



VINDORKA Í MÚLAPINGI

Greining á hentugleika svæða til nýtingar á vindorku

30.06.2022



GREINARGERÐ

SKJALALYKILL

8776-020-GRG-004-V000

SKÝRSLUNÚMÉR / SÍÐUFJÖLDI

66

VERKEFNISSTJÓRI / FULLTRÚI VERKKAUÐA

Hugrún Hjálmarsdóttir

VERKEFNISSTJÓRI EFLA

Hrafnhildur Brynjólfsson

LYKILORÐ

Múlaþing, vindorka, stefnumótun, viðmið, fjölþátta ákvarðanagreining í landupplýsingakerfi

STAÐA SKÝRSLU

- Drög
 Drög til yfirlstrar
 Lokið

DREIFING

- Opin
 Dreifing með leyfi verkkaupa
 Trúnaðarmál

TITILL GREINARGERÐAR

Vindorkugreining í Múlaþingi

VERKHEITI

Greining á hentugleika svæða m.t.t. vindorku

VERKKAUÐI

Múlaþing

HÖFUNDUR

Árni Veigar Thorarensen, Hrafnhildur Brynjólfsson, Kristinn Arnar Ormsson og Sigmar Metúsalemsson

ÚTDRÁTTUR

EFLA verkfræðiskrifstofa hefur unnið fjölþátta ákvarðanagreiningu í landupplýsingakerfi á hentugleika svæða innan sveitarfélagsins Múlaþings m.t.t. vindorkunýtingar. Hentugleiki svæða hefur verið metinn m.t.t. til áhrifa mögulegrar vindorkunýtingar á þætti er snúa að umhverfi, samfélagi og tæknilegum þáttum vindorkunýtingar. Greiningin skilar niðurstöðum þar sem svæði eru annað hvort útilokuð eða fá hæfiseinkunn m.t.t. til hentugleika þeirra.

Unnt verður að nýta niðurstöður verkefnisins við stefnumótun sveitarfélagsins fyrir vindorku, þar sem hæfi mismunandi svæða er dregið fram á hentugleikakorti, sem sýnir mismunandi hentugleika svæða til nýtingar á vindorku og uppbyggingar á vindorkumannvirkjum, og þau svæði sem ekki koma til greina. Niðurstöður greiningarinnar geta því verið liður í að skapa meiri sátt um framkvæmdir tengdar vindorku þar sem ákvarðanataka um hentug svæði til nýtingar vindorku verður byggð á ítarlegri greiningu umhverfis, samfélags og tæknilegra þátta, strax á upphafsstigum ákvörðunartöku.

Greinargerð þessi setur fram niðurstöður greiningarinnar á myndrænan hátt með kortum.

ÚTGÁFUSAGA

NR.	HÖFUNDUR	DAGS.	RÝNT	DAGS.	SAMÞYKKT	DAGS.
000 Drög	Árni Veigar Thorarensen Hrafnhildur Brynjólfsdóttir Kristinn Arnar Ormsson Sigmar Metúsalemsson	15.06.22	Árni Veigar Thorarensen, Hrafnhildur Brynjólfsdóttir, Kristinn Arnar Ormsson Sigmar Metúsalemsson	15.06.22	Hrafnhildur Brynjólfsdóttir	16.06.22
01	Árni Veigar Thorarensen Hrafnhildur Brynjólfsdóttir Kristinn Arnar Ormsson Sigmar Metúsalemsson	21.06.22	Haukur Ásberg Hilmarsson	23.06.22	Hrafnhildur Brynjólfsdóttir	30.06.22

SAMANTEKT

Nokkur áhugi er fyrir nýtingu vindorku á Íslandi þar sem að nýting vindorku til orkuframleiðslu er sífellt að verða raunhæfari kostur og getur verið góð viðbót við orkuöflun á Íslandi, þar sem virkjun vindorku og vatnsafls getur farið vel saman í rekstri. Möguleikar á vindorkunýtingu á Íslandi eru góðir vegna landfræðilegrar legu Íslands og veðurfars en stefnumörkun ríkis og sveitarfélaga um nýtingu er skammt á veg komin.

EFLA verkfræðistofa hefur, að beiðni Múlaþings, unnið greiningu á svæðum innan Múlaþings m.t.t. hentugleika til vindorkunýtingar út frá samfélags-, umhverfis- og tæknilegum þáttum. Greiningin gefur yfirlit yfir svæði sem geta verið hentug til nýtingar á vindorku út frá viðmiðum sem voru valin af sérfræðingum EFLU í orku-, umhverfis- og skipulagsmálum í samráði við fulltrúa sveitarfélagsins Múlaþings. Viðmiðin voru sótt í lög og reglugerðir, og stefnu stjórnvalda og sveitarfélagsins, og þar sem innlend viðmið skorti var horft til fordæma og viðmiða frá nágrannalöndum okkar sem eru lengra komin í stefnumörkun og nýtingu vindorku s.s. Skotland, Danmörk, Noregur, Svíþjóð og Írland.

Hentugleikagreining var unnin með aðferðafræði sem að kallast fjölpátta ákvarðanagreining í landupplýsingakerfi (e. GIS based – Multi Criteria Decision Analysis). Aðferðafræðin felst í því að kortleggja samfélags, umhverfis og tæknileg viðmið sem að horfa þarf til þegar hugað er að vindorkukostum. Viðmiðin skiptast í takmarkanir og áhrifaþætti:

- **Takmarkanir** eru svæði sem að eru skilgreind sem óhentug fyrir virkjun vindorku og því eru þessi svæði útilokuð (koma ekki til greina til virkjunar vindorku) í þessari greiningu.
- **Áhrifaþættir** skilgreina aðstæður fyrir nýtingu vindorku eða hentugleika svæða út frá umhverfis-, samfélags- og tæknilegum þáttum.

Þær takmarkanir sem miðað var við í þessari greiningu eru friðlýst svæði, valin hverfisvernduð svæði, óbyggð víðerni auk 5 km jaðarsvæðis þeirra, jöklar, vötn stærri en 1 ferkílómeter, brunn- og grannsvæði vatnsverndar, svæði með landhalla yfir 30%, nærsvæði umhverfis byggð (1 km), vegi (0,1 km) og flutningsmannvirki raforkukerfisins (0,1 km), friðlýstar menningarminjar og 100 m friðhelgað svæði utan þeirra og hindranafletir flugvalla.

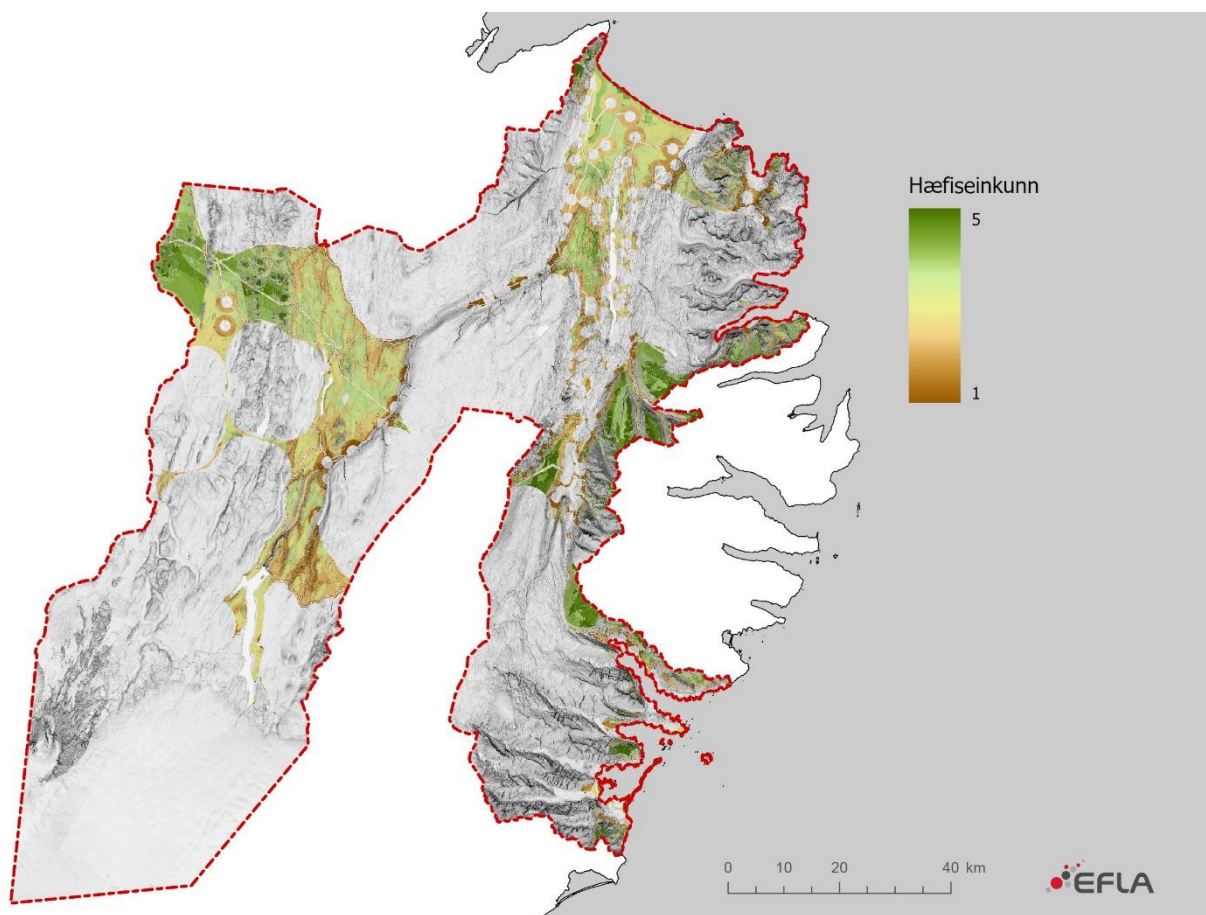
Völdum áhrifaþáttum er skipt í tæknilega áhrifaþætti og umhverfis og samfélagslega áhrifaþætti. Tæknilegu áhrifaþættirnir eru meðalvindhraði, fjarlægð frá tengipunkt við flutningskerfið, fjarlægð frá vegum, landhalli og landhæð. Umhverfis og samfélagslegu áhrifaþættirnir sem að horft var til eru aðrar náttúruminjar, friðlýst svæði vegna virkjunar vatnsorku, jaðarsvæði óbyggðra víðerna, hverfisvernduð svæði og afþreyingar og ferðamannasvæði úr aðalskipulagi, mikilvæg fuglasvæði, votlendi, sjávarfitjar, leirur, jarðhitasvæði, gígar, fossar, stöðuvötn og tjarnir skv. 61. gr. náttúruverndarlaga, náttúrulegir og ræktaðir skógar, fjarsvæði vatnsverndar og öryggissvæði umhverfis byggð, vegi og flutningsmannvirki raforkukerfisins.

Sjónræn áhrif vindorkugarða eru talinn ein af helstu umhverfis- og samfélagsáhrifum þeirra en mat á sjónrænu áhrifunum veltur á ýmsum breytum svo sem staðsetningu vindorkugarðsins og hæð vindmyllanna. Áhrif sýnileika þarf að skoða fyrir hvern kost fyrir sig og erfitt að meta þau heildrænt

fyrir stórt landsvæði eins og hér er til skoðunar. Áhrif á sýnileika í þessari greiningu fylgja öðrum viðmiðum í kring um byggð, þar sem 1 km fjarlægð er takmarkandi og fjarlægðin milli 1 til 2 km frá byggð er áhrifaþáttur sem fær einkunn og vægi.

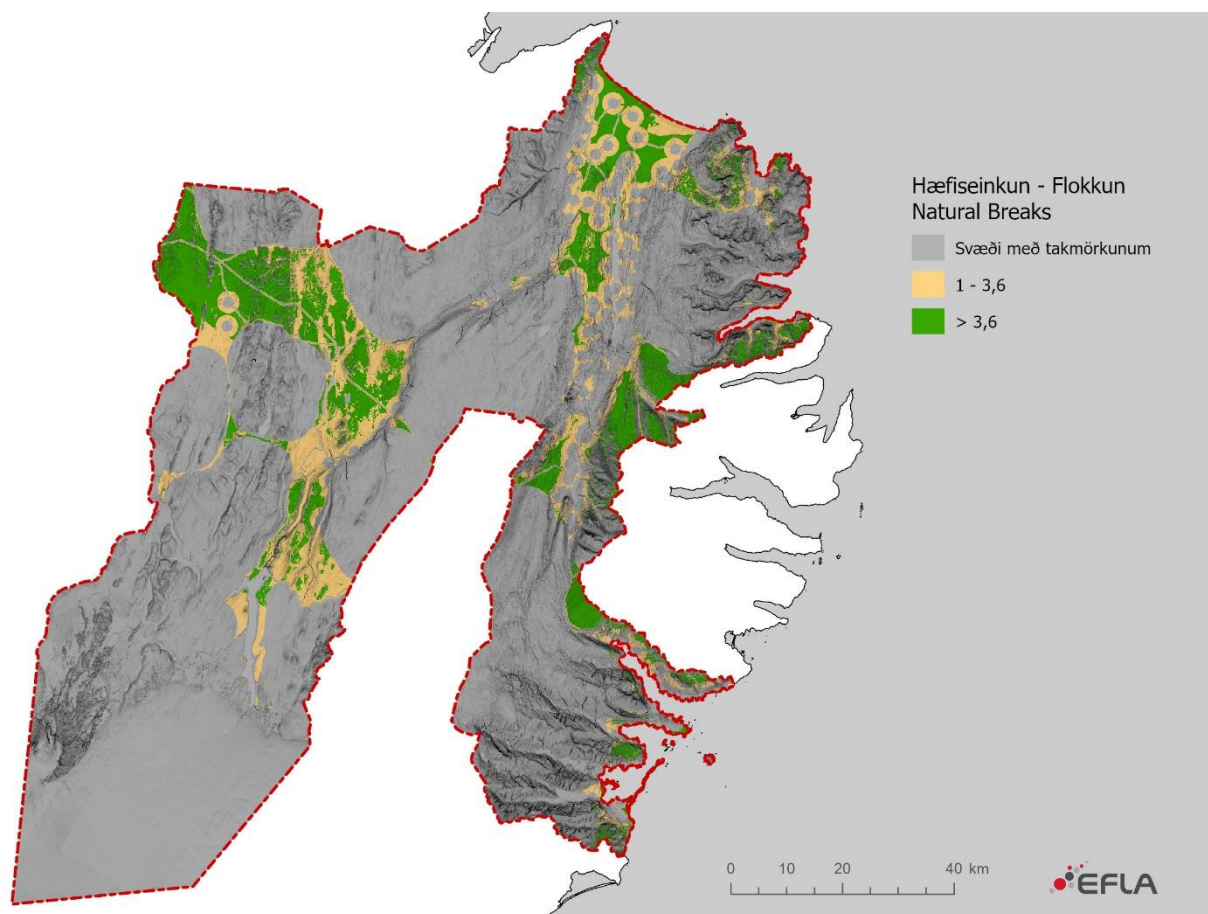
Út frá kortlagningu, einkunnum og vægi áhrifaþátta var unnin fjölþátta ákvarðanagreining í landupplýsingakerfi. Fyrir liggja kort sem sýna þær takmarkanir og áhrifaþætti sem valdir voru, og niðurstaða greiningar sem byggir á þeim er birt í formi hentugleikakorts, sem sýnir mismunandi hentugleika fyrir nýtingu á vindorku á skalanum 1 til 5.

Greiningin var unnin fyrir tvær sviðmyndir, sem lesa má nánar um í niðurstöðukafla greiningarinnar, en hér er sýnd niðurstaðan fyrir sviðsmynd 1 á meðfylgjandi korti. Þar eru hentugustu svæðin út frá niðurstöðum þessarar greiningar merkt græn og þau lökustu eru rauðbrún. Útilokuð svæði vegna takmarkanna eru grá en sveitarfélagið Múlaþing er afmarkað með rauðri brotalínu.



Niðurstaða greiningarinnar leiðir í ljós að stór svæði innan sveitarfélagsins Múlaþings hafa sérstöðu á landsvísi vegna víðerna eða einstakrar náttúru, sem valið hefur verið að vernda og henta því illa fyrir vindorkunýtingu vegna fyrirbyggjandi stefnumörkunar, laga eða annarra takmarkana. Aðrar takmarkanir koma einnig til, t.a.m. vegna flugs, menningarminja, jökla og mannvirkja. Alls er sveitarfélagið um 10.668 km² og ná takmarkanir yfir um 8668 km² svæði innan þess, eða um 81% af flatarmáli þess. Eftir standa 19% af landssvæði sveitarfélagsins, sem voru metin út frá gefnum áhrifaþáttum. Til að greina það svæði betur var því skipt upp í tvo flokka, þ.e. svæði sem þarf að skoða betur ef til vindorkunýtingar

á að koma og svæði sem henta vel fyrir nýtingu vindorku. Þessi flokkun er sýnd á meðfylgjandi korti, en skil milli flokkanna er reiknað með tölfræðilegri aðferð út frá dreifingu hæfiseinkunnarinnar.



Niðurstaða greiningarinnar leiðir í ljós svæði innan sveitarfélagsins Múlaþings sem henta vel, eða betur en önnur sem staðarvalskostir fyrir vindorku, út frá þeim áhrifaþáttum sem hér eru lagðir til grundvallar.

Niðurstaða greiningarinnar er ekki stefna sveitarfélagsins heldur er henni ætlað að vera þekkingargrunnur sem stefnumörkun sveitarfélagsins getur byggt á. Við túlkun á niðurstöðu greiningarinnar þarf að hafa í huga að hún byggir á upplýsingum sem teknar hafa verið saman fyrir sveitarfélagið allt og miðast við þá þekkingu, gögn og lagaumhverfi sem liggur fyrir í dag. Greiningin byggir á ýmsum gögnum sem geta breyst, t.d. staðsetning vega og flutningslína og afmörkun verndarsvæða. Breytingar á þessum gögnum geta haft áhrif á hentugleika ákveðinna svæða og ráðlagt er að endurskoða niðurstöður greiningarinnar ef verulegar breytingar eiga sér stað á takmörkunum og áhrifaþáttum sem líklegar eru til að hafa áhrif á niðurstöðu greiningarinnar. Niðurstöður greiningarinnar geta verið liður í að skapa meiri sátt um framkvæmdir tengdar vindorku þar sem hægt er að sýna fram á að mótun stefnu um hvaða svæði koma til greina til nýtingar byggir á ítarlegri greiningu á áhrifum umhverfis, samfélags og tæknilegra þátta við staðarval, strax á upphafsstigum ákvörðunartöku.

EFNISYFIRLIT

SAMANTEKT	5
MYNDASKRÁ	10
TÖFLUSKRÁ	11
1 LÝSING Á VERKEFNI	12
1.1 Almennt	12
1.2 Nýting vindorku á Íslandi og erlendis	13
2 STEFNUMÓTUN UM VINDORKU	15
2.1 Staða stefnumótunar um vindorku á Íslandi	15
2.2 Stefnumörkun sveitarfélaga um vindorku á Íslandi	17
2.3 Erlend stefnumótun um vindorku	19
3 VINDORKUGREINING	21
3.1 Verklag greiningar	21
3.2 Gögn	22
3.3 Viðmið	23
3.3.1 Takmarkanir vegna umhverfis og samfélags	24
3.3.2 Tæknilegir áhrifaþættir	39
3.3.3 Umhverfi og samfélag, áhrifaþættir	45
3.4 Vægisgreining áhrifaþátta	48
4 NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA	50
4.1 Niðurstöður sviðsmyndar 1 og 2	50
4.2 Áhrif flokkunar hentugra svæða á niðurstöður	54
4.3 Áhrif óbyggðra víðerna á takmarkanir.	56
5 LOKAORÐ	58
6 HEIMILDASKRÁ	60

MYNDASKRÁ

MYND 1.	Þróun í hæð vindmylla og uppsettu afli undanfarna fjóra áratugi [4].	14
MYND 2.	Þemauppdráttur úr Aðalskipulagi Eyja- og Miklaholtshrepps 2018-2038 um vindorku.	18
MYND 3.	Skýringaruppdráttur úr auglýstri tillögu fyrir aðalskipulag Rangárbings eystra 2020-2036 – Takmarkanir v. Vindorku.	19
MYND 4.	Ferli fjölþátta greiningar í landupplýsingakerfi.	22
MYND 5.	Takmarkanir, kort sem sýnir öll svæði sem falla undir takmarkanir og ná þau yfir 81 % af heildarflatarmáli sveitarfélagsins.	24
MYND 6.	Friðlýst svæði innan Múlaþings skv. töflu 22.	26
MYND 7.	Hverfisverndað svæði, Víkurnar og Loðmundarfjörður.	27
MYND 8.	Óbyggð víðerni skv. 5. grein náttúruverndarlaga og 5 km jaðarsvæði umhverfis þau. Tilgátukort EFLA.	28
MYND 9.	Jöklar í Múlaþingi.	30
MYND 10.	Stöðuvötn í Múlaþingi sem eru stærri en 1 km ² .	31
MYND 11.	Brunn- og grannsvæði vatsverndar úr aðalskipulögum þeirra sveitarfélaga sem sameinuðust í Múlaþingi.	32
MYND 12.	Svæði þar sem landhalli er yfir 30%.	33
MYND 13.	Takmarkanir vegna hljóðvistar, sýnileika, skuggaflökts og öryggis.	36
MYND 14.	Friðlýstar menningarmínjar í Múlaþingi	37
MYND 15.	Hindranafletir Egilsstaðaflugvallar og flugvallarins á Djúpavogi.	38
MYND 16.	Hæfiseinkunn svæða m.t.t. meðalvindhraða.	40
MYND 17.	Fjarlægð frá flutningsmannvirkjum raforku.	41
MYND 18.	Fjarlægð frá stofnvegum, tengivegum, héraðsvegum og landsvegum sem ekki eru torfærð slóð.	42
MYND 19.	Hentugleiki svæða m.t.t. landhalla.	43
MYND 20.	Hentugleiki svæða m.t.t. landhæðar.	44
MYND 21.	Hæfi svæða m.t.t. umhverfis- og samfélagslegra áhrifaþátta.	48
MYND 22.	Niðurstöður hæfisútreikninga svæða fyrir sviðsmynd 1.	51
MYND 23	Niðurstöður hæfisútreikninga svæða fyrir sviðsmynd 1 flokkaðar með tölfraðilegri aðferð Jenks.	52
MYND 24	Niðurstöður hæfisútreikninga svæða fyrir sviðsmynd 2.	52
MYND 25.	Niðurstöður hæfisútreikninga svæða fyrir sviðsmynd 2 flokkaðar með tölfraðilegri aðferð Jenks.	53
MYND 26.	Niðurstöður hæfisútreikninga svæða fyrir sviðsmynd 2 flokkaðar miðað við gildi 3,6 sem er sambærilegt við sviðsmynd 1.	53
MYND 27.	Sviðsmynd 1 - Skil milli hentugra svæða og þeirra sem þarf að skoða betur miðar við hæfiseinkunnina 3,2.	54
MYND 28.	Sviðsmynd 1 - Skil milli hentugra svæða og þeirra sem þarf að skoða betur miðar við hæfiseinkunnina 3,6.	55
MYND 29.	Sviðsmynd 1 - Skil milli hentugra svæða og þeirra sem þarf að skoða betur miðar við hæfiseinkunnina 4,0.	55
MYND 30.	Sviðsmynd 1 - Niðurstaða greiningar á hæfi svæða til nýtingar vindorku þegar takmarkanir vegna óbyggðra víðerna hafa verið teknar út.	56
MYND 31.	Sviðsmynd 1 - Kort sem sýnir útlínur víðerna og jaðarsvæða ofan á mynd 30.	57

TÖFLUSKRÁ

TAFLA 1.	Helstu flokkar sem að er horft til, við val viðmiða fyrir vindorkugreininguna. _____	22
TAFLA 2.	Friðlýst svæði innan Múlaþings. _____	25
TAFLA 3.	Takmarkandi svæði vegna áhrifa vegna hljóðvistar, sýnileika, skuggaflökts og öryggis. _____	36
TAFLA 4.	Viðmið og einkunnargjöf tæknilegra áhrifaþátta. _____	39
TAFLA 5.	Umhverfis og samfélagsþættir og einkunnir þeirra _____	45
TAFLA 6.	Öryggissvæði og öryggisfjarlægðir vegna áhrifa vegna hljóðvistar, skuggaflökts og öryggis. _____	47
TAFLA 7.	Gildi sem að er stuðst við til að greina mikilvægi áhrifaþátta innbyrðis. _____	48
TAFLA 8.	Vægisgreining fyrir sviðsmynd 1. _____	49
TAFLA 9.	Vægisgreining fyrir sviðsmynd 2. _____	49

1 LÝSING Á VERKEFNI

1.1 Almennt

EFLA verkfræðistofa hefur, að beiðni Múlapings, unnið greiningu á svæðum innan Múlapings m.t.t. hentugleika til vindorkunýtingar út frá samfélags-, umhverfis- og tæknilegum þáttum. Verkefnið felur í sér að nýta landupplýsingar til að greina hentug svæði til vindorkunýtingar innan sveitarfélagsins. Niðurstaða greiningarinnar er ekki stefna sveitarfélagsins heldur er henni ætlað að vera þekkingargrunnur sem stefnumörkun sveitarfélagsins getur byggt á. Við túlkun á niðurstöðu greiningarinnar þarf að hafa í huga að hún byggir á upplýsingum sem teknar hafa verið saman fyrir sveitarfélagið allt og miðast við þá þekkingu og lagaumhverfi sem liggur fyrir í dag. Breytingar á þeim þáttum sem teknir eru inn í greininguna geta leitt til breytinga á þeim niðurstöðum sem lagðar eru fram í þessari greinargerð.

Mikill áhugi er fyrir vindorkunýtingu á Íslandi og því er mikilvægt fyrir sveitarfélög að eiga verkfæri og leiðbeinandi viðmið til að styðjast við, við ákvarðanatöku um vindorkunýtingu. Markmiðið með staðarvalsgreiningunni er að hana sé hægt að nýta til að marka stefnu um nýtingu vindorku t.d. við endurskoðun aðalskipulags sveitarfélagsins og þegar sveitarfélaginu berast fyrirspurnir frá framkvæmdaraðilum sem sýna áhuga á uppsetningu vindorkugarða innan sveitarfélagsins. Greiningin er einnig unnin til að bregðast við sjónarmiðum um að betra sé að skoða stærri svæði heildstætt áður en heimildir eru veittar í skipulagi fyrir einstakar framkvæmdir. Þá getur greining eins og þessi stuðlað að meiri sátt um framkvæmdir tengdar vindorku þar sem hún leggur grunn að því að ákvörðunartaka á upphafsstigum verkefna byggist á staðarvalsgreiningu, þar sem tekið er tillit til samfélags, umhverfis og tæknilegra þátta.

Markmið greiningarinnar er að greina landfræðilegar upplýsingar til að leita svara við eftirfarandi spurningum út frá samfélags-, umhverfis- og tæknilegum viðmiðum:

- Á hvaða svæðum eru takmarkanir sem útiloka þau frá virkjun vindorku?
- Hvaða svæði þarfnast frekari skoðunar áður en þau eru metin hentug til virkjunar vindorku?
- Hvaða svæði eru hentugri en önnur til virkjunar vindorku í sveitarfélaginu Múlapingi?

Greiningin er unnin fyrir sveitarfélagið Múlaþing og gefur yfirlit yfir vindorku möguleika innan þess. Rýni á minni svæðum, sem tekur betur mið af staðbundnum aðstæðum mun leiða af sér nákvæmari niðurstöðu en umfang þessa verkefnis leyfir. Við landfræðilegu greininguna eru er notuð upplausn þar sem hver myndeying er 10x 10 m sem samsvarar 100 m² á jörðu.

Viðmiðin sem hér eru kynnt eru unnin af sérfræðingum EFLU í orku-, umhverfis- og skipulagsmálum í samvinnu við fulltrúa sveitarfélagsins. Opinber viðmið fyrir staðarvalsgreiningar fyrir vindorku á Íslandi liggja ekki fyrir. Við kortlagningu viðmiða í þessari greiningu var stuðst við innlend viðmið úr lögum og reglugerðum og stefnu stjórnvalda eins langt og hún nær, og svo erlend viðmið og reglugerðir þar sem að upplýsingar vantaði. Fordæmi um slík viðmið má finna hjá nágrannalöndum okkar sem að eru lengra á veg kominn með vindorkuna, það eru t.d. Skotland, Danmörk, Noregur, Svíþjóð og Írland.

Greiningin sem hér er lögð fram fjallar ekki um sjónræn áhrif vindorkuvera eða vindmylla nema að takmörkuðu leyti, ferðaþjónustu- og útivist, fugla eða áhrif á tilteknar vistgerðir. Slíkar greiningar á betur við að vinna þegar meta á áhrif tiltekinna staðsetningar fyrir vindorkugarð. Verkefni þessarar greiningar er að gefa svæðisbundið yfirlit en ekki að meta áhrif tiltekinna staðarvalskosta. Sú vinna bíður betri tíma en getur verið unnin við nánari skoðun kosta, í mati á umhverfisáhrifum framkvæmdar, við skipulagsbreytingu eða í vinnu rammaáætlunar.

Taka skal fram að niðurstöður greinagerðar þessarar taka mið að þeim gögnum sem voru aðgengileg þegar hún var unnin. Greiningin byggir á ýmsum gögnum sem geta breyst, s.s. eins og t.d. staðsetning vega og flutningslína og afmörkun verndarsvæða. Breytingar á þessum gögnum geta haft áhrif á hentugleika ákveðinna svæða og ráðlagt er að endurskoða niðurstöður greiningarinnar ef stórar breytingar sem líklegar eru til að hafa áhrif á niðurstöðu greiningarinnar.

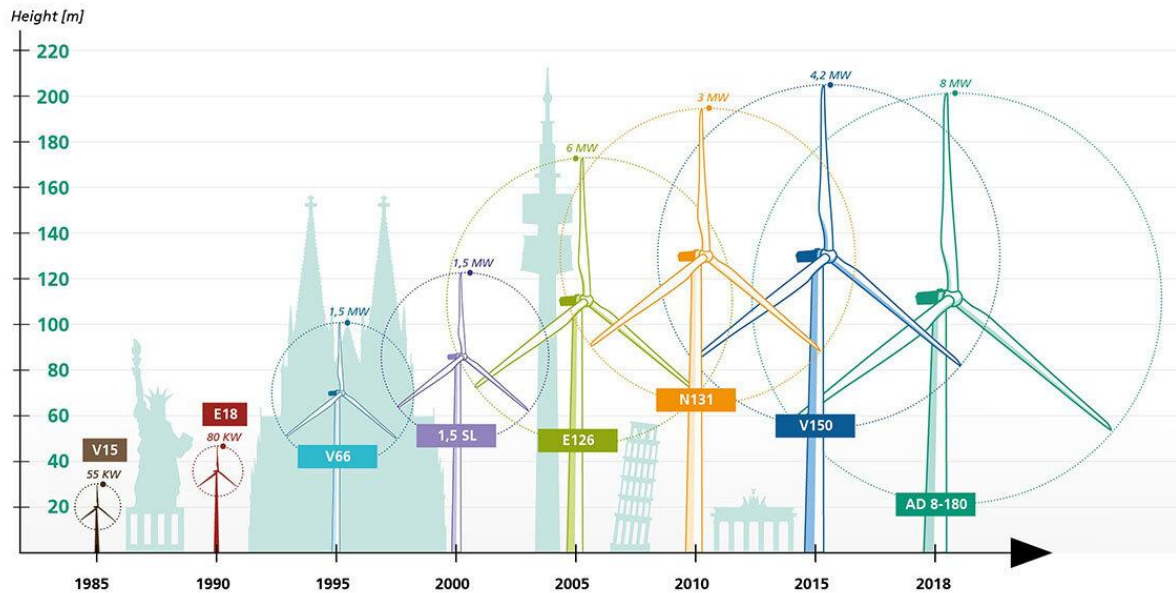
1.2 Nýting vindorku á Íslandi og erlendis

Möguleikar fyrir vindorkunýtingu eru miklir á Íslandi vegna landfræðilegrar legu Íslands og veðurfars. Mikill áhugi er fyrir vindorkunýtingu á Íslandi en hingað til hafa bara verið reistar einstaka vindmyllur. Lengi hefur verið hentugra og ódýrara að virkja vatnsaflíð og jarðvarmann, frekar en vindorkuna en tækni til virkjunar vindorku hefur þróast mikið á síðustu árum og kostnaður við virkjun vindorku lækkað. Í dag líta því margir á virkjun vindorku sem álitlegan kost, ekki síst vegna þess að vindorkuver eru talin vinna vel með vatnsaflsvirkjunum. Vatnsorkan er undirstaðan í raforkukerfi Íslands og hún hefur þann kost að hægt er að geyma orku í miðlunarlónum. Ísland er vindasamt land og á veturna þegar minna rennur í miðlunarlónin þá blæs vindurinn hvað mest og öfugt gildir um sumrin. Vatnsaflíð og vindorkan geta því farið vel saman í rekstri.

Í dag eru þrjú vindmyllur í rekstri á Íslandi, tvær eru við Búrfell, vélar sem eru með samtals uppsett afl 1,8 MW og í eigu Landsvirkjunar [1]. Ein vindmylla er við Belgholt í Melasveit og er uppsett afl hennar aðeins 30 kW. Tvær vindmyllur voru reistar í Þykkvabæ en hvorug er í rekstri í dag og önnur hefur verið tekin niður.

Hlutfall vindorku af raforkuframléiðslu hefur vaxið töluvert hratt undanfarin ár í Evrópu og voru 15% af raforku Evrópu framleidd með vindi árið 2021 [2]. Hlutfall vindorku í Bandaríkjunum hefur einnig vaxið hratt undanfarin ár og fleiri lönd nýta vindorku í vaxandi mæli. Lægri vindmyllur voru fyrst reistar á landi en eftir því sem tæknin verður betri og kostnaðurinn minnkar þá hækka vindmyllurnar og færast

út á sjó [3]. Á mynd 1 er sýnd þróun hámarkshæðar og afls vindmylla á landi síðastliðna fjóra áratugi [4]. Eins og sést hafa vindmyllur, þá sérstaklega þvermál spaða, stækkað hratt og því hafa fylgt nýjar áskoranir. Því ber alltaf að vanda til verka við undirbúning vindlunda, við staðarval, hönnun og framkvæmd til að lágmarka neikvæð áhrif sem að vindorkugarðar geta haft.



MYND 1. Þróun í hæð vindmylla og uppsettu afli undanfarna fjóra áratugi [4].

2 STEFNUMÓTUN UM VINDORKU

2.1 Staða stefnumótunar um vindorku á Íslandi

Ekki liggur fyrir hvernig vindorku er best fyrir komið í regluverki og stefnu stjórnvalda á Íslandi. Vonir eru bundnar við að umgjörð um vindorkuna skýrist fljótlega en stjórnarsáttmáli ríkisstjórnarinnar frá 2021 [5] gerir ráð fyrir lagasetningu og stefnumótun vegna vindorkunýtingar og endurskoðun laga um *Rammaáætlun um vernd og orkunýtingu landsvæða*.

Rammaáætlun hefur lengi myndað umgjörð fyrir undirbúning vatnsafls- og jarðhitavirkjana en enginn vindorkukostur er í 2. áfanga rammaáætlun sem nú er í gildi og var samþykkuð í janúar 2013. Tveir vindorkukostir, Búrfellslundur og Blöndulundur, eru teknir fyrir í 3. áfanga rammaáætlunar, sem var afgreidd frá Alþingi í júní 2022 [6] og eru báðir kostirnir í nýtingarflokki. Fjórði áfangi Rammaáætlunar er í vinnslu hjá verkefnisstjórn en í skýrslu hennar segir m.a.

Allar ákvarðanir um nýtingu orkuauðlinda landsins verður að taka að vel ígrunduðu máli. Þar vegast á kostir og gallar sem taka þarf afstöðu til með langtímahagsmuni að leiðarljósi. Íslendingar standa á tímamótum varðandi nýtingu orkuauðlinda því virkjun vindorku er að hefjast af fullum krafti. Þótt vindurinn sé óþrjótandi er land undir vindorkuver það ekki. Landið er hin takmarkaða auðlind í þessu tilfalli. Vindmyllur eru nú um 150 m háar og fara hækkandi. Þær eru því afar áberandi í landslagi og sjást víða að. Vindorkuver munu valda miklum breytingum á ásýnd landsins ef ekki verður varlega farið. [7]

Í skýrslu verkefnisstjórnar fjórða áfanga rammaáætlunar segir jafnframt að stjórninni hafi borist 34 kostir um vindorkuver en að aðeins fimm þeirra hafi fylgt nægileg gögn til að hægt væri að taka þá til mats [7]. Enginn þeirra kosta er á Austurlandi. Verkefnastjórnin bendir líka á að brýnt sé að setja heildarstefnu um virkjun vindorku hér á landi og taka þar ákvörðun um hvort afmarka eigi fá vel skilgreind svæði fyrir vindmyllur eða setja því litlar skorður hvar vindorkuver fái að rísa [7]. Hvort verkefnisstjórn verður að ósk sinni veltur að einhverju leyti á þeim breytingum á lögum um verndar- og orkunýtingaráætlun (rammaáætlun) og tillögu til þingsályktunar um stefnu stjórnvalda um staðsetningu vindorkuvera í landslagi og náttúru Íslands sem unnið er að (landsskipulagsstefna).

Frumvarpsdrög umhverfis- og auðlindaráðherra frá árinu 2021 um breytingar á lögum um rammaáætlun [8] byggir á niðurstöðu starfshóps þriggja ráðuneyta sem var skipaður til að vinna að tillögum um hvernig best væri að haga málefnum vindorku sem orkunýtingarkosts hér á landi, auk

sjónarmiða ýmissa hagaðila [9]. Í tillögu hópsins kemur fram að ekki sé ráðlagt að hafa eina stefnu eða kortlagningu á öllu landinu varðandi vindorku líkt og gert var í Noregi, heldur eigi hvert sveitarfélag að marka sína eigin stefnu innan aðalskipulags sveitarfélagsins svipað og gert hefur verið í Skotlandi. Þessi stefna skuli taka mið af „viðmiðum og leiðbeiningum út frá tiltekinni flokkun lands og náttúru, sem lagðar verði til grundvallar við staðsetningu vindorkuvera [9]“. Þá skuli það vera hlutverk Skipulagsstofnunar að leggja fram leiðbeiningar um skilgreiningu á landflokkinum ásamt því að setja fram „viðmið og stefnu um skipulag vindorku með tilliti til landslags sem verði hluti endurskoðaðrar landsskipulagsstefnu [9]“. Frumvarpið var lagt fram á Alþingi vorið 2021 en varð ekki að lögum. Samhliða þessu frumvarpi voru lögð fram drög að þingsályktun [10] um opinbera stefnu um vindorku. Þessar breytingar á lögum og þingsályktanir hafa ekki verið afgreiddar af Alþingi. Lagabreytingardrögin og fylgiskjöl eru aðgengileg á samráðsgátt stjórnvalda [8].

Vegna óvissu um hvernig vindorku er best fyrir komið í regluverki og stefnu stjórnvalda á Íslandi hafa sveitarfélögin, sem hafa skipulagsvaldið, lent í erfiðleikum með að beita því þegar komið hefur að vindorku. Þær hugmyndir um vindorkuver sem sveitarfélög og fyrirtæki hafa verið með til skoðunar hafa þar að auki fæstar hlotið afgreiðslu rammaáætlunar sem er tímafrekt ferli. Sem dæmi var breytingu á aðalskipulagi Reykhólahrepps og Dalabyggðar nýlega synjað um staðfestingu af innviðaráðherra [11], en breytingin innihélt þrjú vindorkuver í landi Garpsdals, Hróðnýjarstaða og Sólheima. Synjunin var í samræmi við mat Skipulagsstofnunar sem taldi að synja bæri staðfestingu aðalskipulagsbreytinganna þar sem efni þeirra og framsetning væri ekki í samræmi við lög um verndar- og orkunýtingaráætlun nr. 48/2011 og skipulagsreglugerð nr. 90/2013. Virkjanakostir sem ekki eru í rammaáætlun eigi að skilgreina sem varúðarsvæði í aðalskipulagi og skilgreining iðnaðarsvæðis án takmarkana samræmist ekki lögum. Iðnaðarsvæðin þyrftu því að vera skilgreind varúðarsvæði, að mati Skipulagsstofnunar. Þá hefur Skipulagsstofnun veitt umsagnir vegna skipulagsáforma um vindorkuframkvæmdir og bent á að áður en heimildir eru veittar fyrir einstaka vindorkuver þá þurfi að skoða stærri svæði heildstætt [12].

Í landsskipulagsstefnu 2015-2026 er lögð fram samræmd stefna um skipulagsmál á landsvísu til leiðbeiningar fyrir skipulagsgerð sveitarfélaganna og aðra áætlanagerð um landnotkun og byggðaþróun. Á árunum 2019-2021 var unnið að viðbótum við landsskipulagsstefnu, að beiðni ráðherra og skilaði Skipulagsstofnun tillögu að viðauka við stefnuna [13] til ráðherra í mars 2021. Tillagan hefur ekki fengið afgreiðslu á alþingi en tillagan mun ekki öðlast gildi fyrr en hún hefur verið samþykkt sem þingsályktun. Í tillögunni er sett fram stefna um loftslagsmál, landslag og lýðheilsu í tengslum við framkvæmd skipulagsmála og fléttast hún saman við þau viðfangsefni gildandi landsskipulagsstefnu.

Í gildandi landsskipulagsstefnu er ekki umfjöllun sem beinist sérstaklega að stefnumótun um vindorku en í tillögum Skipulagsstofnunar að viðaukum við stefnuna eru í kafla 6.3 tilmæli til sveitarfélaganna um að móta „ stefnu um nýtingu vindorku í sátt við umhverfi og samfélag, þannig að staðinn verði vörður um sérstætt landslag og tekið tillit til grenndarhagsmuna og annarrar landnotkunar.“ [12] Í aðalskipulagi skuli móta stefnu um hvort og með hvaða hætti sé gert ráð fyrir nýtingu vindorku og að við staðarval og ákvörðun um útfærslu vindorkuvera verði leitast við að lágmarka áhrif á landslag. Því er beint til Skipulagsstofnunar að gefa út leiðbeiningarefni fyrir skipulagsgerð sveitarfélaga um stefnumótun og skipulagssjónarmið um nýtingu vindorku með tilliti til landslags, og gögn og aðferðir við umhverfismat vindorkunýtingar. Þá er því beint til sveitarfélaganna að við umhverfismat

skipulagsáætlana vegna einstakra framkvæmdaáforma verði eftir atvikum greind og metin áhrif þeirra á:

- Verndarsvæði og óbyggð víðerni.
- Einstakar landslagsgerðir samkvæmt landslagsflokkun fyrir Ísland.
- Landslag og ásýnd almennt frá nærliggjandi svæðum og völdum útsýnisstöðum og sjónarhornum.
- Varpsvæði og farleiðir fugla.
- Nærsamfélag og byggð, flugvelli og flugumferð, fjarskipti og aðra landnýtingu, svo sem gott landbúnaðarland.
- Ferðaleiðir og áfangastaði ferðamanna.
- Búsetulandslag og menningarminjar.
- Hljóð.
- Ljós og skuggaflökt.
- Gróður, dýralíf og vatnafar.

Hugað verði sérstaklega að áhrifum út fyrir mörk sveitarfélaga og samlegðaráhrifum tveggja eða fleiri þegar byggðra og/eða áformaðra vindorkuvera og samlegðaráhrifum með öðrum mannvirkjum og landnýtingu.“ [14]

Þingsályktunartillagan hefur verið lögð fram á alþingi en hefur ekki fengið afgreiðslu og ekki ljóst hvernær það verður.

Vert er að nefna að Skipulagsstofnun lagði umfjöllun um vindorku og skipulag fram í yfirliti á vefsíðu sinni [15], þar sem fjallað er um lög og reglur, vinnu við stefnumótun stjórnvalda og yfirstandandi vinnu við leiðbeiningar um skipulagsmál vindorkunýtingar. Í yfirliti Skipulagsstofnunar segir að á þessu stigi sé ekki hægt að mæla beint fyrir um hvaða gagna þarf að afla til að byggja stefnu um vindorkunýtingu á, enda geti inntak stefnunnar verið það ólíkt að hún kalli á mismunandi grunnögn.

2.2 Stefnumörkun sveitarfélaga um vindorku á Íslandi

Í landsskipulagsstefnu [16] er því beint til sveitarfélaga að við skipulagsgerð skuli tekin afstaða til möguleika á orkuframleiðslu í dreifbýli með vindorku í sátt við náttúru og samfélag, sjá grein 2.5.1. Nokkur sveitarfélög hafa unnið að stefnumótun um vindorku í aðalskipulagi sínu eftir að landsskipulagsstefna tók gildi.

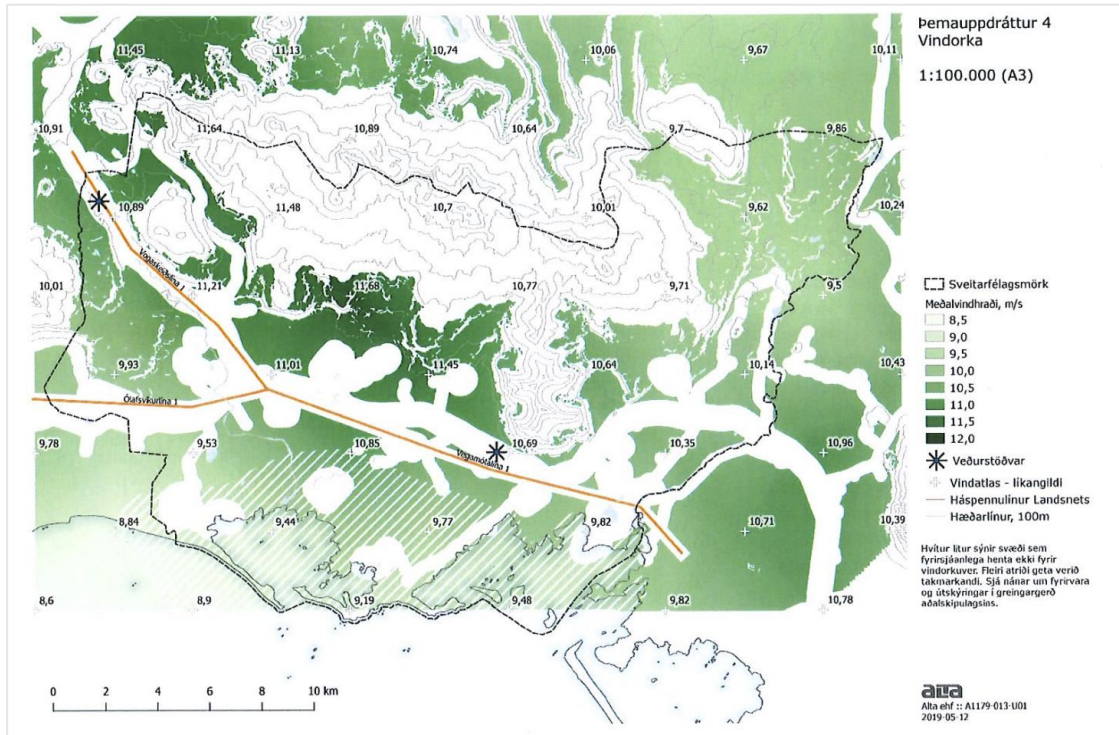
Sum sveitarfélög hafa kortlagt áhrifaþætti fyrir nýtingu vindorku á sínu svæði og sýnt á þemakorti í sínu skipulagi. Hér á eftir eru sýnd tvö dæmi um slíka kortlagningu frá Eyja- og Miklaholtshreppi og Rangárþingi Eystra, til glöggvunar í samanburði við þá greiningu sem hér er gerð fyrir Múlaþing.

Önnur sveitarfélög hafa sett fram sína stefnu með almennari hætti eins og dæmi getur verið tekið fyrir frá Fjarðabyggð. Í nýsamþykktu aðalskipulagi Fjarðabyggðar 2020-2040 er almenn umfjöllun um aðstæður fyrir vindorkuver og komist að þeirri niðurstöðu að það sé helst í Breiðdal sem landslag eða önnur landnotkun útilokar ekki vindorkuver, þó það þýði ekki að hún eigi þar við eða sé æskileg. Að öðru leyti er engin stefna um vindorkunýtingu mótuð í aðalskipulaginu.

Hér hefur áður verið nefnt að breytingum á aðalskipulagi Reykhólahrepps og Dalabyggðar var nýlega synjað um staðfestingu af innviðaráðherra [11], en breytingin innihélt þrjú vindorkuver í landi Garpsdals, Hróðnýjarstaða og Sólheima. Í þessum breytingartillögum var sett stefna um staðsetningu vindorkuvera en í gildandi aðalskipulagi fyrir þessi sveitarfélög er ekki að finna almenna stefnumörkun

um vindorku. Aðalskipulögin voru enda staðfest áður en Landsskipulagsstefna tók gildi og unnið er að heildarendurskoðun þeirra.

Í aðalskipulagi Eyja- og Miklaholtshrepps 2018-2038 [17] frá 2019 er þemauppdráttur um vindorku, sjá mynd 2. Á kortinu er gefið einfalt yfirlit yfir meðalvindhraða en frá eru dregin svæði sem ætla má að áhrif vindorkuvers væru ósættanleg vegna nálægðar við aðra landnotkun, landhæðir, halla, náttúruverndar eða annarra fyrirsjáanlegra þátta. Þau svæði sem eftir standa gætu þá komið til greina ef önnur áhrif, svo sem á landslag og sjónræna upplifun, geta talist ásættanleg. Þemauppdrátturinn var unnin af Alta.



MYND 2. Þemauppdráttur úr Aðalskipulagi Eyja- og Miklaholtshrepps 2018-2038 um vindorku.

Í auglýstri tillögu að aðalskipulagi Rangárþingi Eystra 2020-2036 [18] er skýringaruppdráttur sem sýnir takmarkanir vegna vindorku, sjá mynd 3. Á uppdrættinum eru afmörkuð svæði í kring um vegi, loftlínur og byggð út frá fjarlægð. Auk þess eru gefnar upplýsingar um takmarkanir, sem geta haft áhrif eins og t.d. friðlýst svæði, hverfisvernd, vatnsvernd, mikilvæg fuglasvæði, friðlýst svæði, hverfisvernd og svæði á náttúruminjaskrá, en ekki er lagt mat á hver áhrifin ættu að vera. Skýringaruppdrátturinn var unnin af EFLU.



MYND 3. Skýringaruppráttur úr auglýstri tillögu fyrir aðalskipulag Rangárþing eystra 2020-2036 – Takmarkanir v. Vindorku.

Sú greining sem hér er lögð fram fyrir Múlaþing er nokkuð viðameiri en þær greiningar sem hingað til hafa verið unnar á Íslandi. Bæði nær hún yfir stærra landssvæði en einnig er gengið lengra í að skilgreina takmarkanir og áhrifaþætti, og leggja mat á mikilvægi áhrifaþáttanna. Það er von Múlaþing að greiningin verði sveitarfélaginu að gagni í sinni stefnumótun, um leið og greiningin er innlegg inn í þekkingargrunn um verklag við staðarvalsgreiningar fyrir vindorku.

2.3 Erlend stefnumótun um vindorku

Mörg lönd hafa skilgreint viðmið, vinnureglur og ákveðið verklag þegar kemur að undirbúningi, framkvæmd og rekstri vindorkuvera og er unnið að mótun verklags hér á landi. Hérlandis lítum við gjarnan til Skotlands og reynslu þeirra, en Skotar hafa sett sér skýr markmið þegar kemur að orkuöflun og eru stöðugt að móta og lagfæra leiðbeiningar og viðmið sem stuðst er við þegar kemur að undirbúningi vindorkuverkefna. Leiðbeiningunum er beint að skipulagsyfirlöndum sem og breiðum hópi hagsmunaaðila, t.d. framkvæmdaraðila og samfélaginu. Með því að skilgreina leiðbeiningar um forsendur og viðmið má bæði auðvelda staðarval og það hvernig þróun slíkra verkefna verður, með hagsmunum allra að leiðarljósi.

Skipulagsstofnun lét vinna samantekt um landslag og vindorku [19], tengt vinnu við mótun landsskipulagsstefnu þar sem farið var yfir viðmið sem notuð voru til að skilgreina svæði sem geta komið til greina fyrir vindorkunýtingu í Noregi og Skotlandi.

Í Noregi er stefna um nýtingu vindorku sett fram í sérstakri rammaáætlun um vindorku á landvísu. Rammaáætlunin var unnin í þremur skrefum þar sem sett voru fram hörð og mjúk viðmið:

1. Skilgreining á svæðum sem að koma ekki til greina til nýtingar á vindorku.
2. Nánari greining á þeim svæðum sem eftir voru, þ.e. þeim svæðum sem ekki voru útilokuð.
3. Út frá greiningunni voru skilgreind svæði sem að voru talin henta best til vindorkunýtingar [19].

Við stefnumótunina var stuðst við landupplýsingar og greiningar úr landupplýsingakerfum og var byggt á viðamikilli heimildavinnu og ítarlegu samráðsferli. Í október 2019 var tillagan lögð til hliðar vegna athugasemda við niðurstöður hennar, sem höfðu borist á kynningartíma tillögunnar [20].

Í Skotlandi var farinn önnur leið en í Noregi, en þar var sett fram stefna um vindorkugarða í landsskipulagsstefnu Skotlands, í Scottish Planning Policy (SPP) annars vegar og í National Planning Framework (NPF) hins vegar. Áherslum skoskra yfirvalda í skipulagsmálum er lýst í skosku landsskipulagsstefnunni (SPP) þar sem að skipulagsstefna fyrir allt landið er samræmd. Í landsskipulagsstefnunni er því einnig beint til skipulagsyfirvalda að setja fram skipulagsramma (e. spatial framework) þar sem að svæði sem að talið er líklegast að henti best fyrir vindorku eru skilgreind. Skipulagsramminn á að vera leiðbeinandi fyrir framkvæmdaraðila og íbúa og skiptir landssvæðum upp í eftirfarandi 3 flokka:

Flokkur I: Í flokk 1 falla svæði þar sem að vindorkugarðar verða ekki taldir ásættanlegir og koma því ekki til greina.

Flokkur II: Í flokk 2 falla svæði með verulega vernd. Svæðin geta í eðli sínu verið viðkvæm fyrir uppbyggingu vindorkugarða eða annarri mannvirkjagerð, en vindorkugarðar innan slíkra svæða geta þó komið til greina eftir frekari skoðun og ef að tiltekin skilyrði eru uppfyllt.

Flokkur III: Í flokk 3 eru svæði þar sem að möguleiki er að reisa vindorkugarða. Svæði í þessum flokki eru samt sem áður háð mati m.t.t. skilgreindra viðmiða og ákvörðunarvald um áframhald á vindorkukostinum væri undir sveitarfélögum og öðrum stjórnvöldum komið [19].

Fleiri dæmi mætti tína til um ramma fyrir stefnumótun fyrir vindorku í nágrennalöndum okkar, en umfjöllun hér nær til þeirra landa sem mest var litið til við vinnu þessarar greiningar, þ.e. Noregs og Skotlands.

3 VINDORKUGREINING

3.1 Verklag greiningar

Í greiningu á hentugleika svæða m.t.t. vindorkunýtingar er stuðst við aðferðafræði sem kallast fjölþátta greining í landupplýsingakerfi eða „GIS based - Multi Criteria Decision Analysis“. Aðferðafræðin felst í því að kortleggja samfélags, umhverfis og tæknilega þætti, og skilgreina viðmið fyrir þá sem annað hvort útiloka svæði eða hafa áhrif á það hversu vel tiltekið landsvæði hentar til þess að beisla vindorku. Þættirnir sem taka þarf tillit til geta verið margir, allt frá friðlýstum svæðum til meðalvindhraða. Viðmið skiptast því í takmarkanir og áhrifaþætti.

- **Takmarkanir** eru svæði sem að eru skilgreind sem óhentug fyrir virkjun vindorku og því eru þessi svæði útilokuð (koma ekki til greina til virkjun vindorku) í þessari greiningu.
- **Áhrifaþættir** skilgreina aðstæður fyrir nýtingu vindorku eða hentugleika svæða út frá umhverfis-, samfélags- og tæknilegum þáttum.

Áhrifaþættir eru kortlagðir, hver áhrifaþáttur er metinn og gefin hæfiseinkunn eftir hentugleika til vindorkunýtingar á skalanum 1 til 5 þar sem svæði sem fá einkunnina 1 henta illa og svæði sem fá einkunnina 5 henta vel.

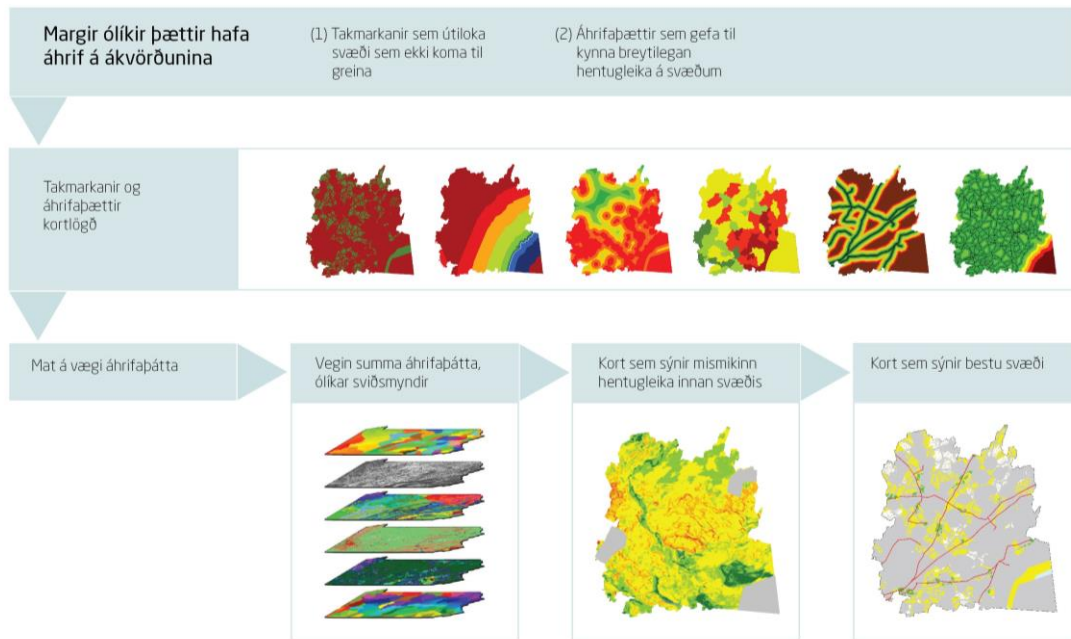
Í greiningunni er hverjum áhrifaþætti gefið mismikið vægi sem segir til um hlutfallslegt mikilvægi viðkomandi áhrifaþátta í samanburði við aðra áhrifaþætti. Vægið er ákvarðað með AHP-veldisgreiningu (e. *analytic hierarchy process*) sem er útskýrð nánar í kafla 3.4.

Við val á áhrifaþáttum, einkunn þeirra og vægisgildi var haft samráð við Múlaþing. Út frá kortlagningu, einkunnum og vægi áhrifaþátta var unnin fjölþátta ákvarðanagreining í landupplýsingakerfi og niðurstaðan birt á hentugleikakorti, sem sýnir mismunandi hentugleika fyrir nýtingu á vindorku. Að greiningunni lokinni var sveitarfélaginu skipt í þrjú flokka:

1. Svæði sem henta ekki til nýtingar á vindorku.
2. Svæði sem þarf að skoða betur, ef til vindorkunýtingar á að koma.
3. Svæði sem henta vel fyrir nýtingu vindorku.

Ferli fjölþátta greiningarinnar í landupplýsingakerfi má sjá á eftirfarandi mynd.

GIS BASED - MULTI CRITERIA DECISION ANALYSIS



MYND 4. Ferli fjölþátta greiningar í landupplýsingakerfi.

Eftir fyrstu útreikninga var samráð við Múlaþing um viðmið og vægisgildi endurtekið. Rætt var um áhrif hvers þáttar og mögulegar sviðsmyndir og þær niðurstöður sem birtar eru hér í greinargerð.

Þau viðmið sem að tekið var tillit til í greiningunni voru ákveðnir út frá þrem meginflokkum, þeir eru samfélags-, umhverfis- og tæknilegir flokkar. Sjá töflu 1 fyrir stutta lýsingu á hverum flokki og dæmi um hvaða viðmið falla undir hvern flokk.

TAFLA 1. Helstu flokkar sem að er horft til, við val viðmiða fyrir vindorkugreininguna.

UMHVERFI	SAMFÉLAG	TÆKNI
Þættir sem að snúa að mögulegum áhrifum á náttúru og umhverfi.	Þættir sem að snúa að mögulegum áhrifum á samfélagið, áhrif á íbúa og hið byggða umhverfi.	Tæknilegir þættir sem snúa að mögulegri orkuvinnslu og hagkvæmni vindorkuvers á hverjum stað.
Dæmi: Friðlýst svæði og víðerni.	Dæmi: byggð, vatnsvernd, menningarminjar.	Dæmi meðalvindhraði og nálægð við flutningskerfi/vegi.

3.2 Gögn

Við útreikninga og greiningar var stuðst við tvo hugbúnaði; WindPRO og ArcGis Pro.

WindPRO er hugbúnaður sem er mikið notaður fyrir hönnun og skipulag á vindorkugörðum. Með hugbúnaðinum má m.a. reikna út meðalvindhraða, orkuþéttleika og orkuframleiðslu vindorkugarða og vinna sýnileikamyndir fyrir sjónræn áhrif í umhverfismatsferlinu. Í þessu verkefni var Windpro notað til að reikna meðalvindhraðakort fyrir allt sveitarfélagið út frá eftirfarandi gögnum:

- Vindgögn úr vindatlas Veðurstofu Íslands.
- Hrófísögögn byggð á CORINE-flokkun landsvæðis (CLC2018) frá Landmælingum Íslands [21].
- Hæðarmódel af Íslandi í 30 m upplausn (EU-DEM version 1.0) fengið úr WindPRO hugbúnaðinum [22].

Við útreikning á meðalvindhraða svæðis m.t.t. vindorkunýtingar er stuðst við hæð vélarhúss (e. hub height). Í þessari er greiningu er miðað við að hæð vélarhúss sé 100 m sem samræmist vel við vindmyllur með 150 til 200 m heildarhæð, þ.e. hæð vindmylluna frá undirstöðu að enda spaða í hæstu stöðu.

ArcMap landupplýsingahugbúnaðurinn var notaður til að kortleggja viðmiðin og halda utan um þau gögn sem að greiningin byggir á og að lokum framkvæma greininguna sjálfa. ArcMap var notað til að kortleggja óbyggð víðerni út frá viðmiðum úr 5. gr. laga um náttúruvernd nr. 60/2013 m.s.br. með hliðsjón af eftirfarandi gögnum:

- Landmælingar Íslands IS50v ; mannvirki, samgöngur, vatnafar ,
- Landsnet; meginflutningskerfi raforku.
- Rarik; vefsja, dreifikerfi Rarik, notuð til hliðsjónar

ArcGis Pro var notað til að framkvæma fjölpátta greiningu, gögnin sem að greiningin byggir á eru eftirfarandi:

- Efla (WindPRO); útreiknaður meðalvindhraði.
- Efla (ArcMap); óbyggð víðerni.
- Umhverfisstofnun; friðlýst svæði, friðlýst svæði á rammaáætlun
- Aðalskipulag Fljótsdalshéraðs, Borgarfjarðar-Eystri, Seyðisfjarðar og Djúpavogs; fjar-, grann- og brunnsvæði vatnsverndar, hverfisvernduð svæði, afþreyingar- og ferðamannasvæði, þéttbýli.
- Landmælingar Íslands IS50v ; jöklar, vötn, , mannvirki, samgöngur, IslandsDem landlíkan útg. 1.0.
- Samgöngustofa; hindranafletir Djúpavogsflugvallar(uppdráttur).
- Innviðaráðuneytið; hindranafletir Egilstaðaflugvallar (uppdráttur).
- Minjastofnun Íslands; friðlýstar menningarminjar.
- Landsnet; flutningslínur og tengivirki.
- Þjóðskrá; lögheimili, frístundahús.
- Náttúrufræðistofnun; mikilvæg fuglasvæði sérstök vernd tiltekinn vistkerfa og jarðminja Skógræktin; náttúrulegt birkilendi, ræktað skóglendi

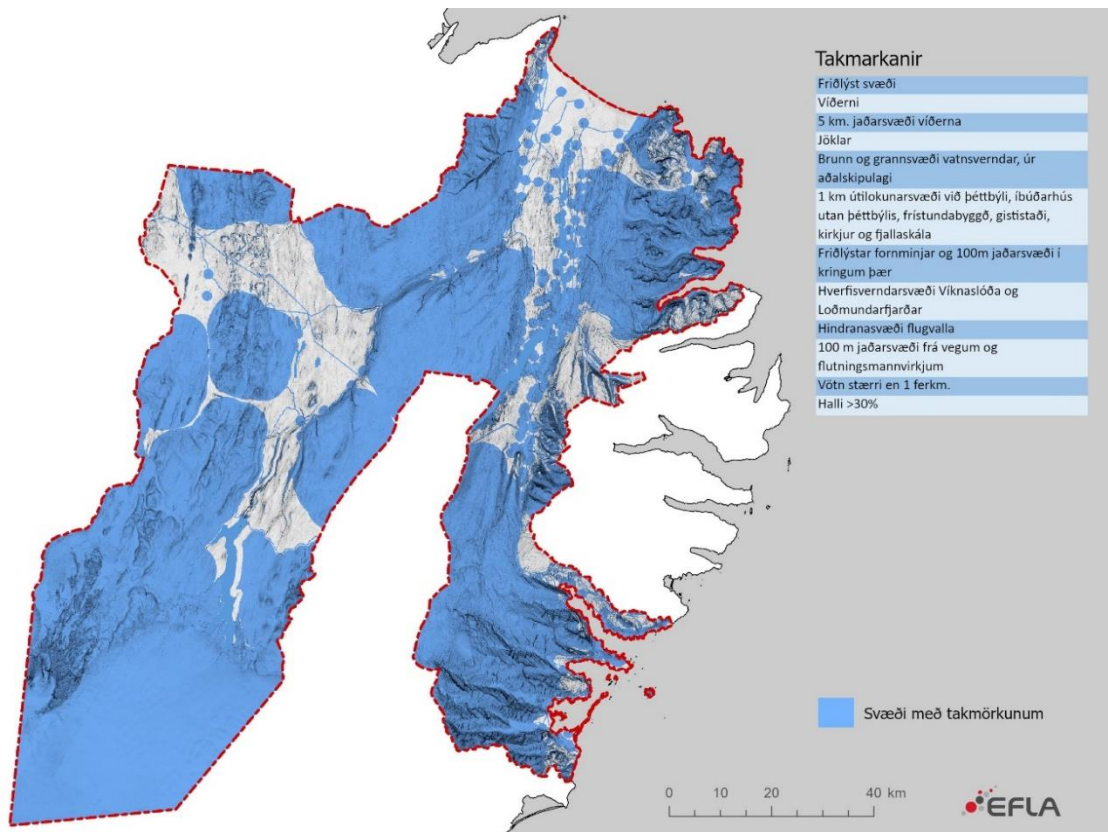
3.3 Viðmið

Vinnulag við kortlagningu viðmiða byggir á innlendum og erlendum lögum, reglugerðum og viðmiðum og sambærilegum greiningum, sem lagt var til að væri skoðaðar í tillögu Skipulagsstofnunnar að viðauka við landsskipulagsstefnu og að hluta til á matsáætlunum sem að gerðar hafa verið fyrir umhverfismat vindorkugarða á Íslandi [14]. Viðmið skiptast í takmarkanir og áhrifaþætti og er hér á eftir fjallað um þau viðmið sem að stuðst var við í þessari greiningu og forsendur þeirra.

3.3.1 Takmarkanir vegna umhverfis og samfélags

Takmarkandi þættir eru þau svæði sem valin hafa verið í samráði við Múlaþing að komi ekki til greina til virkjunar vindorku í þessari greiningu. Á meðfylgjandi korti (mynd 5) má sjá öll þau svæði innan Múlaþings sem falla undir takmarkanir en þau ná til eftirfarandi þátta:

- Friðlýst svæði
 - Þjóðgarðar, friðlönd, náttúruvætti, búsvæði, fólkvangar og landslagsverndarsvæði.
- Hverfisverndað svæði, Víkurnar og Loðmundarfjörður.
- Óbyggð víðerni skv. hugtakaskilgreiningu 5. gr. náttúruverndarlaga.
- 5 km svæði umhverfis óbyggð víðerni skv. hugtakaskilgreiningu 5. gr. náttúruverndarlaga.
- Jöklar.
- Vötn stærri en 1 km².
- Vatnsvernd, brunn- og grannsvæði.
- Svæði þar sem landhalli er yfir 30 %. Þéttbýli, íbúðarhús, frístundarhús og verslunar- og þjónustusvæði.
- 1 km svæði umhverfis þéttbýli, íbúðarhús, frístundarhús og verslunar- og þjónustusvæði.
- 0,1 km svæði umhverfis vegi og flutningsmannvirki raforkukerfisins (línur og tengivirki).
- Friðlýstar menningarminjar og 100 m friðhelgað svæði umhverfis þær
- Hindranafletir flugvalla



MYND 5. Takmarkanir, kort sem sýnir öll svæði sem falla undir takmarkanir og ná þau yfir 81 % af heildarflatarmáli sveitarfélagsins.

Kortið á mynd 5 sýnir margvíslegar upplýsingar sem sýna stöðu t.a.m. náttúruverndar og byggðar á þeim tíma sem greiningin er unnin. Með tímanum geta orðið breytingar á þessum þáttum sem geta haft áhrif á afmarkanir og ákvæði um svæði, sem aftur getur haft áhrif á afmörkun takmarkananna.

Takmarkandi svæði ná yfir 8.668 km² sem jafngildir 81 % af heildarflatarmáli Múlaþings sem er 10.668 km². Svæðið sem eftir stendur og getur nýst til vindorkunýtingar er 18 % af heildarflatarmáli Múlaþings.

Nánari umfjöllun um hvern þessara takmarkandi þátta fylgir hér á eftir.

a Friðlýst svæði

Þau friðlýstu svæði og þjóðgarðar sem hér eru tiltekin flokkast sem takmarkandi fyrir uppbyggingu vindorku, þar sem uppbygging vindlunda og stærri vindmylla samræmist ekki þeim markmiðum sem gilda um friðlýsingu svæðanna.

Friðlýst svæði á Íslandi eru rúmlega 130 talsins og má finna upplýsingar um þau á heimasíðu Umhverfisstofnunar [23]. Með friðun þeirra tryggjum við rétt okkar og komandi kynslóða til að njóta ósnortinnar náttúru. Ósnortin náttúra er takmörkuð auðlind, auðlind sem á heimsvísu fer þverrandi. Reglur um friðlýst svæði eru mismunandi og fara eftir markmiðum friðlýsingar, eðli svæðisins og samkomulagi við hagsmunaaðila.

Friðlýst svæði eru svæði sem falla undir A hluta náttúruminjaskrár og hafa verið friðlýst skv. lögum um náttúruvernd nr. 60/2013 og önnur svæði sem njóta verndar skv. sérlögum. Friðlýst svæði innan Múlaþings og ástæðu friðlýsingar má finna í töflu 2.

TAFLA 2. Friðlýst svæði innan Múlaþings.

FLOKKUN FRIÐLÝSINGAR	SVÆÐI	ÁKVÆÐI OG LÝSING
Friðland	Kringilsárrani	Allt jarðrask er bannað. Svæðið er friðland hreindýra.
Náttúruvætti og fólkvangur	Teigarhorn	Allar framkvæmdir háðar leyfi Múlaþings og markmið með friðlýsingunni er að tryggja útivistarsvæði.
Landslagsverndarsvæði /náttúruvætti	Stóruvík og svæði norðan Dyrfjalla	Markmið friðlýsingar er að vernda sérstæðar jarðminjar og landslag sem er sérstætt á landsvísu. Mannvirki skulu ekki hafa afgerandi áhrif á ásýnd svæðisins og falla sem best að svipmóti lands.
Náttúruvætti	Blábjörg á Berufjarðarströnd	Markmiðið með friðlýsingu Blábjarga sem náttúruvættis er að vernda sérstæðar jarðmyndanir sem hafa hátt fræðslu- og vísindagildi.
Búsvæði	Hálsar í Djúpavogshreppi, búsvæði tjarnaklukku	Markmið friðlýsingarinnar er að stuðla að varðveislu og viðhaldi náttúrulegs ástands tjarnanna á Hálsu og styrkja verndun eina þekktu búsvæðis tjarnaklukku hér á landi ásamt öðru lífríki svæðisins.
Náttúruvætti	Álfaborg	Álfaborg er hamraborg fram við sjó við miðjan Borgarfjörð eystri. Talið er að fjörðurinn dragi nafn sitt af borginni. Álfaborg var friðlýst sem fólkvangur árið 1976.
Þjóðgarður	Vatnajökulsþjóðgarður	Vatnajökulsþjóðgarður var stofnaður árið 2008. Hann nær yfir allan Vatnajökul og stór svæði í nágrenni hans. Sérstaða Vatnajökulsþjóðgarðs felst einkum í fjölbreytilegum landslagsformum sem samspil eldvirkni, jarðhita, jökuls og vatnsfalla hafa skapað.

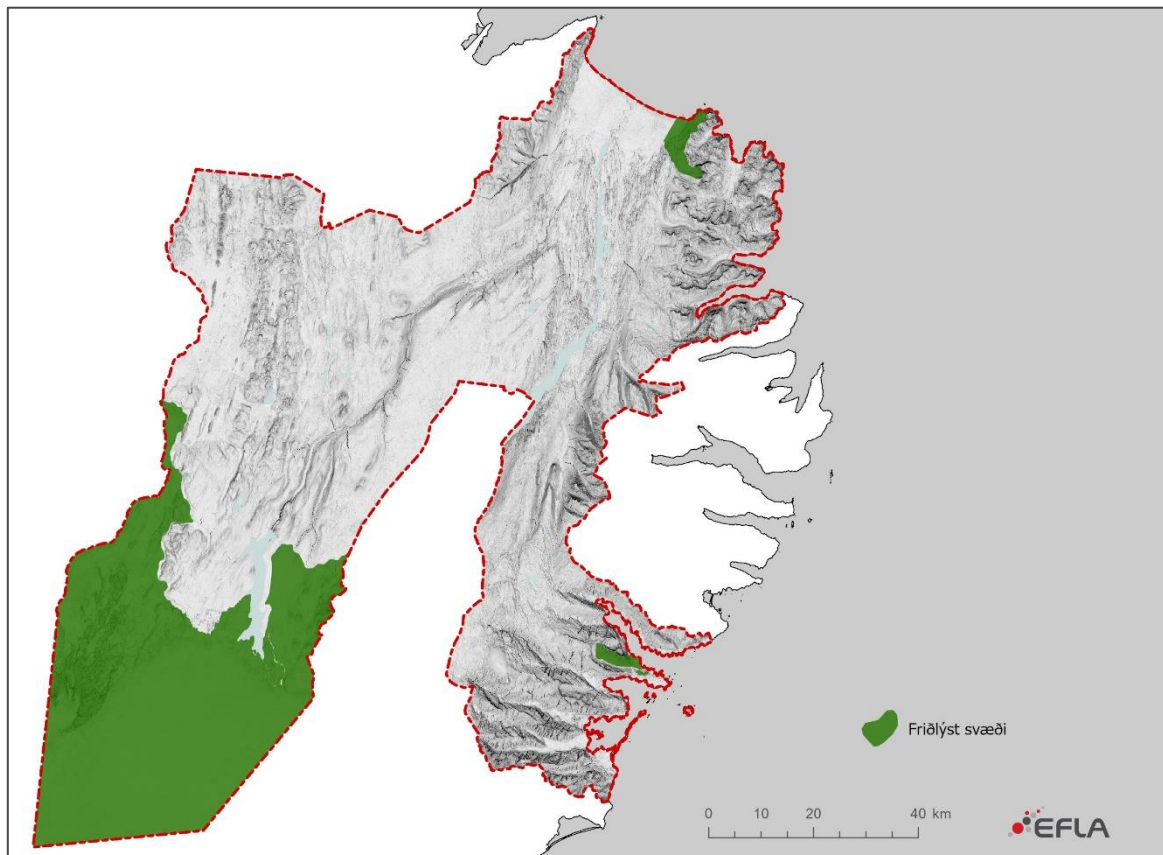
Vatnajökulsþjóðgarður er starfræktur samkvæmt lögum nr. 60/2007. Þjóðgarðurinn í heild sinni, alls 14.000 ferkílómetrar, var skráður á heimsminjaskrá UNESCO sumarið 2019 á grundvelli einstakrar náttúru hans. Þjóðgarðurinn varð þar með þriðja svæðið á Íslandi á þeirri skrá á eftir Þingvöllum og Surtsey. Hluti þjóðgarðsins er staðsettur innan Múlapingis.

Markmið með stofnun Vatnajökulsþjóðgarðs skv. lögum er m.a. að vernda náttúru svæðisins, svo sem landslag, lífríki, jarðmyndanir og menningarminjar. Í stjórnunar og verndaráætlun [24] Vatnajökulsþjóðgarðs segir m.a. að ekki þurfi stór mannvirki til að hafa mikil áhrif á ásýnd lands og að leitast verði við að halda mannvirkjum í lágmarki.

Umræða:

Vatnasvið Jökulsár á Fjöllum sem er í verndarflokki verndar- og orkunýtingaráætlunar var friðlýst þann 10. ágúst 2019 [25]. Markmið friðlýsingarinnar er að vernda vatnasvið Jökulsár á Fjöllum gegn orkuvinnslu. Verndunin nær ekki til virkjunar með vindorku og er svæðið því ekki flokkað sem takmarkandi fyrir vindorku.

Friðlandið Kringilsárrani er gríðland hreindýra og hefur verið svo frá 1975. Skoðað var hvort upplýsingar gæfu til kynna að ástæða væri til að setja frekari takmarkanir á svæði vegna hreindýra í Múlapingi, og var niðurstaðan sú að svo væri ekki fyrir greiningu á þeim skala sem hér er til skoðunar. Frekari ástæða væri til slíkra greininga fyrir einstaka vindorkukosti.

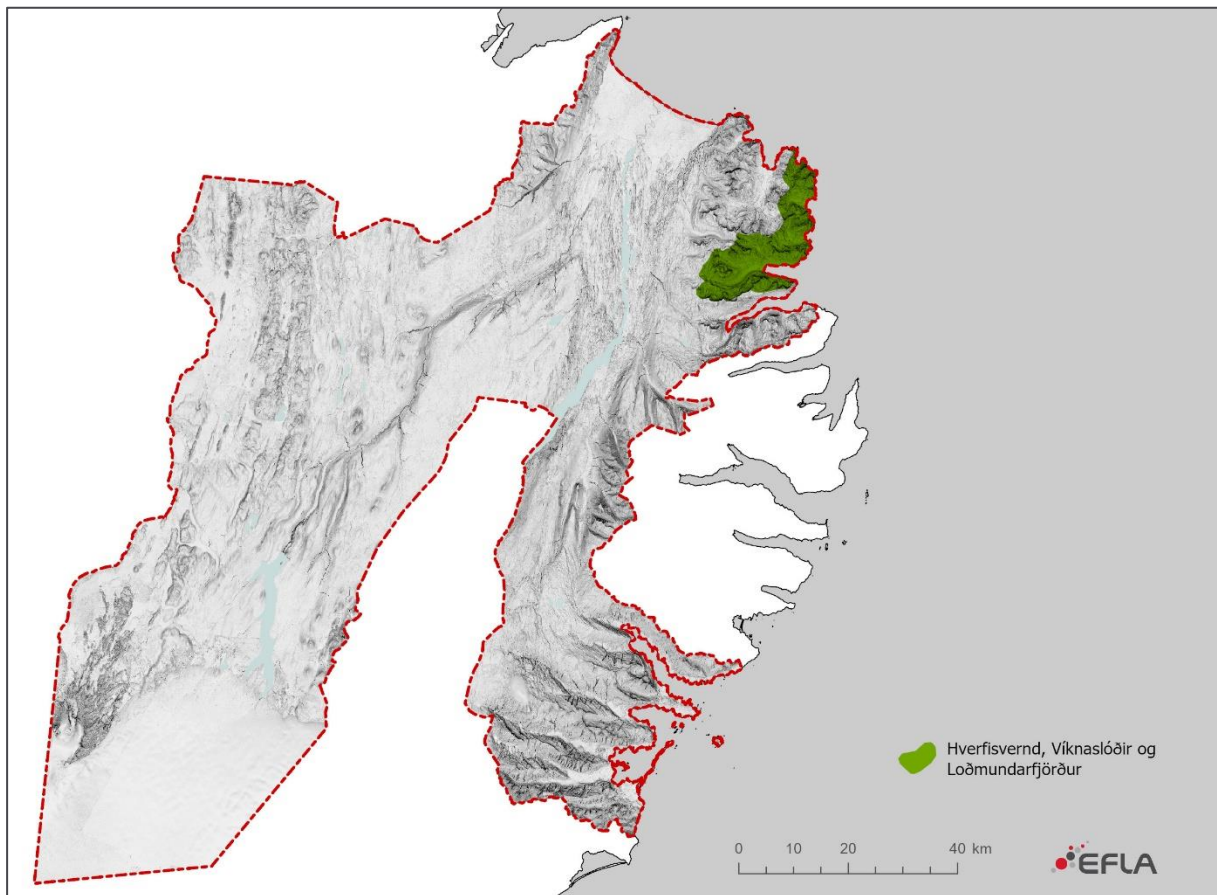


MYND 6. Friðlýst svæði innan Múlapingis skv. töflu 22.

b Hverfisverndað svæði, Víkurnar og Loðmundarfjörður

Víkurnar og Loðmundarfjörður eru takmarkandi fyrir uppbyggingu vindorku þar sem uppbygging vindlunda og stærri vindmylla samræmist ekki markmiðum með hverfisverndun svæðisins.

Í aðalskipulagi Borgarfjarðarhrepps, sem nú er hluti af Múlaþingi, er svæði sem í daglegu tali er kallað Víkurnar undir hverfisvernd. Svæðið nær yfir Brúnavík, Hvalvík, Breiðuvík, Húsavík og Loðmundarfjörð, og landsvæði upp af þeim. Í aðalskipulagi eru reglur settar um hverfisverndarsvæðið sem takmarka mjög allar framkvæmdir. Nauðsynlegar framkvæmdi, s.s. til að bæta aðstöðu til móttöku ferðamanna eru heimilar, en mannvirkjagerð, efnistaka og jarðrask er háð samþykki umsjónaraðila og sveitarstjórnar. Að frumkvæði skipulagsnefndar Múlaþings er svæðið flokkað sem takmarkandi.



MYND 7. Hverfisverndað svæði, Víkurnar og Loðmundarfjörður.

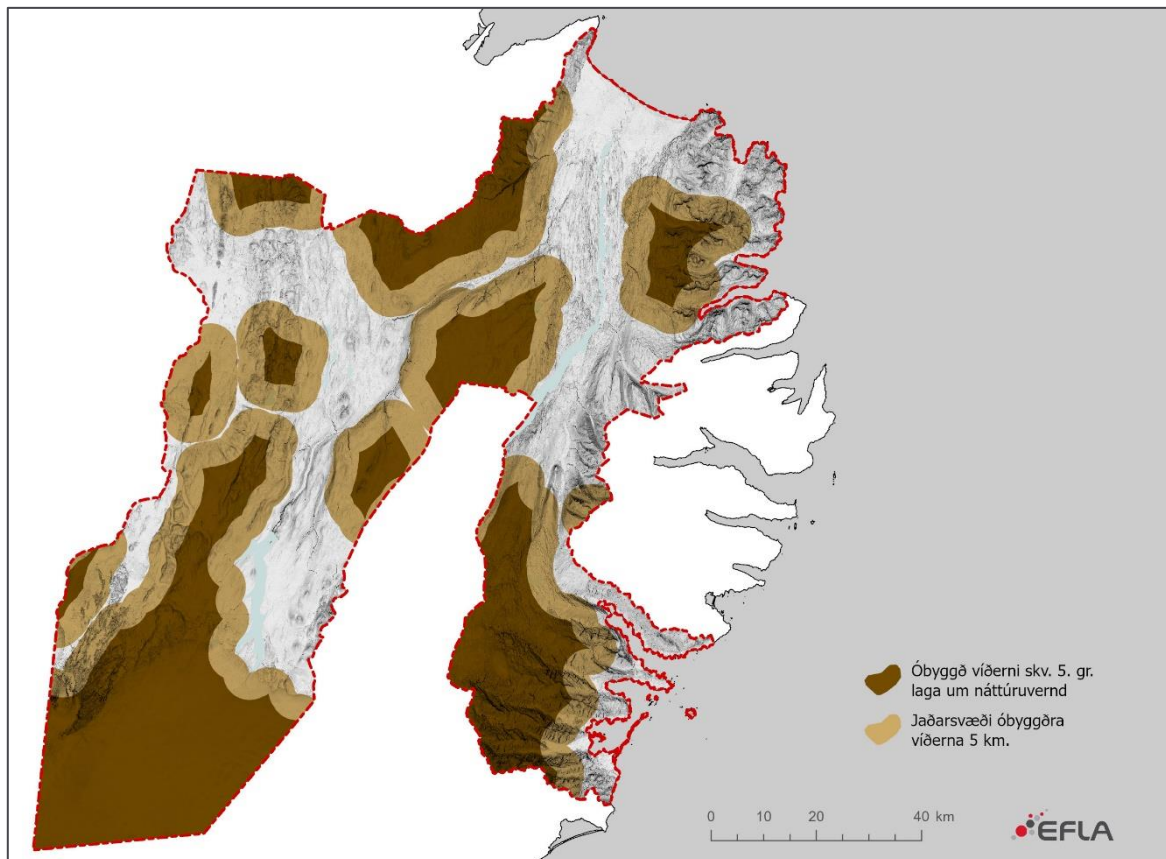
c Óbyggð víðerni og 5km fjarlægð umhverfis óbyggð víðerni skv. hugtakaskilgreiningu 5. gr. náttúruverndarlaga

Óbyggð víðerni skv. hugtakaskilgreiningu 5. gr. náttúruverndarlaga eru hér takmarkandi fyrir uppbyggingu vindorku bæði innan og utan miðhálandisins. Uppbygging stærri vindmylla eða vindorkugarða yrði framandi í landslaginu og inngríp inn í íslenskt landslag af stærðargráðu sem hingað til hefur ekki þekkt. Þar sem uppbygging vindorkuvera í innan við 5 km fjarlægð frá óbyggðum víðernum myndi leiða til skerðingar á þeim, þá falla þau jaðarsvæði einnig undir takmarkanir.

Í náttúruverndarlögum er almenn áhersla á að standa vörð um óbyggð víðerni landsins. Í landsskipulagsstefnu er sett fram stefna stjórnvalda um að þess skuli gætt að mannvirki á miðhálandinu skerði víðerni sem minnst. Ekki hefur verið sett formleg stefna um víðerni utan miðhálandisins.

Samkvæmt 5. gr. í lögum um náttúruvernd nr. 60/2013 eru óbyggð víðerni skilgreind sem „svæði í óbyggðum sem er að jafnaði a.m.k. 25 km² að stærð eða þannig að hægt sé að njóta þar einveru og náttúrunnar án truflunar af mannvirkjum eða umferð vélknúinna farartækja og [að jafnaði] í a.m.k. 5 km fjarlægð frá mannvirkjum og öðrum tæknilegum ummerkjum, svo sem raflinum, orkuverum, miðlunarlónum og uppbyggðum vegum“ [26]. Í landsskipulagsstefnu 2015-2026 er Skipulagsstofnun og Umhverfisstofnun falið að ákveða nánari viðmið fyrir mat á umfangi víðerna og móta almennar reglur um hvernig standa skuli að kortlagningu þeirra. Sú vinna er hafin en henni er ekki lokið og stefnt er að ljúka kortlagningunni 2023. Þá hefur umhverfis- og auðlindaráðherra falið Skipulagsstofnun að setja fram viðmið fyrir greiningu á óbyggðum víðernum í viðauka í gildandi landsskipulagsstefnu sem ætti við um víðerni almennt, en ekki eingöngu á miðhálandinu.

Gera þarf greinarmun á svæðum sem hafa verið friðlýst sem óbyggð víðerni á grundvelli 46. gr. náttúruverndarlaga og svæðum sem hafa tiltekna landslagseiginleika og teljast því vera óbyggð víðerni, sbr. hugtakaskilgreiningu í 5. gr. náttúruverndarlaga. Á meðfylgjandi korti er afmörkunin skv. hugtakaskilgreiningunni og er kortlagningin unnin af EFLU. Miðað er við 5 km fjarlægð frá mannvirkjum og öðrum tæknilegum ummerkjum, svo sem raflinum, orkuverum, miðlunarlónum og þjóðvegum. Gangnamannakofar, fjallaskálar og slóðar skerða ekki víðerni.



MYND 8. Óbyggð víðerni skv. 5. grein náttúruverndarlaga og 5 km jaðarsvæði umhverfis þau. Tilgátukort EFLA.

Umræða:

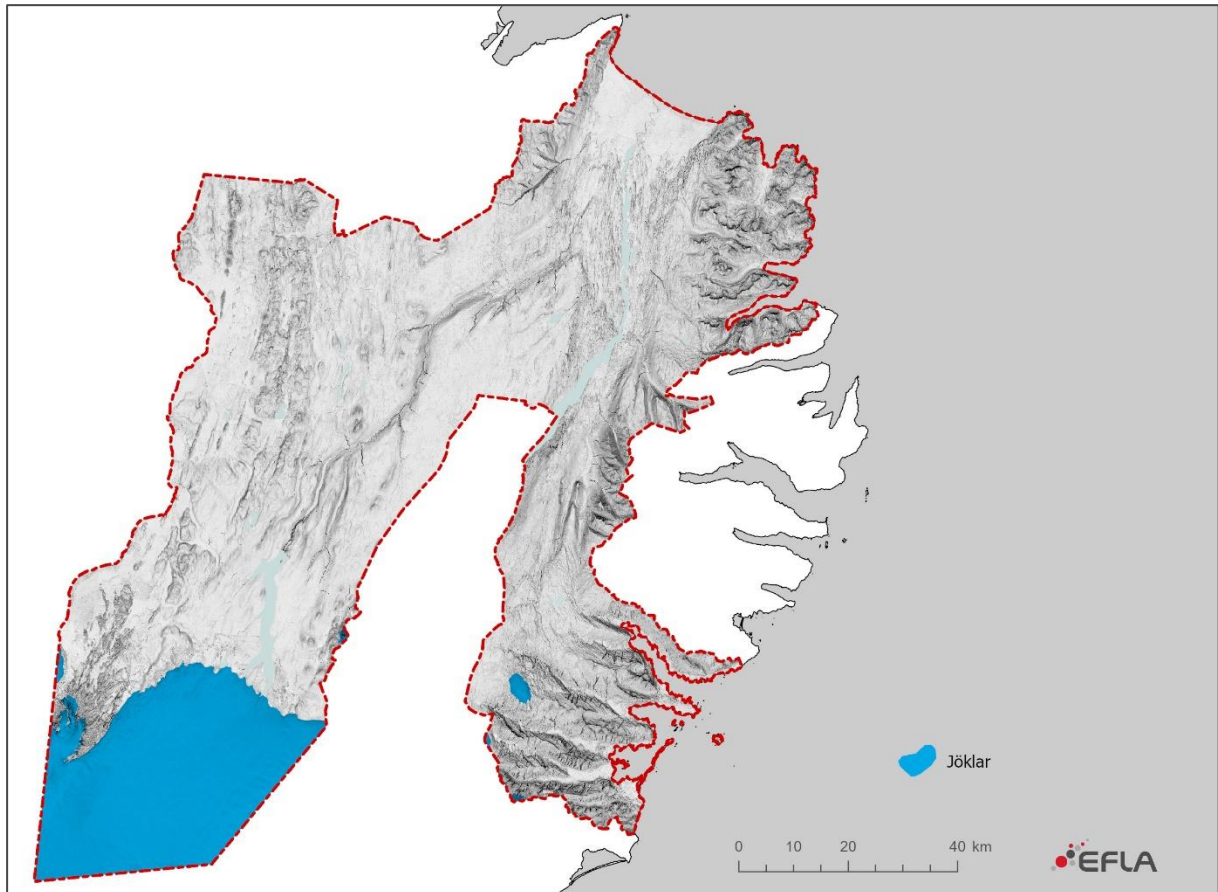
Víðerni takmarka stór landssvæði í Múlaþingi frá nýtingu vindorku, miðað við þá afmörkun sem hér er sýnd. Í kafla um niðurstöðu vindorkugreiningarinnar er umræða um áhrif þess að hafa óbyggð víðerni og áhrif þess sýndi á korti. Sú umræða er sett fram t.a.m. vegna þess að engin opinber kortlagning á óbyggðum víðernum liggur fyrir, mikil umræða er um við hvað skal miða við afmörkun þeirra og vegna þess að ekki hefur verið sett fram formleg stefna stjórnvalda um víðerni utan miðhálandisins þó almenn áhersla í náttúruverndarlögum um að standa vörð um óbyggð víðerni landsins sé skýr.

Í afmörkun víðerna hér er unnið með hugtakaskilgreininguna í 5. gr. náttúruverndarlaga. Eins og fram hefur komið er ekki til nein ein kortlagning á víðernum sem allir nota. Kortlagning sem hér er notuð er mjög áþekkt kortlagningu Umhverfisstofnunar frá 2009 sem unnin var út frá Náttúruverndarlögum. Síðan hafa verið unnin rannsóknarverkefni þar sem viðmið hafa verið til umfjöllunar og ný kortlagning hefur litið dagsins ljós. Sú kortlagning og þau viðmið sem þar eru notuð er þó ekki í samræmi við náttúruverndarlög og á meðan það ósamræmi er þá er í verkefninu hér valið að miða við kortlagningu sem byggir á lögunum. Þegar fyrir liggja ný viðmið frá stjórnvöldum þá geta orðið breytingar á þessum þáttum sem hafa áhrif á afmarkanir og ákvæði um óbyggð víðerni. Kort Umhverfisstofnunar frá 2009 má finna í greinargerð með tillögu að aðferðarfræði við kortlagningu víðerna sem unnin var af rannsóknarsetrinu á Hornafirði að undirlagi Skipulagsstofnunar [27]. Árið 2021 gaf rannsóknarsetrið út skýrsluna „Óbyggð víðerni á Íslandi – greining og kortlagning á landsvísu“ [28] og má þar sjá tilgátukort að kortlagningu óbyggðra víðerna með aðferðafræði, ásamt fleiri upplýsingum. Þá má nefna nýlega kortlagningu Wildland Research Institute fyrir Náttúruverndarsamtök Íslands, Samtök um náttúruvernd á Norðurlandi, Skrauta og Unga Umhverfissinna [29].

d Jöklar

Svæði á jöklum eru takmarkandi fyrir uppbyggingu vindorku þar sem uppbygging vindorkuvera og stærri vindmylla yrði framandi í landslaginu og ætti ekki við.

Hluti Vatnajökuls og Hofsjökuls og allur Þrándarjökull eru staðsettir innan Múlaþings. Vatnajökull er allur innan Vatnajökulsþjóðgarðar. Auk þess sem staðsetning vindorkuvera á jökli er neikvæð vegna umhverfissjónarmiða þá væri tæknilega óhagkvæmt að reisa vindmyllur á jöklum.

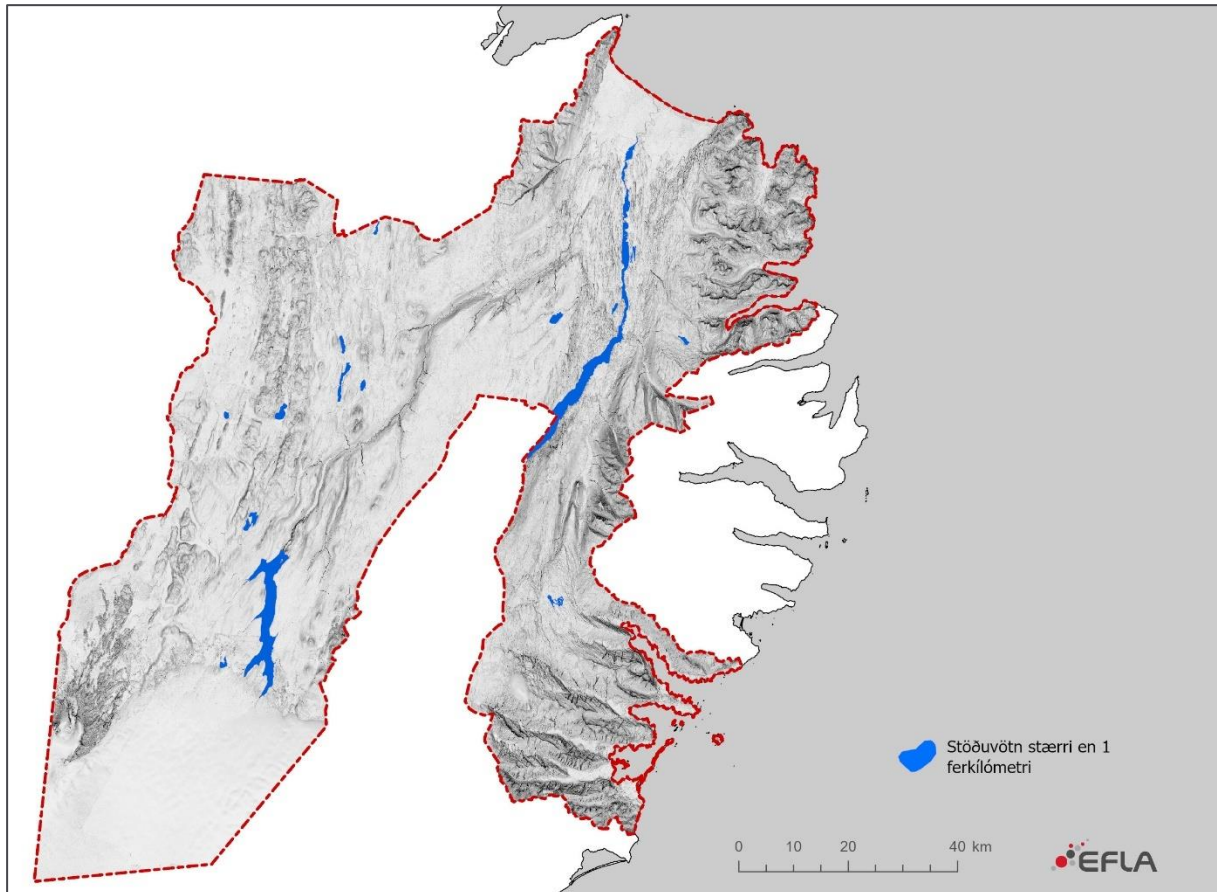


MYND 9. Jöklar í Múlaþingi.

e Vötn stærri en 1 ferkílómeter.

Vötn stærri en 1 km² eru talin takmarkandi fyrir uppbyggingu vindorkuvera í þessari greiningu vegna áhrifa á umhverfið t.a.m. sjónrænna áhrifa og óhagkvæmni þess að reisa vindorkuver á vatni.

Ákveðið var að stöðuvötn sem að eru 1 km² eða stærri að flatarmáli væru takmarkandi út frá umhverfis forsendum og þeim forsendum að tæknilega er óhagkvæmara að reisa og reka vindmyllur á vatni en landi.



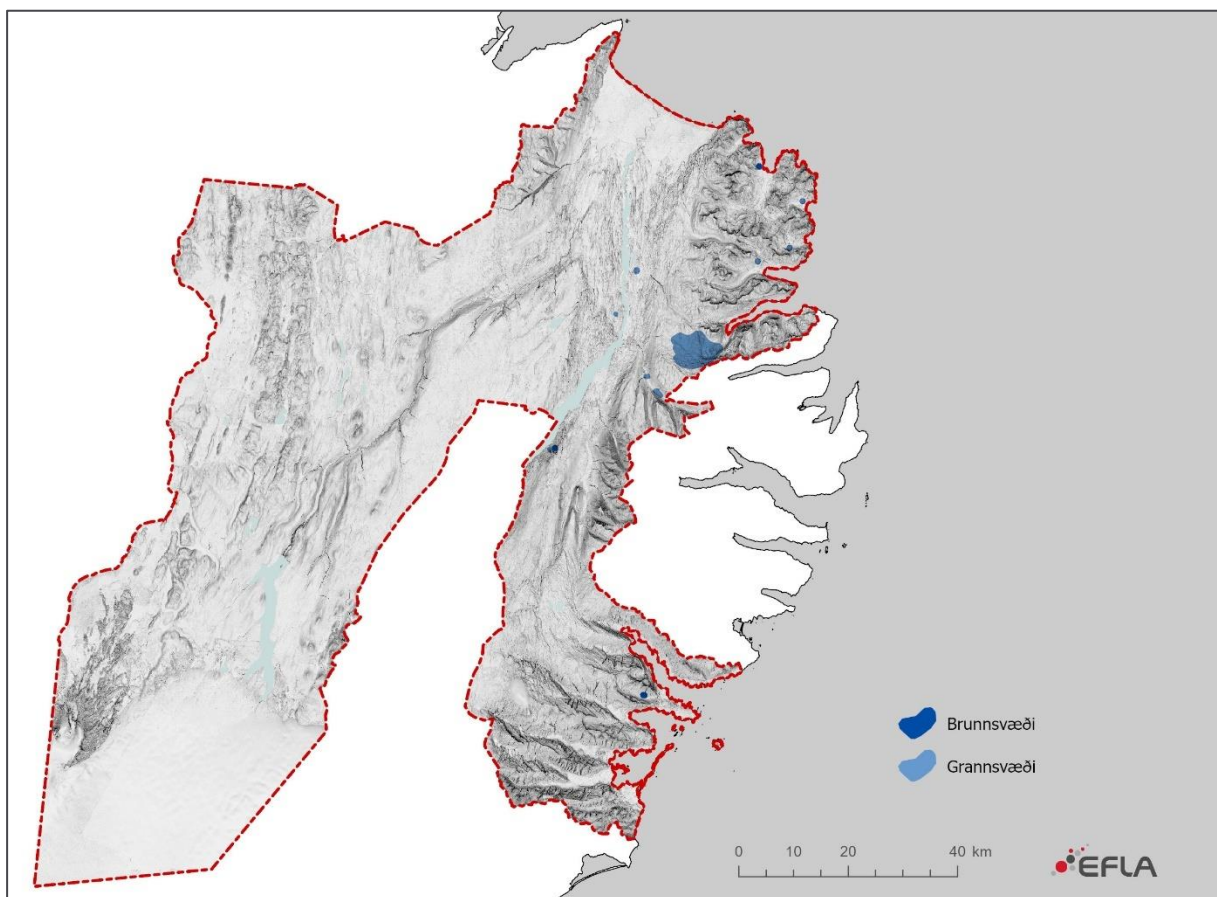
MYND 10. Stöðuvötn í Múlaþingi sem eru stærri en 1 km².

f Vatnsvernd, brunn og grannsvæði

Brunn- og grannsvæði vatnsverndar eru takmarkandi þar sem framkvæmdir aðrar en þær sem að eru nauðsynlegar fyrir vatnsöflun vatnsveitna eru þar óheimilar.

Umhverfis hvert vatnsból er skilgreint verndarsvæði sem að skiptist í brunnsvæði, grannsvæði og fjarsvæði. Samkvæmt reglugerð um varnir gegn mengun vatns nr. 769/1999, m.s.br., skal brunnsvæði vatnsverndar vera algjörlega friðað fyrir óviðkomandi umferð og framkvæmdum öðrum en þeim sem nauðsynlegar eru vegna vatnsveitunnar. Innan grannsvæðis skal notkun á hættulegum efnum vera bönnuð sem og birgðageymsla slíkra efna. Ekki skal leyfa nýjar byggingar á grannsvæðum og vegagerð skal vera undir ströngu eftirliti. Fjarsvæði eru flokkuð sem áhrifabáttur og er umfjöllun um þau í kafla 3.3.3.

Gögn um brunn- og grannsvæði eru fengin úr aðalskipulagi sveitarfélaganna sem sameinuðust í Múlaþingi og takmarkast þar af leiðandi af þeirri skráningu sem aðalskipulögin byggja á. Öll stærri brunn- og grannsvæði eiga að vera kortlögð en mögulega hafa lítil brunnsvæði tengd vatnsöflun í dreifbýli ekki verið kortlögð.

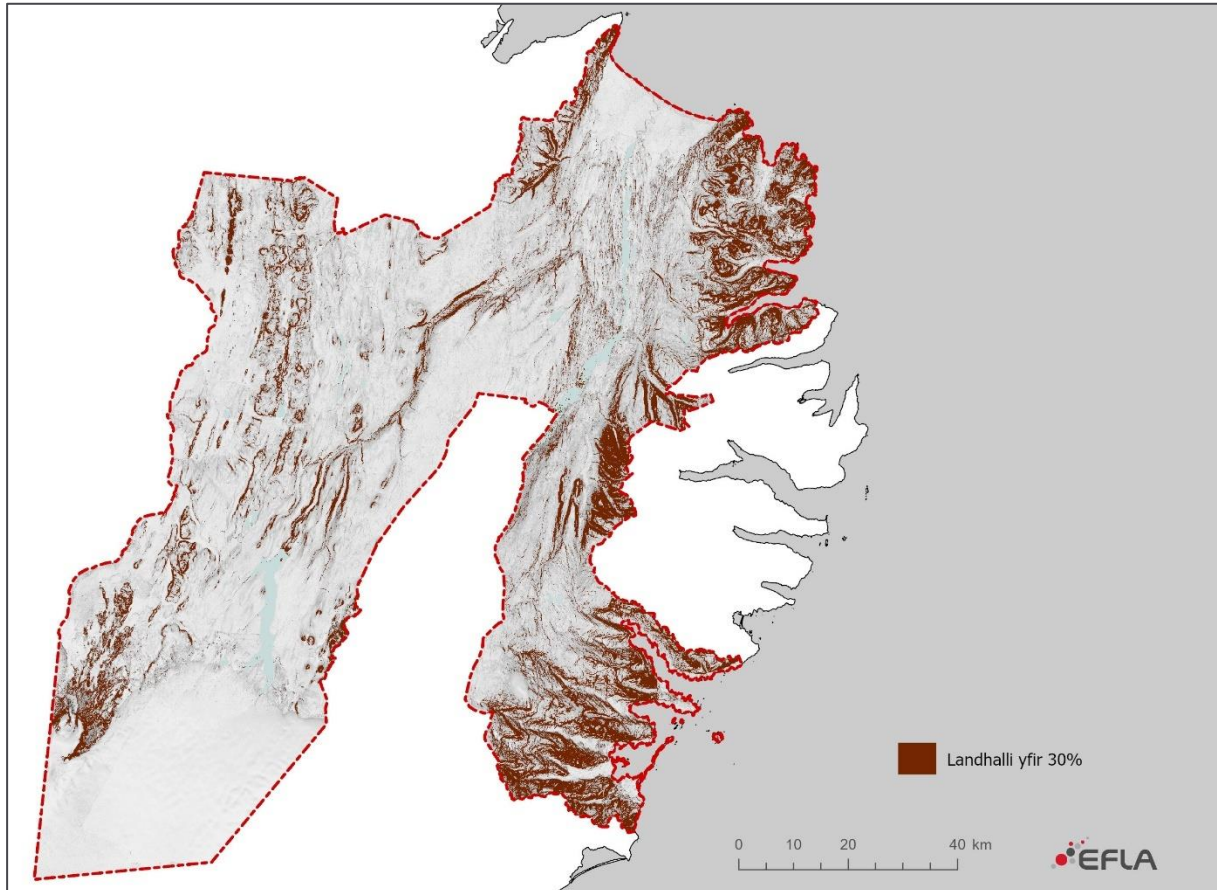


MYND 11. Brunn- og grannsvæði vatnsverndar úr aðalskipulögum þeirra sveitarfélaga sem sameinuðust í Múlaþingi.

g Svæði þar sem landhalli er yfir 30%.

Landslag þar sem landhalli fer yfir 30% er talið takmarkandi fyrir uppsetningu á vindmyllum þar sem að það getur reynist krefjandi eða nær ómögulegt að reisa vindmyllur í slíkum landhalla

Landhalli er reiknaður út frá ÍslandsDem útg. 1.0 landlíkaninu. Landhalli yfir 30% er skilgreindur sem útilokandi þáttur vegna tæknilegra erfiðleika við að reisa og reka vindmyllur í slíkum halla.



MYND 12. Svæði þar sem landhalli er yfir 30%.

h Þéttbýli, íbúðarhús, frístundarhús, verslunar- og þjónustusvæði, vegir og flutningsmannvirki raforkukerfisins (línur og tengivirki) og útilokunarsvæði þeirra.

Skilgreind svæði þéttbýlis, íbúðabyggðar, frístundarbyggðar, verslunar og þjónustu eru takmarkandi m.t.t. hljóð- og sjónrænna áhrifa og til öryggis vegna fallhættu og ískasts. Dreginn er 1 km radíus í kring um þéttbýli, verslunar- og þjónustusvæði, gistihús, kirkjur, skála, íbúðarhús í dreifbýli og frístundabyggð vegna mögulegra áhrifa vegna hljóðvistar, sjónrænna áhrifa, skuggaflökts, fallhættu og ískasts frá vindmyllum eða vindorkuverum.

Afmarkað er 100 metra öryggissvæði umhverfis vegi, flutningslínur og tengivirki raforku sem er takmarkandi.

Svæði sem flokkast sem þéttbýli, íbúðarhús, frístundarhús, verslun og þjónusta úr aðalskipulagi og úr IS50 grunni Landmælinga Íslands eru takmarkandi bæði út frá öryggissjónarmiðum ef vindmylla skyldi falla auk þeirrar hljóð- og sjónrænu truflunar sem þær geta valdið, sjá eftirfarandi umfjöllun.

Hljóðvist: Vindmyllur gefa frá sér reglubundin hljóð sem myndast við óstöðugan lofthraða vegna snúnings blaðanna, hátíðni hljóð vegna iðustraua (gustar) og hljóð frá mekanískum pörtum vindmyllunnar svo sem frá gírboxi, rafali, drifum og fleiru. Samkvæmt 11. kafla byggingareglugerðar um hljóðvist skulu byggingar og önnur mannvirki vera þannig hönnuð að heilsu sé ekki spillt af völdum hávaða og óþægindum af hans völdum sé haldið í lágmarki. Enn fremur skal tryggt að fólk í næsta nágrenni geti sofið, hvílst og starfað við eðlileg skilyrði [30].

Skv. reglugerð um hávaða nr. 724/2008 kemur fram að mörk hávaða frá atvinnustarfsemi við húsvegg skuli eigi vera hærrí en:

- 40 dB(A) að nóttu til við íbúðarhúsnæði [31].
- 35 dB(A) að nóttu við frístundarbyggð [31].

Í leiðbeiningum Skipulagsstofnunar *Um skipulag og vindorkunýtingu* [15] er vísað til þess að í „1,0 til 1,5 km fjarlægð frá vindorkuverum er hljóðstyrkurinn kominn niður fyrir 40 dB, sem skilgreind eru fyrir kyrrlát svæði utan þéttbýlis í reglugerð um hávaða, en það eru svæði sem ætluð eru til útivistar.“ Þessi viðmið eru fengin úr umhverfismatsferli Búrfellslundar [32], þar sem til umfjöllunar voru allt að 150 m háar vindmyllur. Út frá hljóðvist er hér ákveðið að takmarka alveg svæði í kring um byggð sem nemur 1 km og en taka sérstaklega til skoðunar svæði sem ná frá 1 til 2 km frá byggð og skilgreina þau sem áhrifaþætti sem fá lága hæfiseinkunn en eru ekki útilokuð (sjá kafla 3.3.3). Þetta er gert til að taka tillit til þeirra röskunar sem getur orðið á byggð í nálægð við vindmyllur sökum truflunar við hljóðvist en á sama tíma er ekki verið að takmarka óþarflega stórt svæði þar sem að áhrif á hljóðvist fer eftir ýmsum þáttum s.s. eins og landslagi auk stærðar og tegundar vindmyllum.

Skuggaflökt: Skuggaflökt verður þegar að spaðar vindmyllu snúast og skyggja með ákveðnum takti á sólarljós. Áhrif skuggaflökts veltur á ýmsum þáttum svo sem vindátt, landslagi og stærð vindmyllu. Í dæmum úr umhverfismatsskýrslum í Skotlandi og Írlandi hafa orðið til þau viðmið að líkur á skuggaflökki séu mjög lágar frá vindmyllu þegar fjarlægð er orðin meiri en 10x þvermál hringsins sem vindmyllu spaðarnir spanna [33] [34]. Það er mælt með því, í ljósi rannsókna, að skuggaflökt skuli ekki vara lengur en 30 mínútur daglega og fari ekki yfir 30 klst á ári fyrir íbúðir eða vinnustaði í innan við 500 m fjarlægð frá vindmyllu [35]. Engin viðmið eru til hér á landi vegna skuggaflökts. Miðað við þær

vindmyllur sem hafa verið í rekstri á Íslandi og stærstu vindmyllurnar sem eru til skoðunar getur þvermál spaða líklegra vindmyllutegunda verið á milli 45 m og 160 m. Út frá þeim lengdum er hægt að áætla að áhrif skuggaflökts geti varað á milli 0,45 km til 1,6 km. Ákveðið var því að takmarkanir vegna skuggaflökts fylgi takmörkunum vegna hljóðvistar. Þ.e. að 1 km svæði umhverfis byggð falli innan takmarka, en tekin séu sérstaklega til skoðunar svæði sem eru í 1-2 km fjarlægð frá byggð og skilgreina þau sem áhrifaþætti sem fá lága einkunn.

Ljós og litamerkingar: Háar vindmyllur skulu merktar með litamerkingu og hindranaljósum í samræmi við heildarhæð vindmyllunnar. Samgöngustofu hefur samkvæmt ákvörðun sinni nr. 1/2019 [36] sett viðmið um lýsingu og merkingu hindrana vegna flugöryggis utan áhrifasvæðis flugvalla þar sem vindmyllur yfir 60 m hæð skulu merktar með litamerkingu og myllur yfir 100 m hæð skulu hafa bæði litamerkingu og hindranaljós. Samkvæmt 11 gr. mega hindrunarljósin þó vera þess eðlis að slökkt sé á þeim að jafnaði en þau skuli „vera kveikt eigi síðar en þegar flug er í 1500 m fjarlægð frá [vindmyllunni]“ [36]. Áhrif á sýnileika mylla vegna ljósa eru hér ekki talin fara umfram þær fjarlægðar takmarkanir sem skilgreindar eru vegna hljóðvistar og skuggaflökts.

Öryggi – fallhætta og ískast: Ef vindmyllur falla vegna galla, áverka eða annarra orsaka þá skapa þær hættu í nærumhverfi sínu. Einnig getur orðið ískast frá vindmyllum þegar ísing myndast á vindmylluspöðum. Vegna þessa er ekki æskilegt að reisa vindmyllur of nálægt byggð eða mikilvægum innviðum s.s. flutningsmannvirkum og vegum. Í Danmörku er miðað við að lágmarksfjarlægð vindmyllu frá byggð sé 4 sinnum heildarhæð vindmyllunnar. Fyrir vegi er miðað við að vindmyllur skuli ekki vera nær vegum en sem nemur 1-1,7x heildarhæð vindmyllunnar og fjarlægð vindmylla frá loftlínunum sé a.m.k. 1x heildarhæð vindmyllunnar plús 15 auka metrar. Fyrir fjarlægð vindmylla frá jarðstrengjum er miðað við 50 m [37].

Hæstu vindmyllur sem að hafa verið til skoðunar hér á landi eru 200 m háar upp í hæsta punkt spaða og því væri vert að hafa þá hæð til hliðsjónar við val á fjarlægðum frá mikilvægum innviðum. Vindmyllur geta þó einnig verið lægri en 200 m og því er ekki vert að útiloka of stór svæði á þessu stigi. Valið er að takmarka (útiloka) 100 m umhverfis mikilvæga innviði en svæði sem ná frá 100 m til 200 m frá innviðunum eru skilgreind sem áhrifaþáttur innan umhverfis- og samfélagsþátta sem fá lága einkunn en skoða skal þessi svæði sérstaklega fyrir hvern virkjunarkost fyrir sig.

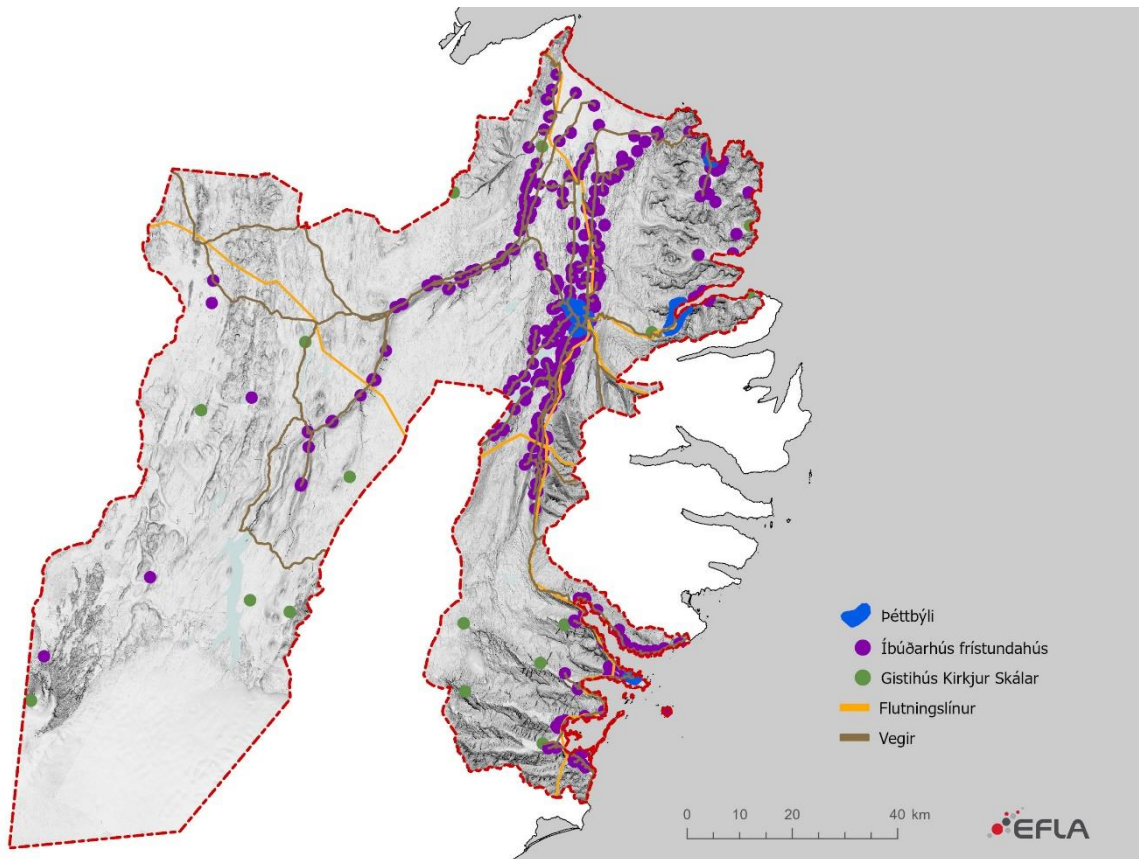
Sjónræn áhrif: Sýnileiki er talinn vera einn af helstu umhverfisáhrifum vindorkugarða en vindmyllur eru stór mannvirki og oftast en ekki staðsett á opnum og vel sýnilegum svæðum. Sýnileiki vindmyllna fer eftir ýmsum breytum sem t.d. fylgja hönnunar forsendum og endanlegri staðsetningu vindorkuveranna. Í Skotlandi eru svæði innan 2,0 km frá þéttri byggð ekki skilgreind sem takmarkandi en skoða þarf þau sérstaklega fyrir hvern vindorkukost þar sem að innan þessar fjarlægðar eru vindmyllur líklegar til að vera mjög áberandi í landslaginu [35] [38]. Áhrif sýnileika þarf því að skoða sérstaklega fyrir hvern vindorkukost og ekki er ráðlagt að meta hann heildrænt fyrir stórt landsvæði eins og hér er til skoðunar. Því var ákveðið að takmarkanir vegna sýnileika fylgi takmörkunum vegna hljóðvistar.

Samantekt, áhrif á byggð og innviði: Út frá forsendunum hér að ofan má því skipta svæðum umhverfis byggð og innviði í tvennt, í takmarkandi svæði og síðan í öryggissvæði sem eru skilgreind sem áhrifaþættir og eru til umfjöllunar í kafla 3.3.3. Viðmið fyrir takmarkandi svæði eru sýnd i töflunni hér á eftir.

TAFLA 3. Takmarkandi svæði vegna áhrifa vegna hljóðvistar, sýnileika, skuggaflökts og öryggis.

TAKMARKANDI SVÆÐI	Í KRING UM
0,0 til 1,0 km	Þéttbýli
	Frístundabyggð
	Íbúðahús (utan þéttbýlis)
	Fjallaskála
0,0 til 0,1 km	Kirkjur (utan þéttbýlis)
	Vegir (utan þéttbýlis)
	Flutningsmannvirki (utan þéttbýlis)

Á korti hér fyrir neðan má sjá alla byggð og innviði í sveitarfélaginu ásamt þeim takmörkunum sem lagðar eru fram hér fyrir ofan.



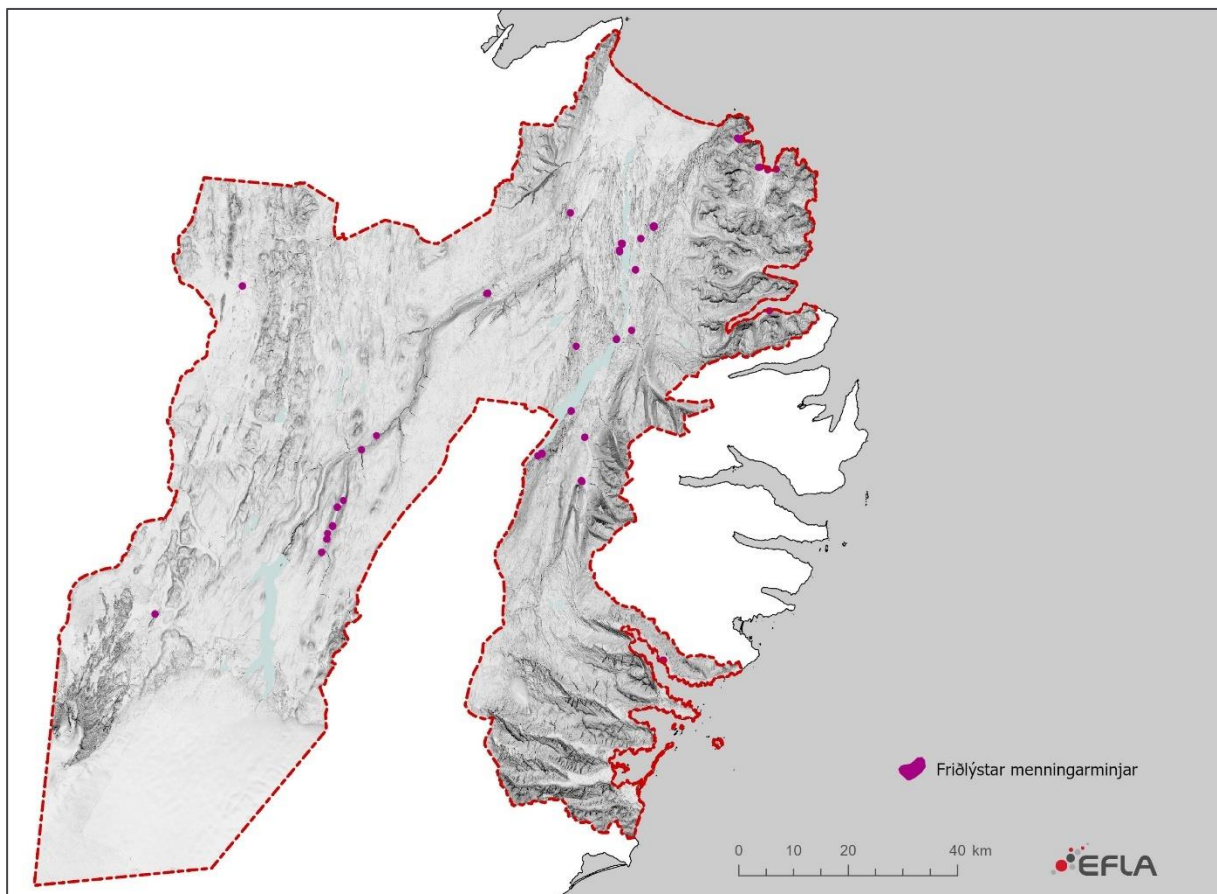
MYND 13. Takmarkanir vegna hljóðvistar, sýnileika, skuggaflökts og öryggis.

i Friðlýstar menningarminjar og friðhelgað svæði umhverfis þær

Friðlýstar menningarminjar eru takmarkandi fyrir uppbyggingu vindorku í samræmi við lög og reglugerðir.

Hluti fornleifa hefur verið friðlýstur sérstaklega og hér er miðað við að þær séu takmarkandi fyrir vindorkuver. Umhverfis friðlýstar fornleifar er 100 metra friðhelgað svæði út frá ystu sýnilegu mörkum þeirra

Friðlýstum menningarminjum er oft ruglað saman við friðaðar menningarminjar. Menningarminjar sem eru eldri en 100 ára teljast til fornleifa og eru sjálfkrafa friðaðar og umhverfis þær er 15 metra friðhelgað svæði, en ekki 100 m eins og er í kringum friðlýstar menningarminjar. Hvers konar röskun, byggingarframkvæmdir eða aðrar framkvæmdir á fornleifum og á friðhelguðu svæði umhverfis þær eru óheimilar án leyfis Minjastofnunar Íslands. Við undirbúning framkvæmda eru menningarminjar kortlagðar og lagt mat á verndargildi þeirra. Samkvæmt lögum um menningarminjar [39] teljast þær vera „ummerki um sögu þjóðarinnar, svo sem forminjar, menningar- og búsetulandslag, kirkjugripir og minningarmörk, hús og önnur mannvirki, skip og bátar, samgöngutæki, listmunir og nytjahlutir, svo og myndir og aðrar heimildir um menningarsögu þjóðarinnar“.



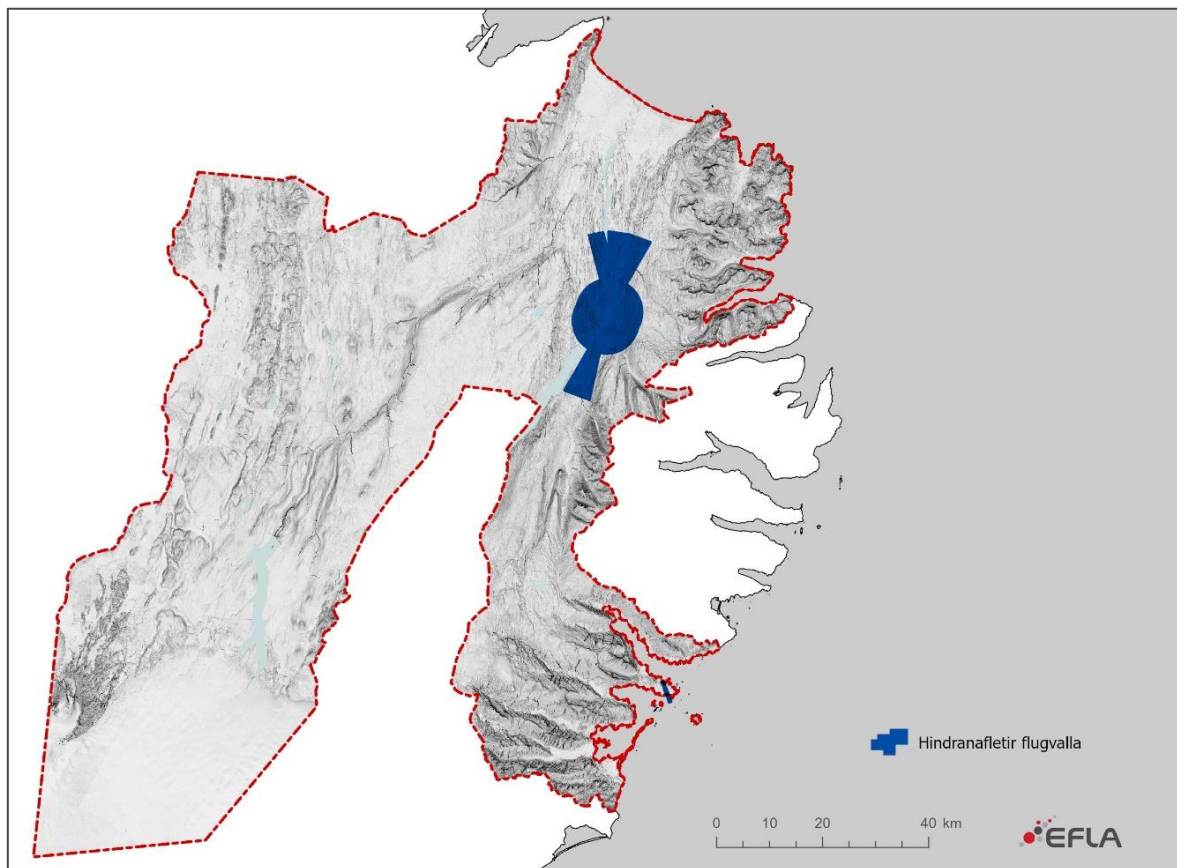
MYND 14. Friðlýstar menningarminjar í Múlaþingi

j Hindranafletir flugvalla

Hindranafletir flugvalla eru takmarkandi fyrir uppbyggingu vindorku af öryggisástæðum með tilvísun í lög og reglugerðir.

Umhverfis flugvelli eru skilgreindir hindranafletir sem fela í sér hæðartakmarkanir á hvers konar mannvirkjum eða gróðri innan og í nágrenni við flugvallasvæðið og áhrifasvæði þess. Hindranafletirnir og skilgreining þeirra byggir á alþjóðlegum skuldbindingum (Chicago samningnum), lögum um loftferðir nr. 60/1998 og reglugerð nr. 464/2007 um flugvelli. Hindranafletir flugvallarins á Egilsstöðum eru sérstaklega stórir vegna þess að flugvöllurinn getur tekið við millilandaflugi.

Á mynd 15 má sjá hindranafleti flugvallarins á Egilsstöðum og afmörkun flugvallarins á Djúpavogi. Í greiningunni er miðað við allt svæði innan hindranaflatarins. Þegar komið er út fyrir skilgreindan hindranaflöt ættu vindmyllur ekki að vera hindranir. Vindmyllur geta truflað kerfi sem nota rafsegulbylgjur svo sem ratsjár og því er þörf á því að skoða flugfræðileg atriði og truflanir á rafkerfum sérstaklega fyrir hvern vindorkukost. Truflun kerfa sem að nota rafsegulbylgjur er því ekki tekinn inn í þessa greiningu.



MYND 15. Hindranafletir Egilsstaðflugvallar og flugvallarins á Djúpavogi.

3.3.2 Tæknilegir áhrifaþættir

Tæknilegir áhrifaþættir gefa hugmynd um hversu vel svæði henta til virkjunar vindorku og er þeim gefin hæfiseinkunn á bilinu 1 (svæði sem henta illa) til 5 (hentug svæði).

Tæknilegu áhrifaþættirnir sem að er horft til í þessari greiningu eru:

- Meðalvindhraði
- Fjarlægð safnstöðvar frá tengipunkt við flutningskerfið
- Fjarlægð frá vegum
- Landhalli
- Hæð lands yfir sjávarmáli

Fyrir hvern þátt er útbúinn skali út frá lágmarks- eða hámarksgildum viðkomandi þáttar sem fengin voru ýmist úr íslenskum eða erlendum fordæmum, eða viðmiðum innan Múlaþings. Hverjum áhrifaþætti er gefin hæfiseinkunn og má sjá yfirlit yfir þær í töflu 4. Hæfiseinkunnirnar eru valdar í samráði við Múlaþing.

TAFLA 4. Viðmið og einkunnargjöf tæknilegra áhrifaþátta.

ÁHRIFAPÁTTUR	EINKUNN	1	2	3	4	5
	EINING	MJÖG ÓHENTUGT	ÓHENTUGT	ÁSÆTTANLEGT	HENTUGT	MJÖG HENTUGT
Meðalvindhraði	m/s	< 5,0	5,0 til 6,5	6,5 til 8,0	8,0 til 9,5	> 9,5
Hæð lands	m.y.s.	800 >	600 til 800	400 til 600	400 til 200	< 200
Landhalli	%	20 til 30	-	10 til 20	-	< 10
Fjarlægð frá flutningsmannvirkjum	km	> 25	10 til 25	5 til 10	2 til 5	< 2
Fjarlægð frá vegum	km	> 15	10 til 15	5 til 10	2 til 5	< 2

Hér á eftir er farið yfir alla tæknilegu áhrifaþættina og forsendur fyrir vali þeirra.

a Meðalvindhraði

Vindhraði og vindátt er sá þáttur sem hefur einna mest áhrif þegar verið er að velja svæði fyrir vindorkugarð. Almenn séð myndar hár og stöðugur vindhraði sem blæs úr einni ríkjandi vindátt bestu skilyrðin fyrir vindorkuvinnslu. Ef vindhraðinn eða hviður verða of miklar þá stöðva vindmyllurnar raforkuframleiðslu sína.

Meðalvindhraði á svæði gefur góða hugmynd um hversu gott svæði er til vindorkunýtingar en með auknum meðalvindhraða eykst vindorkuþéttleikinn sbr. eftirfarandi jöfnu [40]:

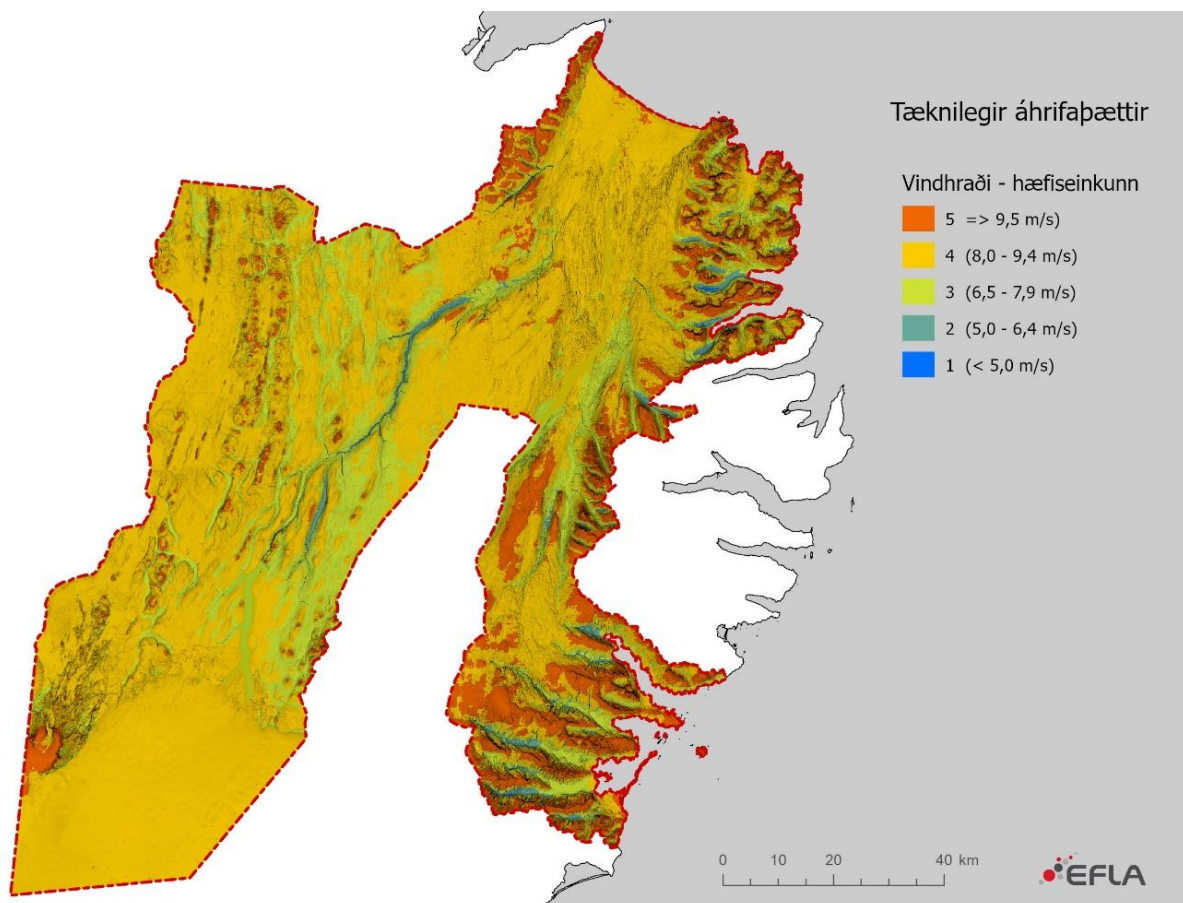
$$\frac{P}{A} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^3 \quad (1)$$

þar sem P/A er orkuþéttleiki vindsins í W/m^2 , ρ er eðlismassi lofts í kg/m^3 og v er vindhraðinn í m/s .

Til að meta hentugleika svæða í þessari greiningu var meðalvindhraði í 100 m hæð reiknaður út og kortlagður fyrir allt sveitarfélagið með hugbúnaðinum WindPRO. Hæðin var valin þar sem að algengt

er að hæði vélarhúss í þeim verkefnum sem lagðar hafa verið inn til 3. og 4. útgáfu Rammaáætlunar s.s. eins og endurhönnun Búrfellslundar [41], sé í kringum þá hæð. Þau gögn sem notuð voru við útreikning á meðalvindhraða innan Múlapingis hafa þegar verið nefnd í kafla 3.2. Upplausn á útreikningum var 200x200 m svo að meðalvindhraðinn er reiknaður út fyrir hvert 0,04km² svæði innan sveitarfélagsins.

Almennt er talið er að svæði með meðalvindhraða undir 5 m/s komi ekki til greina þar sem að virkjun vindorku á þeim svæðum er ekki talin efnahagslega hagkvæm [42] [43]. Ekki þótti þó ástæða til að útiloka svæði með meðalvindhraða undir 5 m/s í þessari greiningu þar sem að nákvæmari greining svæða í hærri upplausn gæti leitt í ljós að ákveðin svæði séu hentugri en útreiknaður meðalvindhraði sýnir hér. Þess í stað var miðað við 5 m/s sem eiginlegan útgangspunkt og þau svæði með 5m/s eða minni meðalvindhraða gefin lægsta einkunn. Orkuþéttleiki svæða eykst svo með meðalvindhraðanum í þriðja veldi, sbr. jöfnu 1, og því eykst hentugleiki svæða til vindorkunýtingar með auknum meðalvindhraða. Á mynd 16 má sjá kort með hæfiseinkunn svæða innan Múlapingis út frá útreiknuðum meðalvindhraða í 100m hæð sem notað var við útreikning á hentugleika svæða.



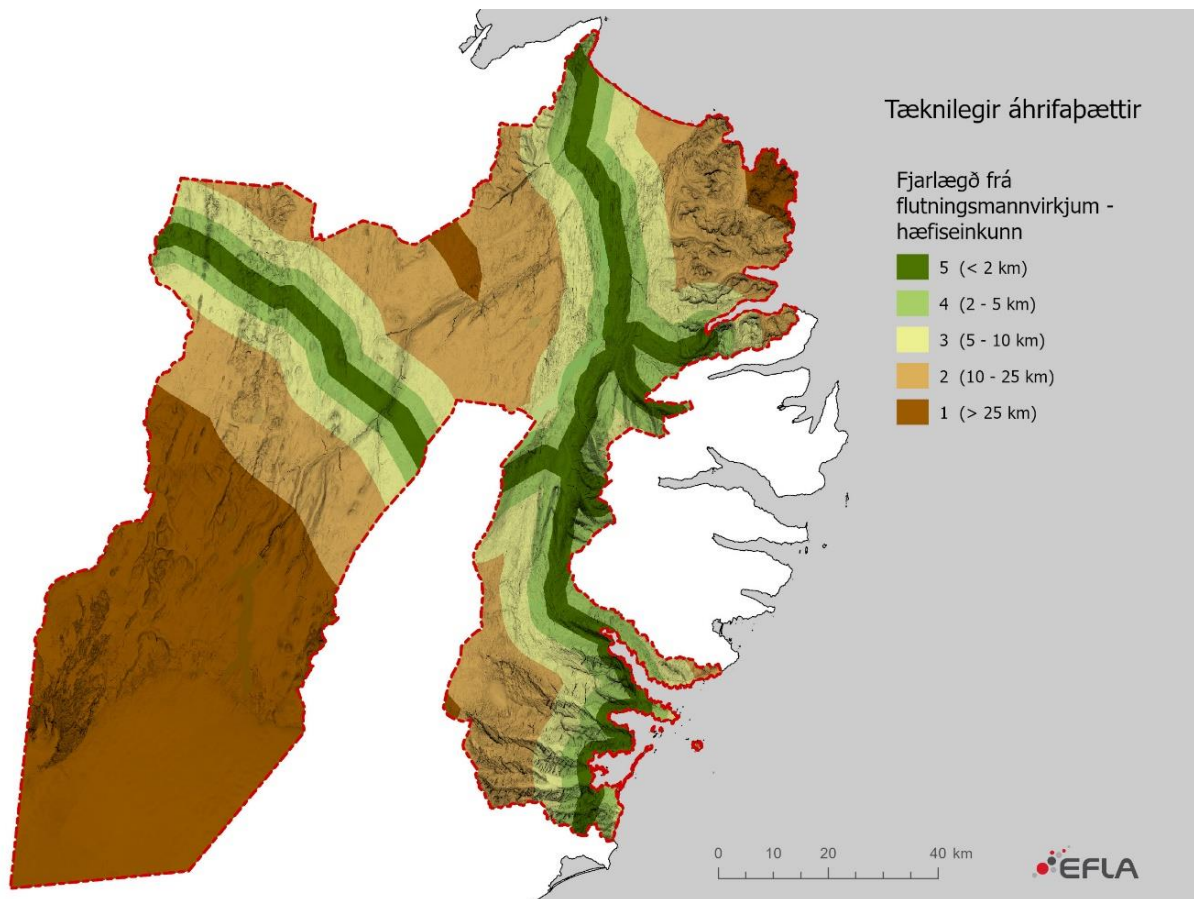
MYND 16. Hæfiseinkunn svæða m.t.t. meðalvindhraða.

b Fjarlægð frá flutningsmannvirkjum

Fyrir hagkvæmni vindorkugarða skiptir máli að vera nálægt tengipunkti við raforkuflutningskerfið. Vindmyllur eru oftast tengdar saman inn í svokallaða safnstöð með jarðstrengjum og þaðan er orkan flutt að tengipunktinum með flutningslínunum. Því nær sem að safnstöð er við tengipunkt verður flutningslínan sem reisa þarf styttri og því flutningstöp og rask minna, auk þess sem að stofnkostnaður verður lægri.

Hér gildir „því nær, því betra“ hugtakið og því er settur upp einfaldur skali þar sem að safnstöð innan 2 km frá tengipunkt fær bestu hæfiseinkunn og svo verður hæfiseinkunnin lægri eftir því sem að fjarlægðin frá mögulegum tengipunkt verður lengri.

Á meðfylgjandi korti má sjá hentugleika svæða innan sveitarfélagsins m.t.t. nálægðar við flutningskerfið.

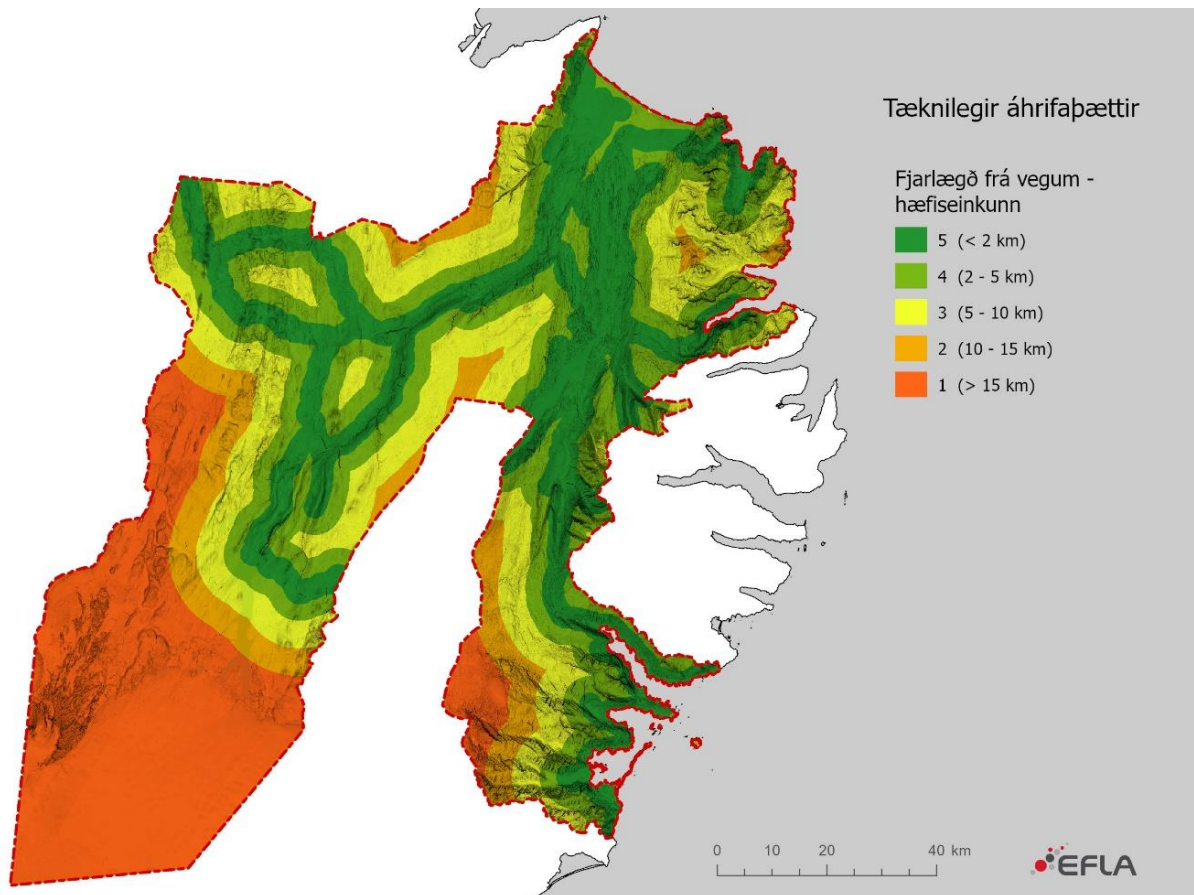


MYND 17. Fjarlægð frá flutningsmannvirkjum raforku.

c Fjarlægð frá vegum

Því nær sem að mögulegur vindorkugarður er við núverandi vegakerfi, því aðgengilegra er svæðið og minna þarf að leggja af nýjum vegum sem eykur hagkvæmni og minnkar jarðrask. Framkvæmdum við vindorkuver fylgja þungaflutningar sem vegir þurfa að þola auk þess sem að lengd ýmissa íhluta, s.s. eins og vindmylluspaðanna, getur verið áskorun við flutning. Alltaf þarf að leggja vegi að hverri vindmyllu innan vindorkugarðsins sjálfs fyrir framkvæmdir, eftirlit og viðhald.

Fyrir mat á hentugleika svæða út frá fjarlægð frá vegum var, líkt og fyrir fjarlægð frá flutningsmannvirkjum, stuðst svið „því nær, því betra“ hugtakið. Á mynd 18 má sjá kort með hentugleika svæða innan sveitarfélagsins m.t.t. nálægðar við megin vegi, þeir vegir sem voru notaðir í greiningunni eru stofnvegir, tengivegir og héraðsvegir auk landsvega sem ekki eru skráðir sem torfær slóð í landupplýsingagrunni Landmælinga Íslands.

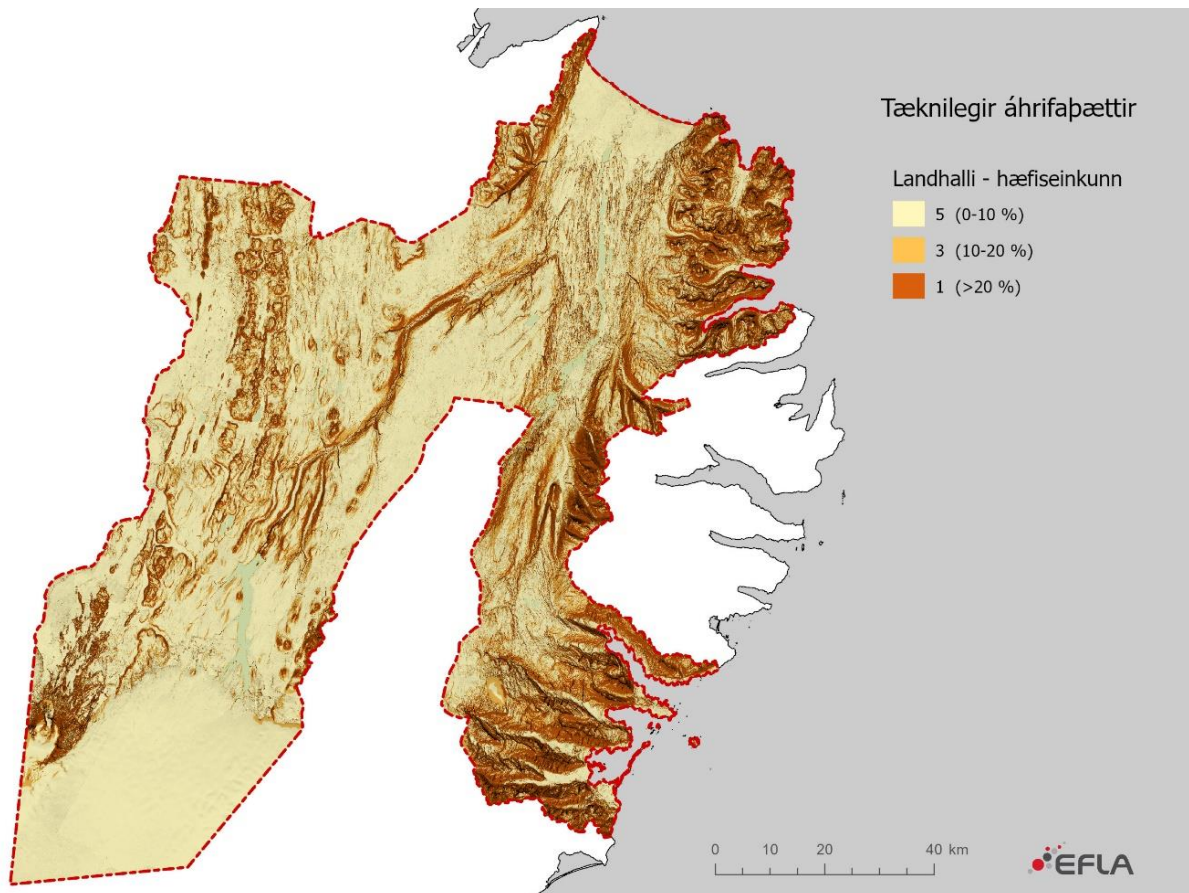


MYND 18. Fjarlægð frá stofnvegum, tengivegum, héraðsvegum og landsvegum sem ekki eru torfærð slóð.

d Landhalli

Landsvæði með mikinn landhalla eru ekki hentug fyrir uppsetningu vindmylla vegna aukins flækjustigs við gerð undirstaðna fyrir vindmyllurnar, flutning og uppsetningu. Þá má á búast við að náttúrlegir iðustraumar lofta aukist með auknum landhalla sem hefur neikvæð áhrif á orkuupptöku vindmylla [44]. Almennt er landhalli undir 10% hentugastur til uppsetningar á vindmyllum og landhalli yfir 20% er orðinn krefjandi, þó dæmi séu til um að vindmyllur hafi verið reistar á landsvæði með landhalla allt að 30% og í töluverðu fjalllendi [43] [45] [46] [47].

Mynd 19 sýnir kort yfir hentugleika svæða innan Múlaþing til vindorkuframleiðslu m.t.t. landhalla.



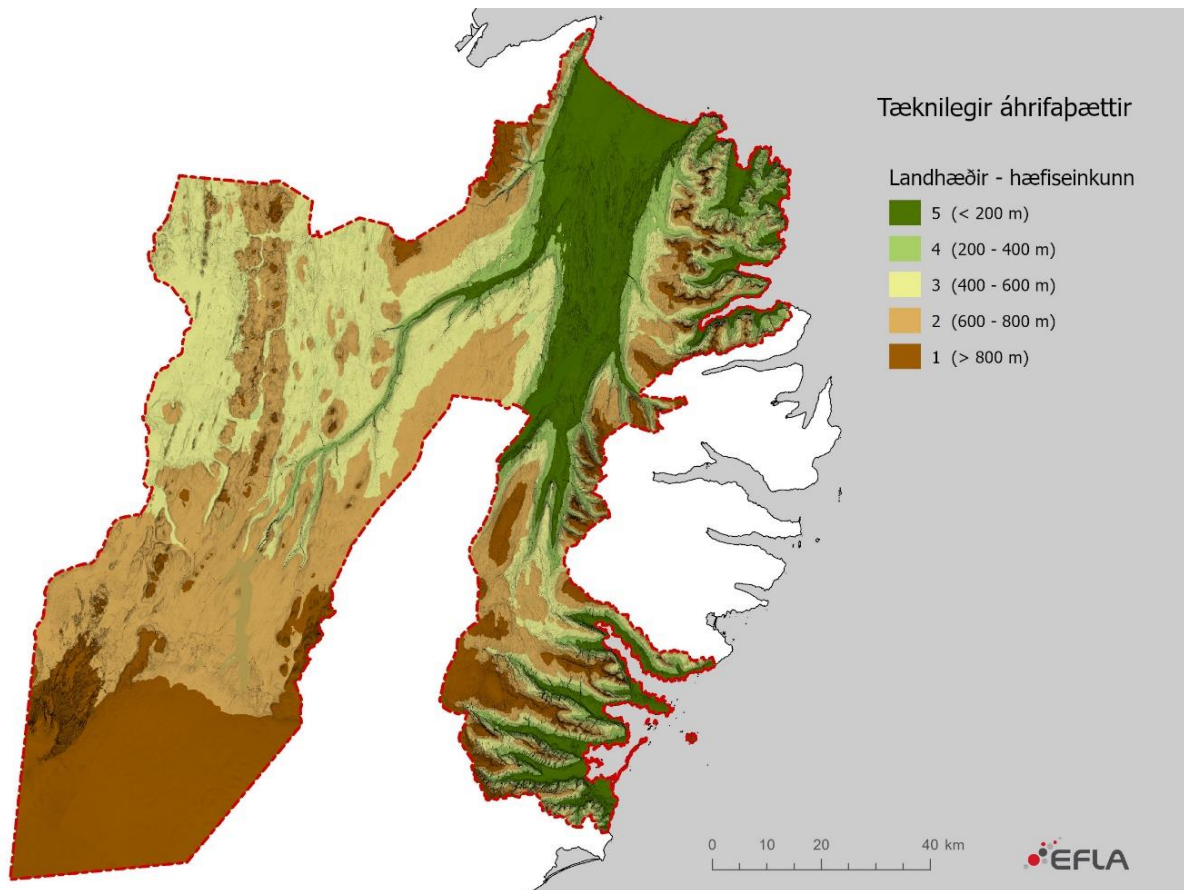
MYND 19. Hentugleiki svæða m.t.t. landhalla.

e Landhæð

Landhæð er annar landfræðilegur þáttur sem að getur haft áhrif á það hversu hentugt svæði er til vindorkunýtingar. Með aukinni landhæð yfir sjávarmáli þá getur flækjustig á uppsetning og rekstri vindmylla orðið meira t.d. m.t.t. aðgengi og hætta á ísingu getur aukist.

Á Íslandi er lítil sem engin reynsla af ísingu á vindmyllum sem hægt er að byggja á en mikil reynsla og þekking er af ísingarhættu fyrir loftlínur sem hægt er að byggja á. Skýjaísing er vel þekkt á loftlínunum þar sem að hæð yfir sjó er yfir 300 m, og eykst eftir því sem að ofar dregur, sérstaklega í fjallendi sem er opið fyrir hafáttum [48]. Til eru dæmi frá Svíþjóð og Noregi af vindmyllum í rekstri á svipaðri breiddargráðu og Ísland þar sem fást þarf við ísingu en til þess er hægt að nota afísingarbúnað sem kemur í veg fyrir eða minnkar ísingarmyndun. Leggjast þarf í mun ítarlegri greiningarvinnu á ísingarhættu fyrir sérhvern vindorkukost en fyrir þessa greiningu er einföld nálgun á landhæð skoðuð til að meta hæfi svæða út frá aðgengi og ísingarhættu.

Á kortinu á mynd 20 má sjá hentugleika svæða innan sveitarfélagsins m.t.t. hæðar lands yfir sjávarmáli.



MYND 20. Hentugleiki svæða m.t.t. landhæðar.

3.3.3 Umhverfi og samfélag, áhrifaþættir

Hér er fjallað um þá umhverfis- og samfélagsþætti sem hafa áhrif á það hversu vel svæði henta fyrir vindorku. Þeim er gefin hæfiseinkun ná bilinu 1 (svæði sem henta illa) til 5 (svæði sem henta vel).

Umhverfisþættirnir sem horft er til í greiningunni eru :

- Náttúruminjar
- Jaðarsvæði óbyggðra víðerna
- Hverfisvernd
- Mikilvæg fuglasvæði
- Afþreyingar og ferðamannasvæði
- Votlendi, sjávarfitjar, leirur, jarðhitasvæði, gígar, fossar, stöðuvötn og tjarnir
- Náttúrulegir skógar
- Ræktaðir skógar
- Fjarsvæði vatnsverndar

Samfélagsþættirnir sem horft er til í greiningunni eru:

- Öryggisfjarlægðir við byggð, vegi og flutningsmannvirki.

Hverjum þætti er gefin hæfiseinkun og má sjá yfirlit yfir þær í töflu 5. Þar sem kortlögð svæði skarast þá gildir lægsta einkunnin. Áhrifaþættir og einkunnir þeirra eru valdar í samráði við Múlaþing.

TAFLA 5. Umhverfis og samfélagsþættir og einkunnir þeirra

UMHVERFIS- OG SAMFÉLAGSÞÆTTIR	EINKUNN	LÝSING
Aðrar náttúruminjar	4	Aðrar náttúruminjar á Austurlandi.
Jaðarsvæði óbyggðra víðerna	4	Svæði í 5 til 10 km fjarlægð frá óbyggðum víðernum.
Fjarsvæði vatnsverndar	4	Skv. aðalskipulagi
Hverfisvernd	4	Hverfisvernd í aðalskipulagi sveitarfélaganna sem mynda Múlaþing.
Mikilvæg fuglasvæði	3	Frá Náttúrufræðistofnun sjá vefsíðu og fjölrít.
Afþreyingar og ferðamannasvæði	3	Upplýsingar úr aðalskipulagi sveitarfélaganna sem mynda Múlaþing.
Lítt raskað votlendi, sjávarfitjar, leirur, jarðhitasvæði, gígar, fossar, stöðuvötn og tjarnir	3	Skv. 61. gr. náttúruverndarlaga.
Náttúrulegir skógar	3	Upplýsingar frá Skógræktinni
Ræktaðir skógar	2	Upplýsingar frá Skógræktinni
Byggð, vegir og flutningslínur raforku	1	Viðkvæm svæði í kring um byggð, vegi og flutningslínur raforku.

Hér á eftir er farið yfir hvern umhverfis- og samfélagsþátt og forsendur fyrir vali þeirra.

Aðrar náttúruminjar:

Svæði sem falla undir aðrar náttúruminjar skv. kortlagningu á vef Umhverfisstofnunar. Skráin nær utan um svæði með náttúrumyndanir og lífverur, búsvæði vistgerða og vistkerfi sem rétt þykir að vernda. Svæðin flokkast sem viðkvæm svæði sem fá hæfiseinkun í samræmi við það.

Jaðarsvæði óbyggðra víðerna;

Erlendar rannsóknir sýna að mannvirki eins og vindmyllur sem eru 200 metra háar, geti haft sjónræn

áhrif um langan veg, talsvert umfram 5. km. Um þetta er fjallað í kafla 6.1.6 í tillögu Skipulagsstofnunnar að endurskoðaðri landsskipulagsstefnu 2015-2026 [49] og sett í samhengi við að skerðingarvegalengd í kring um óbyggð víðerni sé a.m.k. 5 km samkvæmt 5. gr. náttúruverndarlaga. Því geti átt við, í tilfelli vindmylla, að umrædd skerðingarvegalengd allt að 10 km [49]. Tekið er tillit til þessa með því að gefa 5-10 km jaðarsvæði óbyggðra víðerna hæfiseinkunn 4.

Fjarsvæði vatnsverndar;

Samkvæmt lögum og reglugerðum skal gæta varúðar við meðferð hættulegra efna þar sem vitað er um sprungur og misgengi á fjarsvæði vatnsverndar og eru geymslur fyrir slík efni innan svæðisins eru bannaðar. Fjarsvæði vatnsverndar fá hér hæfiseinkunnina 4 og koma upplýsingar um afmörkun þeirra úr aðalskipulagi.

Hverfisverndarsvæði;

Öll hverfisvernduð svæði í aðalskipulagi þeirra sveitarfélaga sem að Múlapingi standa, nema hverfisverndaða svæðið Víkurnar og Loðmundarfjörður sem flokkast sem takmörkun. Samkvæmt skipulagsreglugerð tekur sveitarstjórn ákvörðun um hverfisverndun svæða m.a. til að vernda minjar, landslag eða gróður vegna sögulegs, náttúrulegs eða menningarlegs gildis, án þess að um formlega friðun sé að ræða samkvæmt öðrum lögum eða reglugerðum. Forsendur hverfisverndaðra svæða í Múlapingi er misjafnar og mat á áhrifum vindorkuvera á þau ekki talin takmarkandi í þessari greiningu (nema hverfisverndaða svæðið Víkurnar og Loðmundarfjörður sem flokkast sem takmörkun). Á þessu stigi er þeim gefin hæfiseinkunnin 4 en miðað er við að áhrif á hverfisvernduð svæði þurfi að meta sérstaklega fyrir hvern vindorkukost fyrir sig á seinni stigum.

Mikilvæg fuglasvæði;

Náttúrufræðistofnun Íslands hefur kortlagt mikilvæg fuglasvæði á Íslandi (IBA) og samkvæmt því eru 121 mikilvægt fuglasvæði á Íslandi. Afmörkun svæðanna er oft gróf og er það m.a. gert til að vekja ekki athygli á einstökum varpstöðum og einnig sökum þess að þekking á ýmsum stöðum er þess eðlis að erfitt er að greina og afmarka mikilvæg fuglasvæði [50]. Áhrif á búsvæði fugla og farleiðir þeirra er talin vera einn af helstu áhrifaþáttum sem líta þarf til við uppbyggingu vindorkugarða og þegar tekin er afstaða til vindorkunýtingar. Samkvæmt samantekt frá Skipulagsstofnun segir að í leiðbeiningum skoskra yfirvalda um rannsóknir, á áhrif stórra vindorkugarða á fugla, að þær skuli standa yfir í a.m.k. 2 ár. Þar segir einnig að Náttúrufræðistofnun Íslands hafi lagt til sambærilega nálgun hér á landi [15]. Til að leggja mat á áhrifum vindorkuvera þarf ítarlegri rannsóknir fyrir hverja staðsetningu fyrir sig en hér er miðað við að þau svæði sem Náttúrufræðistofnun hefur kortlagt fái hæfiseinkunnina 3.

Afþreyingar og ferðamannasvæði;

Afþreyingar- og ferðamannasvæði eru afmörkuð í aðalskipulagi og geta skv. skipulagsreglugerð verið t.d. svæði fyrir afþreyingu og móttöku ferðafólks, þ.m.t. þjónustumiðstöðvar á hálendi og verndarsvæðum, fjallaskálar, tjald- og hjólhýsasvæði og skemmtigarðar. Hingað til hafa fá svæði í Múlapingi verið afmörkuð sem afþreyingar- og ferðamannasvæði en mögulega mun þeim fjölga þegar aðalskipulag nýs sveitarfélags fer í heildarendurskoðun. Dæmi um afþreyingar- og ferðamannastaði eru útsýnisstaður á Vatnsskarði og baðstaður við Urriðavatn. Afþreyingar og ferðamannasvæði og 2 km svæði umhverfis þau fá hæfiseinkunnina 3.

Svæði skv. 61 .gr. náttúruverndarlaga;

Votlendi, sjávarfitjar, leirur, jarðhitasvæði, gígar, fossar, stöðuvötn og tjarnir stærri en 1000 m² njóta sérstakrar verndar skv. 61. gr. náttúruverndarlaga og ber að forðast að raska nema brýna nauðsyn beri til. Oft er hægt að taka tillit til þessara svæða við útfærslu framkvæmda eins og vindorkugarða en gæta þarf varúðar. Þessi náttúruvirkni fá hæfiseinkunnina 3.

Náttúrulegir skógar;

Sérstæðir eða vistfræðilega mikilvægir birkiskógar njóta verndar skv. 61. gr. laga um náttúruvernd. Sú flokkun liggur ekki fyrir en kortlagning liggur fyrir á öllu náttúrulegu birki og því er það lagt til grundvallar. Birkiskógar fá hæfiseinkunnina 3. Flokkun og vægi náttúrulegra skóga er skv. tillögu frá Múlaþingi.

Ræktaðir skógar;

Ræktaðir skógar, samkvæmt kortlagningu Skógræktarinnar, fá hæfiseinkunnina 2. Almennt er miðað við að land undir ræktaða skóga sé frátekið fyrir þá landnotkun en breytingar geta þó orðið á landnotkun. Flokkun og vægi náttúrulegra skóga er skv. tillögu frá Múlaþingi.

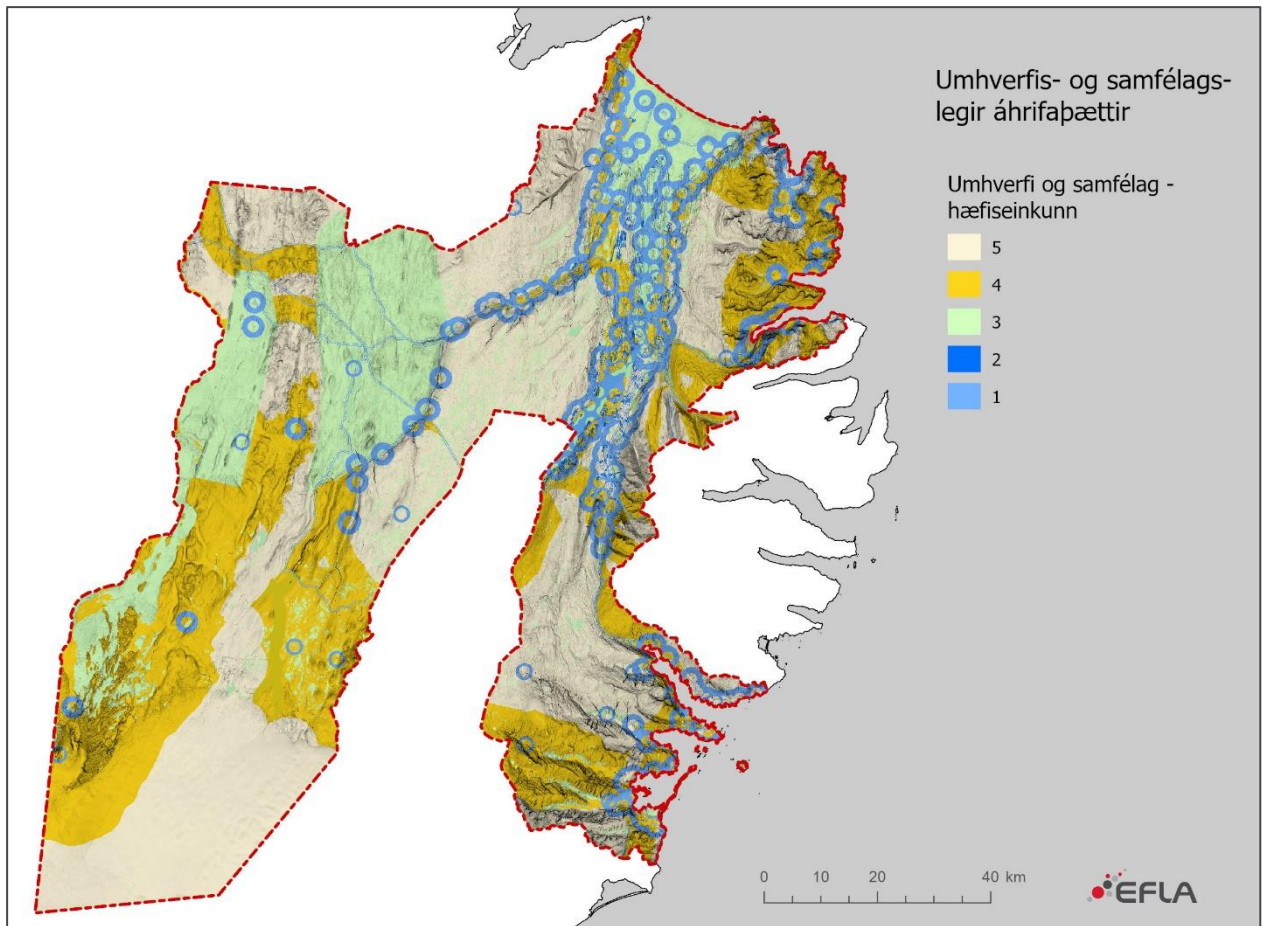
Öryggisfjarlægðir við byggð, vegi og flutningsmannvirki ;

Í kafla 3.3.1 er fjallað um takmarkandi svæði umhverfis þéttbýli, frístundabyggð, íbúðarhús í dreifbýli, fjallaskála, kirkjur, vegi og flutningsmannvirki. Þar segir að svæði í 1 km fjarlægð frá byggð og 0,1 km fjarlægð frá vegum og flutningsmannvirkjum skulu vera takmarkandi. Takmarkandi svæðin skal miða við lágmarkskröfu um hljóðvist við byggingar og fallhættu við innviði óháð landslagi og stærð vindmylla. Við þessi takmarkandi svæði er hér bætt við öryggissvæðum sem taka við af takmarkandi svæðinu. Saman ná takmarkandi- og öryggissvæðin því yfir þá heildarfjarlægðir sem að huga þarf sérstaklega að varðandi hljóðvist, sýnileika og öryggi. Fjarlægðir öryggissvæðanna taka mið af innlendum og erlendum viðmiðum hvað varðar hljóðvist, öryggi og sjónræn áhrif sem kynnt voru í kafla 3.3.1. Þessi svæði fá hæfiseinkunnina 1.

TAFLA 6. Öryggissvæði og öryggisfjarlægðir vegna áhrifa vegna hljóðvistar, skuggaflökts og öryggis.

ÖRYGGISFJARLÆGÐIR	Í KRING UM
1,0 til 2,0 km	Þéttbýli
	Frístundabyggð
	Íbúðarhús (utan þéttbýlis)
1,0 til 1,5 km	Fjallaskála
	Kirkjur (utan þéttbýlis)
0,1 til 0,2 km	Vegir (utan þéttbýlis)
	Flutningsmannvirki (utan þéttbýlis)

Mynd 21 sýnir kort yfir öll þau svæði innan Múlaþings þar sem umhverfis- og samfélagsþættir hafa áhrif á hentugleika svæða fyrir vindorkuver. Kortið sýnir margvíslegar upplýsingar um stöðu t.a.m. náttúruverndar og skipulagsákvæðna sem gilda á þeim tíma sem greiningin er unnin. Með tímanum geta orðið breytingar á þessum þáttum sem geta haft áhrif á afmarkanir og ákvæði svæða, sem aftur getur haft áhrif á afmörkun umhverfis- og samfélagslegra áhrifaþátta.



MYND 21. Hæfi svæða m.t.t. umhverfis- og samfélagslegra áhrifaþátta.

3.4 Vægisgreining áhrifaþátta

Nú liggja fyrir þeir samfélags-, umhverfis- og tæknilegu áhrifaþættir sem horft er til í greiningunni með tilheyrandi hæfiseinkunnum. Næsta skref er að gefa áhrifaþáttunum vægi en það er gert með ferli veldisgreiningar (e. Analytic Hierarchy Process). Það virkar þannig að mikilvægi hvers áhrifaþáttar er ákvarðað með því að bera mikilvægi hvers áhrifaþáttar saman við hvern og einn af hinum þáttunum (e. pairwise comparison) og má sjá gildin sem stuðst er við til þess í töflu 7. Sem dæmi getur meðalvindhraði verið metinn mun mikilvægari en landhalli og fengi þá innbyrðis mikilvægis einkunnina 6, sem gefur þá landhallanum innbyrðis einkunnina 1/6.

TAFLA 7. Gildi sem að er stuðst við til að greina mikilvægi áhrifaþáttanna innbyrðis.

MIKILVÆGIS EINKUNN	SKÝRING	LÝSING
1	Jafnt mikilvægi	Báðir þættir jafn mikilvægir
3	Vægt mikilvægi	Mikilvægi metins áhrifaþáttar örlítið hærra en þess sem borið er saman við
5	Sterkt mikilvægi	Mikilvægi metins áhrifaþáttar nokkuð hærra en þess sem borið er saman við
7	Mikið mikilvægi	Mikilvægi metins áhrifaþáttar mikið hærra en þess sem borið er saman við
9	Ofur mikilvægi	Mikilvægi metins áhrifaþáttar eins hátt og hugsast getur þegar borið er saman við annan áhrifaþátt
2, 4, 6, 8	Millistig mikilvægis	Notað þegar mikilvægi fellur á milli ofangreindra einkunna

Mat á innbyrðis mikilvægi áhrifaþáttanna var unnið í samráði sérfræðinga EFLU í orku-, umhverfis- og skipulagsmálum og fulltrúa sveitarfélagsins. Fyrst voru keyrðar tvær sviðsmyndir og farið saman yfir þá niðurstöðu sem sviðsmyndirnar gáfu. Niðurstaða þess samtals leiddi til breytinga, bæði á takmörkunum og áhrifaþáttum, auk þess sem ný gögn bárust. Til að mynda var ákveðið að bæta hverfisvernduðu svæði í Víkunum, stöðuvötnum yfir 1 km² og svæðum með meiri halla en 30% inn sem takmörkunum. Þá bárust ný gögn frá Þjóðskrá með staðsetningu frístundahúsa og húsa þar sem fólk hefur lögheimili, sem veitti nákvæmari upplýsingar en þær sem áður voru. Að loknum þessum breytingum voru sviðsmyndirnar keyrðar aftur og farið sameiginlega yfir niðurstöðuna sem þær gáfu.

Skoðaðar voru tvær sviðsmyndir. Sviðsmynd 1 leggur mesta áherslu á vægi meðalvindhraða þar sem það er ráðandi þáttur við ákvörðun svæða m.t.t. hentugleika til vindorkunýtingar. Sviðsmynd 2 skilur sig frá sviðsmynd 1 að því leiti að hún leggur aukna áherslu á vægi umhverfis- og samfélagslegra áhrifaþátta á kostnað meðalvindhraða. Þetta var gert til að sjá hver aukin áhrif umhverfis- og samfélagslegra áhrifaþátta hefði á niðurstöður greiningarinnar en breytingar á öðrum þáttum innan sviðsmyndar 2 eru óverulegar. Niðurstöður vægisgreiningar fyrir sviðsmyndirnar má sjá í töflum 8 og 9.

TAFLA 8. Vægisgreining fyrir sviðsmynd 1.

ÁHRIFAÞÆTTIR	MEÐAL-VINDHRAÐI	UMHVERFI OG SAMFÉLAG	FJARLÆGÐ FRÁ FLUTNINGS-MANNVIRKJUM	LANDHALLI	FJARLÆGÐ FRÁ VEGUM	LANDHÆÐ	VÆGI
MEÐALVINDHRAÐI	1	3	5	6	8	8	44,2%
UMHVERFI OG SAMFÉLAG	1/3	1	3	6	7	8	27,4%
FJARLÆGÐ FRÁ FLUTNINGS-MANNVIRKJUM	1/5	1/3	1	2	4	7	13,5%
LANDHALLI	1/6	1/6	1/2	1	2	4	7,6%
FJARLÆGÐ FRÁ VEGUM	1/8	1/7	1/4	1/2	1	2	4,4%
LANDHÆÐ	1/8	1/8	1/7	1/4	1/2	1	2,9%

TAFLA 9. Vægisgreining fyrir sviðsmynd 2.

ÁHRIFAÞÆTTIR	MEÐAL-VINDHRAÐI	UMHVERFI OG SAMFÉLAG	FJARLÆGÐ FRÁ FLUTNINGS-MANNVIRKJUM	LANDHALLI	FJARLÆGÐ FRÁ VEGUM	LANDHÆÐ	VÆGI
MEÐALVINDHRAÐI	1	2	3	6	6	7	36,3%
UMHVERFI OG SAMFÉLAG	1/2	1	4	7	7	8	32,3%
FJARLÆGÐ FRÁ FLUTNINGS-MANNVIRKJUM	1/3	1/4	1	3	5	5	14,9%
LANDHALLI	1/6	1/7	1/3	1	5	3	8,8%
FJARLÆGÐ FRÁ VEGUM	1/6	1/7	1/5	1/5	1	2	4,4%
LANDHÆÐ	1/7	1/8	1/5	1/3	1/2	1	3,3%

4 NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA

Hér á eftir eru sýndar niðurstöður vindorkugreiningarinnar út frá þeim áhrifaþáttum og takmörkunum sem kynntar hafa verið í kafla 3.3.

Niðurstöðurnar eru annars vegar sýndar með hæfiseinkunn frá 1 til 5 og táknaðar með *litaskala* þar sem græn svæði eru best en rauðbrún síst. Hæfiseinkunnin er vegin meðaleinkunn hvers svæðis út frá áhrifaþáttunum og vægi þeirra. Hins vegar eru niðurstöðurnar sýndar á korti þar sem hæfi svæða hefur verið *flokkað* í tvo flokka. Annar flokkurinn, litaður *grænn*, stendur þá fyrir svæði sem eru hentug svæði m.t.t. vindorkunýtingar og hinn flokkurinn, litaður *gulur*, stendur fyrir þau svæði sem henta síður og þyrfti að greina betur ef stefna á að nýta vindorku á þeim. Þá eru takmarkandi svæðin, sem henta ekki til nýtingar vindorku, merkt með gráum lit.

Sýndar eru niðurstöður tveggja sviðsmynda út frá mismunandi vægi áhrifaþáttanna sem fjallað var um í kafla 3.4. Niðurstöður sviðsmyndar 1 eru svo rýndar betur til að sýna annars vegar áhrif þess hvaða aðferð er notuð til að skipta í áður nefnda tvo flokka og hins vegar til að sýna áhrif óbyggðra víðerna á heildarniðurstöðuna.

Takmarkandi svæði er 81 % af heildarflatarmáli Múlaþings sem jafngildir 8.668 km². Engin breyting á takmarkandi svæðum er á milli sviðsmynda.

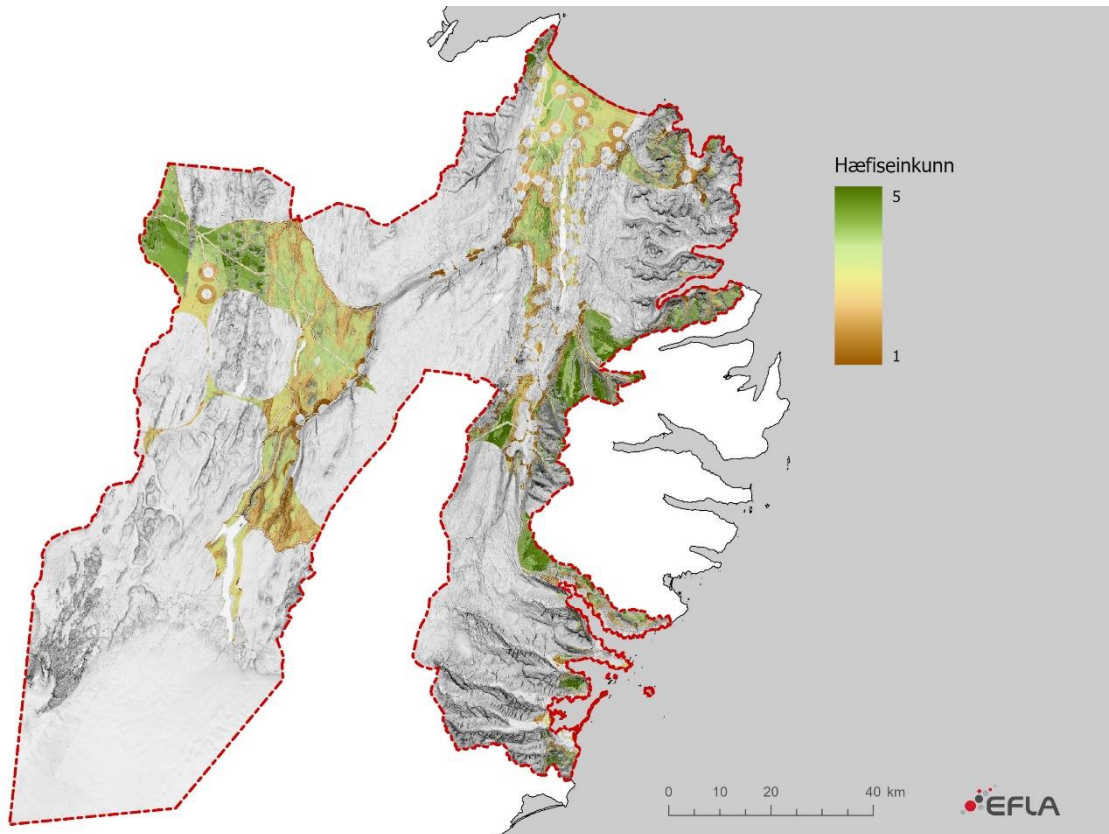
4.1 Niðurstöður sviðsmyndar 1 og 2

Myndir 22 og 23 sýna niðurstöður hæfisgreiningar m.t.t. vindorkunýtingar í Múlaþingi út frá sviðsmynd 1, skv. töflu 8, en myndir 24 og 25 sýna niðurstöður út frá sviðsmynd 2, skv. töflu 9. Myndir 22 og 24 sýna einkunnar dreifinguna eftir litaskala en á myndum 23 og 25 hefur niðurstöðunni verið skipt í tvo áður nefnda hæfisflokka.

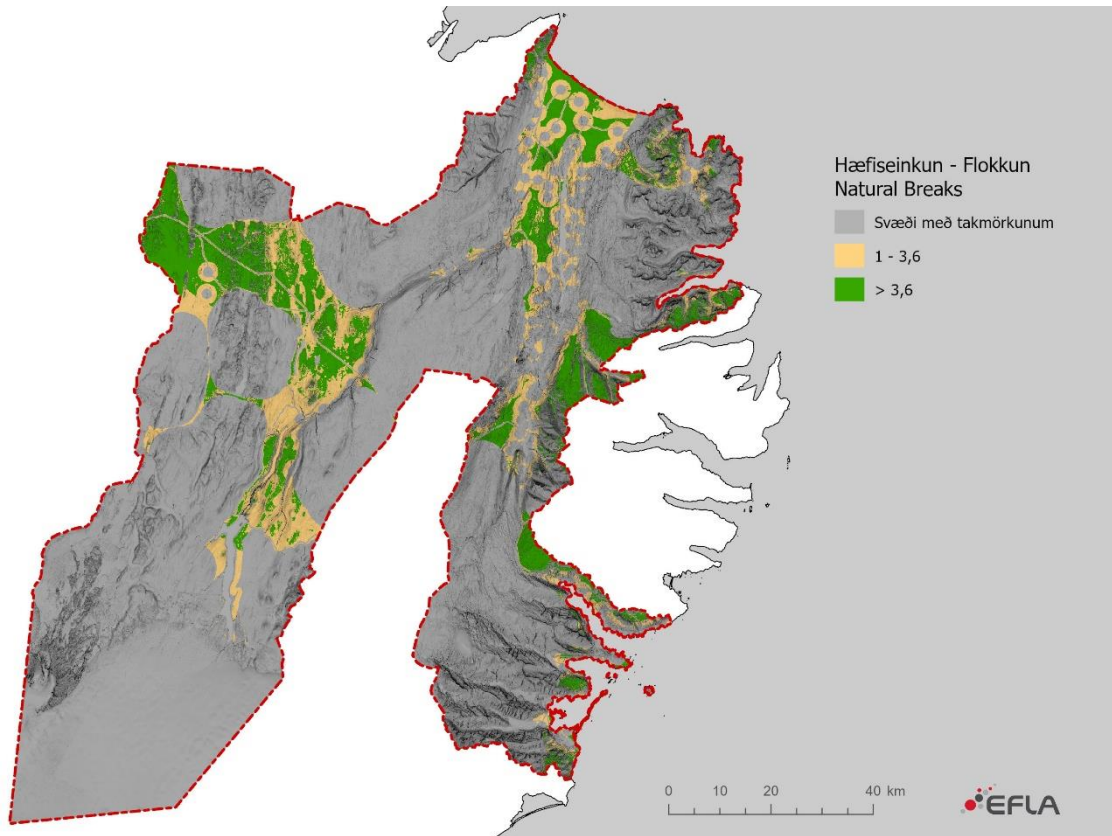
Aðferðin sem notuð var til að ákveða hvaða einkunn myndi skilja á milli hæfisflokka er tölfræðileg og nefnist náttúruleg skil Jenks (e. Jenks natural breaks). Aðferðin er mikil notuð til að flokka gögn í landupplýsingakerfum og er hönnuð til að ákvarða bestu uppröðun gilda í mismunandi flokka. Þetta er gert með því að að lágmarka meðalfrávik hvers flokks frá meðaltalinu í hverjum flokki, en hámarka frávik hvers flokks frá meðaltali hinna flokkanna. Með öðrum orðum, aðferðin leitast við að draga úr

dreifni innan flokka og hámarka dreifni milli flokka. Valið er að nota aðferð Jenks sem útgangspunkt til að flokka gögnin. Í kafla 4.2 eru áhrif þess að velja aðrar einkunnir sem skil á milli flokka, en þá sem aðferð Jenks gefur sem niðurstöður, greindar og ræddar frekar.

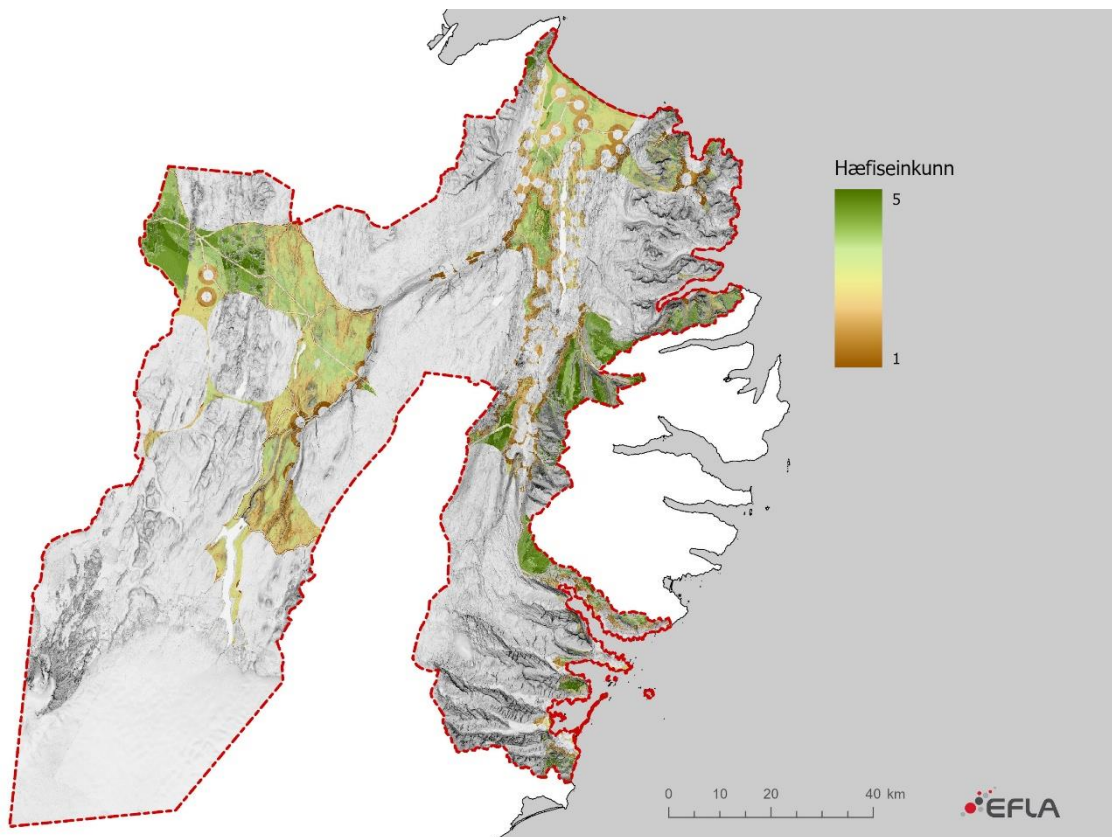
Samanburður á sviðsmynd 1 og 2 sýnir að afar líttill munur er á dreifingu hentugra svæða (grænna svæða) og þeirra sem þarf að skoða betur (gulra svæða) milli sviðsmyndar 1 og 2. Heildar hæfniseinkunnardreifing svæða er þó örlítið lægri fyrir sviðsmynd 2 sem sést á því að náttúrulegu skilin eru við hæfiseinkunnina 3,6 fyrir sviðsmynd 1 (mynd 23) en 3,5 á sviðsmynd 2 (mynd 25). Mynd 26 sýnir hins vegar niðurstöður sviðsmyndar 2 þar sem náttúrulegu skilin hafa verið hækkuð í 3,6 líkt og fyrir sviðsmynd 1, svo hægt sé að bera saman niðurstöður sviðsmynda miðað við sama gildi. Samanburður á myndum 23 og 26 sýnir aftur lítinn mun á niðurstöðum sviðsmyndanna en þó hefur hentugum svæðum (grænum svæðum) fækkað í sviðsmynd 2 t.d. við Geldingsfjall, Eiríksstaðahnefla, Gestreiðarstaðaháls og Flöguheiði.



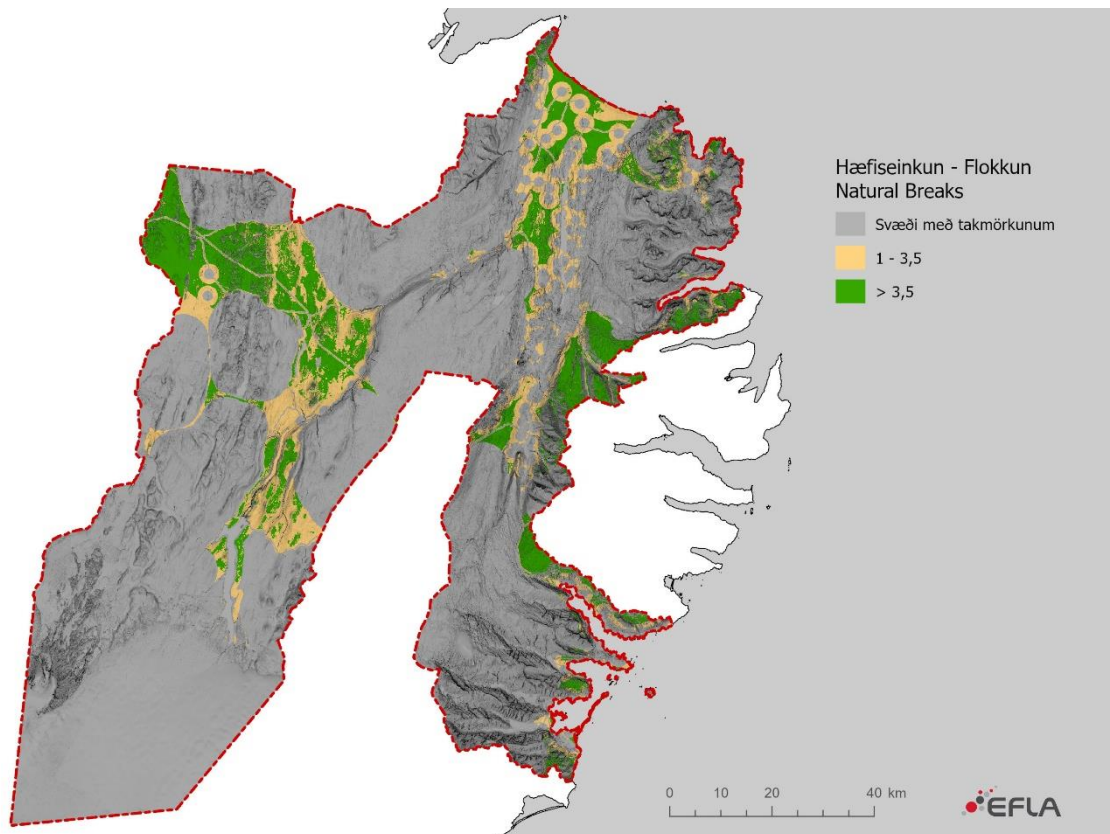
MYND 22. Niðurstöður hæfisútreikninga svæða fyrir sviðsmynd 1.



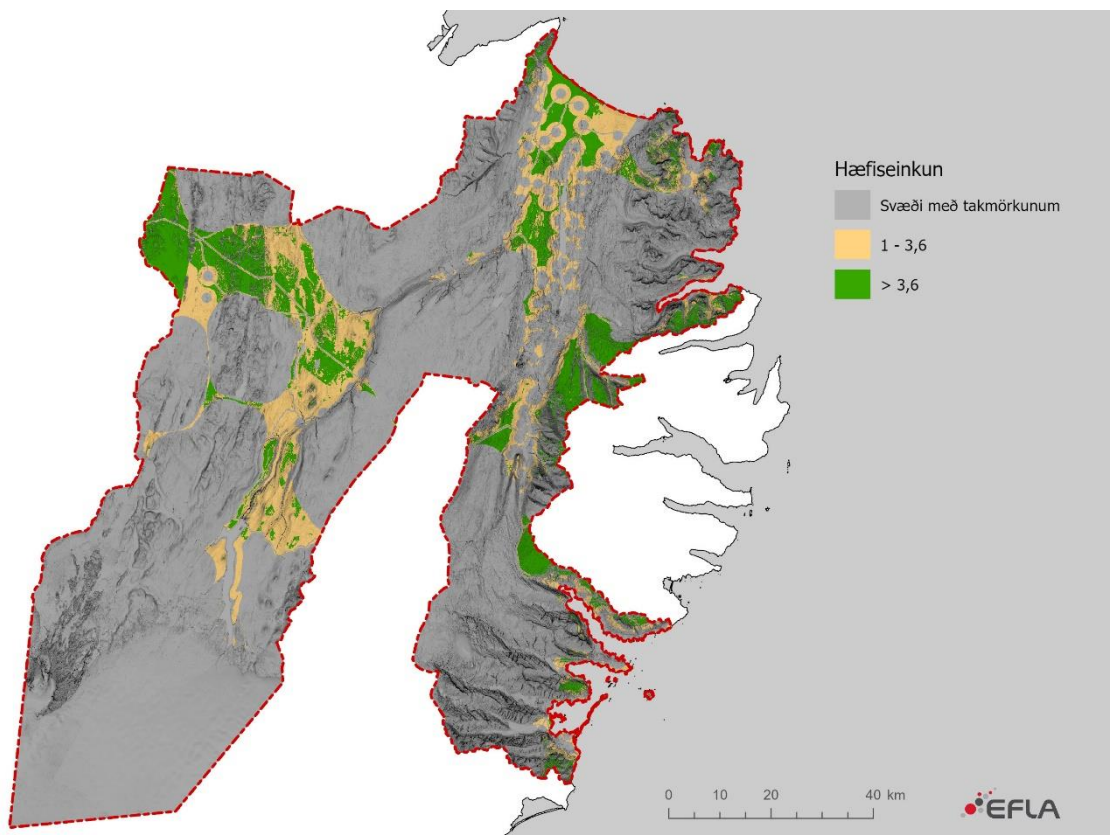
MYND 23 Niðurstöður hæfisútreikninga svæða fyrir sviðsmynd 1 flokkaðar með tölfræðilegri aðferð Jenks.



MYND 24 Niðurstöður hæfisútreikninga svæða fyrir sviðsmynd 2.



MYND 25. Niðurstöður hæfisútreikninga svæða fyrir sviðsmynd 2 flokkaðar með tölfræðilegri aðferð Jenks.



MYND 26. Niðurstöður hæfisútreikninga svæða fyrir sviðsmynd 2 flokkaðar miðað við gildi 3,6 sem er sambærilegt við sviðsmynd 1.

4.2 Áhrif flokkunar hentugra svæða á niðurstöður

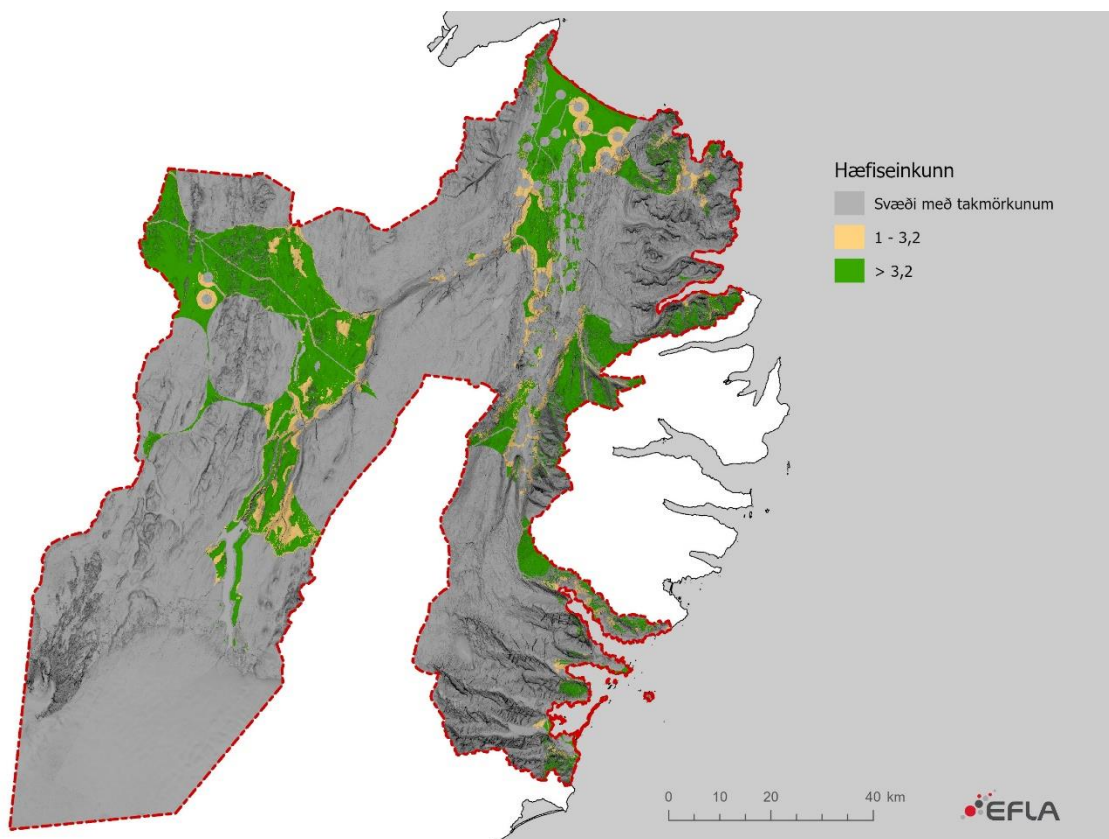
Fyrir sviðsmyndirnar hér að framan var tölfræðileg aðferð Jenks notuð til að marka skil á milli hentugra svæða og þeirra sem henta síður. Til að sýna næmni niðurstaðnanna fyrir breytingu á gildinu sem skilur á milli þessara tveggja flokka var ákveðið að sýna niðurstöður sviðsmyndar 1 þegar skilin liggja við eftirfarandi þrjár hæfiseinkunnir.

Á mynd 27 eru skil milli flokka sett við hæfiseinkunnina 3,2 og stækkar þá svæðið sem er hentugt til vindorkunýtingar verulega.

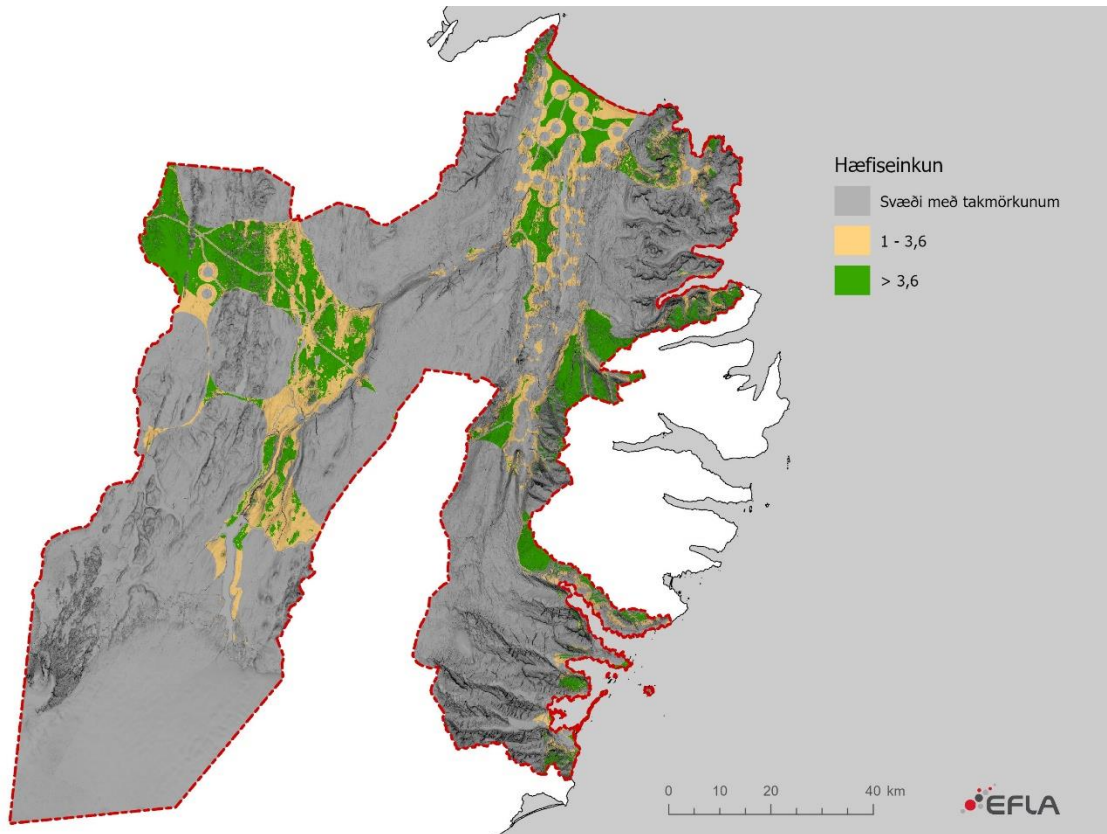
Mynd 28 er mynd 23 sýnd aftur, þar sem mörk milli flokka eru fundin með tölfræðilega aðferð Jenks og skil milli flokka eru sett við hæfiseinkunnina 3,6.

Á mynd 29 eru skil milli flokka sett við hæfiseinkunnina 4,0 og minnkar þá verulega það svæði sem hentar til vindorkunýtingar miðað við niðurstöður sviðsmyndar 1 á mynd 23.

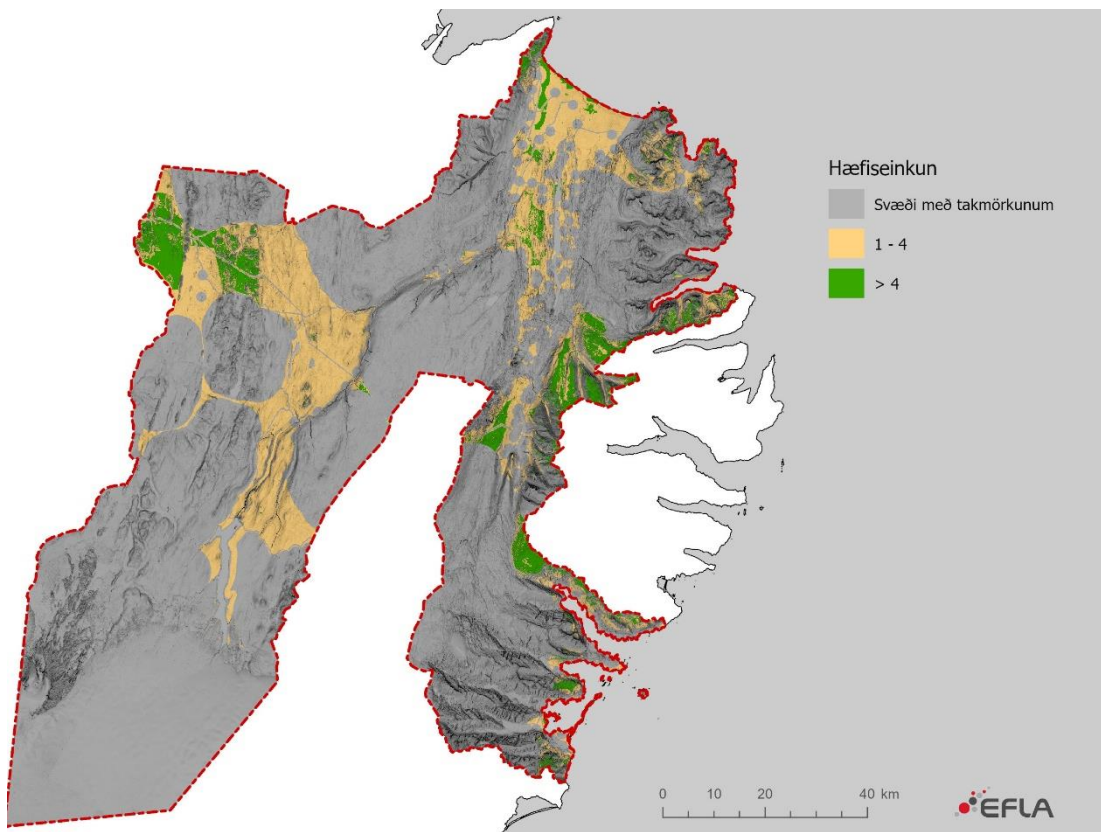
Myndir 27 til 29 sýna að ákvörðun um það gildi sem greinir á milli flokka hefur mikil áhrif á niðurstöðu greiningarinnar. Hér eru því kynntir þrír möguleikar sem hægt er að hafa til hliðsjónar við nýtingu niðurstaðna úr greiningunni við stefnumörkun vegna vindorku við endurskoðun aðalskipulags Múlþings.



MYND 27. Sviðsmynd 1 - Skil milli hentugra svæða og þeirra sem þarf að skoða betur miðar við hæfiseinkunnina 3,2



MYND 28. Sviðsmynd 1 - Skil milli hentugra svæða og þeirra sem þarf að skoða betur miðar við hæfiseinkunnina 3,6.

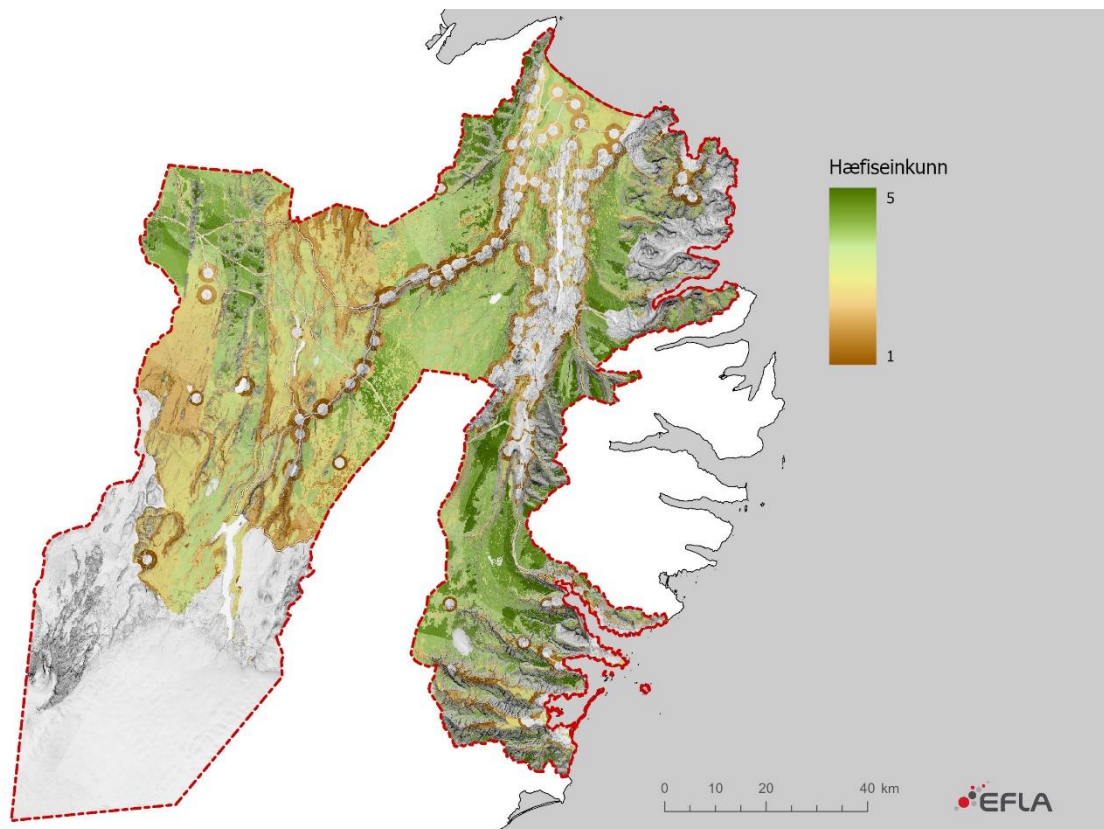


MYND 29. Sviðsmynd 1 - Skil milli hentugra svæða og þeirra sem þarf að skoða betur miðar við hæfiseinkunnina 4,0.

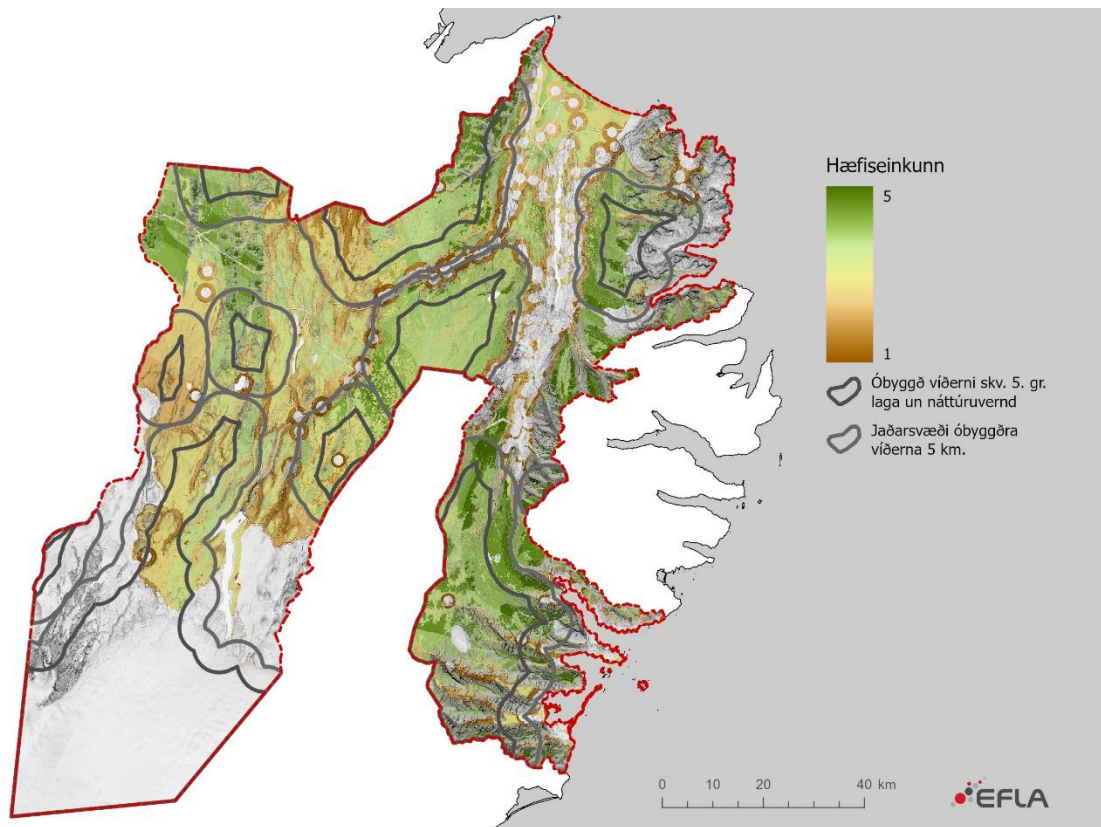
4.3 Áhrif óbyggðra víðerna á takmarkanir.

Stór hluti af svæðinu sem takmarkar nýtingu vindorku eru óbyggð víðerni. Óbyggð víðerni eru sett inn sem takmarkandi þáttur í samræmi við áherslu náttúruverndarlaga um að standa eigi vörð um víðerni landsins. Í greiningarvinnunni komu upp spurningar um hvernig niðurstaða greiningarinnar liti út ef óbyggðu víðernin væru tekin út sem takmarkandi viðmið til að sjá hvaða áhrif víðernin hafa á niðurstöðu greiningarinnar. Á mynd 30 má sjá hvernig takmörkuð svæði fyrir nýtingu vindorku minnka verulega ef víðernin eru tekin út og á mynd 31 má sjá þegar afmarkanir óbyggðra víðerna og jaðarsvæða þeirra eru lagðar ofan á mynd 30.

Með því að taka óbyggð víðerni út sem takmarkandi þátt, þá minnkar svæði sem er takmarkandi fyrir vindorkunýtingu úr 8668 km² í 4724 km². Heildarflatarmáli Múlapings er 10.668 km².



MYND 30. Sviðsmynd 1 - Niðurstaða greiningar á hæfi svæða til nýtingar vindorku þegar takmarkanir vegna óbyggðra víðerna hafa verið teknar út.



MYND 31. Sviðsmynd 1 - Kort sem sýnir útlínur viðerna og jaðarsvæða ofan á mynd 30.

5 LOKAORÐ

Í þessari greiningu hefur verið safnað saman viðmiðum sem taka þarf tillit til við greiningu á hentugleika landsvæða m.t.t. vindorkunýtingar í samráði við sveitarfélagið Múlaþing. Færð eru rök fyrir vali á takmarkandi þáttum fyrir mögulega vindorkunýtingu og skýrt hvernig áhrifaþáttum er gefin einkunn til að finna hentugustu svæðin. Þetta er í fyrsta sinn á Íslandi sem svo ítarleg greining er unnin til að meta hentugleika svæða og virðingarvert að Múlaþing leggi verkefnið til sem skref til aukinnar þekkingar um forsendur fyrir stefnumörkun vegna nýtingar vindorku.

Um leið og forsendur voru valdar fyrir greininguna þá var einnig ákveðið að sleppa ákveðnum áhrifaþáttum. Áður hefur verið minnst á að greiningin fjallar ekki um sjónræn áhrif vindorkuvera eða vindmylla nema að mjög takmörkuðu leyti. Ítarlega greiningu á sjónrænum áhrifum vindorkugarða og vindmylla er einungis hægt að vinna þegar verið er að skoða ákveðna staðsetningu og hæð vindmylla. Áhrif sýnileika þarf að skoða sérstaklega fyrir hvern vindorkukost fyrir sig og erfitt að meta þau heildrænt fyrir stórt landsvæði eins og hér er til skoðunar. Tilgangur þessarar greiningar er að gefa svæðisbundið yfirlit en ekki að meta áhrif tiltekinna staðarvalskosta. Sú vinna bíður betri tíma en getur t.d. verið unnin við nánari skoðun kosta, í mati á umhverfisáhrifum framkvæmdar, við skipulagsbreytingu eða í vinnu rammaáætlunar.

Greiningu á hentugleika svæða fyrir virkjun vindorku er ætlað að skilgreina svæði sem að henta vel fyrir vindorkugarða út frá umhverfis, samfélags og tæknilegum þáttum. Niðurstöðuna má nýta til að styðja við stefnumótun í málaflokknum. Í allri umfjöllun um niðurstöðu greiningarinnar þarf að hafa í huga að hún er niðurstaða sem byggir á ákveðnum völdum forsendum og ef forsendurnar breytast, þá getur það haft áhrif á niðurstöðuna. Þannig getur nýr vegur aukið hentugleika virkjunar vindorku og ný frístundahús eða íbúðarhús skert hentugleika til nýtingar, miðað við gefnar forsendur. Ef forsendurnar breytast þá breytist útkoman.

Einhver kunna að sakna þess að greiningin tekur ekki tillit til áhrifa á landslag eða landslagsheildir. Þar ræður gagnafátækt mestu þar sem flokkun landslags þar sem lagt er mat á virði þess eða sérstöðu liggur ekki fyrir. Greining á umhverfis- og samfélagslegum áhrifaþáttum byggir á fyrirliggjandi gögnum og það rúmaðist ekki innan verkefnisins að vinna landslagsgreiningu og meta virði landslags. Áhrif á landslag er hins vegar einn þeirra þátta sem getur haft áhrif við frekari vinnu við stefnumörkun sveitarfélagsins.

Í leiðbeiningum Skipulagsstofnunar um skipulag- og vindorkunýtingu [15] er bent á að náttúra og landslag er eitt helsta aðdráttarafl erlendra og innlendra ferðamanna. Þar er undirstrikað að þegar tekin er afstaða til vindorkunýtingar þá þurfi sérstaklega að huga að mikilvægum stöðum fyrir ferðamenn og útivist og er æskilegt að Múlaping horfi til þess við stefnumörkun sína. Í leiðbeiningum Landverndar til sveitarfélaga um virkjun vindorku á Íslandi [51] er bent á að áhrif vindorkuvirkjana á ferðþjónustu geta verið með ýmsum hætti. Mannvirkin geta fælt frá ákveðnum svæðum og sýnileiki virkjana getur truflað upplifun ferðamanna og útivistarfólks. Þögnin í íslenskri náttúru er líka auðlind sem þarf að hlúa að. Kortlagning á ferðaleiðum og áningarstöðum ferðamanna og útivistarfólks er mikilvæg og áhrif vindorkunýtingar á þessa hópa eru líkleg til að ráðast af sýnileika mannvirkja og áhrifum á landslag.

Tilgangur greiningarinnar er að kortleggja hvaða svæði henta best til vindorkunýtingar með það að markmiði að niðurstaða greiningarinnar geti nýst sveitarfélaginu við stefnumörkun vegna vindorku við endurskoðun aðalskipulags Múlapings. Sviðsmynd 1 er valin sem meginniðurstaða greiningarinnar en um leið eru sýnd dæmi um hvernig val á aðferð við flokkun niðurstaðna og ákvarðanir um takmarkanir geta haft mikil áhrif á niðurstöðuna. Það er von þeirra sem að verkefninu standa að greiningin sem hér er kynnt nýtist sveitarfélaginu til góðra verka.

6 HEIMILDASKRÁ

- [1] Landsvirkjun, „Umhverfisskýrsla,“ 2013. [Á neti]. Available: <https://umhverfisskyrsla2013.landsvirkjun.is/Markvert-a-arinu/Vindmyllur>.
- [2] WindEurope, „Wind energy in Europe: 2021 Statistics and the outlook for 2022-2026,“ WindEurope Business Intelligence, Brussel, 2022.
- [3] [Á neti]. Available: <https://www.energy.gov/eere/wind/wind-market-reports-2021-edition>.
- [4] American Institute of Physics, „Growth of wind energy points to future challenges, promise,“ TechXplore, 13 ágúst 2019. [Á neti]. Available: <https://techxplore.com/news/2019-08-growth-energy-future.html>. [Skoðað 28 júní 2022].
- [5] Stjórnarráð Íslands, „Stjornarradid.is,“ 2021. [Á neti]. Available: <https://www.stjornarradid.is/library/05-Rikisstjorn/Stjornarsattmali2021.pdf>. [Skoðað 25 maí 2022].
- [6] Alþingi, „Þingsályktun um áætlun um vernd og orkunýtingu landsvæða,“ 15 júní 2022. [Á neti]. Available: <https://www.althingi.is/altext/152/s/1299.html>. [Skoðað 28 júní 2022].
- [7] Verkefnisstjórn 4. áfanga rammaáætlunar um vernd og orkunýtingu landsvæða og Umhverfis- og auðlindaráðuneytið, „Skýrsla verkefnisstjórnar 4. áfanga rammaáætlunar um vernd og orkunýtingu landsvæða 2017-2021: Drög að tillögum um flokkun virkjunarkosta,“ 2021. [Á neti]. Available: <https://www.ramma.is/media/ra4/Skyrsla-verkefnisstjornar-RA-4.pdf>. [Skoðað 30 Maí 2022].

- [8] Umhverfis- og auðlindaráðuneytið, „Drög að breytingu á lögum nr. 48/2011, um verndar- og orkunýtingaráætlun (málmeðferð virkjunarkosta í vindorku). Mál nr. 19/2021.,“ 27 September 2021. [Á neti]. Available: <https://samradsgatt.island.is/oll-mal/§Cases/Details/?id=2888>. [Skoðað 30 Maí 2022].
- [9] Hafsteinsson, Hafsteinn S.; Pálsson, Ingvar Már; Sæmundarson, Hermann;, „Skýrsla starfshóps um samspil vindorku og rammaáætlunar.,“ 15. janúar 2021.
- [10] Umhverfis- og auðlindaráðherra., „Tillaga til þingsályktunar um stefnu stjórnvalda um staðsetningu vindorkuvera í landslagi og náttúru Íslands,“ 22.janúar 2021.
- [11] Skipulagsstofnun, „Ákvörðun innviðaráðherra um að synja staðfestingu aðalskipulagsbreytinga um vindorkuver í Reykhólahreppi og Dalabyggð,“ 27 Mars 2022. [Á neti]. Available: <https://www.skipulag.is/skipulagsstofnun/frettir/akvordun-innvidaradherra-um-ad-synja-stadfestingu-adalskipulagsbreytinga-um-vindorkuver-i-reykholahreppi-og-dalabyggd>. [Skoðað 30 Maí 2021].
- [12] *Úr umsögn Skipulagsstofnunar við skipulagslýsingu Hrútmúlavirkjunar í landi Skáldabúða.*
- [13] Skipulagsstofnun, „Landsskipulagstillaga afhent umhverfis- og auðlindaráðherra,“ 5 Mars 2021. [Á neti]. Available: <https://www.landsskipulag.is/um-landsskipulagsstefnu/frettir/landsskipulagstillaga-afhent-umhverfis-og-audlindaradherra>. [Skoðað 30 Maí 2022].
- [14] Skipulagsstofnun, „Tillaga Skipulagsstofnunar til umhverfis- og auðlindaráðherra að landsskipulagsstefnu,“ [Á neti]. Available: <https://www.landsskipulag.is/media/landsskipulagsstefna-vidbaetur/LSK-21-tillagaSkst-til-radherra.pdf>. [Skoðað 2022 Maí 30].
- [15] Skipulagsstofnun, „UM SKIPULAG OG VINDORKUNÝTINGU,“ 2017 Desember 2017. [Á neti]. Available: <https://www.skipulag.is/media/pdf-skjol/Um-skipulag-og-vindorkunyingu.pdf>. [Skoðað 2022 Maí 30].
- [16] Skipulagsstofnun, „Landsskipulagsstefna 2015-2026 ásamt greinargerð,“ September 2016. [Á neti]. Available: https://www.landsskipulag.is/media/pdf-skjol/Landsskipulagsstefna2015-2026_asamt_greinargerð.pdf. [Skoðað 30 Maí 2022].

- [17] „Aðalskipulag Eyja- og Miklaholtshrepps 2018-2032,“ 26 Júní 2019. [Á neti]. Available: <http://skipulagsaaetlanir.skipulagsstofnun.is/skipulagvefur/DisplayDoc.aspx?itemid=19637018123565774407>. [Skoðað 30 Maí 2022].
- [18] Skipulagsstofnun, „Tillaga að Aðalskipulagi Rangárþings eystra 2020-2032,“ 11 Apríl 2022. [Á neti]. Available: <https://www.skipulag.is/skipulagsstofnun/mal-i-kynningu/safn/tillaga-ad-adalskipulagi-rangarthings-eystra-2020-2032>. [Skoðað 30 Maí 2022].
- [19] Alta, „LANDSLAG OG VINDORKA: Samantekt fyrir Skipulagsstofnun vegna móttunar landsskipulagsstefnu um landslag,“ Nóvember 2019. [Á neti]. Available: <https://www.skipulag.is/media/pdf-skjol/Landslag-og-vindorka.pdf>. [Skoðað 30 Maí 2022].
- [20] Olje- og energidepartementet, „Skrinlegger nasjonal ramme for vindkraft,“ 17 Október 2019. [Á neti]. Available: <https://www.regjeringen.no/no/dokumentarkiv/regjeringen-solberg/aktuelt-regjeringen-solberg/oed/nyheter/2019/skrinlegger-nasjonal-ramme-for-vindkraft/id2674311/>. [Skoðað 30 Maí 2022].
- [21] Landmælingar Íslands, „CORINE,“ [Á neti]. Available: <https://www.lmi.is/is/landupplýsingar/gagnagrunnar/corine-flokkun-landgerda>. [Skoðað 31 Maí 2022].
- [22] WindPRO wiki, „EU-DEM,“ WindPro, 13 Júlí 2020. [Á neti]. Available: <https://help.emd.dk/mediawiki/index.php?title=EU-DEM>. [Skoðað 31 Maí 2022].
- [23] Umhverfisstofnun, „Friðlýst svæði,“ [Á neti]. Available: <https://ust.is/nattura/natturuverndarsvaedi/fridlyst-svaedi/>. [Skoðað 30 Maí 2022].
- [24] Vatnajökulsþjóðgarður, „Stjórnunar- og verndaráætlun Vatnajökulsþjóðgarðs: Náttúruvernd, útivist og byggðarþróun,“ 12 júlí 2013. [Á neti]. Available: https://www.vatnajokulsthjodgardur.is/static/files/Stjornsysla/PDF-skjol-kort/stjornunar-og_verndar_2013.pdf. [Skoðað 31 maí 2022].
- [25] Umhverfis- og auðlindaráðuneytið, „AUGLÝSING um verndarsvæði á Norðurlandi – vatnasvið Jökulsár á Fjöllum í verndarflokki verndar- og orkunýtingaráætlunar,“ 10 ágúst 2019. [Á neti]. Available: <https://ust.is/library/Skrar/Umsagnir/Skipulagstillogur/Fri%3%b0l%3%bdsing%20J%3%b6kuls%3%a1r%20%3%a1%20Fj%3%b6llum.pdf>. [Skoðað 31 maí 2022].

- [26] Alþingi, „60/2013: Lög um náttúruvernd,“ 10 apríl 2013. [Á neti]. Available: <https://www.althingi.is/lagas/151c/2013060.html>. [Skoðað 31 maí 2022].
- [27] Þ. Árnason, D. Ostman og A. Hoffritz, „Kortlagning víðerna á miðhálandi Íslands: Tillögur að nýrri aðferðafræði,“ Háskóli Íslands - Rannsóknarsetur á Hornafirði 2017, 2017. [Á neti]. Available: https://www.skipulag.is/media/pdf-skjol/Kortlagning_Viderna_Web2.pdf. [Skoðað 31 maí 2022].
- [28] D. C. Ostman, O. Neumann og Þ. Árnason, „Óbyggð víðerni á Íslandi - greining og krotlagning á landsvísu,“ Háskóli Íslands – Rannsóknasetur á Hornafirði 2021, 2021. [Á neti]. Available: https://www.ramma.is/media/rannsoknir/OstmanEtal2021_WildernessIceland.pdf. [Skoðað 31 maí 2022].
- [29] Wildland Research Institute, „Mapping Wilderness Quality in the Central Highlands of Iceland,“ Mars 2022. [Á neti]. Available: https://wildlandresearch.org/wp-content/uploads/sites/39/2022/03/Iceland-Wilderness-Report_FINAL_March16-3_compressed-med.pdf. [Skoðað 31 maí 2022].
- [30] Húsnæðis- og mannvirkjastofnun, „byggingarreglugerd.is,“ Húsnæðis- og mannvirkjastofnun, 6 desember 2021. [Á neti]. Available: <https://www.byggingarreglugerd.is/#reglugerd>. [Skoðað 25 maí 2022].
- [31] Umhverfissráðuneyti Íslands, „reglugerd.is,“ 7 júlí 2008. [Á neti]. Available: <https://www.reglugerd.is/reglugerdir/allar/nr/0724-2008>. [Skoðað 25 maí 2022].
- [32] Skipulagsstofnun, „Búrfellslundur: Álit um mat á umhverfisáhrifum,“ 21 desember 2016. [Á neti]. Available: <https://www.skipulag.is/media/attachments/Umhverfismat/1180/201507054.pdf>. [Skoðað 31 maí 2022].
- [33] Dumfries and Galloway Council, „Local Development Plan: Supplementary Guidance Part 1 Wind Energy Development: Development Management Considerations,“ júní 2017. [Á neti]. Available: https://www.dumgal.gov.uk/media/17607/Part-1-Wind-Energy-Development-Development-Management-Considerations-Screening-Determination/pdf/0892-16_Wind_Energy_Guidance_Part_1.pdf. [Skoðað 30 maí 2022].
- [34] Scottish Government, „Onshore wind turbines: planning advice,“ 28 maí 2014. [Á neti]. Available: <https://www.gov.scot/publications/onshore-wind-turbines-planning-advice/>. [Skoðað 30 maí 2022].

- [35] Department of the Environment, „Best Practice Guidance to Planning Policy Statement 18 'Renewable Energy',“ ágúst 2009. [Á neti]. Available: https://www.infrastructure-ni.gov.uk/sites/default/files/publications/infrastructure/Best%20Practice%20Guidance%20to%20PPS%2018%20-%20Renewable%20Energy_0.pdf. [Skoðað 31 maí 2022].
- [36] Samgögnustofa, „Ákvörðun Samgöngustofu nr. 1/2019 um lýsingu og merkingu hindrana,“ 2019. [Á neti]. Available: <https://www.samgongustofa.is/media/log-og-reglur-i-flugmalum/akv1a209.pdf>. [Skoðað 31 maí 2022].
- [37] Danish Energy Agency, „Energy Policy Toolkit on Physical Planning of Wind Power: Experiences from Denmark,“ [Á neti]. Available: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Globalcooperation/physical_planning_of_wind_power.pdf. [Skoðað 31 maí 2022].
- [38] V. Onyango, B. Illsley og M. Radfar, „Review of the 2Km separation distance between areas of search for onshore wind farms and the edge of cities, towns and villages,“ Univercity of Dundee, Dundee, 2013.
- [39] Alþingi, „74/2018: Lög um menningarminjar,“ 27 júní 2018. [Á neti]. Available: <https://www.althingi.is/lagas/nuna/2012080.html>. [Skoðað 13 júní 2022].
- [40] J. F. Manswell, J. G. McGowan og A. L. Rogers, *Wind Energy Explained: Theory, Design and Application*, West Sussex, United Kingdom: Wiley, 2009.
- [41] Landsvirkjun, „Búrfellslundur - Endurhönnun: Tilhögun virkjunarkosts R4301B,“ febrúar 2020. [Á neti]. Available: <http://gogn.lv.is/files/2020/2020-008.pdf>. [Skoðað 13 júní 2022].
- [42] „How windy does it have to be?,“ Renewables first, [Á neti]. Available: <https://www.renewablesfirst.co.uk/windpower/windpower-learning-centre/how-windy-does-it-have-to-be/#:~:text=In%20summary%2C%20any%20site%20that%20has%20an%20annual,of%20the%20%E2%80%98oversized%20rotor%E2%80%99%20wind%20turbines%20now%20available..> [Skoðað 13 júní 2022].
- [43] M. A. Baseer, S. Rehman, J. P. Meyer og M. Mahbub Alam, „GIS-based site suitability analysis for wind farm development in Saudi Arabia,“ *Energy*, b. 141, pp. 1166-1176, 17 desember 2017.

- [44] A. Hyvärinen, „Wind turbines over a hilly terrain: performance and wake evolution,“ KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, 2018.
- [45] „Wind Farm Placement,“ Blue Marble Geographics, [Á neti]. Available: <https://www.bluemarblegeo.com/showcases/wind-farm-placement/>. [Skoðað 14 júní 2022].
- [46] M. Carlino, „WIND FEASIBILITY STUDY FOR MASSACHUSETTS,“ [Á neti]. Available: http://sites.tufts.edu/gis/files/2013/11/Carlino_Matt.pdf. [Skoðað 14 júní 2022].
- [47] L.-I. Tegou, H. Polatidis og D. A. Haralambopoulos, „Environmental management framework for wind farm siting: Methodology and case study,“ *Journal of Environmental Management*, b. 91, nr. 11, pp. 2134-2147, 2010.
- [48] E. Þorsteins og S. P. Ísaksson, „Ísingarvá á loftlínum á Íslandi,“ Efla, [Á neti]. Available: <https://www.efla.is/blogg/fagid/isingarva-a-loftlinum-a-islandi>. [Skoðað 14 júní 2022].
- [49] Skipulagsstofnun, „Tillaga Skipulagsstofnunar til umhverfis- og auðlindaráðherra að landsskipulagsstefnu,“ febrúar 2021. [Á neti]. Available: <https://www.landsskipulag.is/media/landsskipulagsstefna-vidbaetur/LSK-21-tillagaSkst-til-radherra.pdf>. [Skoðað 14 júní 2022].
- [50] K. H. Skarphéðinsson, B. Katrínardóttir, G. A. Guðmundsson og S. N. Auhage, „Mikilvæg fuglasvæði á Íslandi,“ *Fjölrit Náttúrufræðistofnunar Nr. 55*, b. 55, desember 2016.
- [51] Landvernd, „VirkJun vindorku á Íslandi. Stefnumótunar og leiðbeiningarrit Landverndar,“ Landvernd, Reykjavík, 2018.
- [52] Michael Liebreich, „London summit 2017,“ í *Bloomberg New Energy Finance Summit*, London, 2017.
- [53] „Tillaga til þingsályktunar um áætlun um vernd og orkunýtingu landsvæða. Mál 370 á 151. löggjafarþingi 2020–2021,“ [Á neti]. Available: <https://www.althingi.is/thingstorf/thingmalalistar-eftir-thingum/ferill/?ltg=151&mnr=370>. [Skoðað 30 Maí 2022].
- [54] Landsvirkjun, „Landsvirkjun.is,“ [Á neti]. Available: <https://www.landsvirkjun.is/burfellslundur>. [Skoðað 25 maí 2022].

- [55] Umhverfis-, orku- og loftlagsráðuneytið, „Staða og áskoranir í orkumálum - með vísan til markmiða og áherslna stjórnvalda í loftlagsmálum,“ Umhverfis-, orku- og loftlagsráðuneytið, Reykjavík, 2022.
- [56] Stjórnarráð Íslands - Atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneyti, „stjornarradid.is,“ 2020. [Á neti]. Available: <https://www.stjornarradid.is/library/01--Frettatengt---myndir-og-skrar/ANR/Orkustefna/200327%20Atvinnuvegaraduneytid%20Orkustefna%20A4%20V5.pdf>. [Skoðað 25 maí 2022].
- [57] Landsvirkjun, „Búrfellslundur,“ [Á neti]. Available: <https://www.landsvirkjun.is/burfellslundur>. [Skoðað 14 júní 2022].
- [58] Orkustofnun, „orkustofnun.is,“ 27 maí 2021. [Á neti]. Available: <https://orkustofnun.is/gogn/Talnaefni/OS-2021-T008-01.pdf>. [Skoðað 13 júní 2022].