



Mynd 1: Búrfellslundur. Mynd eftir Árna Sæberg, fengin af heimasíðu Morgunblaðsins.

Áhrif vindlunda og annarra tengdra mannvirkja á hreindýr og sauðfé

Samantekt á erlendum rannsóknum fyrir Rammaáætlun sumarið 2020

Aðalbjörg Egilsdóttir,
Háskóla Íslands, Líf- og umhverfisvísindastofnun

Efnisyfirlit

Inngangur.....	3
Aðferðir.....	3
Vindlundir	3
Hreindýr	4
Áhrif vindlunda á hreindýr	6
Niðurstöður frá Noregi.....	6
Niðurstöður frá Svíþjóð	9
Áhrif raflína og vega á hreindýr.....	11
Sauðfé.....	13
Áhrif vindmylla, raflína og vega á sauðfé	Error! Bookmark not defined.
Umræður	Error! Bookmark not defined.
Viðauki	18
Heimildaskrá	19

Myndaskrá

Mynd 1: Búrfellslundur. Mynd eftir Árna Sæberg, fengin af heimasíðu Morgunblaðsins.....0

Mynd 2: Kort af Austur- og Vestur-Setesdal. Nýja raflínan er merkt inn auk eldri raflína og vega. Burðarsvæði hreinkúa eru merkt inn með ljósbláum, bleikum og gulum lit og merkja burðarsvæði fyrir framkvæmdir, á meðan á þeim stóð og eftir að þeim lauk. (Colman o.fl., 2015). 12

Mynd 3: Kort af Íslandi sem sýnir beitarsvæði og mörk á beitarlöndum. Ljósgrænn litur merkir svæði þar sem sauðfé er beitt. Fengið af kortasjá Grólindar..... 6

Mynd 4: Sauðfé að beit í vindlundi. Mynd sótt af <https://www.carbonbrief.org/analysis-how-decc-spends-its-annual-budget/wind-farm-turbines-farming-sheep> 14

Töfluskrá

Tafla 1: Áhrif vindlunda á hreindýr, aðra grasbíta og búfénað.**Error! Bookmark not defined.**

Inngangur

Ein stærsta ógn við líf á jörðinni á okkar dögum eru loftslagsbreytingar af mannavöldum. Afleiðingar þeirra geta verið margvíslegar; sjötta útrýmingaraldan, súrnun sjávar, auknar náttúruhamfarir, tap á búsvæðum manna og annarra lífvera og fleira (Allen o.fl., 2018). Sú leið sem margir hafa litið á sem eina af lausnunum við óheftri losun gróðurhúsalofttegunda frá aðgerðum mannsins er að breyta orkunotkun mannkynsins – úr jarðefnaeldsneyti og til sjálfbærari orkugjafa. Einn þeirra orkugjafa sem hefur gefið hvað besta raun, bæði út frá efnahags- og umhverfissjónarmiðum, er vindorka sem beisluð er með vindmyllum, bæði á landi og í sjó.

Þrátt fyrir að Íslendingar fái langstærstan hluta raforku frá endurnýjanlegum orkugjöfum hefur vindorka ekki verið mikið notuð, en nú eru fimm vindlundir á landinu (Arnar Páll Hauksson, 2019). Margir hafa þó sýnt aukinni beislun vindsins áhuga (Áforma 35 vindmyllur í Garpsdal, 2019; Birgir Olgeirsson, 2019; Arnar Páll Hauksson, 2017) og er þá mikilvægt að hafa í huga hver áhrif vindlunda geta verið á efnahag og náttúru landsins. Við slíkt mat er að mörgu að hyggja en hingað til hafa ekki verið skoðuð áhrif á spendýr, hvorki þau sem hafa verið hér á landi frá því fyrir landnám, líkt og tófuna og sjávarspendýr, né þau sem hafa orðið villt síðar, líkt og hreindýr, mink og húsdýr en eyða stórum hluta ævi sinnar í víðáttu landsins, svo sem sauðfé (Alta, 2019; Storm orka ehf, 2019). Ekki hefur heldur verið tekið tillit til landspendýra þegar umhverfisáhrif háspennulína eru metin (Landsnet, 2010).

Í þessari skýrslu er gerð grein fyrir rannsóknum og stöðu þekkingar á þeim áhrifum sem vindlundir og tengd mannvirki hafa á hreindýr og sauðfé. Hér á landi hafa litlar rannsóknir hafa verið gerðar á þessu sviði og er því aðallega byggt á erlendum rannsóknum og viðhorfum.

Nálgun og aðferðir

Við vinnslu þessarar umfjöllunar um áhrif vindmylla á hreindýr og sauðfé var aðallega notast við leitarvélina Web of Science (www.webofknowledge.com). Þar voru leitarorðin *wind mill*, *wind park*, *wind turbine*, *windpower*, *roads* og *electric lines* notuð með orðunum *reindeer*, *sheep* og *free-ranging livestock*. Til aukinnar heimildaleitar var leitarvél Google Scholar einnig notuð, bækurnar *Öræfahjörðin: Saga hreindýra á Íslandi* eftir Unni Birnu Karlsdóttur og *Landbúnaðarsaga Íslands* eftir Árna Daníel Júlíusson, leitað eftir upplýsingum um vindmyllur á Íslandi á Google og haft samband við íslenska og erlenda sérfræðinga um efnið. Allar rannsóknir sem fundust fjölluðu um áhrif vindmylla á hreindýr í Skandinavíu (Noregi og Svíþjóð) en notast var við íslenskar matsskýrslur á áhrifum vindmylla og vefheimildir um möguleg áhrif vindmylla á sauðfé, þar sem engar vísindagreinar fundust um það efni.

Vindlundir

Vindur er sjálfbær og endurnýjanleg auðlind til orkunýtingar (Landsvirkjun, 2016). Ísland er meðal þeirra landa í heiminum þar sem vindur er einna mestur og rannsóknir gefa til kynna að skilyrði til nýtingar hans til orku séu mjög hagstæð. Vindorka veldur ekki losun

gróðurhúsalofttegunda auk þess sem vindmyllur framleiða margfalt meira rafmagn en fer í að byggja þær, flytja og farga. Landsvirkjun segir að hægt sé að staðsetja vindmyllur nánast hvar sem er og að þær raski hvorki landgræðslu né landbúnaði (Landsvirkjun, 2016).

Þegar beisla á vindorku eru byggðir vindlundir sem samanstanda af vindmyllum sem reistar eru á undirstöðum, kranaplani við hverja vindmyllu og aðkomuvegi (Landsvirkjun, 2016). Hver undirstaða er átthyrnd og um 25 m í þvermál. Auk þess er lagður jarðstrengur að safnstöð þar sem safnspenna er hækkuð og raforkan flutt þaðan að flutningskerfi raforku. Vindmyllurnar sjálfar eru samsettar úr turni sem heldur uppi hreyfilshúsi (Skipulagsstofnun, 2019). Í hreyfilshúsinu er rafall sem snýr blöðum myllunnar. Nýjustu gerðir vindmylla eru um 180 m að hæð þegar blöðin eru í hæstu stöðu. Landsvirkjun reisti tvær vindmyllur í Búrfellslundi árið 2011 í rannsóknarskyni (Landsvirkjun, 2016). Nýtnihlutfall myllanna tveggja er að meðaltali yfir 40% og talið að það geti náð allt að 50%, sem talið er vel ásættanlegt og er yfir heimsmeðaltali (Ritstjórn Kjarnans, 2015).

Stór hluti þeirra svæða sem fyrirhuguð eru sem orkuvinnslusvæði eða fyrir háspennulínur á Íslandi eru nýtt sem afréttir fyrir sauðfé (Landsnet, 2010). Ekki er talið að áhrif á landbúnað verði veruleg en aðgengi að svæðinu mun líklega aukast, sem auðveldar t.d. veiðar og útivist. Fyrir utan það raska vindlundir gróðurfari og þ.a.l. búsvæðum þeirra tegunda sem nýta svæðið, sem getur m.a. aukið beitarálag annars staðar (Skarin, Sandström og Alam, 2018). Í norski rammaáætlun eru mikilvæg hreindýrasvæði útilokuð frá byggingu vindlunda (Norwegian Water Resources and Energy Directorate, e.d.).

Hreindýr

Hreindýr (*Rangifer tarandus*) er tegund klaufdýra sem finnst á heimskautasvæðum norðurhvels (Skarin o.fl., 2015). Nú eru sjö undirtegundir þekktar, þrjár í Evrópu og fjórar í Norður-Ameríku. Meirihluti þeirra hreindýra sem finnst í Skandinavíu tilheyrir undirtegundinni, evrasískum túndruhreinum (*Rangifer tarandus tarandus*) og tilheyra hreindýr á Íslandi þeirri undirtegund (Unnur Birna Karlsdóttir, 2019). Ekki er víst hvenær tamning hreindýra hófst en til eru heimildir um tamdar hreindýrahjarðir frá 9. öld e. Kr. í Noregi (Ruong, 1982). Í tilviki hreindýra hefur tamingin í meginatriðum falið í sér að ræktað var fyrir eiginleikum sem gerði hreindýrahirðum auðveldara fyrir að safna þeim saman og drógu úr árásgirni þeirra gagnvart mönnum (Kitti, Gunsley og Forbes, 2006). Á Íslandi hafa hreindýr alltaf verið villt en þau komu þó líklega úr tömdum hjörðum (Unnur Birna Karlsdóttir, 2019).

Á Íslandi eiga hreindýr enga óvini í dýraríkinu, þ.e. stór rándýr, sem er ólíkt því sem gengur og gerist erlendis, en þó er vitað til þess að tófa geti drepið litla kálfa (Unnur Birna Karlsdóttir, 2019). Auk þess þrífast þau skordýr sem herja mest á hreindýr ekki hér á landi og helsta hættan sem steðjar að þeim er kuldatíð á vorin, sem getur farið illa í kálfana. Hreinkýr bera á vorin. Oftast fara aðeins kelfdar kýr á burðarsvæðin, sem eru þau sömu ár eftir ár nema eitthvað raski þeim, annaðhvort af manna- eða náttúruvöldum. Helstu burðarsvæði á Íslandi eru á hálendinu norðan Vatnajökuls og í eyðidölum og -víkum á Austfjörðum. Hreintarfar eru oft einfatar eða halda sig í litlum hópum þar til kemur að fengitíma og berjast þeir þá um yfirráð yfir kúahópum. Eftir að fengitíma lýkur dreifast hreindýrin í hópum víða, þau leita á láglendi á haustin og veturna og þá sérstaklega ef veðurfar er slæmt á heiðum. Oft má sjá

hreintarfa í byggð langt fram á sumar. Vesturmörk svæðisins sem hreindýr mega vera á afmarkast sunnan Vatnajökuls af Jökulsárlóni á Breiðamerkursandi og norðan jökulsins af Jökulsá á Fjöllum.

Hreindýr eru sífelld á ferð í leit að æti og geta ferðast yfir stór svæði á stuttum tíma, sem nauðsynlegt er að hafa í huga þegar skoðað er hvaða áhrif truflanir, m.a. mannvirki, geta haft á þau (Skarin, Danell, Bergström og Moen, 2010). Þar sem hreindýr eru hópdýr sem ferðast yfir stór svæði eru þau sérstaklega viðkvæm fyrir mannvirkjum sem hafa áhrif á möguleika þeirra til að ferðast á milli svæða (Reimers og Colman, 2006). Vegna þessa er áhrifum á hreindýr af völdum mannvirkja oft skipt í þrennt; i) staðbundin bein áhrif truflunarinnar á einstaklinga sem nýta svæðið (e. local effects), ii) svæðisbundin áhrif á hjörðina í heild sinni á stærra svæði sem hjörðin nýtir sér (e. regional effects) og loks iii) uppsöfnuð langtímaáhrif á framleiðni í stofninum (UNEP, 2001). Almennt séð virðast hreinkýr, sérstaklega ef þær eru í fylgd kálfa, vera viðkvæmari fyrir ágangi manna og manngerðum innviðum en tarfar (Reimers og Colman, 2006). Vindmyllur geta haft bein áhrif á hreindýr vegna sjón- og hljóðrænna áhrifa og óbein áhrif vegna vega, raflína og annarra mannvirkja sem geta m.a. bútað upp búsvæði þeirra og haft hindrunaráhrif (Colman o.fl., 2012). Sýnt hefur verið að hreindýr geti vanist ýmsu áreiti, m.a. frá mannvirkjum, en stofnar sem eru veiddir af mönnum, líkt og íslenski hreindýrastofninn, eru viðkvæmari fyrir viðveru manna en aðrir stofnar (Reimers og Colman, 2006).

Nokkrar rannsóknir hafa verið gerðar á áhrifum mannvirkja á hreindýr, þ. á m. áhrif vindlunda, vega og háspennulína. Nú eru tvö langtímaverkefni í gangi í Noregi og Svíþjóð þar sem verið er að rannsaka áhrif ýmissa nýrra mannvirkja á hreindýrahjarðir. Næsta skýrsla kemur út í Svíþjóð árið 2021 (A. Skarin, munnleg heimild, 10. júlí 2020). Rannsóknir á áhrifum vindlunda á hreindýr eiga það flestar sameiginlegt að hreindýrin eru vöktuð áður en bygging mannvirkja hefst, á meðan framkvæmdir eru í gangi og svo í nokkur ár eftir að framkvæmdum lýkur og vindmyllurnar eru í gangi. Að öðru leyti eru þær ólíkar, t.d. fjallaði ein um áhrif á hreindýr í girðingum, nokkrar skoðuðu staðbundin áhrif, aðrar svæðisbundin og enn aðrar hvoru tveggja. Einnig voru ólíkar aðferðir notaðar, talning hreindýrataðs á svæðum, GPS-ólar settar á hreindýr eða þau talin og skoðuð með berum augum. Einhverjar rannsóknir notuðu tvær eða allar þessara aðferða.

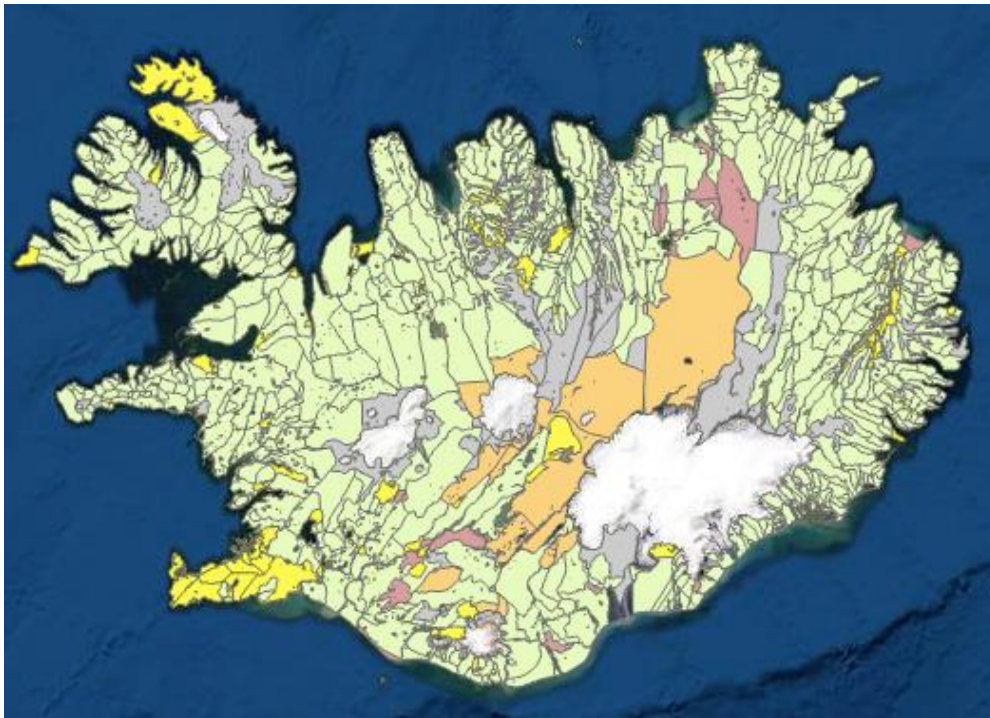
Sauðfé

Sauðfé (*Ovis aries*) hefur fylgt manningum lengi en tamning sauðfjár hófst um 9.000 f.Kr., eða fyrir um 11.000 árum (Árni Daníel Júlíusson og Jónas Jónsson, 2013). Sauðfé kom til Íslands með landnámsmönnum og hefur gegnt stóru hlutverki í afkomu landsmanna allar götur síðan. Íslenskt sauðfé er ættað frá sömu löndum og landnámsmenn, þ.e. Norðurlöndum og er af stuttrófufé sem hliðstæður af finnast enn í Noregi og annars staðar í Norður-Evrópu. Sauðfé var komið um allt land fljótlega eftir landnám og frjólínurit sýna miklar breytingar á gróðri landsins í kjölfarið.

Sauðburður fer fram í maí ár hvert og fljótlega á eftir er meirihluta fjár beitt úti við og fram á haust, þegar réttað er. Meirihluti sauðfjár á Íslandi eyðir sumrinu í lausagöngu til fjalla og á hálendi (Þórey Bjarnadóttir, Jóhannes Sveinbjörnsson og Emma Eyþórsdóttir, 2006). Þar

sem bæir hafa ekki greiðan aðgang að afréttum gengur fé gjarnan í láglandismýrum (Þórey Bjarnadóttir, Jóhannes Sveinbjörnsson og Emma Eypórsdóttir, 2004). Almennt séð er láglandi landsins frekar nýtt til heyskapar en beitar en rannsóknir hafa einnig sýnt að lömb þyngjast hraðar á hálendi en láglandi (Ólafur Guðmundsson, 1988; Ólafur Guðmundsson og Anna Guðrún Þórhallsdóttir, 1999; Þórey Bjarnadóttir o.fl., 2006).

Veturinn 2016–2017 var um 475.000 fjár á Íslandi (Hörður Kristjánsson, 2017) og er um 61% landsins nýtt til beitar (Jóhannes Helgi Stefánsson o.fl., 2020).



Mynd 2: Kort af Íslandi sem sýnir beitarsvæði og mörk á beitarlöndum. Ljósgrænn litur merkir svæði þar sem sauðfé er beitt. Fengið af kortasjá Grólindar.

Niðurstöður

I. Áhrif vindlunda á hreindýr

1. Noregur

Fyrsta greinin sem kom út um áhrif vindmylla á hreindýr fjallaði um hreindýr í girðingum (Flydal, Eftestøl, Reimers og Colman, 2003). Höfundar bjuggust við tvennu ef vindmyllurnar hefðu neikvæð áhrif á hreindýrin; að hreindýrin myndu nýta svæðin sem væru næst vindmyllunum minna eða að hegðun hreindýranna breyttist, þ.e. að þau væru meira á ferð og nýttu minni tíma til beitar. Rannsakendur girtu af tvö átta og sjö hektara svæði fyrir hreindýrin, eitt við vesturhlið vindlunda og viðmiðunarsvæði um þrjá kílómetra frá lundinum (control). Gætt var að því að svipað gróður- og veðurfar væri á báðum svæðum. Þrjár til fimm hreinkýr voru á hvoru svæði á meðan á rannsókninni stóð, hver þeirra 16–17 mánaða gömul. Til að ákvarða hvort áhrif væru af hljóði eða hreyfingu frá vindmyllunum var bæði prófað að

hafa kveikt á þeim og slökkt. Myndbandsupptökur voru nýttar til að fylgjast með dýrunum, um fimm mínútna myndband var tekið þrisvar á klukkustund. Rannsóknin stóð yfir tvö haust, 1999 og 2000. Haustinu 2000 var skipt upp í fjögur tímabil og voru ný hreindýr sett í girðinguna í hvert sinn.

Árið 1999 voru engin mælanleg áhrif á beit af því að kveikja á vindmyllunum (Flydal o.fl., 2003). Árið 2000 mældust stundum áhrif en stundum ekki. Á fyrri tveimur tímabilunum eyddu hreindýrin meiri tíma í beit (90% miðað við 49%) á meðan kveikt var á vindmyllunum en minni tíma á síðari tveimur tímabilunum (28% miðað við 80%). Aftur á móti voru dýrin á vindmyllusvæðinu að meðaltali 28 m lengra frá vindmyllunum þegar þær voru í gangi árið 1999, hreindýrin á báðum svæðum voru lengra frá vindmyllunum þegar þær voru í gangi á tímabili 1 árið 2000, hreindýrin á vindmyllusvæðinu voru að meðaltali 100 m nær vindmyllunum á tímabili 2 og að meðaltali 93 m fjær á tímabili 3. Engin mælanleg áhrif sáust á tímabili 4. Misjafnt var eftir tímabilum hvort hreindýrin væru nær eða fjær vindmyllunum þegar þau hvíldu sig og voru á beit. Þegar kveikt var á vindmyllunum voru hreindýrin við vindlundinn minna eirðarlaus, en þessu var öfugt farið í reitnum fjær vindmyllunum.

Niðurstöður Flydal o.fl. (2003) sýndu ekki það sem búist var við ef vindmyllurnar hefðu neikvæð áhrif á hreindýrin. Einnig var sú ályktun dregin að þar sem aukin orkunotkun var ekki mælanleg, líti hreindýrin líklega ekki á vindmyllurnar sem ógn og að þegar á heildina sé litið hafi myllurnar ekki haft neikvæð áhrif. Auk þessa töldu rannsakendur líklegt að mikil viðvera manna á svæðinu hafi meiri áhrif á hreindýrin en mannvirkin sjálf. Þeir ályktuðu minnka megi líkurnar á að hreindýrin truflist með því að stytta framkvæmdatímann því ef mikið er um mannaferðir gætu dýrin tengt svæðið við aukna hættu, jafnvel eftir að framkvæmdum lýkur. Þó bentu höfundar á að niðurstöður annars staðar geti verið ólíkar þessum, sérstaklega þar sem áhrif vegna ferðamennsku og veiða bætast ofan á truflunina frá vindmyllunum. Einnig er vert að rifja upp að þar sem dýrin voru á lokuðum svæðum höfðu þau minni möguleika á að flýja mögulega truflun.

Colman o.fl. (2013) báru saman hegðun hreindýra á Dyfjord- og Skjöttningsbergskögunum í Norður-Noregi. Á miðjum Dyfjordskaga var byggður vindlundur með 17 vindmyllum árið 2006 en engar vindmyllur eru á Skjöttningsberg. Hreindýr eru á svæðinu frá því í apríl og fram í október og er þeim ekki smalað neitt saman á tímabilinu. Skagarnir tveir eru sambærilegir að öllu leyti þegar kemur að búsvæðum hreindýra, m.a. stærð, gróðri og veðurfari. Um 5 m breiður malarvegur er á þeim báðum auk gamalla raflína. Höfundar bjuggust við þrennu; i) að dýrin myndu forðast skagann þar sem vindmyllurnar voru til staðar, ii) að minni þéttleiki dýra væri nálægt vindmyllunum árið sem framkvæmdir fóru fram og iii) að þéttleiki dýra minnkaði eftir því sem nær kæmi mannvirkjunum innan svæða sem annars voru að svipaðri búsvæðagerð. Notast var við tvær aðferðir til að meta áhrif vindmyllanna á hreindýr; taðhrúgur voru taldar og fylgst með hegðun dýranna í sjónauka einu sinni í mánuði. Gengið var um allt svæðið með sjónauka og staðsetning dýranna var ákvörðuð með GPS hnitum sem voru sett inn í ArcGis kortaforritið til nánari vinnslu.

Á báðum skögum var þéttleiki hreindýra mestur þar sem bestu búsvæðin voru, óháð nálægð við mannvirki. Þéttleikinn var meiri á Dyfjord (þar sem vindlundurinn var byggður) en á Skjöttningsberg (Colman o.fl., 2013). Vert er þó að hafa í huga að meira var af afar góðu búsvæði á Dyfjord en Skjöttningsberg (34% á móti 25% af flatarmáli svæðanna?). Þéttleiki

hreindýra var minni á báðum skögunum á meðan á vindmylluframkvæmdum stóð, sem gefur til kynna að framkvæmdir hafi meiri áhrif á hreindýrin en vindmyllurnar. Fjöldi taðhrúga gaf ekki til kynna að hreindýrin forðuðust vindlundinn eða svæðið í kring, ef frá er talinn vegurinn sem liggur upp að lundinum. Niðurstöður rannsóknarinnar voru þær að þéttleiki hreindýranna virtist aðeins tengjast gæðum búsvæða, ekki mannvirkjum á svæðinu. Anna Skarin (sjá umfjöllun um greinar hér að neðan) hefur gagnrýnt þessa rannsókn því að hreindýrin þurfa að fara í gegnum svæði með miklum mannvirkjum og umferð til að komast á Dyfjord- og Skjöttningsbergskagana.

Á Dyfjord var jafnframt kannað hvort að vindmyllurnar heftu ferðir dýranna á einhvern hátt og hvort hegðun þeirra á svæðinu breyttist (Colman o.fl., 2012). Gert var ráð fyrir að mannvirkin væru mögulegar hindranir og jaðarsvæði ákvarðað 50 m hvoru megin við þau. Ef hreindýrin voru fyrir utan jaðarsvæðin var sagt að þau væru öðru hvoru megin við mannvirkin en ef þau voru innan jaðarsvæðanna var ekki hægt að ákvarða hvort þau myndu fara hinum megin við mannvirkin eða ekki. Notast var við sjónauka til að fylgjast með hreindýrunum einu sinni í mánuði á þeim tíma árs sem hreindýrin voru á svæðinu, þ.e. apríl til október. Hvorum skaga var skipt í tvö svæði, vestur og austur, en á báðum skögum þurftu dýrin að fara yfir veg til að komast frá austari hluta skagans til hins vestari og vindlundurinn er staðsettur aðeins austan við miðju Dyfjordskaga.

Vestari hluti Dyfjord (þar sem vindlundurinn var byggður) var alltaf með meiri þéttleika en búist var við nema árið 2008, þar sem hann var eins og búist var við (Colman o.fl., 2012). Þéttleiki á hinum þremur svæðunum (Dyfjord austur, Skjöttningsberg vestur og austur) var breytilegur eftir árum. Ekki var mælanlegur munur á því hversu oft hreindýrin fóru frá vestri til austurs eða öfugt á milli skaganna tveggja en færri hreindýr ferðuðust á milli austurs og vesturs á meðan á framkvæmdum á Dyfjord stóð en eftir að þeim lauk (49% miðað við 62%). Þetta sást ekki á Skjöttningsberg. Niðurstöðurnar gáfu ekki til kynna að vindlundurinn á Dyfjordskaga hefði hindrunaráhrif á ferðir hreindýranna en þó að framkvæmdir við vindlundinn hefðu haft veik hindrunaráhrif, þ.e. að framkvæmdirnar höfðu meiri áhrif en vindmyllurnar sjálfar. Ekki eru til gögn um hvernig ferðir hreindýra frá austri til vesturs voru áður en vindlundurinn var byggður.

Tsegaye o.fl. (2017) skoðuðu bæði svæðisbundin og staðbundin áhrif Fakkens vindlunda á hegðun hreindýra. Vindlundurinn er staðsettur á Fakkenskaga á suðausturhorni eyjunnar Vannøy í Norður-Noregi. Búist var við að vindmyllur, vegir og raflínur hefðu hindrandi áhrif á dreifingu hreindýranna um eyjuna og að neikvæðustu áhrifin væru frá framkvæmdum, líkt og niðurstöður Colman o.fl. (2012, 2013) og Flydal o.fl. (2003) sýndu. Nýttar voru GPS ólar á hreindýr til að skoða ferðir þeirra um svæðið fyrir framkvæmdir, á meðan á framkvæmdum stóð og eftir að þeim lauk. Staðsetning hreindýranna var ákvörðuð á þriggja tíma fresti frá því í september 2009 og þar til í febrúar 2012. Einnig var notast við beinar athuganir með sjónauka einu sinni í mánuði frá janúar 2007 og þar til í lok febrúar 2014. Þessar athuganir fóru fram eftir fyrirfram ákveðinni gönguleið um svæðið. Framkvæmdir við vindlundinn stóðu frá 2010–2012.

Niðurstöður sýndu að þéttleiki hreindýra var mestur í kringum vindmyllurnar en minnstur nálægt raflínunum (Tsegaye o.fl., 2017). Ekki var mælanlegur munur á þéttleika hreindýra fyrir framkvæmdir, á meðan á þeim stóð og eftir að þeim lauk. Ekki fannst heldur

munur á notkun svæðisins í kringum vindmyllurnar þegar bornar voru saman sömu árstíðir. Þegar GPS niðurstöðurnar voru bornar saman fundust engin áhrif nema örlítið minni notkun á vindmyllusvæðinu í kringum burð á meðan á framkvæmdum stóð. Þessi áhrif voru ekki til staðar eftir að framkvæmdum lauk.

Á heildina litið jókst notkun á vindmyllusvæðinu yfir haust og vetur, breyttist ekkert á meðan á burði stóð og var aðeins minni yfir sumarið eftir framkvæmdir, samanborið við fyrir framkvæmdir (Tsegaye o.fl., 2017). Höfundar töldu líklegt að breytinguna megi rekja til náttúrulegra breytinga á búsvæði hreindýranna fremur en vegna vindlundarins. Fyrir utan búsvæðamissi og mögulega meiri afföll vegna ákeyrslu í kjölfar aukinnar umferðar, töldu höfundar sig ekki getað greint áhrif af byggingu vindlundarins.

Svíþjóð

Árin 2010 – 2011 voru tveir litlir vindlundir byggðir í Storliden- og Jokkmokkslidenfjöllunum (8 og 10 vindmyllur) í Norður-Svíþjóð (Skarin o.fl., 2015). Þrjár greinar voru gefnar út um áhrif vindlundanna á hreindýr og verður fjallað um þær hér á eftir.

Fyrsta greinin kom út árið 2015 og var markmið þeirrar rannsóknar að meta hvernig hreindýr brygðust við byggingu vindlundarins m.t.t. búsvæðavals á ólíkum skala og notkunar á farleiðum (Skarin o.fl., 2015). Notast var við GPS ólar á hreindýr auk vitneskju frá Sápmi hreindýrahirðum til að greina farleiðir og innan þeirra var skreflengd og fjöldi áfangastaða á búsvæðinu metin áður en framkvæmdir hófust og á meðan á þeim stóð. Markmiðið var að greina hvort hreindýrin hræddust framkvæmdirnar.

Staðsetning alls 80 hreinkúa var merkt með GPS á tveggja tíma fresti á völdum tímabilum frá 2007 til 2011, þegar framkvæmdum lauk (Skarin o.fl., 2015). Einnig var svæðið greint m.t.t. gróðurs, halla o.fl. sem hefur áhrif á búsvæðaval hreindýranna og var sú greining líka notuð í síðari greinar sem komu út um svæðið. Til að meta mögulegar breytingar á notkun svæðisins í kringum vindmylluframkvæmdirnar var talið hversu oft hreinkýrnar fóru yfir framkvæmdasvæðið og veginn sem liggur að því auk þess sem skreflengd þeirra var reiknuð út.

Svæðinu má skipta niður í nokkur minni svæði sem hreinkýrnar nýta á meðan á burði stendur eða eftir að honum lýkur (Skarin o.fl., 2015). Niðurstöður sýndu að eftir að framkvæmdir hófust minnkuðu kýrnar ferðir sínar um framkvæmdasvæðið um 76% til að komast á milli þeirra svæða sem þær nýttu. Að auki jókst skreflengd dýranna innan við 5 km frá framkvæmdunum en hún minnkaði aftur þegar komið var 6 km í burtu. Kýrnar námu sjaldnar staðar innan við 1, 2 og 3 km frá framkvæmdunum á meðan á þeim stóð en sú breyting sást ekki lengra frá þeim. Tíðni þess hve oft hreindýrin námu staðar á göngu breyttist þó ekki ef tekið var tillit til alls svæðisins en notkun á því virtist þó hafa breyst. Þó höfundar sáu einnig áhrif vegna þeirra mannvirkja sem fyrir voru en töldu ljóst að framkvæmdirnar hefðu mikil áhrif á ferðaleiðir innan svæðisins og svæðisnotkun hreindýranna. Niðurstöðurnar gefa því til kynna uppsöfnuð áhrif mannvirkja á hreindýr.

Svæðisbundin og staðbundin áhrif vindlundanna á Storliden og Jokkmokksliden á hreindýr voru rannsökuð með því að telja taðhrúgur á svæðinu áður en framkvæmdir við lundina hófust, á meðan framkvæmdum stóð og eftir að þeim lauk (Skarin og Alam, 2017). Rannsóknasvæðið var innan við 15 km frá vindlundunum en staðbundin áhrif voru áætluð

innan við 2 km frá vindmyllu. Markmið rannsóknarinnar var að meta hvort búsvæði hreindýranna breyttust á meðan á framkvæmdum stóð og eftir að þeim lauk. Taðhrúgur voru taldar á völdum svæðum á hverju ári og þær síðan fjarlægðar svo þær hefðu ekki áhrif á talningu næstu ára, aðferð sem Skarin hannaði árið 2010 (Helldin o.fl., 2012).

Frumniðurstöður sýndu að tað á svæðinu minnkaði um 61% (Skarin og Alam, 2017). Eftir nánari greiningu sást að á innan svæða fjölgaði taðhrúgum marktækt með aukinni fjarlægð frá vindmyllu og eftir því sem nær dró myllu minnkuðu líkurnar á að sjá tað a.m.k. einu sinni um 11% fyrir hverja 100 m. Á staðbundnum skala (innan við 2 km frá vindmyllu) gáfu niðurstöðurnar hins vegar til kynna að hreindýrin forðuðust ekki vindmyllurnar en mikið var um opin svæði sem hreindýrin virtust helst velja í kringum Storlidenfjall og þar fjölgaði taðhrúgum eftir því sem nær dró vindmyllunum. Á svæðinu í kringum Jokkmokkslidenfjall fjölgaði taðhrúgum hvorki né fækkaði en svæðið var hvort eð er lítið notað af hreindýrum áður en framkvæmdir hófust. Höfundar segja að það getur verið að taðhrúgur hafi verið vantaldar fyrsta árið, sem hefur áhrif á niðurstöðurnar, þar sem mikil rigning var fyrstu ár rannsóknarinnar sem flýttir fyrir niðurbroti taðsins. Sú ályktun að færri hreindýr noti svæðið er því dregin sem ástæða fyrir heildarminnkun taðs á svæðinu. Niðurstöður gerðu höfundum kleift að hafna þeirri núlltilgátu að vindmyllur hefðu ekki áhrif á hreindýr á svæðisskala en ekki kleift að hafna hinni núlltilgátunni, að vindmyllur hefðu áhrif á hreindýr á staðbundnum skala, sem er í samræmi við rannsóknir sem minnst er á hér að ofan, sem voru nær því að vera á staðbundnum en svæðisbundnum skala.

Anna Skarin o.fl. (2018) skoðuðu einnig val hreinkúa á svæði til burðar og búsvæði á meðan kálfar gengu enn með mæðrum sínum í kringum vindlundina í Norður-Svíþjóð sem rannsóknin hér að ofan fjallaði um. Hreinkýr voru merktar með GPS ólum og hegðun þeirra fyrir framkvæmdir, á meðan á framkvæmdum stóð og eftir að vindmyllurnar voru komnar í gang metin. Einnig var rætt við hreindýrahirða um hvernig notkun svæðisins væri miðað við þeirra reynslu af hjörðinni en henni var smalað á svæðið öll árin nema eitt, þegar hún var flutt með trukkum, áður en burður hófst. Til gagnagreiningar var aðeins notuð staðsetning þeirra kúa sem fóru á einhvern tímann innan við 2 km frá vindmyllunum.

Niðurstöður gáfu til kynna að hreinkýrnar báru kálfunum fjær vindlundunum eftir að kveikt var á vindmyllunum miðað við áður en framkvæmdir hófust (9153 m og 4222 m að meðaltali) (Skarin o.fl., 2018). Áður en framkvæmdir hófust voru svæðin sem vindlundirnir voru byggðir á mikið notuð af hreinkúnum en notkunin minnkaði eftir að framkvæmdir hófust. Einnig breyttist búsvæðaval kúnna þannig að þær færðu sig frekar þangað sem þær gátu ekki séð vindmyllurnar, t.d. jókst notkun svæða sem voru 5 km frá vindlundunum og myllurnar sáust ekki frá um 79%. Til samanburður voru svæði þar sem vindmyllurnar sáust notuð í minna mæli, um 17% þegar komið var í eins km fjarlægð frá vindlundi og 13% fimm km frá. Notkun opinna svæða og ungra skóga í nálægð við vindmyllurnar minnkaði einnig en notkun mýra jókst.

Bygging þessara tveggja vindlunda breytti notkun hreinkúa á svæðinu mikið í kringum burð (Skarin o.fl., 2018). Svæðið þar sem vindlundirnir voru byggðir var mikið notað til burðar en kýrnar færðu sig lengra í burtu og á búsvæði sem þær notuðu minna áður en framkvæmdir hófust. Niðurstöðurnar gáfu einnig til kynna að þær færðu sig lengra í burtu frá vindmyllunum eftir að framkvæmdum lauk en á meðan á þeim stóð, þ.e. að vindmyllurnar höfðu meiri áhrif

en framkvæmdatímabilið. Þar sem heyrn hreindýra er svipuð og manna (Flydal, Hermansen, Enger og Reimar, 2001) en líklega aðlöguð að því að heyra í rándýrum þrátt fyrir bakgrunnshljóð, telja höfundar að hljóðið í vindmyllunum hafi áhrif á getu kúnna til að heyra í rándýrum (Ciuti o.fl., 2012; Shannon o.fl. 2016) auk þess sem það getur haft áhrif á samskipti milli móður og kálfs (Rabin, Coss og Owings, 2006). Að auki bregðast dýr, líkt og hreindýr, sem eru oft bráð fyrir rándýr, við hreyfingu í nágrenni þeirra (D'Angelo o.fl., 2008; Heesy, 2004).

Skarin o.fl. (2018) benda einnig á að ef vindmyllurnar gera það að verkum að hreinkýr færa sig á önnur svæði til burðar eykur það þéttleika hreindýra á nálægum svæðum og þ.a.l. beitarálag. Svæði þar sem vindmyllur sjást ekki virðast vera mikilvæg þegar hreindýrin færa sig frá einu búsvæði til annars til að forðast vindmyllurnar og virðast stöðugu hljóðin frá vindmyllunum hafa haft meiri áhrif á dýrin en skyndileg hljóð vegna framkvæmda og mannaferða.

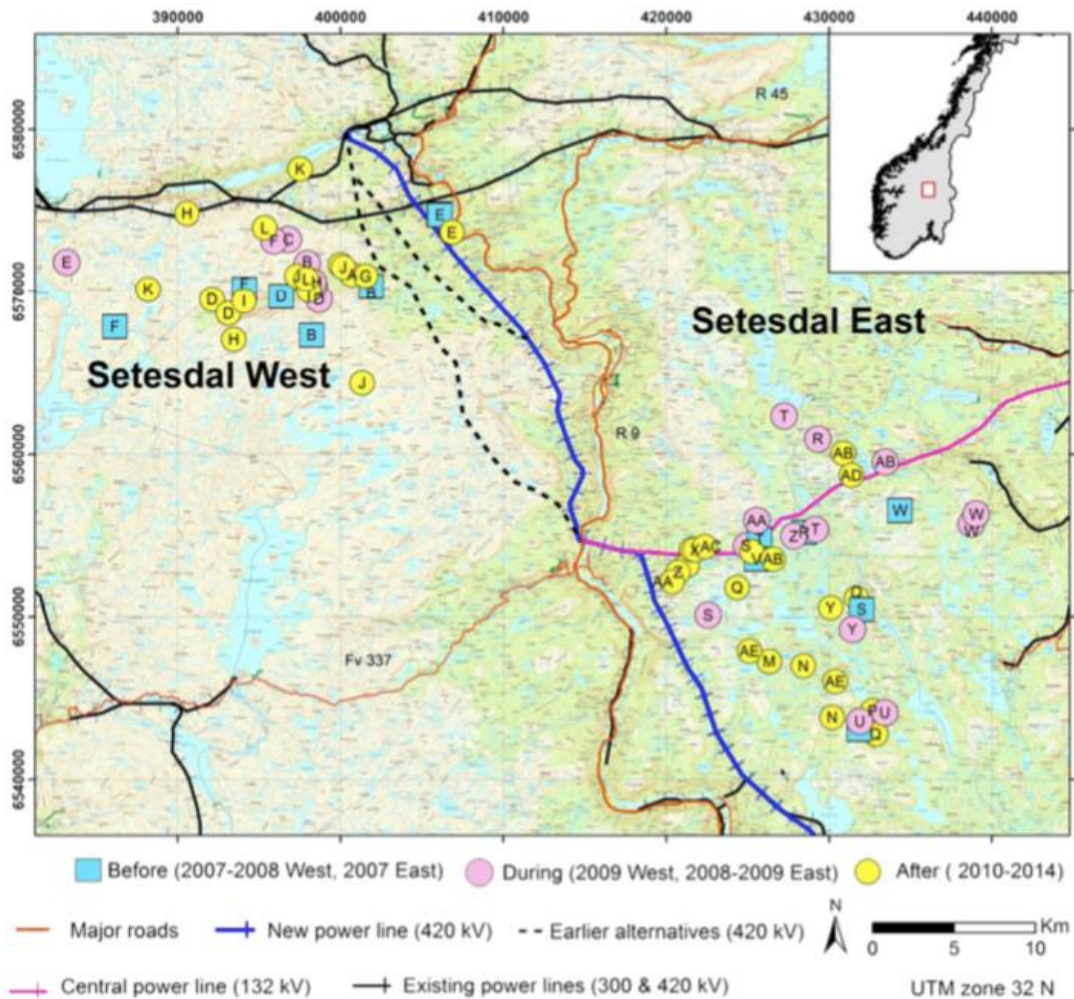
Ljóst er að vindlundir geta haft áhrif á hreindýr. Mælanleg áhrif hafa þó ekki reynst mikil. Þær niðurstöður þarf þó að túlka með hliðsjón af því að á hverjum tíma geta margir þættir haft áhrif á það hvar dýrin halda sig. Til dæmis má vera að þau velji betri beitarhaga nær vindlundi fram yfir lakara land fjær þrátt fyrir einhver neikvæð áhrif vindmyllanna (Gill o.fl., 2001; Stankowich, 2008).

Áhrif raflína og vega á hreindýr

Líkt og með áhrif vindmylla á hreindýr, fer það eftir rannsóknum hvort áhrif greindust eða ekki. Sumar rannsóknir hafa gefið til kynna að hreindýr forðist svæði í kringum raflínur og að þær verki sem hindrun á ferðum hreindýranna (Nelleman, Vistnes, Jordhoy og Strand, 2001). Einnig hefur verið sýnt að hreindýr noti svæðið undir raflínum minna til beitar en önnur svæði (Skarin og Rönnegard, 2011). Aðrar rannsóknir sýna engin áhrif, t.d. fundu Reimer, Dahle, Eftestøl, Colman og Gaare (2007) engin hindrunaráhrif vegna raflína né að hreindýrin forðuðust svæðið í kringum þær. Flydal o.fl. (2003) komust að sömu niðurstöðu. Ólíkar niðurstöður gætu verið vegna ólíkra rannsóknaraðferða, m.a. að þær rannsóknir sem sýndu að hreindýrin forðuðust raflínur voru gerðar á svæðisskala en þær sem sýndu engin áhrif voru gerðar á staðbundnum skala (Helldin o.fl., 2012), sem er í samræmi við niðurstöður margra þeirra rannsókna sem gerðar hafa verið á áhrifum vindmylla á hreindýr.

Vegir eru stærsta ástæðan fyrir búsvæðamissi dýra vegna vindlunda (Helldin o.fl., 2012). Helstu áhrif vega á dýralíf eru að þeir geta hindrað ferðir þeirra og þ.a.l. bútað upp búsvæði. Rannsóknir hafa m.a. sýnt að hreindýr forðast svæði þar sem stórir og fjölfarnir vegir eru en að sama skapi ekki minni vegi, t.d. í skógum, sem má líklega tengja við minni umferð á þeim.

Colman o.fl. (2015) skoðuðu sérstaklega áhrif háspennuraflína á hreindýr í kringum burð. Rannsóknin fór fram á tveimur nálægum svæðum í Suður-Noregi, Austur og Vestur-Setesdal. Ný 420 kV raflína var lögð og náði framkvæmdasvæði hennar inn á bæði svæðin sem hreinkýr nýttu til burðar. Fyrir voru nokkrar raflínur á báðum svæðum. Notast var við GPS mælingar til að fylgja ferðum kúnna á meðan burði stóð. Staðsetning hreinkúnna var tekin á þriggja klukkustunda fresti yfir þriggja vikna burðartímabilið á árunum 2007–2014, frá því áður en framkvæmdir hófust og þar til eftir að þeim lauk.



Mynd 3: Kort af Austur- og Vestur-Setesdal. Nýja raflínan er merkt inn auk eldri raflína og vega. Burðarsvæði hreinkúa eru merkt inn með ljósbláum, bleikum og gulum lit og merkja burðarsvæði fyrir framkvæmdir, á meðan á þeim stóð og eftir að þeim lauk. (Colman o.fl., 2015).

Notkun hreinkúnna á svæðinu næst nýju 420 kV raflínunni breyttist lítið á meðan á mælingum stóð (Colman o.fl., 2015). Svæðið í kringum nýju raflínuna var ekki mikið notað fyrir framkvæmdir og minnkaði ekki eftir að þeim lauk. Kýrnar forðuðust þó framkvæmdirnar að einhverju leyti. Stærsta breytingin sem sást var að hreinkýrnar dreifðu sér yfir stærra svæði í Austur-Setesdal eftir að framkvæmdum lauk, miðað við á meðan á þeim stóð. Svæðið sem var mest notað var þó nálægt eldri 132 kV raflínu. Hreindýrum á svæðinu fækkaði ekki eftir að nýja raflínan var byggð og virtist dreifing dýranna helst ráðast af búsvæði og fæðuframboði. Höfundar drógu þá ályktun að niðurstöður rannsóknarinnar gefi til kynna að bygging raflína fæli ekki hreindýr frá.

Þegar bæði áhrif vega og raflína í kringum vindlund á hreindýr voru skoðuð virtust dýrin velja frekar svæði nálægt raflínunum en forðast stóra vegi (Skarin o.fl., 2018). Vegirnir höfðu verið á svæðinu lengi en höfðu samt hindrunaráhrif, hreindýrin virtust ekki hafa vanist þeim. Sömu áhrif sáust ekki í kringum minni vegi en hreindýrin eyddu góðum tíma í kringum þá og við gamla 30 kV raflínu á svæðinu.

Áhrif vega sem tengjast vindmyllum voru m.a. skoðuð í norska verkefninu VindRein (sem fjallar um áhrif vindmylla og tengdra mannvirkja á norskar hreindýrahjarðir). Það sýndi að tamin hreindýr sem komu á svæði þar sem vindlundur hafði verið byggður forðuðust veginn að lundinum þrátt fyrir minni umferð (Colman, Eftestøl, Lilleeng og Rønning, 2008). Þetta gefur til kynna að aukin umferð um svæðið hafi haft áhrif á bæði tamin og villt hreindýr, þar sem tamin dýr þola umgang mannsins almennt betur (Helldin o.fl., 2012).

Nýir vegir og þar af leiðandi bætt aðgengi að svæðum þar sem vindmyllur hafa verið reistar, geta einnig haft neikvæð áhrif á hreindýr og virðist jafnvel hafa meiri áhrif en umferð sem tengist byggingu vindlundanna (Helldin og Álvares, 2011). Að auki getur viðvera manna haft áhrif á hegðun sumra villtra spendýra jafnvel í nokkrar klukkustundir eftir að þeir eru horfnir af svæðinu (Andersen, Linell og Langvatn, 1996; Olsson o.fl., 2007; Naylor, Wisdom og Anthony, 2008). Ofan á það getur aukið aðgengi manna að svæðum haft áhrif á afkomu spendýra, m.a. dregið úr frjósemi og stytt ævi þeirra (Gill, Norris og Sutherland, 2001; Frair, Merrill, Beyer og Morales, 2008). Þessi áhrif eru sérstaklega áberandi ef dýrin hafa ekki aðgang að öðru búsvæði (Helldin o.fl., 2012).

Álitið er að mjóir vegir hafi ekki mikil hindrunaráhrif á stærri spendýr samanber hreindýr heldur geti þeir auðveldað ferðir dýra sem ferðast yfir langar vegalengdir (Helldin o.fl., 2012). Áhrif þessa geta verið bæði jákvæð og neikvæð. Vegirnir geta auðveldað ferðir hreindýra þegar mikill snjór er, og sem annars gerir þeim erfiðara að ferðast á milli búsvæða, auk þess sem vegkantar geta boðið upp á aukinn líffræðilegan fjölbreytileika í einsleitu landslagi, t.d. þar sem ræktun er mikil. Aftur á móti geta vegir auðveldað veiðar rándýra á hreindýrum (og öðrum dýrum sem gætu nýtt vegina). Þá geta vegir flýtt svo fyrir ferðum hreindýra yfir stór svæði að þau koma fyrr á áfangastað, sem getur leitt til ofbeitar í sumarhögum (Larsen, 2002).

II. Áhrif vindlunda á sauðfé

Almennt séð hafa mannvirki minni áhrif á húsdýr en villt svo sem búast má við í ljósi þess að þau eru vön samskiptum við menn og dvelja hluta ársins í húsum (Helldin o.fl., 2012). Ef dýrin eru hýst stóran hluta ársins má búast við að þau sé almennt tamari og að mannvirki hafi því enn minni áhrif. Í því ljósi er hægt að draga þá ályktun að röskun á búsvæði húsdýra, svo sem bygging vindlunda, vega eða raflína, hafi minni áhrif á þau en ef þau væru villt. Ef dýrin eru afgirt og geta ekki flúið á annað svæði vegna truflunar af hendi mannvirkja, getur verið að streita aukist.

Til eru ýmis dæmi um að húsdýr nýti vindmyllur sem skjól eða sem leiti þar skugga í mikilli sól (Wind Power Commission, 1999; Australian Wind Energy Association, 2004). Í Ástralíu virtust vindmyllur ekki halda dýrunum frá vegna sjónrænna áhrifa eða hávaða. Útreikningar Helldin o.fl. (2012, sjá einnig Naturvårdsverket, 2010) sýna að hljóðstyrkur undir vindmyllu er um 50–60 dBA, en hjá dýrum er hljóðstyrkur á milli 60 og 75 dBA talinn geta valdið streitu (Ames og Arehart 1972; Christensen, Keeling og Lindstrøm Nielsen, 2005). Í Svíþjóð má hljóðmengun vegna vélknúinna tækja ekki fara yfir 65 dBA í gripahúsum

(Jordbruksverket, 2010). Hljóðmengunin frá vindmyllum er innan við þau mörk (Helldin o.fl., 2012). Öll húsdýr ættu þó að heyra í vindmyllum þar sem hljóðið er innan marka tíðnisviðs heyrnar þeirra.



Mynd 4: Sauðfé að beit í vindlundi. Mynd sótt af <https://www.carbonbrief.org/analysis-how-decc-spends-its-annual-budget/wind-farm-turbines-farming-sheep>

Ekki fundust neinar ritrýndar rannsóknir á áhrifum vindmylla á sauðfé. Vindmyllur hafa þó verið byggðar í grennd við fjárhús, á túnnum sem nýtt eru til beitar eða jafnvel upp við fjárhúsin sjálf, m.a. í Suður-Kóreu, Ástralíu og Wales. Sumir bændur, sérstaklega í Ástralíu, hafa gagnrýnt orkufyrirtæki sem byggt hafa vindlundi í grennd við bæi þeirra og einhverjir kært fyrirtækin fyrir heilsuspillandi áhrif á sauðféð og sem bændur töldu að hefðu valdið sér miklum tekjumissi. Víða er hægt að finna sögur af „Wind turbine syndrome“ sem á að fela í sér minnkað egglos áa, auknar líkur á vansköpuðum afkvæmum o.fl., en engar ritrýndar greinar hafa verið gefnar út um vanhöld eða heilsubrest tengd vindmyllum.

Haft var samband við Jonathan Colman, prófessor við NMBU (Norwegian University of Life Sciences), til að fá hjálp við heimildaleit. Hann hefur skrifað margar greinar um sauðfé og hreindýr, meðal annars um áhrif vindmylla á hreindýr. Hann sagðist ekki búast við því að vindmyllur hefðu neikvæð áhrif á sauðfé (munnleg heimild, 29. júní 2020). Þvert á móti sagði hann að ótal dæmi væru um að sauðfé nýtti vindmyllur sem skjól og að rannsóknir sýndu að þær minnkuðu umferð rándýra um svæðið. Auk þessa auðvelduðu vegir sauðfé ferðalög á milli svæða og ykju aðgengi að fjölbreyttri fæðu, þar sem oft vaxa aðrar tegundir í vegköntum en á túnnum með lítilli líffræðilegri fjölbreytni.

Thompson o.fl. (1995) gerðu rannsóknir á kortisol (sem vitað er að eykst við streitu) framleiðslu og vexti ungra gimbra í kringum 60 Hz, 500 kV raflínu. Rannsóknin var framkvæmd

á tveimur hópum, annar var í hólfi beint undir raflínu og hinn í 230 m fjarlægð. Kortisol í blóði var skoðað reglulega auk þess sem lömbin voru vigtuð vikulega og vöxtur ullar skoðaður á tveggja vikna fresti. Ekki fannst neinn munur á kortisol magni, þyngd eða ullarvexti á milli svæða og var því sú ályktun dregin að 60 Hz háspennulína hefði ekki áhrif á þessa þætti hjá kindunum.

Rætt hefur verið um möguleg áhrif segulsviðs raflína á húsdýr og hægt er að finna sögur af kúm sem sjást frá geimnum vegna segulmögnunar o.fl. sambærilegt á netinu. Sumir vísindamenn hafa komist að þeirri niðurstöðu að segulsvið raflína sé svo veikt að það hafi engin áhrif á spendýr (Renaud, Goulet og Bousquet, 1999), aðrar að það hafi truflandi áhrif á hormónastarfsemi og mjólkurframleiðslu (Burchard, Monardes og Ngueyn, 2003; Burchard, Nguyen og Rodriguez, 2006) og enn aðrar að beit húsdýra minnki í kringum raflínurnar (Lee og Reiner, 1983). Áhrifin sem sést hafa, eru það væg að þau eru ekki talin heilsuspillandi auk þess sem segulsvið í kringum vindmyllur og raflínur frá þeim er almennt veikari en þau segulsvið sem voru skoðuð í ofangreindum rannsóknum (Helldin o.fl., 2012).

Ekki fundust heldur neinar greinar um áhrif vega á sauðfé en helstu áhrif nýrra vega og vegaf framkvæmda eru að öllum líkindum aukin hætta á því að sauðfé verði fyrir bíl og slasist eða drepist, sem auðvitað felur í sér tekjutap fyrir bændur.

Samantekt

Þegar haft er í huga hvar skal byggja vindlundi á Íslandi er nauðsynlegt að skoða hvort svæðið sé mikilvægt búsvæði fyrir hreindýr, þar sem mestu máli skiptir að hreindýrin hafi aðgang að góðu búsvæði með nægri fæðu upp til áframhaldandi viðhalds stofnsins (Helldin o.fl., 2012). Ef mikilvæg búsvæði hreindýra eru nýtt til raforkuframleiðslu með vindorku eða öðru þarf að taka tillit til þess hvort dýrin komist á önnur jafngóð svæði.

Ef bygging vindlunda á sér stað á svæðum þar sem lítil líffræðileg fjölbreytni er vegna landbúnaðar getur fjölbreytnin aukist í kjölfar mannvirkjanna, t.d. meðfram vegum, sem boðið gæti meira fæðuval fyrir grasbíta (Jordbruksverket, 2011). Hafa þarf í huga að kostirnir við fjölbreyttari búsvæði vegna byggingar vindlunda eru háðir því að dýrin forðist ekki svæðið í kjölfarið og að umferð sé lítil um svæðið og nánast engin hætta á árekstrum vélknúinna ökutækja við dýrin, sem orsakar meiðsli eða dauða (Helldin o.fl., 2012).

Helldin o.fl. (2012) tóku saman áhrif vindlunda á bæði hreindýr og aðra grasbíta auk áhrifa á búfénað. Í töflu 1 (þýdd úr ensku) er tekið tillit til áreiðanleika niðurstaðnanna, hve mikil áhrifin eru, á hversu stórt svæði þau verka og hve lengi þau eru til staðar. Aðeins var tekið tillit til þeirra áhrifa sem rannsóknir hafa verið gerðar á og geta því verið áhrif af öðru en tekið er fram í töflunni. Matskvarðinn í töflu 1 er eftirfarandi:

Áreiðanleiki

- 1: Rannsóknir vantar; mat er byggt á almennri vitneskju um dýrategundir og hegðun þeirra.
- 2: Lítið er til af rannsóknum; mat er byggt á rannsóknum á tengdum sviðum vísinda og leyfir takmarkaðan vísindalegan grundvöll fyrir ályktanir.
- 3: Vísindalegur grundvöllur er nægjanlegur til að draga ályktanir.

4: Vísindalegur grundvöllur er traustur og hægt er að draga áreiðanlegar ályktanir.

Áhrif

Lítill: Lítil áhrif á takmarkaðan fjölda einstaklinga eða að niðurstöður ólíkra rannsókna stangast á .

Miðlungs: Augljós áhrif en ekki sterk.

Sterk: Mikil áhrif og almenn, þ.e. á stóran hluta þeirra stofna sem rannsakaðir voru.

Stærð áhrifasvæðis

Lítið: Áhrifin eru bundin við vindlundinn/mannvirki eða næsta nágrenni þeirra, þ.e. ná fáeina hundruð metra frá vindmyllum, raflínum eða vegum.

Stórt: Áhrifin ná út fyrir vindlundinn.

Tímabundin eða langvinn áhrif

Tímabundin: Áhrifin voru einungis til staðar á meðan á framkvæmdum við byggingu eða niðurrif vindmylla stóð.

Langvinn: Áhrif voru til staðar á meðan á framkvæmdum stóð og yfir nýtingartíma vindmyllana.

Varanleg: Áhrifin verða til staðar jafnvel eftir niðurrif vindlundar.

Tafla 1: Áhrif vindlunda á hreindýr, aðra grasbíta og búfænað. Sjá meginmál fyrir skýringar. Áhrif eru talin neikvæð nema annað sé teki fram. Þýtt úr Helldin o.fl. 2012.

	Áhrifavaldur	Áreiðanleiki	Áhrif	Stærð áhrifasvæðis	Tímabundin eða langvinn áhrif
Hreindýr og aðrir villtir stórir grasbítar	Truflun á framkvæmdatíma	2	Miðlungs	Lítið	Tímabundin eða langvinn
	Hávaða- og sjóntruflun vegna vindmylla	1	Lítill	Lítið	Langvinn
	Truflun vegna viðhaldsumferðar	2	Lítill	Lítið	Langvinn
	Truflun vegna aukinnar ferðamannaumferðar	2	Miðlungs – sterk	Stórt	Langvinn
	Búsvæðabreytingar	2	Lítill (mögulega jákvæð)	Lítið	Langvinn eða varanleg
	Vegir sem hindranir eða ferðaleiðir	2	Lítill (mögulega jákvæð)	Stórt	Langvinn
	Raflínur	2	Miðlungs	Lítið	Langvinn
Búfé	Hljóð- og sjóntruflun vegna vindmylla	3	Lítill	Lítið	Langvinn
	Rafsegulsvið	2	Lítill	Lítið	Langvinn

Hér hefur verið farið yfir niðurstöður valinna rannsókna sem gerðar hafa verið á áhrifum vindlunda, raflína og vega á hreindýr. Þær eiga það sameiginlegt að leiða í ljós væg eða ekki mælanleg áhrif mannvirkjana á hreindýr. Ekki er hægt vita með fullri vissu hver áhrifin verða fyrirfram og því er nauðsynlegt að rannsaka hvert svæði fyrir sig með tilliti til mikilvægi búsvæðis, þéttleika hreindýra, annarra mannvirkja og umferðar manna um svæðið áður en nokkur ákvörðun er tekin. Að auki er mælt með að ef ákveðið verður að byggja vindlund á svæði sem hreindýr nýta til afkomu séu rannsóknir á viðbrögðum þeirra við mannvirkjunum framkvæmdar (sjá leiðbeiningar í viðauka).

Almennt séð eru áhrif vindlunda á búfénað ekki talin vera mikil en eins og kom fram að ofan hafa þau í raun lítið verið rannsökuð. Margir líta svo á að sókn búfénaðs í að nýta vindmyllur sem skjól sýni að þær trufla ekki dýrin en aðrir telja áhrif vindmyllanna séu mikil og geti m.a. haft langvinn áhrif á heilsu. Ljóst er að þetta þarf að rannsaka og er mikið sóknarfæri hér á landi til rannsókna á áhrifum vindlunda á sauðfé. Mikilvægt er að hafa í huga að slíkar rannsóknir taka mörg ár og margt getur haft áhrif á niðurstöður, s.s. þéttleiki við framkvæmdarsvæði, hversu vel búsvæðið hentar og hvort önnur mannvirki séu fyrir í landinu. Mikilvægt er að til samanburðar séu hliðstæð viðmiðunarsvæði.

Viðauki

Áhrif vindmylla á landspendýr hafa ekki verið mikið rannsökuð og er kallað eftir fleiri rannsóknum um efnið (Helldin o.fl., 2012). Við slíkar rannsóknir væri ákjósanlegt að þróa samræmd viðmið svo auðveldara sé að bera niðurstöður saman og þannig má byggja upp vísindalegan gagnagrunn um áhrif vindmylla á landspendýr. Eftirfarandi meginreglur voru settar fram af Helldin o.fl. (2012) í greininni *The impacts of wind power on terrestrial mammals*.

1. *Skilgreind markmið.* Í vöktunarverkefnum er mikilvægt að skilgreina markmið og mælibreytur með skýrum og ótvíræðum hætti. Nálgunin ættu að vera ásættanleg út frá umhverfissjónarmiðum, m.a. hvað varðar áhrif á lífverutegundir á ólíkum stærðar- og tímaskölum. Markmiðin ættu að móta aðferðir til söfnunar og greiningar gagna.
2. *Standa þannig að skipulagningu og gagnasöfnun að úrvinnsla gagna leyfi ályktanir um áhrif innan þess ramma sem gögnin spanna, þ.e. að ekki þurfi að teygja sig út fyrir mælisvið rannsóknarinnar til að túlka mikilvægar afleiðingar.*
3. *Nota staðlaðar aðferðir.* Gæta þarf að aðferðirnar sem notaðar eru hafi verið prófaðar og samþykktar með rannsóknum eða umhverfissvöktun. Einnig ætti uppsetning tilraunena aðferða að vera. Þá er hægt að nýta niðurstöður nokkurra minni rannsókna í stærri rannsóknir, til að svara nýjum spurningum og fá traustari svör.
4. *Fylgja meginreglum BACI aðferðarinnar.* Mælt er með að fylgja BACI (Before-After-Control-Impact) aðferðinni eins og hægt er. Hægt er að sjá nánari lýsingu á BACI á bls. 39 í *Effects of wind power on terrestrial mammals* (Helldin o.fl., 2012).
5. *Lýsa uppsöfnuðum áhrifum.* Uppsöfnuð áhrif sýna allar afleiðingar aukinna mannvirkja og því þarf að hafa í huga fyrri, núverandi og framtíðaruppbyggingu vindlunda auk annarra áhrifa á tegundina í huga þegar rannsóknir eru framkvæmdar.
6. *Gera áætlun.* Í áætlun ættu að koma fram markmið rannsóknarinnar, rannsóknarspurningar, aðferðafræði og greiningar auk upplýsinga um hver framkvæmir hana, hvaða svæði verður rannsakað og hvernig og hvenær hvert skref rannsóknarinnar fer fram.

Aðferðir sem hægt er að nýta til rannsókna á áhrifum mannvirkja á hreindýr eru talning taðhrúga á svæðinu, notkun GPS-óla eða telja hreindýrin og skoða þau með berum augum (oftast með hjálp kíkis). Skarin og Hörnell-Willebrand (2011) lýsa ólíkum aðferðum til talningar hreindýrataðs sem hægt er að nýta til rannsókna á öðrum hóf- og klaufdýrum. Í Lundberg (2011) er fleiri aðferðum lýst, sem byggja m.a. á talningu taðhrúga í rannsóknarreitum, hversu langt er á milli taðhrúga á farleiðum og mælingum á skrefalengd í snjó sem hægt er að nýta ásamt GPS mælingum. Hver aðferð hefur sína kosti og galla og er mælt með því að nota ólíkar aðferðir saman til að auka nákvæmni niðurstaða.

Heimildaskrá

- Allen, M. R., Dube, O. P., Solecki, W., Aragón-Durand, F., Cramer, W., Humphreys, S., Kainuma, M., Kala, J., Mahowald, N., Mulugetta, Y., Perez, R., Wairiu, M., og Zickfeld, K. (2018). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Sótt af [ipcc.ch/sr15/chapter/chapter-1/](https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/chapter-1/)
- ALTA. (2019). *Landslag og vindorka. Samantekt fyrir Skipulagsstofnun vegna mótunar landsskipulagsstefnu um landslag*. Sótt af <https://www.skipulag.is/media/pdf-skjol/Landslag-og-vindorka.pdf>
- Ames, D.R. og Arehart, L.A. (1972). Physiological response of lambs to auditory stimuli. *Journal of Animal Science* 34, 994–998.
- Andersen, R., Linell, J.D.C. og Langvatn, R. (1996). Short term behavioural and physiological response of moose (*Alces alces*) to military disturbance in Norway. *Biological Conservation* 77, 169–176.
- Arnar Páll Hauksson. (2017, 5. maí). Yfir 100 vindmyllur og 300 megavött. *RÚV.is*. Sótt af <https://www.ruv.is/frett/yfir-100-vindmyllur-og-300-megavott>
- Arnar Páll Hauksson. (2019, 12. ágúst). Óvissa um vindmylluvæðingu. *RÚV.is*. Sótt af <https://www.ruv.is/frett/ovissa-um-vindmylluvaedingu>
- Australian Wind Energy Association. (2004). *The Electromagnetic compatibility and electromagnetic field implications for wind farming in Australia*. Skýrsla fyrir áströlsku ríkisstjórnina, Australian Greenhouse Office.
- Áforma 35 vindmyllur í Garpsdal. (2019, 23. apríl). *Mbl.is*. Sótt af https://www.mbl.is/vidskipti/frettir/2019/04/23/aforma_35_vindmyllur_i_garpsdal/

- Árni Daníel Júlíusson og Jónas Jónsson. (2013). *Landbúnaðarsaga Íslands 1-4*. Reykjavík: Skrudda.
- Birgir Olgeirsson. (2019, 23. apríl). Tugir vindmylla gætu litið dagsins ljós. *Vísir.is*. Sótt af <https://www.visir.is/g/20191480733d>
- Burchard, J.F., Monardes, H. og Nguyen, D.H. (2003). Effect of 10 kV, 30 μ T, 60 Hz electric and magnetic fields on milk production and feed intake in non- pregnant dairy cattle. *Bioelectromagnetics* 24, 557–563.
- Burchard, J.F., Nguyen, D.H. og Rodriguez, M. (2006). Plasma concentrations of thyroxine in dairy cows exposed to 60 Hz electric and magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 27, 553–559.
- Christensen, J.W., Keeling, L. og Lindstrøm Nielsen, B. (2005). Responses of horses to novel visual, olfactory and auditory stimuli. *Applied Animal Behaviour Science* 93, 53–65.
- Ciuti, S., Northrup, J. M., Muhly, T. B., Simi, S., Musiani, M., Pitt, J. A., og Boyce, M. S. (2012). Effects of humans on behaviour of wildlife exceed those of natural predators in a landscape of fear. *PLoS One*, 7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0050611>
- Colman, J.E., Eftestøl, S., Lilleeng, N. S. og Rønning, H. (2008). *Zoologiske studier. [Zoological studies]*. Oslo: Oslo University.
- Colman, J. E., Eftestøl, S., Tsegaye, D., Flydal, K. og Mysterud, A. (2012). Is a wind-power plant acting as a barrier for reindeer *Rangifer tarandus tarandus* movements? *Wildlife Biology* 18, 439-445. DOI: 10.2981/11-116
- Colman, J. E., Eftestøl, S., Tsegaye, D., Flydal, K. og Mysterud, A. (2013). Summer distribution of semi-domesticated reindeer relative to a new wind-power plant. *European Journal of Wildlife Research* 59, 359–370. DOI 10.1007/s10344-012-0682-7.
- Colman, J. E., Tsegaye, D., Flydal, K., Rivrud, I. M., Reimers, E. og Eftestøl, S. (2015). High-voltage power lines near wild reindeer calving areas. *European Journal of Wildlife Research* 61, 881-893. DOI 10.1007/s10344-015-0965-x
- D'Angelo, G. J., Glasser, A., Wendt, M., Williams, G. A., Osborn, D. A., Gallagher, G. R., ... Pardue, M. T. (2008). Visual specialization of an herbivore prey species, the white-tailed deer. *Canadian Journal of Zoology*, 86, 735–743. <https://doi.org/10.1139/Z08-050>
- Flydal, K., Hermansen, A., Enger, P. S. og Reimers, E. (2001). Hearing in reindeer (*Rangifer tarandus*). *Journal of Comparative Physiology A* 187, 265-269.
- Flydal, K., Eftestøl, S., Reimers, E. og Colman, J. E. (2003). *Effects of wind turbines on area use and behavior of semi-domestic reindeer in enclosures*. DOI: 10.7557/2.24.2.301

- Frair, J.L., Merrill, E.H., Beyer, H.L. og Morales, J.M. (2008). Thresholds in land- scape connectivity and mortality risks in response to growing road networks. *Journal of Applied Ecology* 45, 1504–1513.
- Gill, J.A., Norris, K. og Sutherland, W.J. (2001). Why behavioural responses may not reflect he population consequences of human disturbances. *Biological Conservation* 97, 265–268.
- Heesy, C. P. (2004). On the relationship between orbit orientation and binocular visual field overlap in mammals. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology*, 281A, 1104–1110. [https://doi.org/10.1002/\(ISSN\)1097-0185](https://doi.org/10.1002/(ISSN)1097-0185)
- Helldin, J.O. og Álvares, F. (2011). *Large terrestrial mammals and wind power – is there a problem?* Samantekt vinnustofu á ráðstefnu um vindorku og áhrif á villt dýr í Þrándheimi, Noregi. Sótt af <http://www.cww2011.nina.no/LinkClick.aspx?fileticket=eX87Ui8L9rg%3d&tabid=3995>
- Helldin, J.O., Jung, J., Neumann, W., Olsson, M., Skarin, A. og Widemo, F. (2012). *The impacts of wind power og terrestrial mammal*. Sótt af <http://space.hgo.se/wpcvi/wp-content/uploads/import/pdf/Kunskapsdatabas%20miljo/20130506/The%20impacts%20of%20wind%20power%20on%20terrestrial%20mammals.pdf>
- Hörður Kristjánsson. (2017, 30. maí). Sauðfé í landinu hefur fækkað um nær helming á 35 árum. *Bændablaðið*. Sótt af <https://www.bbl.is/frettir/frettir/saudfe-i-landinu-hefur-faekkad-um-naer-helming-a-35-arum/16848/>
- Jordbruksverket. (2010). *Statens jordbruksverks föreskrifter om djurhållning inom lantbruket mm [The Swedish Agricultural Board's directives on the keeping of animals in farming etc]*. Sótt af https://djur.jordbruksverket.se/download/18.7caa00cc126738ac4e8800012169/1370040353162/2010-002.pdf?fbclid=IwAR29_nbEs9xFDVmBBo-dGofVAKphGe_V0GfbLVmpMICwbFSMqY3D2813c4
- Jordbruksverket. (2011). *Vindkraft i slättlandskapet – Så gynnar anläggning av naturmiljöer den biologiska mångfalden [Wind power in the agricultural landscape – thus can the facility promote biodiversity]*. Sótt af http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr3_30.pdf
- Jóhannes Helgi Stefánsson, Sigríður Þorvaldsdóttir, Iðunn Hauksdóttir, Elín Fjóra Þórarinsdóttir, Bryndís Marteinsdóttir og Sigmundur Helgi Brink. (2020). *Kortlagning beitarlanda sauðfjár á Íslandi. Gróllind*. Sótt af <https://grolind.is/wp-content/uploads/2020/06/Kortlagning-beitilanda-2020.pdf>
- Kitti, H., Gunsley, N. og Forbes, BC. (2006). Defining the Quality of Reindeer Pastures: The Perspectives of Sámi Reindeer Herders. *Ecological Studies*, 184. Sótt af

https://www.researchgate.net/publication/226032878_Defining_the_Quality_of_Reindeer_Pastures_The_Perspectives_of_Sami_Reindeer_Herders

- Landsvirkjun. (2016). Búrfellslundur. *Mat á umhverfisáhrifum. Matskýrsla*. Sótt af <https://www.landsvirkjun.is/Media/matsskyrsla-burfellslundarlowres.pdf>
- Landsnet. (2010). *Háspennulínur (220 kV) frá Kröflu og Þeistareykjum að Bakka við Húsavík. Jarðstrengur (132 kV) frá Bjarnarflagi að Kröflu. Skútustaðahreppur, Þingeyjarsveit og Norðurþing. Mat á umhverfisáhrifum. Matskýrsla*. Sótt af https://www.skipulag.is/media/attachments/Umhverfismat/819/Matssk%C3%BDrsla%20h%C3%A1spennul%C3%ADnur_150.pdf
- Larsen, M. (2002). *Konsekvenser av vindkraft för rennärningen i Jämtlands län – en pilotstudie [Consequences of wind power for the reindeer husbandry in Jämtlands county – a pilot study]*. Sótt af <http://space.hgo.se/wpcvi/wp-content/uploads/import/pdf/Kunskapsdatabas%20samhalle/planering/kommunal%20planering/Sammanfattn%20renvindrapportlansst%20Jamtl.pdf>
- Lee, J. M. J. og Reiner, G. L. (1983). "Transmission line electric fields and the possible effects on livestock and honeybees." *Transactions of the ASAE*, 26, 279–286.
- Lundberg, P. (2011). *Vindkraften och landlevande däggdjur – blir det effekter och hur påvisar vi dem? [Wind power and landliving mammals – will there be effects and how do we prove them?]*. SLU, Umeå.
- Naturvårdsverket. (2010). *Ljud från vindkraftverk; reviderad utgåva av rapport 6241 [Sound from wind power turbines; revised issue of report 6241]*. Sótt af <http://extra.lansstyrelsen.se/miljosamverkanvastragotaland/SiteCollectionDocuments/Projekt%20och%20rapporter/H%C3%A4lsoskydd/Buller/Verkt%C3%A5gor/Vindkraft/ljud-fran-vindkraftverk-nv-rapport.pdf>
- Naylor, L.M., Wisdom, M.J. og Anthony, R.G. (2008). Behavioral response of North American elk to recreational activity. *Journal of Wildlife Management*, 73(3), 328–338.
- Nellemann, C., Vistnes, I., Jordhoy, P. og Strand, O. (2001). Winter distribution of wild reindeer in relation to power lines, roads and resorts. *Biological Conservation* 101, 351–360.
- Norwegian Water Resources and Energy Directorate. (e.d.). *NVE temakart*. Sótt af <https://temakart.nve.no/link/?link=nasjonalramme>
- Olsson, P.O.M., Cox, J.J., Larkin, J.L., Maehr, D.S., Widén, P. og Wichrowski, M. (2007). Movement and activity patterns of reintroduced elk (*Cervus elaphus nelsoni*) on an active coal mine in Kentucky. *Wildlife Biology in Practice*, 3(1), 1–8.
- Ólafur Arnalds. (2015). *The soils of Iceland. World Soils Book Series*. [Sviss]: Springer.

- Ólafur Guðmundsson. (1988). Ill-thrift of suckling lambs on lowland pastures in Iceland. *Icelandic Agricultural Sciences* 1, 59-68.
- Ólafur Guðmundsson og Anna Guðrún Þórhallsdóttir. (1999). Extensive sheep grazing in the North. In: *Grazing and Pasture Management in the Nordic Countries. NJF seminar*, 305, 52-60.
- Rabin, L. A., Coss, R. G. og Owings, D. H. (2006). The effects of wind turbines on antipredator behavior in California ground squirrels (*Spermophilus beecheyi*). *Biological Conservation*, 131, 410–420. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.02.016>
- Reimers, E., Dahle, B., Eftestøl, S., Colman, J.E. og Gaare, E. (2007). Effects of a power line on migration and range use of wild reindeer. *Biological Conservation* 134, 484–494.
- Reimers, E. og Colman, J.E. (2006). Reindeer and caribou (*Rangifer tarandus*) response towards human activities. *Rangifer* 26, 55–71.
- Renaud, F., Goulet, D. og Bousquet, R. (1999). *Les effets des champs électriques et magnétiques sur la santé et la productivité du bétail [The effects of electric and magnetic fields on livestock health and productivity]*. Sótt af https://www.hydroquebec.com/data/developpement-durable/pdf/11_EffetsChampsElectriquesMagnetiques.pdf?fbclid=IwAR1SiJT7XtIS_SpdSiRDakHJWv_1Aw9uM5uzq_e6CLEEV4rR6mQ5GlhV8L0
- Ritstjórn Kjarnans. (2015, 17. mars). *Vindmyllur Landsvirkjunar með betri nýtingu en heimsmeðaltal*. Sótt af <https://kjarninn.is/frettir/vindmyllur-landsvirkjunar-med-betri-nytingu-en-heimsmedaltal/>
- Ross, L. C., Austrheim, G., Asheim, L., Bjarnason, G., Feilberg, J., Fosaa, A. M., ... Thórhallsdóttir, A. G. (2016). Sheep grazing in the North Atlantic region: A long-term perspective on environmental sustainability. *Springer Link*. Sótt af <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13280-016-0771-z>
- Ruong, I. (1982). *Samerna i historien och nutiden*. Stokkhólmur: BonnierFakta.
- Shannon, G., McKenna, M. F., Angeloni, L. M., Crooks, K. R., Fristrup, K. M., Brown, E., ... Wittemyer, G. (2016). A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife. *Biological Reviews*, 91, 982–1005. <https://doi.org/10.1111/brv.12207>
- Skarin, A. og Alam, M. (2017). Reindeer habitat use in relation to two small wind farms, during preconstruction, construction, and operation. *Wiley Ecology and Evolution*. DOI: 10.1002/ece3.2941
- Skarin, A. og Hörnell-Willebrand, M. (2011). *Spillningsinventering – en metod- beskrivning av datainsamling och analys för att studera renens habitatval i relation till*

vindkraftutbyggnader [Pellet counts – a method description of data collection and analysis to study reindeer habitat choice in relation to wind power developments]. Sótt af https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6459-4.pdf?pid=3767&fbclid=IwAR0ISINgte4h97Nus9PfQgGzaWEhX_VS7h6S2QBUS_5nCn1REv2fVg9o-pM

Skarin, A., Nelleman, C., Rönnegård, L., Sandström, P. og Lundqvist, H. (2015). Wind farm construction impacts reindeer migration and movement corridors. *Landscape Ecology* 20, 1527-1540. DOI 10.1007/s10980-015-0210-8

Skarin, A., Nelleman, C., Sandström, P., Rönnegård, L. og Lundqvist, H. (2015). *Renar och vindkraft. Studie från anläggningen av två vindkraftparker i Malå sameby*. Sótt af https://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/6500/978-91-620-6564-5/?fbclid=IwAR1SiJT7XtIS_SpdSiRDakHJWv_1Aw9uM5uzq_e6CLEEV4rR6mQ5GhV8L0

Skarin, A. og Rönnegård, L. (2011). *Using kriging regression to detect change in reindeer distribution in relation to human development. Conference in Spatial statistics March 2011*. Sótt af <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1752-1688.1988.tb02991.x?fbclid=IwAR0Jcp31Pstco8PmUWlzw2bCkYAewoo-f00Ik79dAND82qatpxIXfOu42QQ>

Skarin, A., Sandström, P. og Alam, M. (2018). Out of sight of wind turbines – Reindeers response to wind farms in operation. *Wiley Ecology and Evolution*. DOI: 10.1002/ece3.4476

Skarin, A., Danell, Ö., Bergström, R. og Moen, J. (2010). Reindeer movement patterns in alpine summer ranges. *Polar Biology* 33, 1263–1275.

Skipulagsstofnun. (2019). *Landslag og vindorka. Samantekt fyrir Skipulagsstofnun vegna mótunar landsskipulagsstefnu um landslag*. Sótt af <https://www.skipulag.is/media/pdf-skjol/Landslag-og-vindorka.pdf>

Stankowich, T. (2008). Ungulate flight responses to human disturbances: A review and meta-analysis. *Biological Conservation* 141, 2159–2173.

Storm orka ehf. (2019). *Storm I, 80 – 130 MV vindorkugarður Hróðnýjarstöðum, Dalasýslu. Mat á umhverfisáhrifum*. Sótt af <https://www.skipulag.is/media/umhverfismat/201811038-Vindorka-Hrodnyjarstodum.pdf>

Thompson, J. M., Stormshak, F., Lee, J. M., Hess, D. L. og Painter, L. (1995). Cortisol secretion and growth in ewe lambs chronically exposed to electric and magnetic fields of a 60-Hertz 500-kilovolt AC transmission line. *Journal of Animal Science* 73(11), 3274-3280. DOI: 10.2527/1995.73113274x

- Tsegaye, M., Colman, J. E., Eftestøl, S., Flydal, K., Røthe, G. og Rapp, K. (2017). Reindeer spatial use before, during and after construction of a wind farm. *Applied Animal Behaviour Science* 195, 103-111. DOI: 10.1016/j.applanim.2017.05.023
- UNEP. (2001). *GLO BIO-global methodology for mapping human impacts on the biosphere*. Nairobi: United Nations Environmental Programme.
- Unnur Birna Karlsdóttir. (2019). *Öræfahjörðin. Saga hreindýra á Íslandi*. Reykjavík: Sögufélag.
- Wind Power Commission. (1999). Rätt plats för vindkraften: Del 1, Slutbetänkande av Vindkraftsutredningen [Right place for the wind power; Part 1, Final report from the Wind Power Commission]. *SOU* 1999, 75.
- Pórey Bjarnadóttir, Emma Eypórsdóttir og Jóhannes Sveinbjörnsson. (2004). *Reynsla bænda af láglendisbeit sauðfjár. Niðurstöður könnunar [veggspjald]*. Sótt af <http://landbunadur.is/landbunadur/wgsamvef.nsf/6d3d18e301de1f5e0025768c00561c33/a91e54426fbd5f8500256e3d002fe188?OpenDocument>
- Pórey Bjarnadóttir, Jóhannes Sveinbjörnsson og Emma Eypórsdóttir. (2006). Effects of the timing of weaning lambs and transferring from rangeland grazing to forage rape and aftermath grazing, with respect to lamb growth and development. *Icelandic Agricultural Sciences* 19, 59-70.