, vatnsorku, lofthita, sjávaröflum og vindorku.²

Samkvæmt árskýrslu Alþjóða Vindorkusambandsins var framleiðslugeta uppsettra vindrafstöðva í árslok árið 2010 rúmlega 191 þúsund MW sem er rúmlega tvöföldun frá árinu 2007. Markmið sambandsins er að framleiðslugetan verði komin í 600 þúsund MW árið 2015 og 1.500 þúsund MW árið 2020. Vindorkuiðnaðurinn mun vera sá hluti í orkuiðnaðinum sem hefur vaxið hvað mest síðustu ár og vex engin endurnýjanleg orkuframleiðsla jafnhvort og vindorkan í Evrópu og Bandaríkjunum. Um þessar mundir er Kína með mestu framleiðslugetu á markaðnum þ.e. 44 þúsund MW, en vindmyllum þar hefur fjölgað mikið undanfarin ár. Bandaríkin er þó ekki langt undan með 40 þúsund MW framleiðslugetu og í Evrópu leiðir Þýskaland með 27 þúsund MW. Sé hins vegar horft á framleiðslugetu miðað við hvern íbúa kemur í ljós að Danmörk hafa talsverða yfirburði á því sviði eða 0,675 kw/íbúa. Næst kemur Spánn með 0,442 kw/íbúa en Bandaríkin nær rétt um 0,128 kw/íbúa. Danmörk er líka

¹ REN21 (2011). Renewables 2011. Global Status Report. Paris: REN 21 Secretariat, bls. 17

² TelosNet Web Development and Darrell Dodge (2002). <http://www.telosnet.com/wind/early.html>.
Skoðað þann 20. febrúar 2012.

leiðandi þegar skoðuð er framleiðslugeta miðað við landssvæði og framleiðslugeta miðað við þjóðaframleiðslu.³



Mynd 1: Vindorkuvirkjanir við Nysted í Danmörku

Heimildir: Heimasíða Nysted Havmøllepark

http://www.dongenergy.com/Nysted/DA/Om_os/Fotoarkiv/Pages/Fotoarkiv.aspx

Miðað við hve framarlega Danmörk er í vindorkuiðnaðinum kemur það ekki á óvart að eitt stærsta fyrirtækið á markaðnum, Vestat, kemur þaðan. Önnur stór fyrirtæki á markaðnum eru Gamesa frá Svíþjóð, Siemens Wind og Enercon frá Þýskalandi, Suzlon frá Indlandi og GE wind frá Bandaríkjunum. Fjöldi nýrra og smærri fyrirtækja hafa verið að ryðja sér rúms á markaðnum og samkeppni er orðin veruleg þar sem keppst er um að bjóða hagkvæmari vindrafstöðvar. Hafa ber að huga að framleiðslugeta vindmyllna segja ekkert til um nýtingu þeirra sem er oftast í kringum 20-30% af hámarksframleiðslugetu. Víða um heim hafa sprottið upp vindorkuver sbr. við Nysted og Horns Rev í Danmörku sem hafa c.a. 80 myllur hvort um sig og framleiðslugetu uppá 160 MW. Á austurströnd Bretlands er vindorkuver með 50 vindmyllum sem hafa framleiðslugetu uppá 194 MW. Stærsta starfandi vindorkuver í heiminum er Roscoe Wind Farm sem er staðsett í Texas í Bandaríkjunum með rúmlega 620 vindmyllur og heildarframleiðslugetu uppá 781 MW. Fyrirhugaðar eru framkvæmdir á mörgum vindorkuverum á næstu mánuðum og árum víðsvegar um heiminn sem ætlað er að ná framleiðslugetu allt að 1000 MW.⁴

³ World Wind Energy Report 2010.

http://www.wwindea.org/home/images/stories/pdfs/worldwindenergyreport2010_s.pdf. Skoðað þann. 21. febrúar 2012.

⁴ Ketill Sigurjónsson (2009). Virkjun vindorku og sjávarorku á Íslandi. Frumúttekt iðnaðarráðherra, bls. 19-20.

3 Vindorka á Íslandi

Á Íslandi hefur nýting vatnsorku og jarðhita verið í forgangi og hafa verið reistar margar virkjanir víða um land í þeim tilgangi að vinna raforku úr þeim auðlindum. Það skýrist af mestu leiti af því að landið er ríkt af fallvötnum og jarðhitasvæðum og enn er talsvert magn af óvirkjaðri vatnsorku og jarðhita hér á landi. Þá hefur nýting vatnsorku og jarðhita reynst fjárhagslega arðbærari en nýting annara orkugjafa. Á undanförunum árum hefur áhugi fyrir nýtingu vindorku þó farið vaxandi hér á landi. Spila þar ýmsir þættir inni eins og verndun fallvatna og jarðvarmasvæða, vilji til að draga úr ýmiskonar mengun og almennar tækniframfarir í nýtingu vindorku.

Helstu kostir við nýtingu vindorku hér á Íslandi eru:

- Að vindurinn er ókeypis og ótakmörkuð auðlind
- Að landið er vindasamt og mikið landsvæði
- Að nánast engin mengun stafar af nýtingu vindorku
- Að engin hætta er á mengunarslysum
- Að stuttan tíma tekur að byggja vindorkuvirkjanir og hafa lítil sem engin óafturkræf áhrif á umhverfið
- Að vindorka hefur samlegð með vatnaflí, veturnir eru vindasamari en sumrin
- Að rekstrarkostnaður vindorkuvirkjana er lítil í samanburði við aðrar virkjanir. Þá hefur framleiðslukostnaður lækkað hratt á örfáum árum og þær eru nú fjöldaframleiddar, þannig að gert er ráð fyrir að kostnaðurinn lækki enn frekar
- Að vindorkan er sá orkugjafi sem er í hvað mestri tækni- og framþróun í heiminum og má því gera ráð fyrir að hagkvæmni hennar muni koma til með að aukast á næstu árum

Helstu gallar þess að nýta vindorku á Íslandi eru:

- Sjónmengun af vindorkuvirkjunum
- Óstöðug raforkuframleiðsla þar sem að vindur hér á landi er síbreytilegur og erfitt að spá fyrir veðurfar til lengri tíma. Erfitt að safna orku fyrir og geyma.
- Lítil reynsla og þekking er til staðar fyrir nýtingu vindorku

Ýmsir hafa bent á að vindmyllur séu hávaðasamar og geti haft slæm áhrif á fuglalíf á þeim stöðum sem þær eru á. Rannsóknir sýna hins vegar fram á að hljóðstyrkurinn frá vindmyllunum er óverulegur og ekki skaðlegur heyrn manna. Þá er fátt sem bendir til þess að vindmyllur hafi meiri áhrif fuglalíf en önnur markvirki. Sem dæmi má nefna Bandaríska rannsókn frá árinu 2001 þar sem fram kom að einungis 0,01-0,02% þeirra fugla sem dræpast við að fljúga á mannvirki mætti rekja til áreksturs við vindmyllur, en flest slík slys yrðu við árekstur við t.d. bíla, byggingar og rafmagnslínur.⁵

⁵ EWEA (n.d.) Wind energy and the Environment.

http://www.enerverde.eu/cms/download/factsheet_environment2.pdf. Skoðað þann 5. mars 2012

Skipta má vindorkuvirkjunum í þrjá flokka.

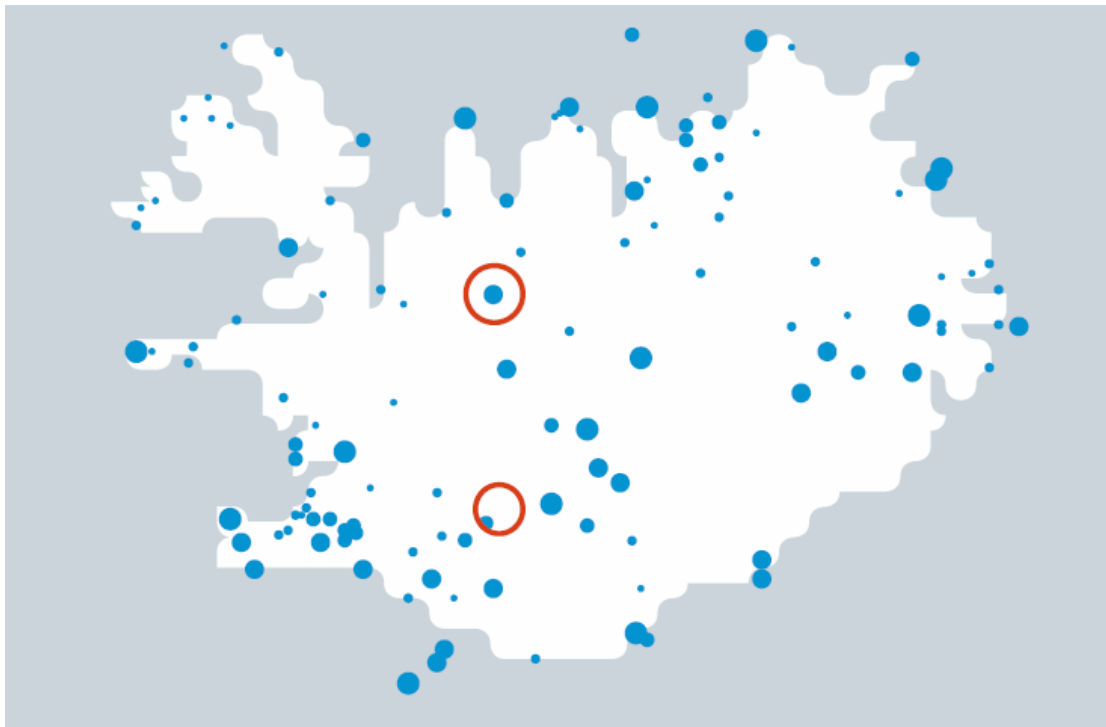
- Stórar orkuframleiðslustöðvar sem tengjast flutningsmannvirkjum raforku.
- Samvirkandi orkuframleiðslustöðvar með vindmyllu og aðra tækni til orkuframleiðslu.
- Smáar vindorkustöðvar sem nýtast til rafmagnsframleiðslu, hitunar og vatnsflutninga.⁶

Mikilvægur undanfari vindorkuvirkjanna eru vindmælingar en oftast byrja vindrafstöðvar að framleiða rafmagn um leið og vindur nær 3-5 m/sek. Eftir því sem vindur eykst þá verður raforkuframleiðslan meiri en þó upp að ákveðnum marki, þar sem hætta er á skemmdum á búnaði þegar vindstyrkurinn fer yfir ákveðið mark. Þegar slíkt gerist á tækjabúnaðurinn að slökkva á sér og hefja síðan framleiðslu á ný þegar vindstyrkurinn fer aftur niður fyrir þolmörk myllunar. Hámarksafkastageta vindorkuvirkjana er við 14-20 m/sek. en þegar vindur fer yfir 25-30 m/sek er vindur yfirleitt orðinn of sterkur og þá er slökk á framleiðslunni. Ekki dugar öflugur vindstyrkur einn og sér, heldur skiptir máli að vindur sé stöðugur til þess að rafmagnsframleiðslan geti haldist stöðug. Þá þarf að fylgjast með tíðni sviptivinda stórviðra á svæðum þar sem að slík fyrirbæri geta valdið tjóni á virkjunum.

Landsvirkjun hefur á undanförunum árum varið tíma og fjármunum til rannsókna á nýtingu á vindorku. Fyrirhugað er að reisa tvær vindmyllur í tilraunaskyni á svæðinu sem stendur á milli Búrfellsvirkjunar og Sultartangavirkjunar. Staðarvalið ræðst aðallega af því að öll uppbygging á svæðinu er fyrir hendi þ.e. vegir og flurningslínur sem fyrirtækið hyggst nýta sér. Þá hefur miklum gögnum verið safnað um vind á þessum stöðum sem er grunnforsendan fyrir þessu verkefni. Sér Landsvirkjun fyrir sér að nýting vindorku geti verið góð viðbót með öðrum virkjunarkostum t.d. þegar að spara þarf miðlunarlón þá væri hægt að samkeyra vindmyllurnar með virkjuninni. Ætlunin er að vindrafstöðvarnar getir framleitt hvort um sig 1 MW og nái allt að 50 metrum á hæð. Áætlaður kostnaður við uppsetningu á einni myllu er um það bil 200 milljónir króna.⁷

⁶ Ásbjörn Blöndal (2001). „Nýting vindorku“ Orkuþing 2001, bls. 230
http://www.vindorka.com/Greinar/Nyting_vindorku_Asbjorn%20Blondal.pdf. Skoðað þann 21. febrúar 2012.

⁷ Fundur vindorkuhóps á Landsvirkjun þann 13. janúar 2012



Mynd 2: Álitlegir staðir á Íslandi til nýtingar vindorku.
Heimildir: Landsvirkjun, Veðurstofan og Landmælingar

Landsvirkjun í samstarfi við Veðurstofu Íslands og Landmælingar hafa framkvæmt vindmælingar á nokkrum stöðum á landinu í þeim tilgangi að finna út álitlega staði til nýtingar vindorku (Mynd 1). Þær mælingar leiddu í ljós að Suðurlandið reyndist eitt álitlegasta landsvæðið ásamt svæðum í nágrenni við núverandi vatnsaflsvirkjanir. Á myndinni er svæðið í kringum Búrfellsvirkjun og Blönduvirkjun afmarkað með rauðum hring. Framkvæmdir eru þegar hafnar að uppsetningu vindmyllna á Búrfellssvæðinu en svæðið í kring um Blönduvirkjun er einnig talið álitlegur kostur að skoða síðar.

Veðurstofa Íslands, Landsvirkjun, Landsnet og Háskóli Íslands taka um þessar mundir þátt í samnorrænu rannsóknarverkefni sem nefnist ICEWIND. Ætlunin er að kortleggja stærð vindorkuauðlindarinnar og kanna áhættuþætti í framleiðslu vindorku og meta hvernig vindorka falli að íslenska orkukerfinu. Út frá þessu verkefni hefur orðið til systurverkefni sem nefnist Ísvindar sem miðar að því að bæta endurheimt og úrvinnslu fyrirbyggjandi gagna, mati á aftakaatburðum og ítarlegra auðlindamati. Tilgangur verkefnisins er að bæta þekkingu á stærð vindorkuauðlindarinnar og Íslandi, og þeim þáttum sem hafa áhrif á nýtingu vindorku á Íslandi. Gert er ráð fyrir að Ísvindar nái yfir fjögur ár og skiptist í eftirtalda verkþætti:

- Verkbáttur I. Meðhöndlun og endurheimt gagna
- Verkbáttur II. Ísing og aftakaatburðir
- Verkbáttur III. Auðlindamat
- Verkbáttur IV. Umsjón verkefnis (Stjórnun, miðlun upplýsinga, lokaskýrsla)

Telja menn að vindorka eigi eftir að fara inní Rammaáætlun og því verði að vera búið að vinna ákveðna forvinnu sem gerð verður í verkefninu. Verkefnið er aðeins komið af stað og nú er verið að kanna ísingu og rannsaka íslenska vindorku. Verkefnið er unnið samhlið ICEWIND verkefninu og hver verkþáttur unnin á ólíkum tímum.

Verðurstofa Íslands, Landsvirkjun og Orkustofnun taka þátt í Ísvindum en hugsanlega verða fleiri aðilar fengnir til samstarfs.⁸

Hér á landi hafa nokkrir einstaklingar sýnt nýtingu vindorku áhuga. Sá sem er kominn hvað lengst í þeirri vinnu er Haraldur Magnússon að Belgsholti sem reisti 20 metra og 30 kw vindmyllu á staðnum. Haraldur notar rafmagnið fyrir eigin búskap en ef umfram orka fellur til þá fer hún inná dreifikerfið. Hefur Haraldur leyft almenningi að fylgjast með starfsemi myllunar á vefsíðunni www.belgsholt.is. Á ýmsu hefur gengið frá því að myllan var sett upp enda má segja að enn sé verið að fara í gegnum lærdómsferli í þessum málum hér landi. Ljóst er að fjöldi bænda og landeigenda fylgist vel með þróun mála að Belgsholti með raforkuframleiðslu í sveitum landsins í huga.⁹

Á Austurlandi hafa þeir Hrafnkell Guðjónsson og Eyjólfur Jóhannsson rafverktakar á Héraði flutt inn vindmyllur frá Kína í tilraunskyni í gegnum fyrirtækið Rafey ehf sem þeir eru eigendur að. Um er að ræða 5 kw vindorkuvirkjanir sem þeir telja henta vel fyrir sveitabæi og minni notendur. Myllunar eru fyrst og fremst hugsaðar sem meðafl til kyndingar á húsnaði á svæðum þar sem engin hitaveita er til staðar. Myllurnar eru 12 metrar og með 6 metra vænghaf. Fyrirtækið hefur framkvæmt vindmælingar á tveimur stöðum og er stefnan að álagsprófa myllurnar í ákveðin tíma við þær aðstæður sem þar eru. 5 kw virkjanir eru of litlar til almennrar húskyndingar en gætu dugað til upphitunar á sumarhúsum Ef myllurnar koma vel útúr prófunum er stefnan sett á að flytja inn 20-30 kw virkjanir sem myndi duga til þess að hita upp vatn til húskyndinga og ætti að sjá íbúum fyrir 75% af núverandi upphitunarkostnaði.¹⁰

Bæði Haraldur og Rafey ehf töldu ekki arðbært að reisa vindmyllur í þeim eina tilgangi að selja inná dreifinetið. Söluverðið sé svo lágt að það dugi ekki fyrir kostnaði við uppsetningu og rekstri vindmyllnanna. Dæmi er um að orkukaupandinn selji vindmylluframleiðanda rafmagn fyrir 4 kr./kw og kaupir á 3 kr./kw en síðan bætist ofan á kostnaðinn 7 kr./kw í flutningskostnað. Það er því lykilatriði til að ná arðsemi af rekstri vindmylla að rekstraraðillinn nái að nýta megnið af rafmagnsframleiðslunni sjálfur, til að spara flutningskostnaðinn. Ef vindmylla er nýtt til framleiðslu á rafmagni til notkunar á rafmagnskerfi t.d. við búskap, þá er nauðsynlegt að tengjast inná landsnetið til að mæta sveiflum í framleiðslu vindmyllunar og þeim sveiflum sem eru á rafmagnsnotkun búsins. Forsenda þess að hafa þann kost að tengjast landsnetinu og geta keypt og selt inná netið eftir þörfum er að hafa aðgengi að 3ja fasa rafmagni.¹¹

Þrátt fyrir að ýmsar vísbendingar séu um að uppsetning og rekstur vindorkustöðva sé hagkvæmur kostur í hér á landi við ákveðnar aðstæður þá þarf að hafa í huga að flestar vindmælingar hér á landi hafa aðallega verið framkvæmdar í um það bil 10 metra hæð og einungis reiknilíkani hefur verið beitt við áætlaðan vindstyrk í meiri hæð. Ef fara á úti stærri framkvæmdir þá þarf að gera nákvæmari mælingar í mun meiri hæð t.d. 50 metrum eða 100-200 metrum á ákveðnum svæðum. Hægt væri að

⁸ Halldór Björnsson. 2012. Tölvupóstur til greinarhöfunda 13. mars.

⁹ Heimsókn vindorkuhóps til Harald Magnússon þann 14. nóvember 2011.

¹⁰ Samtal við Hrafnkel Guðjónsson þann 2. febrúar 2012.

¹¹ Heimsókn vindorkuhóps til Harald Magnússon þann 14. nóvember 2011.

nota möstur við gerð slíkra vindmælinga. Vindur þarf að vera jafn og stöðug og taka þarf tillit til tíðni sviptivinda á svæðunum.¹²

4 Nýting vindorku í Borgarbyggð

Höfundar þessarar greinargerðar leituðu til Einars Sveinbjörnssonar veðurfræðings varðandi möguleika á nýtingu vindorku í Borgarbyggð. Tók Einar saman minnisblað sem má sjá í heild sinni í viðhengi I. Einar benti á fjögur atriði sem mikilvægt væri að horfa til við nýtingu á vindorku. Í fyrsta lagi þarf meðalvindur að vera nægur og hlutfallslega þyrftu að vera fáir hægviðrisdagar. Í öðru lagi þarf vindur að vera stöðugur þar sem allar snöggar breytingar á vindi geta valdið tjóni á vindorkuverum. Í þriðja lagi þarf að huga að fjarlægð vindorkuvera frá flutningsneti Landsnets og í fjórða lagi þarf að huga að hæð vindorkuversins yfir sjávarmáli einkum m.t.t. hættu á ísingu.

Einar nefndi þrjú svæði sem áhugaverða kosti til frekari athuganna á hagkvæmni vindorkuvera í Borgarbyggð. Þessir staðir eru nefndir án þess að lagt sé mat á aðra þætti sem taka þarf tillit til við gerð vindorkuvera eins og nálægð við byggð, mögulega hljóðmengun, sjónmengun eða fuglalíf. Svæðin þrjú eru eftirfarandi:

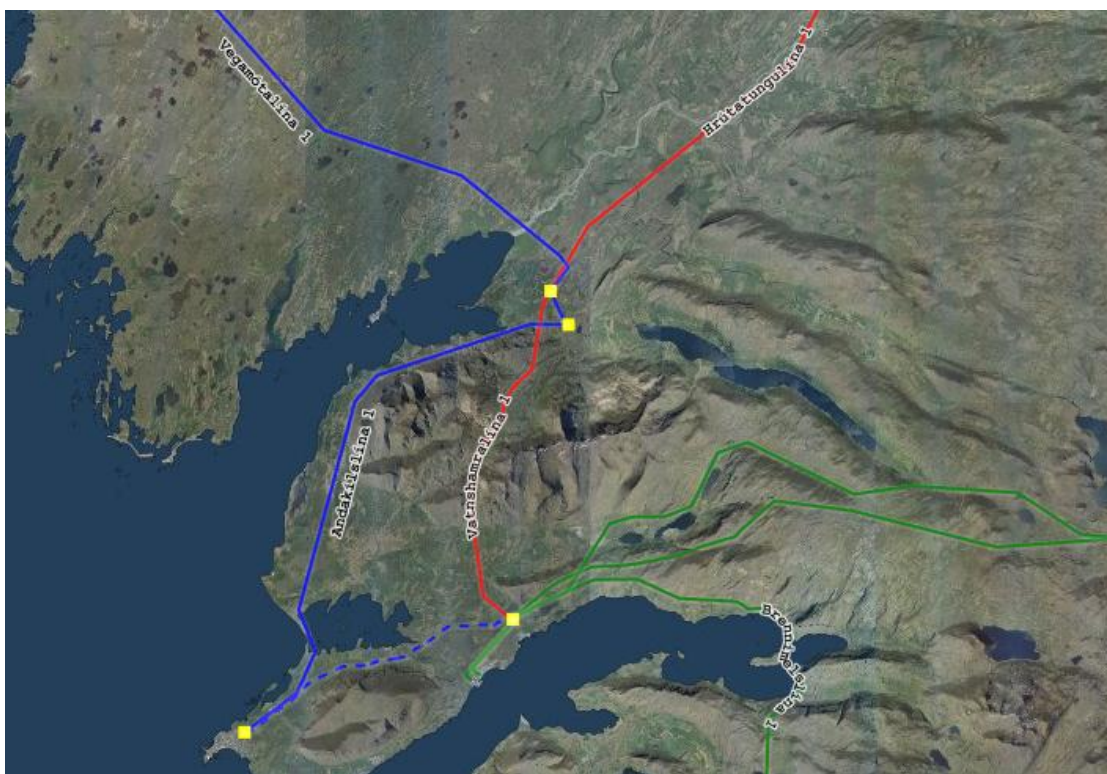
- 1) Neðan til á Mýrum
- 2) Með farvegi Hvítár og ofan Borgarness
- 3) Ofantil í Norðurárdal, upp undir Holtavörðuheidi

Taldi Einar að Mýrarnar væru hugsanlega álitlegur staður fyrir vindorkugarð að undangengnum mælingum en að Fíflholtum á Mýrum hafa verið gerðar vindmælingar frá árinu 2006 sem sýna fram á meðalvind á staðnum uppá 6,1 m/sek. Þá benda mælingar Wind Atlas í Noregi til þess að meðalvindur fari hækkandi eftir því sem farið er nær ströndinni á Mýrunum en þó hafa ekki enn verið birtar endanlega mælingar því til staðfestingar. Ef sá kostur yrði skoðaður frekar þyrfti að taka tillit til fjarlægðar vindorkuvera frá Vegamótalínu en töluverður kostnaður getur legið í að leggja nýja stofnlínu um langan veg.

Minna er þekkt til vindafars á hinum tveimur stöðunum sem Einar nefnir en hann áætlað að öflun grunnupplýsinga með frekari vindmælingum í um það bil 50 metra hæð í eitt ár gæti kostað á bilinu 10-20 mkr.

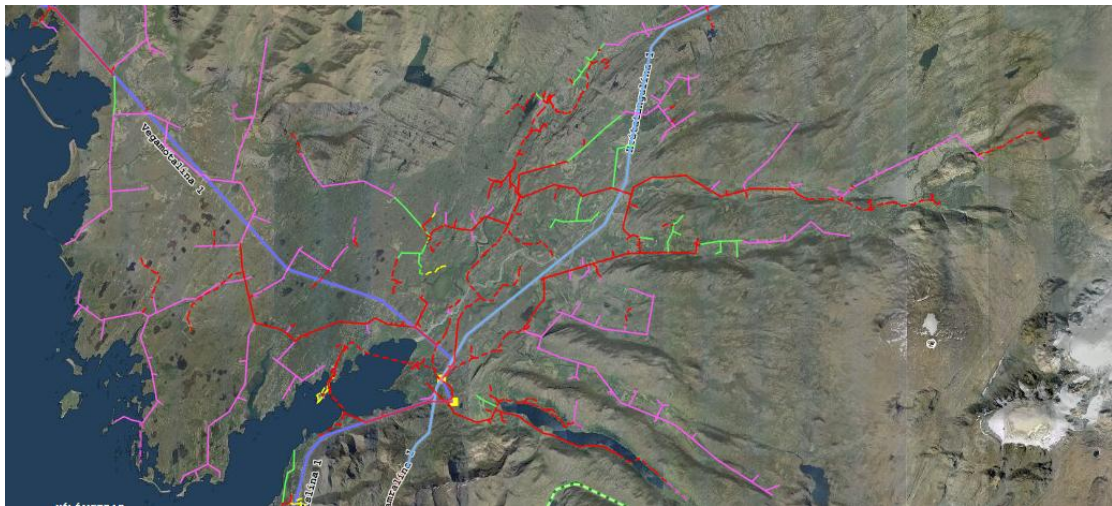
¹² Einar Sveinbjörnsson. Möguleikar á beislun vindorku í sveitafélaginu Hornafirði. Bls 1.

Á mynd 3. má sjá hvernig línur flutningslínur Landsnets liggja um Borgarbyggð. Vatnshamralínan liggur úr Hvalfirði að tengivirkinu á Vatnshörmrum í Andakíl. Línan er 132 kV og 20,2 km að lengd. Línan var lögð og spennusett árið 1977 en helstu bilanaástæður hennar eru vegna þess að vírar hafa fokið út í staura í slæmum veðrum. Línan heldur síðan áfram í gegnum Norðurárdalinn og uppá Holtavörðuheiði 132 kV. Frá Vatnshörmrum liggur einnig 66 kV lína Landsnets vestur á Mýrar og alla leið að Vegamótum á Snæfellsnesi, alls 63,8 km að lengd.



Mynd 3: Flutningslínur Landsnets um Borgarbyggð
Heimildir: Af vef Landsnets

Ef rafflutningskerfið er skoðað með smærri vindorkuver í huga, sem eru til dæmis hugsaðar til einkanota, þá þarf að skoða hvernig heimtaugar liggja að sveitabæjum þ.e. hvort um sé að ræða ein fasa eða þriggja fasa heimtaugar. Ef ætlunin er að tengja slík vindorkuver inn á flutningskerfið þarf þriggja fasa lína að vera fyrir hendi. Sjá má lagningu á þriggja- og eins fasa um Borgarbyggð á mynd 4. Kostnaður við skiptingu getur verið talsvert hár þegar þriggja fasa dreifikerfi er ekki fyrir hendi en RARIK hefur þó boðið uppá lausnir við umbreytingu eins fasa rafmagns í þriggja fasa. Óvíst er þó að þær aðgerðir dugi til nýtingar á vindorku auk þess sem þær eru kostnaðarsamar.



Mynd 4: Flutningslínur Landsnets og RARIK

Bleik lína – eins fasa, Græn lína – eins fasa, Rauð lína – þriggja fasa og spennir

Heimildir: Af vef Landsnets

4.1 Stærri vindmyllur

Mikill kostnaður fylgir undirbúningi og uppsetningu á stórum vindmyllum. Þeir sem aðilar sem hefðu helst hag og getu til þess að fara út í slíkar framkvæmdir væru einna helst stærri orkufyrirtæki. Um þessar mundir er Landsvirkjun að undirbúa framkvæmdir við uppsetningu á tveimur vindmyllum milli Búrfellsvirkjunar og Sultatangavirkjunar. Ein af ástæðum þessara framkvæmda er að hægt er að spara miðlunarlón með því samkeyra vindmyllunar með virkjuninni.



Mynd 5: Andakílsvirkjun í Borgarfirði

Heimildir: Af vef Orkuveitu Reykjavíkur

Í Borgarbyggð er framleidd raforka í Andakílsvirkjun en rekstur hennar hófst árið 1947 (Mynd 5). Virkjunin leysti af hólmi dieselknúna rafstöðvar sem notaðar höfðu verið á Akranesi og í Borgarnesi. Árið 1974 var virkjunin stækkuð og endurnýjuð en í dag má segja tækjabúnaður virkunarinnar sé barn síns tíma. Framleiðslugeta virkjunarinnar í dag er 8,2 MW og ársafköst eru 32 Gwst. Öll framleiðslan er seld inná kerfi Landsnet. Áhugavert væri að gera athuganir á hagkvæmni vindorkuvers við Andakílsvirkjun í þeim tilgangi að auka afköst stöðvarinnar með því að samkeyra vindmyllu með virkjunnin og nýta þar með betur vatnsmiðlunina. Ef slík athugun yrði gerði, yrði hún væntanlega gerð að frumkvæði Orkuveitu Reykjavíkur, sem á og rekur Andakílsvirkjun.

4.2 Minni vindmyllur

Með minni vindmyllum er átt við myllur sem hægt væri að tengja inná flutningslínur Landsnets og/eða hafa til einkanota. Eins og staðan á er raforkumarkaði í dag myndi ekki borga sig að byggja vindmyllur með það að markmiði að selja einvörðungu inná dreifinetið. Hins vegar er sá möguleiki fyrir hendi að rekstur á vindmyllu fyrir bú í orkufrekum rekstri geti borgað sig. Í þeim tilfellum getur þó verið mikilvægt að hægt sé að tengja vindmylluna við flutningskerfið, til að jafna út sveiflur í raforkuframleiðslu frá vindmyllunni.

Þrátt fyrir að vindmælingar gefi jákvæð fyrirheit um nýtingu vindorku er ekki sjálfgefið að menn geti hafið framkvæmdir þar sem ekki liggja þriggja fasa rafmagnslínur um alla Borgarbyggð. Þannig getur fjarlægð frá virkjunarstað að flutningsneti Landsnets verið það löng að ekki borgi sig að fara úti vindorkuframkvæmdir. Í Aðalskipulagi Borgarbyggðar 2010-22 er stefnt að lagningu þriggja fasa rafmagns um allt sveitafélagið.

Í Aðalskipulaginu eru gerðar takmarkanir á stærð vindmyllna sem heimilt er að reisa í byggðarfélaginu. Þar er kveðið á um að heimilt sé að reisa smávindmyllur (0-25 kW, með 13 metra þvermál snúningsbrautar og að hámarki 25 metrar á hæð) á skilgreindum landbúnaðarsvæðum, að því gefnu að svæðið sé ekki á nátturumínjaskrá eða falli undir ákvæði 37. gr. laga um náttúruvernd. Breyting á aðalskipulagi þyrfti því að koma til ef farið yrði út í byggingu á vindmyllum sem eru stærri en 25 kW.

Hugsanlega mætti nýta vindorku til rafmagnsframleiðslu á köldum svæðum í Borgarbyggð. Slíkar vindmyllur væru litlar í sniðum í samanburði við þær sem væru hugsaðar við stærri býli með mikla orkunotkun.



Mynd 6: Vindmylla til upphitunar á íbúðarhúsnæði
Heimildir: Af vef Rafey ehf

Rafey ehf hefur verið að gera tilraunir með nýtingu vindorku á köldum svæðum með það að markmiði að lækka upphitunarkostnað á köldum svæðum. Niðurstöður þeirra tilrauna liggja ekki en þegar þær liggja fyrir ættu þær án efa að nýtast þeim aðilum í Borgarbyggð sem hafa velt fyrir sér nýtingu vindorku til upphitunar.

4.3 Samstarfsverkefni

Hvaða leið sem farin yrði við nýtingu á vindorku er ljóst að nánari rannsókna er þörf á vindafari og ýmsum öðrum þáttum. Slíkar rannsóknir eru kostnaðarsamar en hugsanlega gæti Borgarbyggð athugað með að verða samstarfsaðilar að þeim rannsóknarverkefnum sem þegar eru í gangi. Þannig eru t.d. þeir aðilar sem standa að verkefninu Ísvindar opnir fyrir því að skoða möguleikann á því að fleiri aðilar taki þátt í verkefninu og þar kunna að vera samstarfsmöguleikar fyrir sveitarfélagið. Í því samhengi væri helst horft til þriðja verkþáttar um auðlindamat. Líklegt er að innan nokkurra ára verði mat á vindorku tekið með inni rammaáætlun en til þess að hægt sé að fara úti þá vinnu þá þurfa að liggja fyrir upplýsingar um stærð auðlindar, dreifingu og annmarka hennar, bæði fyrir landið allt og einstök héruð. Þarna gæti skapast möguleiki fyrir Borgarbyggð að afla sér upplýsinga og vinna áfram með hugmyndir um vindorkumál.

4.4 Umhverfisþættir

Þegar fjallað er um nýtingu vindorku þarf að huga að því hver áhrifin gætu orðið á nærumhverfi. Gera þyrfti úttekt á náttúrulífi á þeim svæðum sem hugsuð væru undir vindorkuver og meta hvaða áhrif slík mannvirki myndu hafa á náttúruna með tilliti til fuglalífs, sjónmengunar eða hugsanlegrar hljóðmengunar. Í Borgarbyggð eru nokkur friðlýst svæði þar sem ætlunin er að vernda jarðmyndanir, votlendi og jarðfræðilegra fjölbreytni. Á þessum svæðum er ekki leyfilegt að hrófla við gróðri og jarðmyndunum eða trufla dýralíf. Meðal friðlanda í Borgarbyggð má nefna Einkunnir, Geitland, Grábrókargíga, Hraunfossa, Húsafellsskóg og Hvanneyri.

5 Niðurstöður

Það er niðurstaða höfunda þessarar greinagerðar að afla þurfi frekari upplýsinga um veðurfar í Borgarbyggð til þess að meta til fulls hversu fýsilegur kostur nýting vindorku yrði í héraðinu. Gera þarf vindmælingar á völdum stöðum í samstarfi við fagaðila á sviði vindmælinga og aðila sem þekkja til staðháttar á viðkomandi svæðum. Vindmælingar sem gerðar hafa verið til að mynda í Fíflholtum benda til þess að áhugavert væri að gera frekari rannsóknir á veðurfari með uppbyggingu vindorkuvera að leiðarljósi á svæðinu. Rekstur stórra vindorkuvera er líklega ekki vænlegur kostur á svæðinu eins og staðan er í dag en ýmsir möguleikar eru á rekstri minni vindorkuvera. Vert væri að skoða hagkvæmni á uppsetningu minni vindorkuvera við býli sem hafa mikla orkunotkun og til húshitunar á köldum svæðum í héraðinu. Áður en farið yrði úti slíkar framkvæmdir þyrfti þá að vinna mikilvæga undirbúningsvinnu sem fæli meðal annars í sér vindmælingar yfir ákveðinn tíma, mat á umhverfisáhrifum, athugun á hvernig áætlanir samræmast aðalskipulagi og hvort leggja þurfi viðbótar raflínur.

Athyglisvert væri fyrir Borgarbyggð, og þá aðila sem hafa hug á nýtingu vindorku, að fylgjast með rannsóknum Rafey ehf á upphitun húsa með vindorku á köldum svæðum. Einnig verður áhugavert að fylgjast með framgöngu mála hjá Haraldi í Belgsholti og mun reynsla hans án efa koma þeim sem eftir fylgja í vindorkumálum til góða. Ef Borgarbyggð hefur áhuga á að vinna meira í vindorkumálum gæti sveitarfélagið einnig sett sig í samband við aðila Ísvinda um möguleika á samstarfi.

Þróunin í vindorkumálum er hröð og miklar breytingar hafa orðið innan greinarinnar á undanförunum árum. Fyrirséð er að kostnaður við nýtingu vindorku fer lækkandi frá því sem var á árum áður og mannvirkin verða sífellt öflugri og betri. Í ljósi hækkandi verðs á orkugjöfum á alþjóðamörkuðum og kröfum alþjóðasamfélagsins um að draga úr bæði staðbundinni loftmengun og losun gróðurhúsalofttegunda er fyrirséð að meiri áhersla verður lögð á umhverfisvænni orkugjafa í framtíðinni. Það sjónarmið eitt og sér gefur fullt tilefni til þess að könnuð verði hagkvæmni þess að nýta vindorku í Borgarbyggð. Það að taka frumkvæði í þessum málaflokki er til marks um metnað og framsýni hvers samfélags.

Viðauki I



Minnisblað

23.02.2012

Unnið fyrir: Sveitarfélagið Borgarbyggð

Möguleikar á beislun vindorku í sveitarfélaginu Borgarbyggð – nokkar hugleiðingar um vænlega staði.

Við beislun vindsins þarf að gæta að nokkrum atriðum. Í fyrsta lagi að meðalvindur sé nægur og tiltölulega fáir dagar hlutfallslega með hægviðri. Almenn er litið svo á að spaðar á vindmyllum taki að snúast við 5 m/s. Þegar vindur nær 12-15 m/s eru afköst eða rafmagnsframleiðsla nálægt hámarki. Við 25 m/s eru spaðarnir stöðvaðir og myllan sett í “óveðurstöðu”. Hér er miðað við vindhraða í algengri skráfuhæð vindrafstöðvarinnar eða í um 50 metrum á meðan venjubundnar vindmælingar eru gerðar í 10 metrum frá jörðu.

Veðurstöðvar sem mæla vind eru ekki margar í sveitarfélaginu Borgarbyggð, en þær sem eru í rekstri nú eru eftirfarandi (upphaf mælinga og rekstraraðili í sviga):

Húsafell	(1998, Veðurstofa Íslands)
Hvanneyri	(1997, Veðurstofa Íslands)
Litla Skarð	(2000, Veðurstofa Íslands)
Kolás	(2011, Vegagerðin)
Fíflholt	(2006, Veðurstofa Íslands)
Skarðsheiði- Miðfitjahóll	(2009, Landsnet)

Auk þessara stöðva eru gerðar vindmælingar á stöðvum skammt utan sveitarfélagamarka og kunna að koma að gagni:

Hafnarfjall	(1995, Vegagerðin)
Hafnarmelar	(1998, Veðurstofa Íslands)
Hafursfell	(2009, Vegagerðin)
Brattabrekka	(1998, Vegagerðin)
Holtavörðuheiði	(1995, Vegagerðin)

Veðurathuganir hafa verið gerðar samfelld í Stafholtsey frá 1988, en þar hefur enn ekki verið komið fyrir vindmæli.

Annað atriði sem þarf að hafa í huga er jafnvindi, þ.e. að vindurinn sé nokkuð stöðugur þegar blæs. Það á bæði við um áttina og styrk vindsins. Allar snöggar breytingar á vindi eru illa séðar þegar stórar vindmyllur eru annars vegar. Misvindi vegna nálægra og hárra fjalla er einkennandi s.s. undir Hafnarfjalli, norðan Skarðsheiðar við Skeljabrekku og þar um slóðir. Hnútuköstin ofan af fjöllum eru vel

þekkt og vegna þeirra er fyrirfram hægt að útiloka afmörkuð svæði í sveitarfélaginu, þó svo að meðalvindur kunni að mælast hár.

Þriðja atriðið sem verður að skoða þegar litið er til hagkvæmni raforkuframleiðslu með vindmyllum er fjarlægð frá flutningsneti. Vatnshamralínan í kerfi Landsnets liggur ofan af Skarðsheiði og að tengivirkinu á Vatsnhömrum í Andakíl. Hún er 132 kV. Línan liggur þaðan áfram til norðurs um Bæjarsveit, yfir Hvítá, um Þverárhlið og ofanverðan Norðurárdal upp á Holtavörðuheiði. Frá Vatnshömrum liggur einnig 66 kV lína Landsnets vestur á Mýrar, lengst af ekki fjarri þjóðveginum og þaðan áfram í tengivirki við Vegamót á Snæfellsnesi.

Fjórða atriðið sem rétt er að hafa í huga er hæð vindorkuvers yfir sjó. Það er vel þekkt að ísing getur hlaðist á mannvirki, einkum ofan tiltekinnar hæðar. Íslendingar taka um þessar mundir þátt í stóru fjölþjóðlegu verkefni um ísingaráraun á vindmyllur. Gjarnan er miðað við 400 metra hæð yfir sjó í þessu sambandi.

Vænlegir staðir til frekari athugana á hagkvæmni vindraforkuvera í Borgarbyggð

Út frá vindmælingum og almennri vitneskju um vind í Borgarbyggð eru einkum þrjú svæði í Borgarbyggð sem kæmu til álita að mínu mati:

- a. Neðantil á Mýrum
- b. Með farvegi Hvítár og ofan Borgarness
- c. Ofantil í Norðurárdal, upp undir Holtavörðuheiði.

- a. Neðantil á Mýrum

Vindmælingar hafa verið gerðar í við sorpurðunarstaðinn í Fíflholtum frá 2006. Reiknaður var meðalvindur stöðvarinnar árin 2007-2011 (5 ár) og reyndist hann vera 6,1 m/s. Sá meðalvindhraði í 10 metra hæð telst vera nokkuð hár þegar hagkvæmni vindorku er annars vegar. Á Keflavíkurflogvelli til samanburðar, sem þykir með vindasamari stöðum á láglendi, er meðalvindur á ársvísu 7,0 m/s þessi sömu ár. Í Stykkishólmi hins vegar 5,5 m/s. Í töflu 1 eru sýnd meðalgildi í Fíflholtum eftir mánuðum og þar sést að meðalvindurinn er 6,4 til 6,8 m/s frá því í október og fram í apríl. Yfir sumarmánuðina og einkum í júlí og ágúst er hins vegar ekki hægt að stóla á vindinn, frekar en víðast annars staðar hér á landi.

Meðalvindurinn er markvert hægari og vindafarið einkennist af dægursveiflu sólfarsvindsins með vindahámarki síðdegis, en hægviðri frá kvöldi og fram á morguninn. Einnig fylgir með samantekt á hltufalli alls þess tíma sem vindhraðinn er 4 m/s eða meiri (Tafla 2). Við það markgildi má ætla að spaðar með hjóli í 50 metra hæð taki að snúast í þeirri hæð og framleiða raforku. Yfir vetrarhelming ársins má út frá þessari einföldu talningu ætla að raforkuframleiðsla geti orðið í um 70% tímans en ekki nema í um 50% tímans yfir hásumarið. Hér er ekki horft til styrk vindsins hverju sinni, en hagkvæmnin ræðst ekki síst af því hve hlutfallslega oft blæs af styrknum um 7-15 m/s (miðað við 10 metra hæð).

Tafla 1

Meðalvindur eftir mánuðum Fíflholt 2007-2011	
Mán	m/s
Janúar	6.5
Febrúar	6.5
Mars	6.8
Apríl	6.6
Maí	5.9
Júní	5.2
Júlí	4.8
Ágúst	4.8
September	6.3
Október	6.4
Nóvember	6.5
Desember	6.8
Árið	6.1

Tafla 2

Hlutfall vindhraða > 4 m/s Fíflholt 2007-2011	
Mán	%
Janúar	69
Febrúar	73
Mars	70
Apríl	74
Maí	65
Júní	60
Júlí	53
Ágúst	54
September	71
Október	69
Nóvember	67
Desember	72
Árið	66

Gera má ráð fyrir að aukning vindsins frá 10 upp í 50 metra sé um 22-30%. Hún er breytileg og ræðst mikið til af hrjúfleika yfirborðsins. Vindaukningin með hæð er þannig meiri á flatlendi með lággróðri, en minni þar sem skiptast á kjarri- eða skógivaxnir ásar.

Á Mýrum er ýmislegt sem bendir til þess að meðalvindurinn fari hækkandi eftir sem farið er nær ströndinni. Engar mælingar eru reyndar fyrir þessari staðhæfingu, en staðkunnugir ættu að geta lagt á það ágætt mat. Vel má vera að handan Borgarfjarðar gegnt Hafnafjalli gæti sviptivinda þó svo að ég dragi það mikið í efa sökum fjarlægðar. Þar um slóðir er hins vegar um nokkurn veg að fara í Snæfellsneslínuna og aukin hagkvæmi sem fengist mögulega með meiri vindi niður undir sjó hverfur e.t.v. með stofnkostnaði við nýja línulögn.

Landsvæðið vestan Hítarár þar sem Hítardalsstrengurinn liggur yfir (ekki fjarri Fíflholtum) gæti verið vænlegur staður til öflun frekari upplýsinga um vind og þá með vindmastri upp sem næði upp í um 50 metra hæð. Velja þarf stað fyrir slíkar vindmælingar að kostgæfni og í samráði við þá sem best þekkja til vindafarsins.

a. Með farvegi Hvítár og ofan Borgarness

Þó vindmælingar séu heldur takmarkaðar er hann alræmdur og vel þekktur strengurinn sem leggur niður með Hvítá í hinum ríkjandi vindáttum á milli norðurs og austurs. Suðvestlægur vindur nær sér líka á vel á strik upp á flatlandinu upp af

Borgarfirði. Á þessum slóðum gætu frekari vindmælingar leitt í ljós bæði háan meðalvind og fáa hægviðrisdaga. Vænlegustu svæðin eru e.t.v. við Hvanneyrarengjarnar, en frekar staðabundinn vindröst nær síður eða alls ekki til vindmælisins á Hvanneyri (uppi á bökkunum). Annar vænlegur staður er ofar með Hvítánni þar sem svokallaður Hvítársíðustrengur er hvað snarpastur við Síðumúla og þar í grennd. Þar var vindur metinn í veðurathugunum (ekki mældur) um árabil. Vera kann að þar sé vegna landslagsins óæskilegt misvindi, en mælingar mundu leiða það í ljós. Á ofangreindum stöðum er frekar stutt í dreifikerfi Landsnets.

b. Ofantil í Norðurárdal, upp undir Holtavörðuheiði

Í slakkanum og brekkurótunum ofan við Fornahvamm er komið það hátt í landinu að meðalvindur er þar meiri en víðast niðri á láglandi. Landslagið einkennist af ávölum línunum og óæskilegt misvindi því ólíklegt. Skoða má vindmælingar uppi á Holtavörðuheiði og bera saman við Litla-Skarð í Stafholtstungum (Ystu-Tungu) til að fá hugmynd um líklegan meðalvind ofantil í Norðurárdal. Þarna þarf að huga að hæð og möguleikum á ísingu, en lína Landsnets norður í Hrútafjörð liggur um þessar slóðir sem er kostur.

Samandregnar niðurstöður og önnur atriði sem hafa verður í huga

Mælingar sýna að meðalvindhraði í Fíflholtum er það hár að neðanverðar Mýrar gætu verið álitlegur staður fyrir vindorkugarð að undangengnum mælingum. Aðrir staðir sem minna er vitað um vindafar er við Hvítá við botn Borgarfjarðar og utantil í Hvítársíðu. Einnig kæmi til greina að skoða brekkurætur Holtavörðuheiðar í 200-300 metra hæð, en þar er stutt í dreifilínu. Ekkert mat er lagt á önnur sjónarmið hér sem koma munu til skoðunar í þessu samabandi eins og nálægð við byggð og hugsanlega hljóðmengun, sjónmengun mannvirkja eða önnur umhverfissjónarmið, einkum er lúta að umferð fugla s.s. eins og gæsa og álfta.

Ætla má að öflun grunnupplýsinga með frekari vindmælingum í um ár hið skemmsta með mastri sem næði upp í um 50 metra hæð sé ekki minni en 10 til 20 milljónir króna. Fylgt er alþjóðlegum stöðlum í verkefnum sem þessum og þess krafist við fjármögnun á vindorkuverum að mælingar og öflun grunnupplýsinga sé fullnægjandi.

Einar Sveinbjörnsson veðurfræðingur