

Hållbar landbaserad vindkraft – synergi, integration och konflikt

Slutrapport

Johan Svensson, Wiebke Neumann,
Therese Bjärstig



RAPPORT 7114 | AUGUSTI 2023



Hållbar landbaserad vindkraft – synergi, integration och konflikt

Slutrapport

av Johan Svensson, Wiebke Neumann och Therese Bjärstig

NATURVÅRDSVERKET

Beställningar

Ordertel: 08-505 933 40

E-post: natur@cm.se

Postadress: Arkitektkopia AB, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: www.naturvardsverket.se/publikationer

Naturvårdsverket

Tel: 010-698 10 00

E-post: registrator@naturvardsverket.se

Postadress: Naturvårdsverket, SE-106 48 Stockholm

Internet: www.naturvardsverket.se

ISBN 978-91-620-7114-1

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2023

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma 2023

Omslagsfoto: Johan Svensson



Förord

Forskningsprogrammet Vindval är ett samarbete mellan Energimyndigheten och Naturvårdsverket med uppgiften att ta fram och förmedla vetenskapligt baserade fakta om vindkraftens effekter på människa, natur och miljö. Inom programmet har hittills över 50 forskningsprojekt finansierats.

Utöver detta har fyra syntesrapporter tagits fram, varav tre har uppdaterats. I syntesrapporterna sammanställer och bedömer experter de samlade forskningsresultaten och erfarenheterna av vindkraftens effekter nationellt samt internationellt inom fyra områden: Människors intressen, fåglar och fladdermöss, marint liv och däggdjur på land. Resultaten från Vindvals forskning har bidragit till underlag för miljökonsekvensbeskrivningar samt planerings- och tillståndprocesser i samband med etablering av vindkraftsanläggningar. Dessutom ska resultaten från Vindval komma till användning i tillsyn och kontrollprogram samt myndigheters vägledning.

Ett av Vindvals fokusområden är planering och de avvägningar mellan miljö och socioekonomiska intressen som måste göras. Programmet ska utveckla metoder och verktyg för att göra sådana avvägningar.

Vindval ställer höga krav vid vetenskaplig granskning av forskningsansökningar och forskningsresultat, samt vid beslut om att godkänna rapporter och publicering av projektens resultat.

Denna rapport är skriven Johan Svensson, SLU, Wiebke Neumann, SLU samt Therese Bjärstig, Umeå universitet.

Författarna svarar för rapportens innehåll.

Stockholm 14 juni 2023

Kerstin Jansbo
Programchef, Vindval

Innehåll

Sammanfattning	6
Summary	9
1. Inledning	12
1.1 Förutsättningar	13
1.2 Inriktning, syfte och frågeställningar	15
1.3 Tematisk och geografisk omfattning	16
2. Vindkraft i media under 20 år	20
2.1 Bakgrund	20
2.2 Upplägg	20
2.3 Resultat och slutsatser	21
3. Kommunernas planering och beredskap för mer vindkraft	23
3.1 Bakgrund	23
3.2 Upplägg	24
3.3 Resultat och slutsatser	25
4. Vindkraft i svenska landskap	28
4.1 Bakgrund	28
4.2 Upplägg	28
4.3 Resultat och slutsatser	30
5. Vindbruk och skogsbruk i skog och skogslandskap	34
5.1 Bakgrund	34
5.2 Upplägg	34
5.3 Resultat och slutsatser	35
6. Vindkraft i renarnas landskap	40
6.1 Bakgrund	40
6.2 Upplägg	41
6.3 Resultat och slutsatser	42
7. Lämpliga och ej lämpliga områden i norra Sverige	45
7.1 Bakgrund	45
7.2 Upplägg	46
7.3 Resultat och slutsatser	47
8. Kommunal och regional planering i södra Sverige	52
8.1 Bakgrund	52
8.2 Upplägg	52
8.3 Resultat och slutsatser	55
9. Diskussion	59
9.1 Nationell och regional planering baserad på lokala förutsättningar	59
9.2 Den senaste stora omdaning av svenska landskap	62
9.3 Vindkraft på skogsmark	65
9.4 Markägande	68

10. Slutsatser och rekommendationer	70
11. Tillkännagivanden	75
12. Källhänvisningar	77
13. Bilagor	86

Sammanfattning

En samhällsomställning mot ett hållbart energisystem är nödvändig för att möta en ökande efterfrågan på energi och samtidigt lindra den globala uppvärmningen. I detta är en storskalig utbyggnad av landbaserad vindkraft en viktig komponent i Sverige, Europa och internationellt. I Sverige sker en sådan utbyggnad i landskap som redan är tydligt präglade av omfattande markanvändning sedan lång tid, och förstärker de rådande konflikterna om tillgängliga landområden. Mer vindkraft resulterar i ytterligare påverkan på annan markanvändning, redan hotade traditionella och kulturella värden samt på ekologisk funktionalitet och biologisk mångfald. Att identifiera tillräckliga arealer lämpliga områden för storskalig vindkraft innebär stora utmaningar och förutsätter en väl genomtänkt landskapsplanering som sätter utbyggnad av vindkraft i sammanhang av andra anspråk. I Sverige saknas idag en generell landskapsplanering som utöver den kommunala översiktsplaneringen kan ge sammanhållna förutsättningar för en hållbar utveckling. Här kan utbyggnaden av vindkraft skapa ett incitament för att en sådan landskapsplanering realiseras. Behovet av ett nytt energisystem står mot andra behov och det finns konflikter som måste hanteras så rimligt och tydligt som möjligt. Det finns platser och situationer som måste undantas från en storskalig utbyggnad, liksom det finns platser och situationer där landbaserad vindkraft kan integreras med annan markanvändning och andra värden och skapa synergieffekter.

Vår utgångspunkt i detta forskningsprojekt har varit att sammanställa, analysera och tolka landskapsdata på nationell, regional och lokal nivå för att belysa vindkraft idag och i olika framtidsscenarier. Utgångspunkter tas i markanspråk för nuvarande och förväntad elproduktion av landbaserad vindkraft till 2040 enligt den nationella strategin för hållbar utbyggnad av vindkraft som presenterades av Energimyndigheten och Naturvårdsverket under 2021 (ER 2021). Förutom direkt ianspråktagen mark (ytanspråk) och planeringsyta (omkringliggande mark som kan påverkas av infrastruktur och där begränsningar i annan markanvändning kan komma i fråga), så har vi analyserat landskapets sammansättning i form av markslag, riksintressen, formellt skyddade områden och markägande på olika avstånd runt enskilda turbiner och vindkraftparker. Vi har också analyserat hur vindkraft ramas in i media sedan 20 år tillbaka, samt kommuners beredskap att genomföra en storskalig utbyggnad.

I sju delstudier presenterar vi resultat på nationell nivå, för olika regioner, landsdelar, län och kommuner samt i en delstudie även för samebyar. Vi kontrasterar förhållanden i södra Sverige med hög befolkningstäthet och andel artificiell mark mot glesbygd i norra Sverige, med den kumulativa påverkan som finns från byggd infrastruktur, jordbruk, skogsbruk, vattenkraft, storskaliga turism- och rekreationsanläggningar med flera anspråk på landareal. Vi tolkar våra resultat i förhållande till konfliktrisker samt till möjliga integrations- och synergimöjligheter när vindkraft tar en allt större plats i de svenska landskapen.

Landbaserad vindkraft engagerar. Vi har funnit att mediedebatten över tid har gått från att ha varit polariserad kring för- och nackdelar med vindkraft till att bli mer mångfacetterad och spegla en ökad medvetenhet om risker såväl som möjligheter. Debatten kan tydligt kopplas till den faktiska lokaliseringen av vindkraft. Lokaliseringen är den mest avgörande frågan för kommunal prövning och beslut

om vindkraft såväl som för opposition eller acceptans. Vi konstaterar att kommuner behöver tillföras långsiktiga resurser för att på ett hållbart sätt kunna realisera utbyggnadsbehovet av vindkraft och en omställning till fossilfri elproduktion. Vi konstaterar också att vindkraft i största utsträckning finns på skogsmark och på sådan skogsmark som ägs av privata skogsbolag medan andelar av andra markslag och ägarförhållanden ökar i dess närområde. Här ser vi möjligheter till integration med vindkraft som en del i skogens mångbruk. Här skapar vindkraft ett incitament för att utveckla det befintliga planeringssystemet för skogsbruk som idag bygger på virkesproduktion med hänsyn till naturvård som tillägg. Vi ser också ett behov av att utveckla system för kompensation i olika former för mark som ianspråkats, mark som finns invid och mark som är på avstånd från vindkraftsanläggningar.

Vi konstaterar vidare att vindkraftens påverkan på landskapsnivå innebär specifika utmaningar i alla aktuella projekteringsområden i hela landet. Nuvarande vindkraft och en fortsatt storskalig utbyggnad ses som en risk för en hållbar utveckling för rennäringen och den samiska kulturen men också för värdefulla kulturmiljöer och -landskap över lag. Förutom lokaliseringen av vindkraft är det påverkan på landskapsbilden som kanske är den mest avgörande svårigheten. Med en integrerad landskapsplanering finns möjligheter att kartlägga lämpliga respektive ej lämpliga lokaliseringar av vindkraft, givet att de lokala förutsättningarna får råda och underbygga regionala och nationella utbyggnadsmål. Riksintressena, inklusive för vindkraft (riksintresse vindbruk), i miljöbalken finns som stöd för prioriteringar. Det behövs dock en översyn och revision av riksintressena i förhållande till områden för formellt skydd och andra anspråk. Riksintressena är inte funktionella planeringsverktyg. Över lag behövs kunskapshöjande insatser om vindkraftens konfliktrisker och integrations- och synergimöjligheter med andra ekonomiska värden kopplat till markslag och markanvändning, och för att nå acceptans och legitimitet lokalt och regionalt. I rapporten lämnar vi flera rekommendationer till fortsatt utvecklingsarbete och forskning:

Goda exempel på lyckade vindkraftsetableringar behöver lyftas fram, liksom kunskapsutveckling om vilka faktorer som leder till sådana och vilka integrations- och synergimöjligheter som kan uppnås. För informerade etableringsbeslut behövs dock en omfattande revidering av riksintresse vindbruk och andra riksintressen, där vindkraft kan sättas i sammanhanget av andra värden och anspråk i ett integrerat planeringssystem som är dynamiskt och anpassat till landskapens förändringar, till exempel som en effekt av klimatförändringar. Ambitionerna för en storskalig utbyggnad av vindkraft skapar incitament för att på generell nivå utveckla och införa sådan strategisk och operativ landskapsplanering i Sverige, vilket det finns ett generellt stort behov av. En sådan planering behöver utgå ifrån lokala förutsättningar i ett underifrånperspektiv. Därmed behöver nationell och regional planering utgå ifrån lokala förutsättningar, vilket i sin tur förutsätter tillräckliga och långsiktiga kommunala resurser. Långsiktigt hållbar landskapsplanering ger möjlighet till kontinuerlig avvägning gentemot befintlig vindkraft, annan energiproduktion och -distribution samt andra värden och markanvändningsintressen vid identifiering av projekteringsområden. Lämpliga respektive ej lämpliga områden kan identifieras med verktyg och metoder som finns tillgängliga och är beprövade och som kombinerar olika typer av data. Det finns god tillgång på bra biofysiska data och data om naturvärden och markägare, däremot finns en brist på data som kvantifierar olika typ och grad av socio-kulturell påverkan av vindkraft och hur sådan kan begränsas. Här behövs mer horisontell och tvärvetenskaplig forskning. Det är

nödvändigt att vidareutveckla möjligheter och kriterier för kompensatoriska insatser till markägare och på samhällsnivå, inom, vid och på avstånd till projekteringsområden. Vindkraft dominerar och kommer framöver att dominera på skogsmark. Vindbruk kan ses som del i mångbruk i skog och skogslandskap. Planeringssystem för detta behöver utvecklas, vilket det finns ett stort behov av även oavsett vindkraft. På skogsmark liksom på andra markslag behöver kriterier för stoppområden definieras i förhållande till värdetrakter, intakta landskap och känsliga kulturlandskap.

Flera av dessa rekommendationer förutsätter finansiering och annan resursförstärkning på lokal nivå. Takten i det pågående omställningsarbetet för hållbar, storskalig utbyggnad av landbaserad vindkraft är ytterst avhängig tydliga politiska prioriteringar.

Summary

Higher ambitions in production of clean energy is a necessity to meet an increasing demand on energy, following international and national environmental policies and to mitigate global warming. In this process, onshore wind power is indispensable in Sweden, Europe and globally. Sweden is experiencing an unprecedented expansion of onshore wind power and it is projected that this expansion will continue and escalate. This expansion takes place in already heavily transformed landscapes with a scarcity of land for traditional cultures and areas set aside for biodiversity conservation, landscape protection, ecosystem functionality and generally for large pools of ecosystem services and nature's contribution to people. Hence, already ongoing conflicts will amplify. Identification and mapping of enough areas of suitable locations is thus challenging. Consequently, an integrated landscape planning that embrace a holistic perspective on land use, stakes and values, into which onshore wind power is placed, is critically needed. As such holistic and integrated landscape planning is not in place in Sweden, the accelerating presence of wind power in Swedish landscapes may provide incentives for a development in this direction.

Expanding wind power needs to be well tuned to other claims. Conflicting situation needs to be cautiously managed in planning approaches that rely on bottom-up premises. As the location of wind power is a most critical factor, such integrated landscape planning thus build on local conditions that are elevated into regional and further to national planning. Evidently, places and situations will have to be avoided completely, whereas places and situations where wind power can be integrated or potentially contribute to synergies will have to be identified and mapped.

The approach in this project was to compile, analyze and interpret landscape data on national, regional and local levels to assess the present and future onshore wind power. As the basis, we applied the current occurrence of wind power and the projection of future wind power as presented in the national strategy for a sustainable development of wind power by the Swedish Energy Agency and the Swedish Environmental Protection Agency (ER 2021). Besides on the location of turbines, on turbines clustered into wind power farms (parks) and on surrounding planning areas where road infrastructure and other facilities may restrict other land use, we analyzed the landscape configuration on a set of buffer zones from 1 to 12 km. Within these scales, we have analyzed land cover types, national interests (including energy production) as legal land-use claims and formally protected areas recognized in the Swedish Environmental Code (Miljöbalk 1998), and land owners. In addition, we have analyzed how wind power is framed in national and regional media over a 20-year period, and how municipalities manage wind power within the comprehensive planning and wind power planning procedures. In Sweden, the territorial planning mandate is with the municipalities.

In seven sub-studies we present results on national level, on different sub-national levels (biogeographic and administrative), on local municipality levels and also in one sub-study on the level of Sami communities; i.e. the reindeer husbandry management unit as exercised by the indigenous Sami people of northern Sweden. We contrast south Sweden with high human population density and high share artificial surface with the more rural north Sweden, with the existing cumulative

impact of multiple land-uses such as forestry, agriculture, hydropower, urban areas an infrastructure, tourism and recreation. We identify conflict risks but also on prospects for integration and synergy as wind power expands and typifies the Swedish landscapes.

Onshore wind power engages, positively and negatively. We found that the media debate have changed over time from being more polarized on advantages vs. disadvantages to more multifaceted with a higher level of awareness of risks and opportunities. Clearly, the debate concentrates on the actual location, i.e. on the local consequences of wind power given the local landscape characteristics. The location is also the most central factor in municipal planning and decision making on wind power establishments, concerning both acceptance and rejection. We conclude that the municipalities do not have enough long-term resources and capacity to realize a sustainable expansion of wind power, and hence that support is needed to implement the national strategy and projections for wind power in 2040. Here, we stress that functional municipal processes are decisive for a societal transition to a fossil free and renewable clean energy production. We also conclude that wind power is pre-dominantly placed on forestland and furthermore on forestlands owned by private forest companies, whereas other land covers and forestland owners, including non-industrial private person ownership, increase in the immediate surrounding. We find that the combination of forestry and wind power can generate mutual benefits, as an example of synergy allowing both intensive wind energy and wood biomass production. We discuss the prospects to include wind power as a multiple-use factor in a forestry planning model that acknowledges multiple use. Despite multiple use is a fact in all forestlands in Sweden, as legally supported, the current planning model is strictly oriented towards wood biomass production with nature conservation considerations as an added component. Also in this perspective, the accelerating presence of wind power in Swedish forest landscapes may provide incentives for a development towards a multiple-use oriented forestry planning system that better reflect the actual circumstances.

We conclude that the current and the expanding wind power across Swedish landscapes is challenging regardless of where siting is placed. For some sensitive and important values and interests, wind power may cause a tipping point into a status from where recovery is arduous. This might be the case for the indigenous Sami people reindeer husbandry and culture in northern Sweden but also for cultural heritage and culturally important landscapes across Sweden. Besides that, actual location relative to the local landscape characteristics, it is the visual landscape view impact that is the most critical factor to manage. An integrated landscape planning that is based on relevant, updated, and multi-disciplinary landscape data offer opportunities for assessment and mapping not suitable, less suitable, likely suitable and suitable locations, provided that this planning is developed bottom up from local via regional to national scale. The Environmental Code national interests, including the national interest on energy production, are supposed to provide support for sustainable land-use planning. These are not functional, however, due to lack of spatial and thematic resolution and furthermore due to lack of updating to the current conditions since several decades. Hence, a generic revision is needed, also with respect to other delineated and legally recognized claims such as formally protected areas as recognized in the Environmental Code. There is an overall need for improved knowledge and capacity on conflict risks and integration as well as synergy opportunities with wind power relative to other economic, ecological

and socio-cultural landscape stakes, as well as on how to reach acceptance and legitimacy for wind power. Based on the results that this project has generated, we provide a series of recommendation for future research and capacity development.

Good examples of successful wind power establishments will need to be better highlighted, alongside with research on factors that lead to success and to integration and synergy opportunities with wind power occurring simultaneously with other land use. Generally, however, for informed decision making there is a need to revise the Environmental Code national interests, thematically and geographically, with the aim to put the wind power national interest in context with other national interests, values and land claims. Thus, an integrated planning system is needed that is dynamic and adaptive to ongoing landscape changes, caused for example by climate change, and developed bottom-up on local planning premises as the basis for regional and national strategies and planning. In turn, this requires adequate resources and capacity on the local, i.e. municipal, level, which thus need to be added. The current ambitions in expanding onshore wind power are an incentive for developing and implementing such an integrated landscape planning system, which is needed generically to ensure sustainable land use in Sweden and to continuously balance new wind power towards already existing wind power, other energy sources, energy distribution, other landscape values and land uses. Tools and methods for combining various types of data to identify suitable and not suitable areas for wind power are available and should be used more broadly and consistently. Generally, biophysical landscape data, data on high conservation values and landowner data is available and of good or satisfying quality and quantity. Data that allows quantitative and qualitative assessments of types and degrees of socio-cultural impact of wind power and how such impact can be mitigated, are scarce, however. More cross- and multi-disciplinary research is needed. Criteria for different types of compensation need to be further developed, including direct ecological compensation, compensation to landowners and various socio-economic compensations on local community level, at the wind power sites, their immediate surrounding and on distance. Future wind power will most likely continue to dominate on forestlands. As multiple-use in forests are a fact in Sweden but as forestry planning still is unbalanced with a focus on wood biomass production, the expanding wind power provides an incentive for developing a multiple-use forest planning system that better reflects the various economic, ecological and socio-cultural interests occurring in forests. Combined with an integrated landscape planning system oriented towards adaptability and sustainability, such a forestry planning system would also include prevention (“no go”) of wind power to preserve intact forest landscapes. Furthermore, prevention criteria for wind power is needed also in other land cover types as well as for specific cultural and traditional values. In realizing the ambitious onshore wind power plans in Sweden, several of these recommendations require financing, capacity and resource mobilization as well as long-term political commitment, not the least on local level.

1. Inledning

För att möta Sveriges och de internationella klimat-, miljö- och hållbarhetsmålen har Energimyndigheten och Naturvårdsverket formulerat en ambitiös strategi för fossilfri elproduktion där landbaserad vindkraft är tänkt att utgöra en betydande andel av landets elförsörjning år 2040 (ER 2021). Ett förverkligande av denna strategi förutsätter en omfattande och snabb översyn och utveckling i många avseenden; till exempel vad gäller opinionsläge och legitimitet, planerings- och lokaliseringsförutsättningar, avvägningar mot påverkan på andra markanvändningar och värden, samt strategiska avvägningar mellan olika mål. Det globala hållbarhetsmålet om hållbar energi för alla är i huvudsak i samklang med målet om att bekämpa klimatförändringar medan det finns konflikter med andra mål, till exempel om god hälsa och välbefinnande samt ekosystem och biologisk mångfald (jfr. Nilsson et al. 2016, Bali Swain & Yang-Wallentin 2020, Kati et al. 2021). På samma sätt finns motsättningar och konflikter av olika slag och i olika grad på lokal, regional och nationell nivå. En hållbar, storskalig utbyggnad av landbaserad vindkraft bygger i stor utsträckning på att identifiera så kallade ”least cost” (Betts et al. 2021) lösningar, i meningen att undvika och lindra negativ påverkan på andra anspråk, mål och värden (jfr. ”collateral damage”; Pasqualetti & Stremke 2018) så långt det är möjligt.

Landbaserad vindkraft i liten skala har förekommit under lång tid i Sverige men är i stor skala med klustrade turbiner i vidsträckt vindkraftparker fortfarande kontroversiellt (Anshelm 2013). Debatt och ifrågasättande sker i relation till exempelvis demokratiska principer (Mels & Mels 2014, Stober et al. 2021) och Europeiska landskapskonventionen (Bolin et al. 2021). Till väsentlig del handlar detta om påverkan på landskapsbild där kritik enligt Anshelm (2013) är förbehållet enbart vindkraft och inte använts för kärnkraft, vattenkraft eller något annat kraftslag och där påverkan sker här och nu. I detta sammanhang är så kallade intakta skogslandskap (jfr. Svensson et al. 2022) men också värdefulla kulturmiljöer och -landskap och människans uppfattningar (t.ex. Bolin et al. 2021) av stor betydelse. Vidare, som en direkt effekt av en omfattande markanvändning sedan lång tid och de kumulativa effekter som detta innebär, så upplevs vindkraft som den ytterligare markanvändning som riskerar att förorsaka att tippningspunkter eller brytpunkter (”tipping points”; t.ex. Dakos et al. 2019) uppstår i form av en såpass radikal förändring att en återgång till ett tidigare tillstånd inte är möjlig, till exempel för rennäringen och den samiska kulturen (Sametinget 2009).

Vindkraftparker har en direkt påverkan på den mark och de ekosystem som ianspråk tas men också en direkt och indirekt påverkan på avstånd på olika avstånd och grad med vägnät, kraftledningar och annan infrastruktur. Den finns en stor mängd studier publicerade om detta; bland andra Northrup och Wittemyer 2013, Thaker m.fl. (2018), Dhar m.fl. (2020), Nazir m.fl. (2020), Siddik och Zaman (2021), samt Msigwa m.fl. (2022). I ett hållbarhetsperspektiv behövs därför tydliga prioriteringar och avvägningar vid en storskalig utbyggnad som kan tillämpas i planering och beslutsfattande (Theillbro et al. 2022). Konflikter kan inte undvikas och därmed måste vissa områden och situationer undantas från utbyggnad (”no go”). Sådana områden och situationer där acceptans kan nås och där vindkraft möjligen kan integreras och skapa mervärden eller synergier av olika slag, är lämpliga lokaliseringar.

Givet att de har bra vindförhållanden och i övrigt är lägliga vad gäller exempelvis energidistribution eller -konsumtion. Att identifiera sådana lämpliga lokaliseringar förutsätter en helhetssyn i strategisk och operativ planering över relevant geografisk skala. Detta är i synnerhet viktigt i Sverige där landskapen har en hög grad av markanvändning och hyser många olika och ofta överlappande värden och anspråk (Svensson et al. 2020a). Vidare behövs en integrerad planering som samtidigt beaktar vindkraft och annan markanvändning i tid och rum och även insatser för social acceptans av vindkraft (Felber & Stoeglehner 2014, Zaunbrecher & Zeifle 2016, Arts et al. 2017). En sådan planering måste därför bygga på aktuella och relevanta landskapsdata som geografiskt explicit beskriver de ekonomiska, ekologiska och sociokulturella egenskaperna som påverkar och påverkas av vindkraftsetableringar.

1.1 Förutsättningar

En hållbar storskalig utbyggnad av landbaserad vindkraft förutsätter flexibilitet. Lokala och regionala förutsättningar är väsentligt olika från norr till söder, från urbana till rurala miljöer, från jordbruksbygd till skogsbygd, från kulturlandskap till skogsproduktionslandskap, och från bygder med acceptans till bygder med motstånd till vindkraft. I detta finns också en historisk dimension där upplevda historiska oförrätter i samband med gruvdrift, vattenkraftsutbyggnad och ett systematisk och industriellt skogsbruk, i synnerhet i norra Sverige, i hög grad påverkar acceptansen för än mer resursutvinning i de svenska landskapen än vad som är fallet idag (jfr. Anshelm & Simon 2016). Globalt, nationellt, regionalt och lokalt är behovet av ren energi uppenbart och nödvändigt för att lindra effekter av pågående klimatförändringar. Vindkraft i sitt närområde; ”not in my backyard” (t.ex. Toke 2005, Guo 2015, Sunak & Madlener 2016) är dock något som många inte vill se. Enligt Jönsson (2022) var 40 procent av svenskarna ganska eller mycket negativa 2021 jämfört med 2016 då 40 procent var positiva. I ljuset av detta innebär den snabba utbyggnaden av vindkraft i Sverige en svårighet eftersom opinion och medborgares inflytande inte alltid är i fas med vare sig utbyggnadsstrategier eller utbyggnadstakt, liksom att det inte alltid finns beredskap, kunskap och planeringsförutsättningar hos kommunerna som ytterst ska säga ja eller nej till vindkraft (Thellbro et al. 2022).

Mycket av förutsättningarna, men också utmaningarna, centreras kring själva lokaliseringen av vindkraft – var det är lämpligt och var det inte är lämpligt. Centrum-till-periferi-problematiken finns på alla geografiska skalor och är inte enbart en fråga om lokalisering utan också i allra högsta grad om energidistribution och -användning och därmed om lokalisering nära användningsnoder eller inte. Det finns studier som visar på stora tillgängliga rurala områden i Sverige (Ryberg et al. 2020) men också studier som lyfter fram problematiken med ett fokus på lokalisering i gles- och landsbygd (Herran et al. 2016, Jefferson 2018, Poggi et al. 2018).

Stora arealer är uppskattade för framtida landbaserad vindkraft i norra Sverige, men även i södra Sverige (ER 2021). Oavsett lokalisering så sker utbyggnaden i redan brukade landskap; i många fall i redan hårt brukat landskap med ett tydligt fotavtryck av människans påverkan och där traditionella, kulturella och ekologiska värden redan är sårbara och hotade (IPBES 2018, Kati et al. 2021, Rosqvist et al. 2021). Här har människans uppfattning och upplevelsevärden (Bolin et al. 2021) liksom rättvisaspekter (Saglie et al. 2020) av ytterligare påverkan stor betydelse i relation till ett hållbart genomförande av en storskalig utbyggnad.

Landbaserad vindkraft i stor skala är den senaste stora förändringen i många landskap, och efterföljer andra stora förändringar som vattenkraftsutbyggnaden, det industriella skogsbruket, urbaniseringen och centraliseringen av jordbruket. Detta innebär att vindkraft inte tar orörd natur och naturlig mark i anspråk utan snarare att det tillförs ytterligare en faktor till landskapens pågående omdaning, både i sig och kumulativt (Kløcker Larsen et al. 2016, Fohringer et al. 2021). Det finns alltid och i alla svenska landskap en markanvändningshistorik och ofta överlappar olika ekonomiska markanvändningsintressen och ekologiska och sociokulturella värden geografiskt. Flera olika och ofta motstående intressen finns på samma geografiska plats. I en tidigare studie över markanvändningsanspråk i norra Sverige, inklusive vindkraft, har vi visat att landytan i norra Sverige skulle behöva vara 2 till 4 gånger så stor om olika anspråk ska bedrivas geografisk var för sig (Svensson et al. 2020a). Även generellt för norra Sverige, Finland och Norge finns överlapp av olika markanvändningsintressen (Stoessel et al. 2022). Att det ”är trångt” i de svenska landskapen är alltså väl känt, liksom till en direkt följd att det behövs mångbruk i stället för enbruk för att alla olika anspråk ska få det utrymme som behövs. Specifikt för skogsmark kan vindbruk ses som en markanvändning i likhet med skogsbruk (”windmills in forests are by no means ”outlaws”; Bunzel et al. 2019), vilket i sådant fall borde avspeglas som ett kombinerat mål i det målklassningssystem som används för skogsbruksplanering i Sverige (Bergman & Gustafsson 2020). Så sker inte idag. Även om det rör sig om jämförelsevis små arealer som ianspråkats, innebär vindkraft ett påtagligt intrång och lika påtagliga ekonomiska möjligheter såväl som risk för värde-minskning på mark i närområdet (t.ex. Toke 2005, Sunak & Madlener 2016).

En storskalig utbyggnad av vindkraft förutsätter ekologiska, sociokulturella och ekonomiska ställningstaganden med avvägningar på lokal och regional nivå. Sådana avvägningar ska göras inom strategisk och fysisk planering (Wretling et al. 2018) där den kommunala översiktsplaneringen enligt plan- och bygglagen utgör grunden. I en översiktsplan förutsätter etablering av vindkraft att lokalisering prövas i förhållande till andra värden och markanvändningar (Thellbro et al. 2022). Här utgör riksintressen ett av myndigheternas viktigaste instrument för att styra den fysiska planeringen (Bjärstig et al. 2018a). Riksintressena har sitt ursprung i den fysiska riksplaneringen som redovisades i SOU 1971:75 om hållbar användning av mark och vatten. Bakgrunden var att det sedan 1950-talet skett en betydande strukturomvandling som medfört ett ökat anspråk på naturresurserna och land- och vattenarealerna. Att identifiera och avgränsa riksintressen var ett sätt att påverka markanvändningen och bevaka intressen av särskild nationell betydelse. Riksintressen omfattas i miljöbalken (Miljöbalk 1998:808) inom hushållningsbestämmelserna; 3 kap. om grundläggande bestämmelser för hushållning med mark- och vattenområden och 4 kap. om särskilda bestämmelser för vissa områden. Hushållningsbestämmelserna syftar till ett samnyttjande utifrån en långsiktigt hållbar användning av mark, vatten och fysisk miljö. Vindkraft (riksintresse vindbruk) omfattas i de grundläggande bestämmelserna där riksintressena är mindre strikt avgränsade, geografisk och tematiskt, och i högre grad kan komma i fråga för avvägningar gentemot andra riksintressen.

Erfarenheter i det av Naturvårdsverket finansierade projektet ”Grön översiktsplanering” (Bjärstig et al. 2018a) är att det över lag finns betydande geografiskt överlapp mellan riksintresse vindbruk och andra riksintressen. Vidare att beslutsstruktur, regelverk, riktlinjer och stöd för avvägningar, prioriteringar och ställningstaganden mellan olika riksintressen är bristfälliga, och att riksintressen som

konstruktion är alltför statiskt och inte anpassningsbart till landskapens och samhällets dynamiska förändringar (Svensson et al. 2020a). I sin tur medför detta brister i kartläggning och kunskap om de långsiktiga hållbarhetseffekterna. Detta ger kommunerna ofullständiga och inaktuella underlag för avvägningen mellan vindbruk och andra riksintressen liksom andra anspråk som skogsbruk och jordbruk eller olika typer av formellt skyddad natur (Thellbro et al. 2022). Sammantaget får detta till följd att riksintressen i praktiken inte utgör den axel för strategisk och fysisk planering på kommunal, regional och nationell nivå som staten har avsett, vilket i sin förlängning kan leda till konflikter mellan olika allmänna och enskilda intressen och rättigheter. Detta är inte ett unikt problem för Sverige. Även på global nivå är brist på funktionella regelverk att ses som en barriär för utbyggnad av landbaserad vindkraft (se till exempel Diógenes et al. 2020).

Den finns en omfattande litteratur, nationell och internationell, vetenskaplig och populärvetenskaplig, som bidrar med kunskap och erfarenheter om påverkan av vindkraft; på enskilda arter och artgrupper såväl som på särskilda habitat, upplevelsevärden och olika socioekonomiska förutsättningar. En hel del av denna litteratur är refererad i de vetenskapliga artiklar och rapporter som har tagits fram inom ramen för detta projekt. Däremot finns det fortfarande begränsat med kunskap om förutsättningar för hållbar planering av storskalig vindkraftsutbyggnad sammantaget från nationell till regional och lokal nivå givet faktiska landskaps- och miljöförhållanden på, invid och på nära avstånd till mark som har varit eller är aktuell för projektering av vindkraft.

Den strategi för en hållbar vindkraftsutbyggnad som presenterades av Energimyndigheten och Naturvårdsverket 2021 (ER 2021) definierar ett framtidsscenario för Sverige och landets 21 län, som kan ställas mot ett dagsläge vad avser etablerad vindkraft. Men detta som utgångspunkt har vi undersökt hur vindkraft har framställts i media, kommuners planeringsberedskap att genomföra strategin för hållbar vindkraftsutbyggnad, och sammanställt och analyserat geografiska data som beskriver ekonomiska, ekologiska och sociokulturella förutsättningar för storskalig vindkraft i svenska landskap och i administrativa och naturgeografiska landsdelar.

1.2 Inriktning, syfte och frågeställningar

Med utgångspunkt i planeringsförutsättningar för en hållbar storskalig utbyggnad av landbaserad vindkraft och ett allmänt stort behov av en helhetsbaserad, sammanhållen och integrerad landskapsplanering, presenterar vi sju delstudier som sätter vindkraft i olika tematiska och geografiska sammanhang för att belysa hur;

- vindkraft speglas i media,
- kommuner planerar och vilken beredskap de har att ta beslut för eller emot vindkraft,
- påverkan ser ut på svenska landskap,
- bruk av skogsmark förändras,
- viktiga livsmiljöer för ren påverkas,
- lämpliga respektive ej lämpliga placeringar kan skattas i norra Sverige,
- hur planeringsförutsättningar är i södra Sverige.

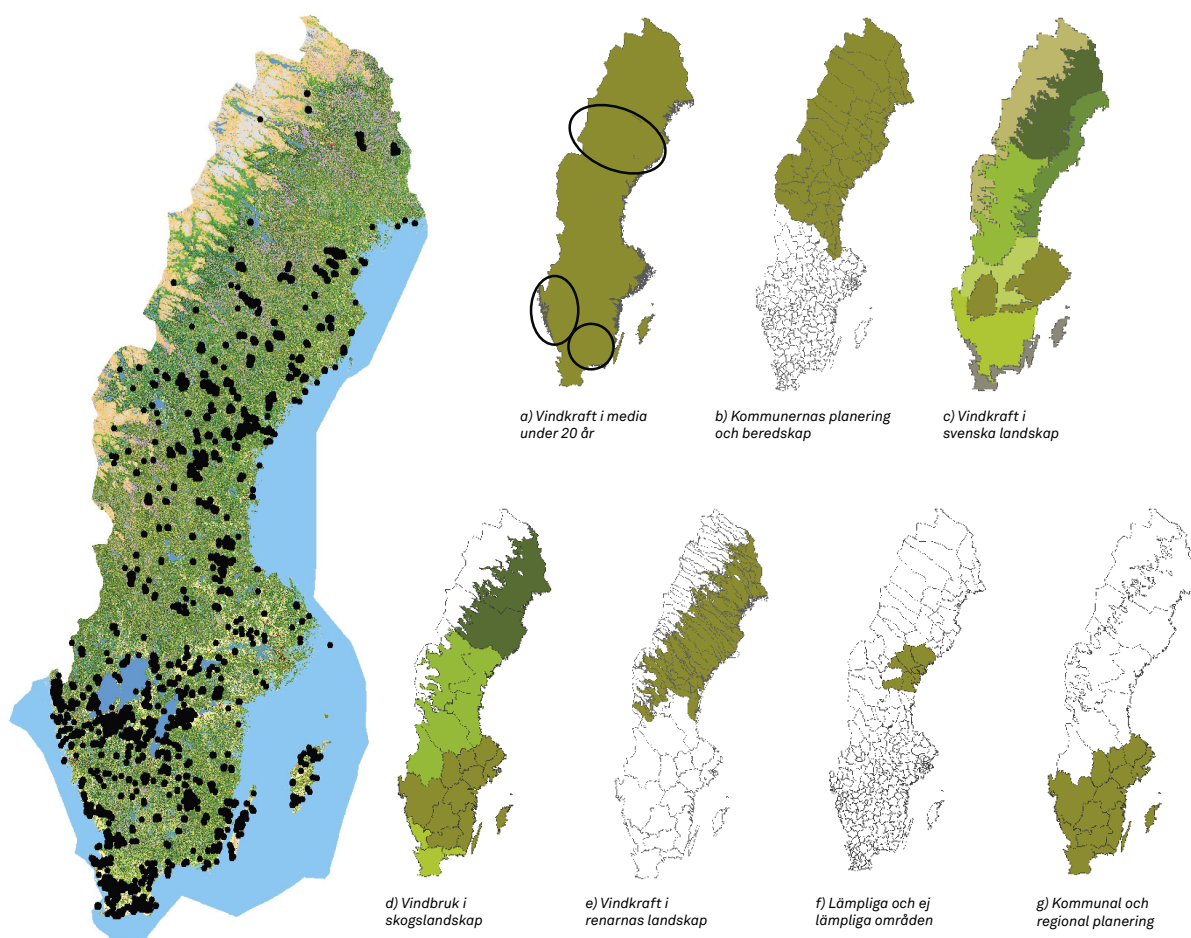
De fyra förra delstudierna var upplagda som mer övergripande studier för vetenskaplig publicering och de tre senare som särskilda studentprojekt. Samtliga delstudier är publicerade eller kommer att publiceras som enskilda artiklar som genomgått vetenskaplig granskning och/eller rapporter som granskats och godkänts som examensarbeten. Delstudierna har bedrivits på olika geografiska skalor och innehåller metodutveckling såväl som analyser av data samt tolkningar och slutsatser om planeringsförutsättningar för hållbar storskalig landbaserad vindkraft. Samtliga berör också tillämpning av riksintressen, men även andra anspråk på mark och naturresurser, värden och formellt skydd av natur.

Vårt övergripande syfte var att ta fram kunskapsunderlag och utveckla planeringsförutsättningar för en hållbar storskalig utbyggnad av vindkraft i förhållande till andra riksintressen, landskapsvärden och markanvändningar på lokal, regional och nationell skala. Specifika mål var att:

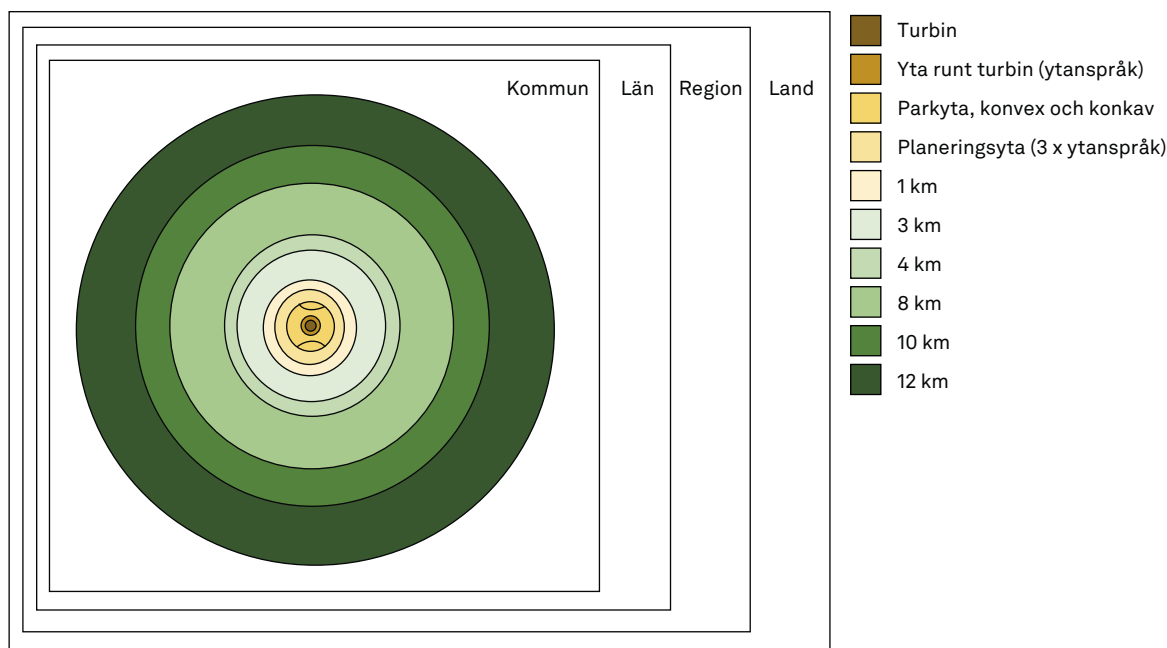
- Kvantitativt kartlägga och analysera förutsättningar för storskalig vindkraftsutbyggnad med befintliga riksintressen som utgångspunkt;
- Identifiera konflikt- och/eller synergidimensioner och olika aktörsgrupper utifrån en medieanalys som analyserar hur vindkraft ramats in över tid och vilka aktörer som förmedlar olika uttryck av inramningar;
- Analysera hur kommuner faktiskt hanterat avvägningar kring vindkraft, ge rekommendationer om fungerande data, arbetssätt och rutiner samt behov av policyförändringar;
- Belysa konfliktrisker samt integrations- och synergimöjligheter med annan markanvändning genom dessas inklusive vindkraftens egenskaper i tid och rum;
- Utvärdera en utbyggnad av vindkraft i förhållande till andra värden och markanvändningar på olika skalor i landskapet, lokalt, regional och nationellt; och
- Presentera underlag för vidare strategisk planering för en hållbar storskalig landbaserad vindkraftsutbyggnad.

1.3 Tematisk och geografisk omfattning

Vindkraft har en lång historik i Sverige generellt, om dock under mycket lång tid i småskalig form och omfattning. Historiken är längre och mer påtaglig i södra Sverige än i norra. Storskalig vindkraft med höga turbiner samlade på ett område är dock ett mer nutida fenomen (Anshelm 2013). Den första vindkraftsparken i norra Sverige byggdes i Bjurholms kommun 1998 (Vindbrukskollen). Den vindkraft som finns idag och som planeras för i framtiden har att anpassas till tydliga regionala och lokala skillnader vad avser allmänhetens uppfattningar och inställning, elbehovet, andra markanvändningar och värden som påverkas och förändras, biogeografiska skillnader, kulturella skillnader, demografiska skillnader och andra skillnader som är betingade av de svenska landskapens inneboende karaktärer och särarter. Förutsättningar för en hållbar storskalig utbyggnad är olika i olika landsdelar och lokalt. En nationell strategi för storskalig utbyggnad av landbaserad vindkraft ställs därför inför stora utmaningar vad gäller anpassning för att kunna genomföras regionalt och lokalt. Baserat på detta har vi därför genomfört studier på olika skalor, anpassade till de övergripande målen och frågeställningarna (figur 1.1 och 1.2).



Figur 1.1: Delstudiernas geografiska och tematiska omfattning. Sverigekartan visar vindkraft (uppförd beviljad och under handläggning, 18 maj 2021 som motsvarar en tidpunkt för flera av delstudierna: a) Vindkraft i media under 20 år baserad på nationell (Dagens Nyheter) samt regional (Västerbottens-Kuriren, Göteborgs-Posten, Smålandsposten) media. b) Kommunernas planering och beredskap för mer vindkraft inom kommuner i Gävleborgs, Jämtlands, Västernorrlands, Västerbottens och Norrbottens län. c) Vindkraft i svenska landskap med nationell omfattning och indelning i åtta regioner efter anpassning av stratifiering inom NILS (Nationell Inventering av Landskapet i Sverige; Ståhl et al. 2011). d) Vindbruk och skogsbruk i skog och skogslandskap med nationell omfattning exklusive fjällregionen, med indelning i län samt i 4 regioner enligt Sveriges officiella statistik (SUS-regioner; SCB 2021). e) Vindkraft i renarnas landskap för renskötselområdet (Rennäringslag 1971) exklusive fjällregionen med indelning i län och 51 samebyar. f) Lämpliga och ej lämpliga områden för vindkraft i norra Sverige för Ragunda kommun samt Västernorrlands län. g) Kommunal och regional planering i södra Sverige inom boreonemoral och nemoral biogeografisk SUS-region (SCB 2021) med indelning i län samt för Falkenberg och Uppvidinge kommuner.



Figur 1.2: De olika områden och avstånd i och omkring vindkraft som har använts i de olika delstudierna, se kapitel 2–8.

Medieanalysen genomfördes både på nationell nivå och med fokus på tre regioner med olika förutsättningar för vindkraft (figur 1.1a; kapitel 2). Studien om kommunernas planering och beredskap för en utökad vindkraftsutbyggnad omfattade kommuner i de sex norrlandslänen (figur 1.1b; kapitel 3) med fokus på markanvändningspräglade boreala skogslandskap med en betydande andel av planerad vindkraftsutbyggnad (55 %; ER 2021). Landskapsstudien (figur 1.1c; kapitel 4) var på nationell nivå med regional uppdelning i åtta regioner som bygger på regionindelningen i olika typlandskap (biogeografiska förhållanden, markanvändning) inom Nationell Inventering av Landskapet i Sverige (NILS, Ståhl et al. 2011). Studien om skog och skogslandskap (figur 1.1d; kapitel 5) – utifrån att vindkraft i huvudsak förekommer på skogsmark – var på nationell nivå med regional uppdelning enligt de fem SUS-regionerna som använts i Sveriges Officiella Statistik (SCB 2021). Studien om påverkan på livsmiljöer (figur 1.1e; kapitel 6) för ren utgick från renskötselområdet med Sveriges 51 samebyar – utifrån samebyar som huvudsaklig planeringsskala i rennäringen – och med fokus på två av dessa samebyar. Modelleringsstudien för lämplig och ej lämplig placering av vindkraft (figur 1.1f; kapitel 7) gjordes för Ragunda kommun och tillämpades även för Västernorrlands län. Studien om planeringsförutsättningar i södra Sverige (figur 1.1g; kapitel 8) gjordes på regional (nemoral och boreonmenoral SUS-region) nivå samt med fokus på ett urval av län (Halland och Kronoberg) och kommuner (Falkenberg och Uppvidinge).

Analyserna har genomförts på olika geografiska skalor i förhållande till vindkraft; Positionen av en enskild turbin, dess direkta ytanspråk (ytanspråk) samt planeringsyta (motsvarar en yta som är 3 gånger så stor som ytanspråket), och vindkraftsparkens (ett antal turbiner inom samma projekteringsområde; ER 2021) yta i konkav och konvex form. Alla dessa ytor är alltså direkt relaterade till att det finns eller planeras att finnas vindkraft på en viss plats. Vidare har vi analyserat olika egenskaper, faktorer och förhållanden inom avstånd på 1 km, 3 km, 4 km,

8 km, 10 km och 12 km med utgångspunkt från tidigare studier om olika påverkan på människor och djur av vindkraft på olika avstånd; bland andra Bishop och Miller (2007) och Skarin m.fl. (2018).

Den tematiska omfattningen för varje studie redovisas i tabell 1.3.

Tabell 1.3: Tematisk inriktning per studie presenterade med nyckelord.

Vindkraft i media under 20 år (kapitel 2)	Aktörer, inramningar, lösningar, problem, offer, lokalisering, vindkraftsentreprenörer, politiker, myndigheter, målkonflikter, deltagande planering, acceptans, legitimitet, lokal opinion
Kommunernas planering och beredskap för mer vindkraft (kapitel 3)	Översiktsplanering, markanvändningsprioriteringar, erfarenheter, beredskap, veto, kommunala resurser, tillståndsprocesser, affärs-möjligheter, kompensation
Vindkraft i det svenska landskapet (kapitel 4)	Markslag, markägare, skyddade områden, riksintressen, vindbruk, naturvärden, landskapsvärden, skogsmark, regionala skillnader, geografiska överlapp, markanvändningskonflikter, närhet till vindkraft
Vindbruk och skogsbruk i skog och skogslandskap (kapitel 5)	Skogsmark, vindbruk, markanvändning, skogsbruksskog, impedimentskog, naturvårdsskog, skyddade områden, mångbruk, konflikt, integration, synergi
Vindkraft i renarnas landskap (kapitel 6)	Renskötseområdet, samebyar, ren, rennäring, marklav, hänglav, vinterbetesland, påverkan nära och på avstånd, helhetssyn i planering, lokal precision i planering
Lämpliga och ej lämpliga områden i norra Sverige (kapitel 7)	Kommun och län, ekonomisk, ekologisk och sociokulturell hållbarhet, multikriterieanalys, rennäring, visuell påverkan, modellering, riksintressen, överlappsanalys
Kommunal och regional planering i södra Sverige (kapitel 8)	Energilandskap, riksintressen, markägare, integrerad landskaps-karaktäranalys, visuell påverkan, påverkan på olika skala, markslag, landskapstyper

2. Vindkraft i media under 20 år

2.1 Bakgrund

För att klara en hållbar omställning globalt såväl som nationellt så krävs det betydande öknings av förnybara energikällor – inte minst ytterligare etablering av vindkraft (COP21 2015, UN 2019; IRENA 2021). Trots att det finns utpekade riksintresseområden för vindbruk uppstår ofta lokala konflikter kring etableringar med överklaganden och lång handläggningstid som följd (se till exempel Darpö 2020). För att kunna fatta beslut i dialog och med relevanta underlag är det därför viktigt att kartlägga vilka de dominerande aktörerna i mediedebatten är och vilka ståndpunkter de för fram. Mediedebatten kan även illustrera hur det offentliga samtalet om storskaliga vindkraftsetableringar har utvecklats över tid och hur det har påverkat allmänhetens förståelse för och insikter i både fördelar och nackdelar med vindkraft.

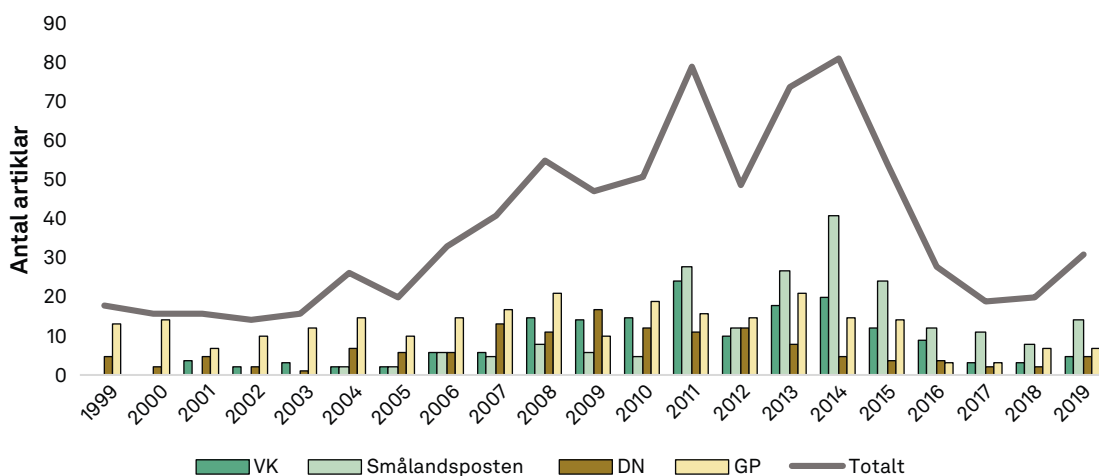
Inom ramen för detta projekt har vi undersökt hur storskalig vindkraft framställs i svensk nyhetsmedia. Vi har utgått ifrån medieanalys som metod med syfte att undersöka vilka de dominerande ramarna ("frames") kring vindkraft i dagsmedia är. Närmare bestämt har vi undersökt om storskalig vindkraft framställs som en orsak, lösning eller offer i relation till ett problem (jämför Feindt & Kleinschmit 2011, Hallberg Sramek et al. 2020). Vi har även undersökt vilka aktörer som ger uttryck för de olika inramningarna, om det finns geografiska skillnader i landet samt om det skett en förändring över tid.

2.2 Upplägg

I vår medieanalys har vi studerat artiklar i en tidning med nationell täckning, Dagens Nyheter (DN), och tre regionala tidningar, Smålandsposten (SP), Göteborgs-Posten (GP) och Västerbottens-Kuriren (VK), se figur 1.1a. Urvalet av tidningar gjordes med hänsyn till både geografisk spridning och olika förutsättningar (olika el-områden; söder vs. norr; kust vs. inland; storstad vs. glesbygd). Vi använde mediearkivets sökmotor för att identifiera artiklar i de fyra tidningarna utifrån valda sökord. Studien byggde på totalt 788 nyhetsartiklar publicerade mellan åren 1999 och 2019. Samtliga av dessa artiklar läses och kodas i NVivo som ett kvalitativt digitalt analysverktyg. Vi kodade materialet i dess helhet enligt fyra övergripande kategorier: "framer" (subjekt: vem som talar); "causer" (objekt: vem/vad talas om som ett problem); "solution" (objekt: vem/vad framställs som lösning); "victim" (objekt: vem/vad framställs som ett offer).

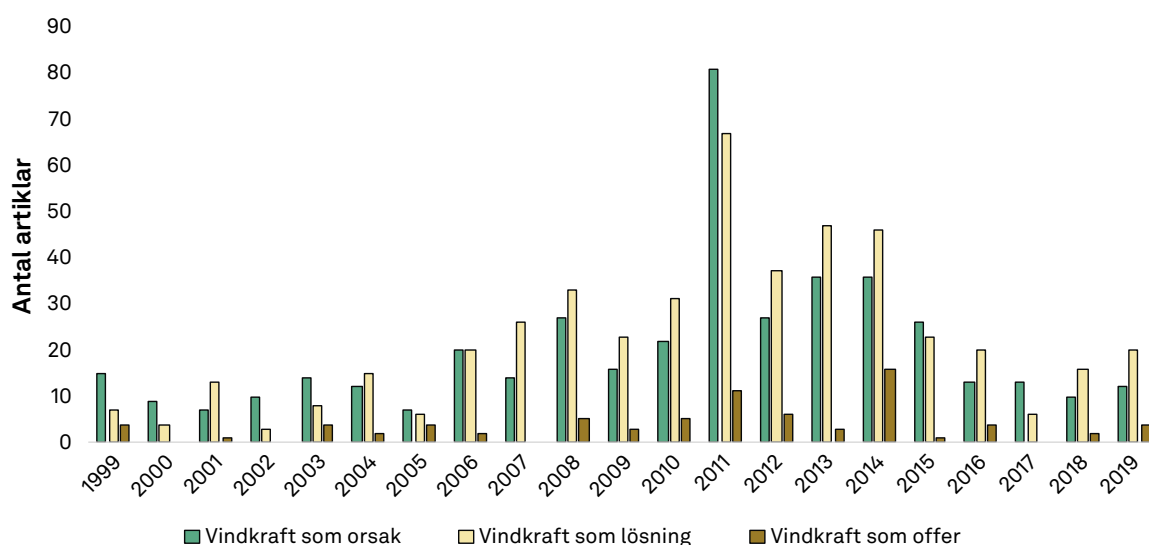
2.3 Resultat och slutsatser

Vår studie visade på en tydlig ökning av artiklar som diskuterar vindkraft över tid, se figur 2.1, med fyra huvudsakliga toppar i mediebevakningen. Den första toppen ser vi år 2004 i samband med att Energimyndigheten pekar ut områden för riksintresse vindbruk, vilket delvis även förklarar identifierade topparna år 2008 och år 2014. Ökningen 2011 förklaras framför allt av utbyggnaden av större lokala etableringar och diskussionen om olika energikällor i samband med olyckan i Fukushima. Andra händelser som också påverkar mediebevakningen och antal artiklar om vindkraft över tid är om det är valår, om det genomförs internationella klimatkonferenser samt om det tas nationella beslut och/eller lagstiftning rörande vindkraft.



Figur 2.1: Sammanställning av antal artiklar över tid som diskuterar storskalig vindkraft; DN – Dagens Nyheter, SP – Smålandsposten, GP – Göteborgs-Posten, VK – Västerbottens-Kuriren.

Analysen visar att vindkraft nästan lika ofta ses som en orsak som en lösning till upplevda problem (figur 2.2). Samtidigt finns en regional och nationell variation i detta avseende. Vindkraft framställs oftare som en orsak till problem i de regionala tidningarna, medan det motsatta gäller för den rikstäckande DN, det vill säga att vindkraft är en lösning på ett problem. När vindkraft ses som en orsak till ett problem är det främst i relation till andra riksintressen, vilket framför allt är en inramning som statliga myndigheter för fram. Privatpersoner och journalister ser vindkraft som problematisk utifrån att den inte uppfattas som en effektiv energikälla, medan icke-statliga organisationer ofta lyfter fram att vindkraft leder till miljöförstöring. Vindkraft framställs även ofta som en orsak till konflikter mellan vindkraftsbolag och lokalbefolkning, på grund av buller, förstörelse av landskapet och miljön. De aktörer som främst ser vindkraft som en lösning är vindentreprenörer och politiker. De ser vindkraft som en effektiv och förnybar energilösning för att möta energibehoven; ett energislag som är bra för miljön och ett rimligt alternativ för förnyelsebar och fossilfri elproduktion. Även arbetstillfällen är något som lyfts fram tillsammans med social utveckling och utbyggnad av infrastruktur. Vindkraft ses även som ett offer och då oftast av vindentreprenörer, politiker och journalister. Den ses oftast som offer för den statliga försvarssektorn på grund av dess rätt att stoppa all markanvändning som uppfattas vara i strid med nationella försvarsintressen.



Figur 2.2: Sammanställning av hur vindkraft avspeglats över tid avseende som orsak, lösning eller offer.

En central inramning i mediedebatten är lokaliseringen. Lokaliseringen tas både upp som ett problem och som en lösning. Här är det främst enskilda individer som ramar in lokaliseringen som ett problem. Statliga myndigheter, politiker och vindentreprenörer är aktörer som i stället lyfter fram lokalisering som en lösning.

Under 20 år har uppfattningarna kommit att förändras i takt med att vindkraft blivit alltmer aktuell och synlig för många – inramningarna har gått från att vara relativt polariserade (för/emot vindkraft) till att bli alltmer komplexa och illustrera hur målkonflikterna förändrats under en så pass lång tid. I slutet av tidsperioden ses vindkraft allt oftare som en lösning, främst av politiker och vindkraftsentreprenörer. En slutsats här är att internationella och nationella klimatpolitiska mål som förutsätter en övergång till förnybar energi inte har fått samma genomslag hos andra lokala aktörer. Utöver detta finns uttryck för ”gärna vindkraft, men inte hos mig” i debatten. Det är därför viktigt att arbeta kunskapshöjande och/eller kompensatoriskt regionalt och lokalt. Om inte lokala aktörer är övertygade om fördelarna för miljön och för samhället av att etablera vindkraft, så kommer lokalt motstånd och konflikter att fortsätta stå i vägen för planering och etablering av storskalig vindkraft. Politiska prioriteringar och lokal planering med samråd är i detta sammanhang lösningar för att kunna förverkliga energiomställningen och få acceptans och legitimitet. Sammanfattningsvis från denna delstudie:

- Lokalisering av vindkraft är en central utgångspunkt i mediedebatten.
- Över tid har debatten gått ifrån att vara relativt polariserad till att bli alltmer komplex och orienterad mot målkonflikter.
- Att vindkraft behövs är över lag accepterat men också ”inte på min mark eller nära mig”. Detta förutsätter kunskapshöjande insatser och/eller lokal kompensation för att öka acceptans och legitimitet.
- En aktuell och relevant kommunal översiktsplan och fungerande samråd med involverade aktörer är nödvändigt för en storskalig utbyggnad av landbaserad vindkraft.

Läs mer:

Bjärstig, T., Mancheva, I., Zachrisson, A., Neuman, W. & Svensson, J. 2022. Is large-scale wind power a problem, solution, or victim? A frame analysis of the debate in Swedish media. *Journal Energy Research & Social Science*. 83: 102337.

[https://authors.elsevier.com/sd/article/S2214-6296\(21\)00429-1](https://authors.elsevier.com/sd/article/S2214-6296(21)00429-1)

3. Kommunernas planering och beredskap för mer vindkraft

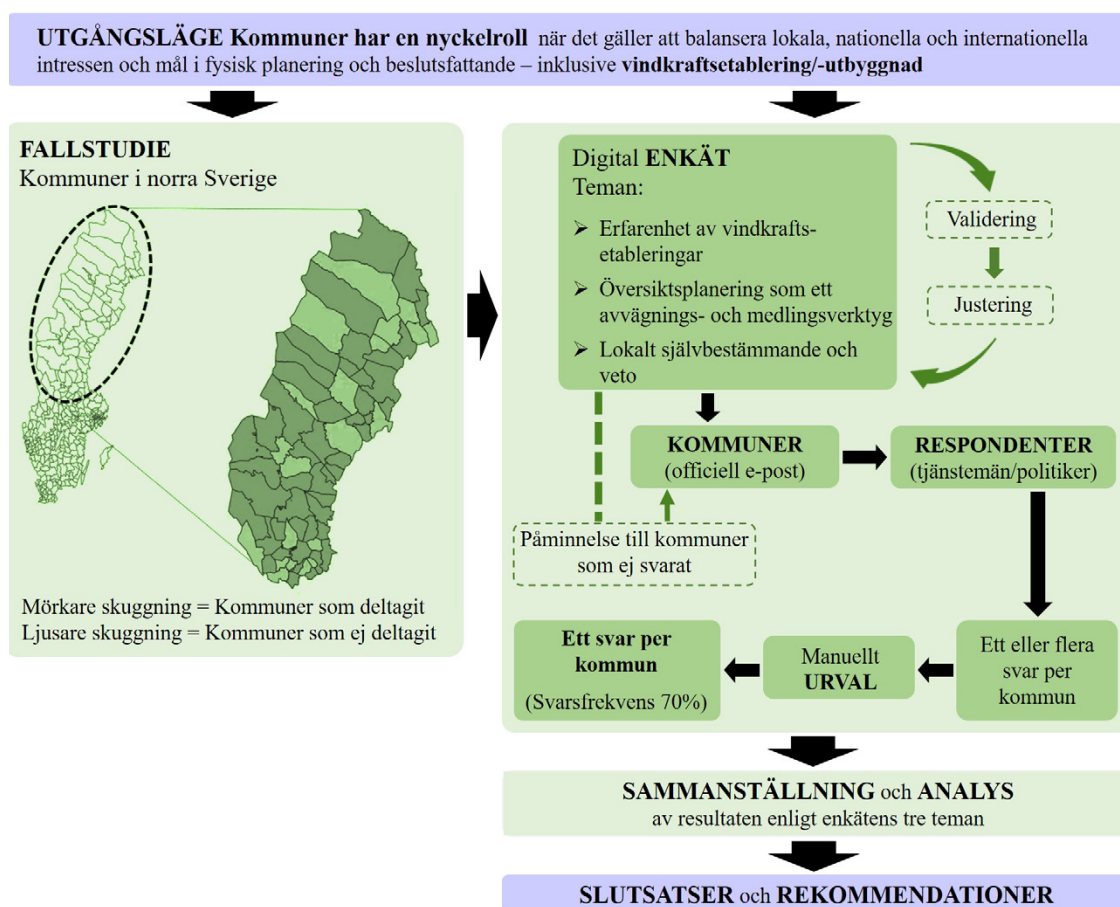
3.1 Bakgrund

Som framgår av den nationella strategin för en hållbar vindkraftsutbyggnad (ER 2021) kommer vindkraft i högre utsträckning än tidigare behöva samsas med andra nationellt viktiga och arealkrävande markanvändningar (exempelvis naturskydd, friluftsliv, skogsbruk och rennäring). Kommunerna har planmonopol och lagstadgad skyldighet att ta hänsyn till regionala och nationella mål och riktlinjer vid sin planering av markanvändningen inom kommungränserna. Demokratisk förankring betonas i denna planprocess. Även om översiktsplanen inte är juridiskt bindande (men krävs enligt lag) ska den vara politiskt beslutad (SFS, 2010:900). Andra myndigheter, berörda organisationer och medborgare bör rådfrågas innan en översiktsplan antas (Bjärstig et al. 2018b, Zachrisson et al. 2021). Därför är översiktsplanen, åtminstone i teorin, ett viktigt verktyg för strategiskt beslutsfattande angående markanvändning och avvägningar mellan sociala, ekonomiska såväl som ekologiska värden lokalt (Bjärstig & Thellbro 2019). Genomförandet av internationella och nationella mål och strategier för hållbarhet, klimat och energi blir därmed ett lokalt och kommunalt förvaltningsansvar (Gustafsson & Mignon 2020).

I ”En rättssäker vindkraftsprövning” (SOU 2021:53) föreslås det kommunala vetot bytas ut till ett lokaliseringstillstånd som ska ges tidigt i tillståndsprocessen för vindkraft, och baseras på kommunens översiktsplan. Mot bakgrund av detta analyserade vi hur förberedda kommunerna är på den vindkraftsutbyggnad som föreslås. Då utbyggnaden ska realiseras på kommunal nivå analyserade vi också kommunernas roll i prövningsprocessen och i vilken utsträckning de förlitar sig på sitt rätt till veto.

3.2 Upplägg

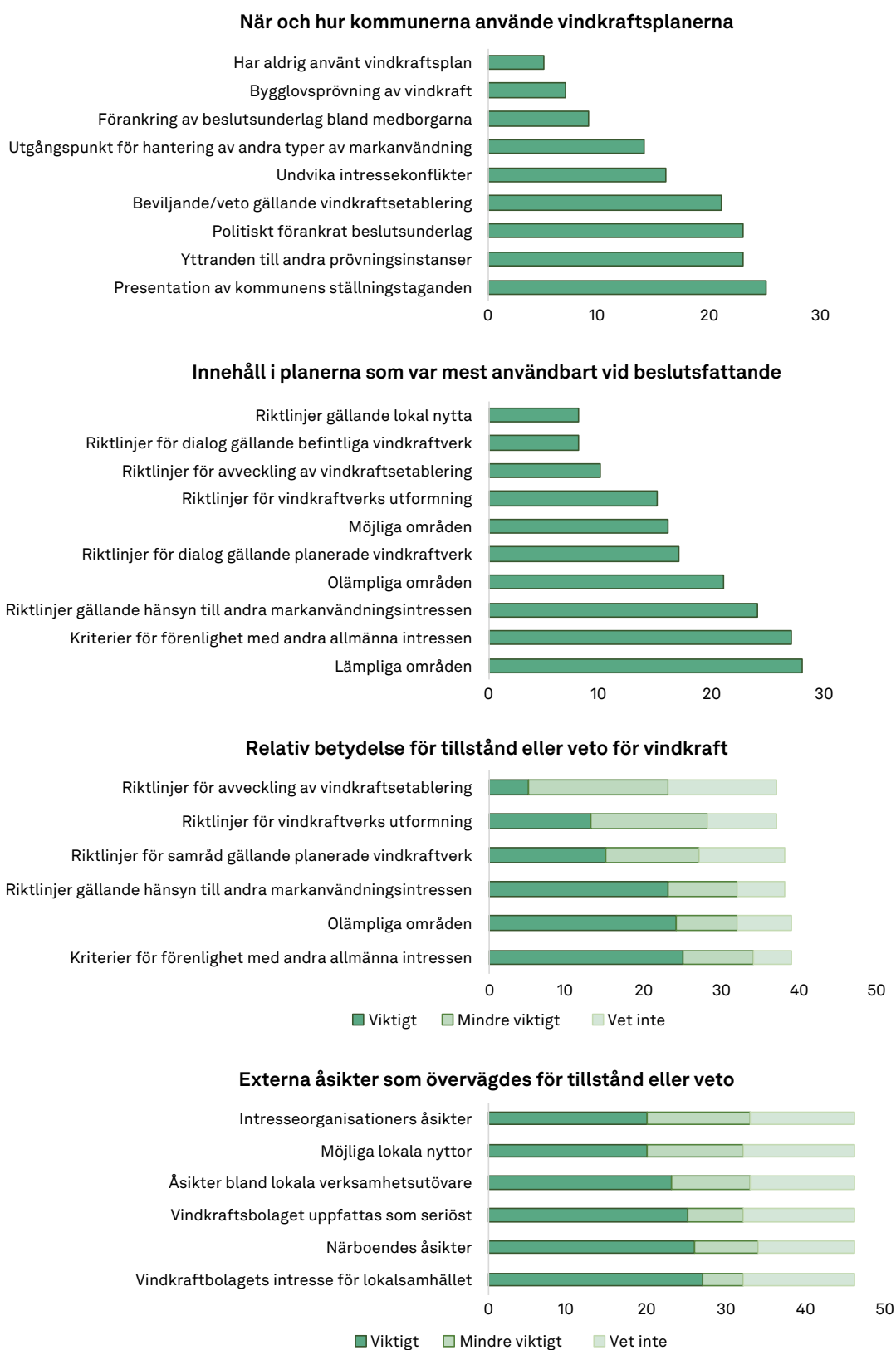
Denna delstudie har en bakgrund i tidigare studier (bl.a. Bjärstig et al. 2018a, 2018b, 2019, Svensson et al. 2020a, Zachrisson et al. 2021) i norra Sverige. Studien genomfördes som en fallstudie bland 69 Norrlandskommuner och av dessa svarade 48 på den webbaserade enkäten som skickades ut (figur 3.1). Svarsfrekvensen blev 70 procent och bortfallet bland kommunerna var geografiskt spritt till både större och mindre kommuner, till kommuner med både nyare och äldre översiktsplaner, samt med både större och mindre antal vindkraftsetableringar. Detta gör att vi bedömer svaren som representativa och möjliga att generalisera för norra Sverige i sin helhet. Enkäten hade tre teman där det första rörde kommunernas erfarenhet av vindkraftsetableringar, det andra om och hur kommunerna använder översiktsplanering som ett avvägnings- och medlingsverktyg, samt det tredje om lokalt självbestämmande och kommunernas nyttjande av veto i anslutning till vindkraftsetableringar. Syftet med studien var att öka förståelsen för kommunernas förutsättningar att genomföra de regionala utbyggnadsscenarierna enligt den nationella strategin. I ljuset av detta har vi analyserat hur omfattande vindkraftsetableringar de hanterat tidigare, hur väl kommunerna anser att deras vindkraftplanering fungerar, och i vilken utsträckning de använder sin vetorätt vid vindkraftsprövningar.



Figur 3.1: Översikt av delstudiens upplägg och genomförande.

3.3 Resultat och slutsatser

Studien visar att trots en ökad utbyggnad av vindkraft i Sverige under senare år, så har de flesta kommuner i de sex Norrlandslänen ännu inte hanterat så många vindkraftsetableringar. Det visar sig även att de sällan eller aldrig har använt sin vetorätt i vindkraftärenden. Över 80 procent av kommunerna som har besvarat enkäten anger att de har en vindkraftsplan som del av eller som tillägg till sin översiktsplan. Kommunerna anser generellt att planerna fungerar bra och att dess innehåll ger stöd för beslut gällande sådant som utpekande av lämpliga och ej lämpliga områden för projektering, riktlinjer om hänsyn till annan markanvändning och hur avvägningar ska göras mellan vindkraft och andra allmänna markanvändningsintressen. Endast ett fåtal kommuner anger att planens innehåll skapat problem, och då främst rörande riktlinjer om vindkraftverkens utformning. Kommunerna anger även att deras vindkraftsplaner kommer att fortsätta fungera som bra stöd utan att behöva revideras, troligen utifrån det faktum att kommunerna ännu inte har upplevt särskilt många eller stora problem med vindkraftsetableringar. Nästan 60 procent av de Norrlandskommuner som besvarade enkäten har emellertid inte tagit ställning till det förväntade framtida utbyggnadsbehovet (ER 2021). Mer än hälften av kommunerna anger att de förlitar sig på att få behålla sin vetorätt mot föreslagna vindkraftsutbyggnader. Endast omkring en tredjedel av kommunerna nämner vindkraftsplaner som ett verktyg för att hantera den utbyggnad av vindkraft som föreslås i den nationella strategin. Några av de mest centrala variablerna redovisas i figur 3.2.



Figur 3.2: Ett urval av faktorer i delstudien som rör när och hur kommuner använde vindkraftsplanerna, vilket innehåll i planerna som var mest användbart vid beslutsfattande, den relativa betydelsen för tillstånd eller veto och externa åsikter som övervägdes för tillstånd eller veto för vindkraft.

Om vetorätten ersätts av ett lokaliseringstillstånd och en kommuns avslag på ett sådant tillstånd måste baseras på översiktsplanen, såsom det föreslås i ”En rätts-säker vindkraftsprövning” (SOU 2021:53), kan det inverka på kommunens möjligheter att styra och påverka markanvändningen. Förslaget att översiktsplanen ska ges större tyngd i prövning av vindkraft innebär, åtminstone i teorin, en stärkt lokal och regional förankring av vindkraftsutbyggnaden. Detta kräver dock att kommunerna har resurser och uthållighet när det gäller långsiktig planering, något som inte är en självklarhet (t.ex. Bjärstig et al. 2018b, Zachrisson et al. 2021). Fungerar inte översiktsplaneringen som stöd i lokala beslutsprocesser så kan nationella utvecklingsambitioner, tillsammans med föreslagna förändringarna av kommunens roll inom tillståndsprocessen, dels komma att begränsa kommunernas självbestämmande och dels riskera legitimitet såväl som hållbarhet i framtida vindkraftsutbyggnad (jfr. Wretling et al. 2018).

Vi konstaterar att översiktsplaneringen bör ges en större tyngd och roll vid lokalisering av vindkraft, och att detta förutsätter utökade resurser och långsiktig planeringskapacitet för att ta fram förankrade och adekvata kommunala översiktsplaner. Vi konstaterar också att det behöver förtydligas vilka fördelar, inklusive kompensation i olika former, för det lokala samhället som kan genereras och säkras när den nationella strategin implementeras. Sammanfattningsvis från denna delstudie:

- Merparten av Norrlandskommunerna förlitar sig på att få behålla sin vetorätt mot föreslagen vindkraftsutbyggnad (men få har faktiska erfarenheter av att tillämpa vetorätt för vindkraft).
- I de flesta kommunerna utgör vindkraftsplaner ett daterat tillägg till översiktsplanen.
- De flesta kommunerna förväntar sig stöd i sina vindkraftsplaner för framtida hantering av vindkraft, men få kommuner har tagit ställning till det föreslagna utbyggnadsbehovet.
- Översiktsplanen är ett viktigt verktyg för lokalisering av vindkraft, men resurser behöver avsättas för att hålla den kommunala planeringen aktuell och relevant.

Läs mer:

Thellbro, C., Bjärstig, T., Svensson, J., Neuman, W. & Zachrisson, A. 2022. Readiness and planning for more wind power: municipalities as key actors implementing national strategies. *Cleaner Energy Systems*. Pre-print online, <https://doi.org/10.1016/j.cles.2022.100040>

4. Vindkraft i svenska landskap

4.1 Bakgrund

Hållbar planering av vindkraft förutsätter att det finns underlag som beskriver hur vindkraft är lokaliserad idag och vad detta innebär i form av direkt och indirekt påverkan. Mot sådana underlag kan framtida placering kan anpassas så att negativ påverkan på annan markanvändning och andra värden minskas. Det finns ett stort antal studier som på olika sätt belyser lokalisering utifrån olika förutsättningar; bland andra Felber och Stoeglehner (2014), Jefferson (2018), Skarin m.fl. (2018), Bunzel m.fl. (2019), Hallan och Gonzáles (2020), samt Ryberg m.fl. (2020). I denna delstudie har vi analyserat var i de svenska landskapen som vindkraft finns idag och i en nära framtid, där idag innebär uppförd vindkraft (Vindbrukskollen 2021-05-18) och nära framtid är begränsad till vindkraft som är beviljad och som är under handläggning (vid denna tidpunkt). Dessa tre status (uppförd, beviljad, handläggs) utgjorde alltså en tänkt tidsserie. Det övergripande syftet var att etablera en baslinje för strategisk planering med avseende på vad som karaktäriserar platser och landskap med vindkraft utifrån riksintresseanspråk för vindbruk, andra riksintressen, markslag, markägare och skyddad natur. Studien är på nationell nivå med indelning i landsdelar.

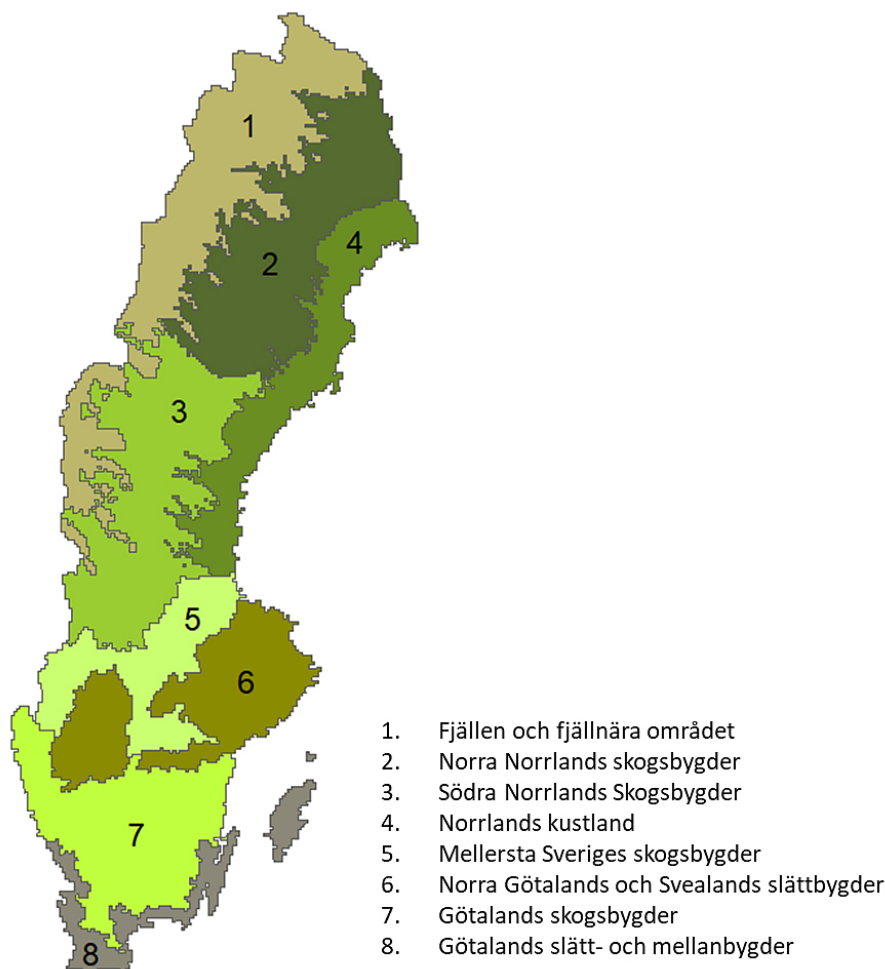
4.2 Upplägg

Vi kategoriserade riksintressen (Miljöbalk 1998:808 kapitel 3 och 4) enligt deras huvudsakliga syfte och relevans för den här studien i sex grupper (tabell 4.1). För totalförsvarets intressen använde vi endast kategori 1 (behov av att begränsa höga konstruktioner, inklusive vindkraft). Markägande kategoriserade vi i tre kategorier och markslag kategoriserades i sex olika typer utifrån Nationella marktäckedata (Naturvårdsverket 2019). Skyddade områden utgick ifrån Miljöbalken och Jordabalken (Miljöbalk 1998:808 kapitel 7; Jordabalk 1970:994).

Tabell 4.1: Kategorier.

Riksintressen	Vindbruk; Rennäring; Ämnen och material; Totalförsvaret; Naturvärden (och biologisk mångfald), inklusive naturvård, Natura 2000 art- och habitatdirektivet och Natura 2000 fågeldirektivet; Landskapsvärden, inklusive obrutna fjällområden, bevarandevärda kust- och skärgårdsområden samt älvar och älvsträckor, kulturmiljövård, friluftsliv och rörligt friluftsliv och turism.
Markägare	Statlig mark; Skogsbolagsmark (inklusive alla skogsbolag, Sveaskog och även svenska kyrkan); Enskilt ägd privat mark (upp till 1000 ha).
Markslag	Skogsmark; Våtmark; Jordbruksmark; Övrig öppen mark; Anlagd mark (byggnader, vägar, kraftledning, m.m.); Inlandsvatten.
Skyddade områden	Naturresevat; Biotopskyddsområden; Växt- och djurskyddsområden; Naturvårdsområden; Nationalparker; Naturminnen; Kulturresevat; Naturvårdsavtal.

För att beskriva den yta som respektive vindkraftspark täcker, grupperade vi alla enskilda turbiner inom samma projekteringsområde som hade samma status till ett ytbjekt där omkretsen utgjordes av de turbiner som är placerade ytterst. Vi adderade 100 m för näraliggande infrastruktur och markpåverkan. Sammanlagt betraktade vi detta som den minsta yta en vindkraftspark kan ianspråka. Ytorna kan överlappa mellan vindkraftsparker och vi tog bort all sådan överlapp för att undvika dubbelräkningar av ytor. I nästa steg kvantifierade vi geografiska överlapp mellan parkerna och förekommande riksintressen, markslag, markägare och skyddade områden. Utöver vindkraftsparken analyserade vi också sammansättningen i dess närområde (1 km radie) och på längre avstånd (10 km radie) utan överlapp. De tre skikten (parkyta, 1 km och 10 km) sammanställdes på nationell nivå och för åtta olika regioner. Regionindelningen utgick från indelningen i strata av Sverige inom miljöövervakningsprogrammet ”Nationell Inventering av Landskapet i Sverige” (NILS; Ståhl et al. 2011) och bygger på dominerande biofysiska egenskaper, markanvändning och demografi (figur 4.2).

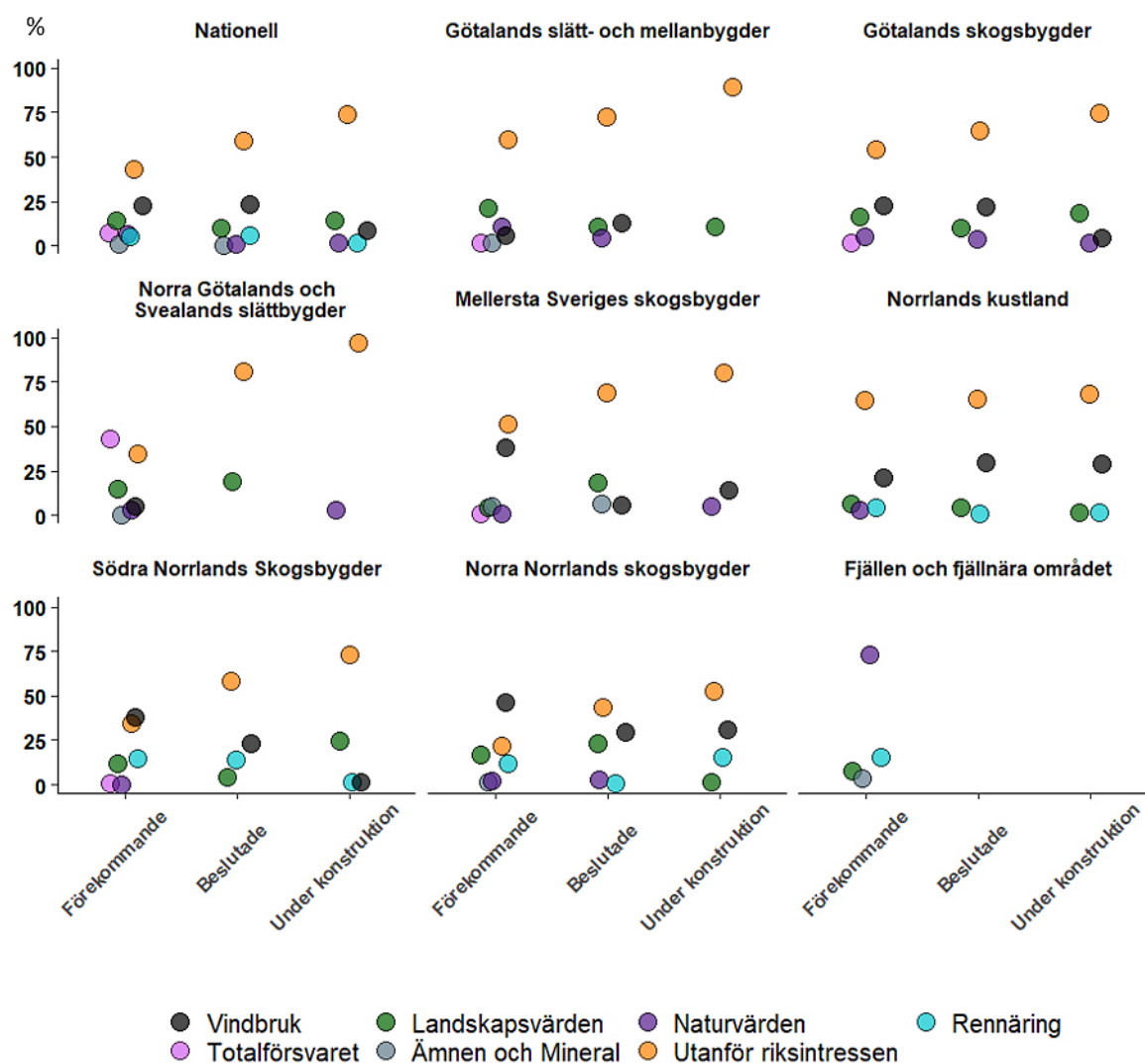


Figur 4.2: Regionindelning, anpassad efter 10 strata enligt Nationell Inventering av Landskapet (NILS) i Sverige, där region 6 kombinerar NILS strata 3 och 4 och region 8 kombinerar NILS strata 1 och 2.

4.3 Resultat och slutsatser

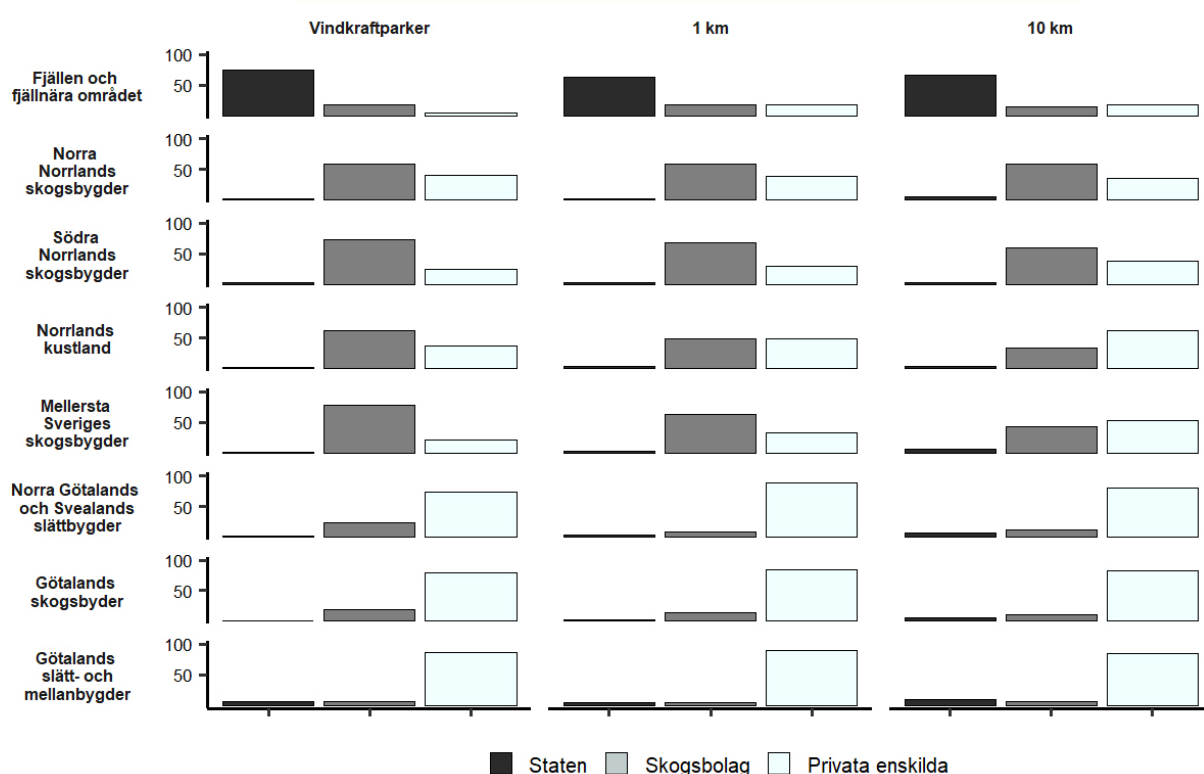
Riksintresse vindbruk omfattar totalt 4 657 km², respektive 3 671 km² med reduktion av ytor med 800 m radie runt bebyggelse. I analyserna använde vi den förra arealen för att säkerställa konsistens då det inte finns motsvarande reduktion till andra riksintressen eller skyddade områden, eller tillagt för andra riksintressen på motsvarande sätt. Areal riksintresse motsvarar en liten andel av Sveriges yta så är det en stor variation mellan olika strata; från 113 km² och 0,2 procent i Götalands slätt och mellanbygder (region 8) till 1 331 km² och 1,6 procent i södra Norrlands skogsbygder (region 3). Riksintressekategori landskapsvärden omfattar totalt 42,5 procent av landarealen medan kategori naturvärden och rennäring täcker de största arealerna och andelarna i fjällen och fjällnära området (region 1). Rennäring finns enbart i de fyra nordliga regionerna.

Riksintresse vindbruk överlappar geografiskt med andra riksintressekategorier, i synnerhet i fjällen och fjällnära området (region 1) vad gäller kategori naturvärden och i Götalands slätt och mellanbygder (region 8) vad gäller kategori landskapsvärden (figur 4.3). Uppförd vindkraft finns i huvudsak utanför riksintressen inklusive riksintresse vindbruk och över tid förstärks denna trend. Nationellt och för samtliga regioner är det mindre än hälften av vindkraft som byggs inom riksintresse vindbruk jämför med utanför. Denna trend förstärks över tid. Detta är tydligt på nationell nivå och för flertalet regioner. Vindkraft finns inom riksintresse vindbruk men överlappar främst med kategori landskapsvärden förutom i fjällen och fjällnära området (region 1) där vindkraft främst överlappar riksintresse rennäring och kategori naturvärden.



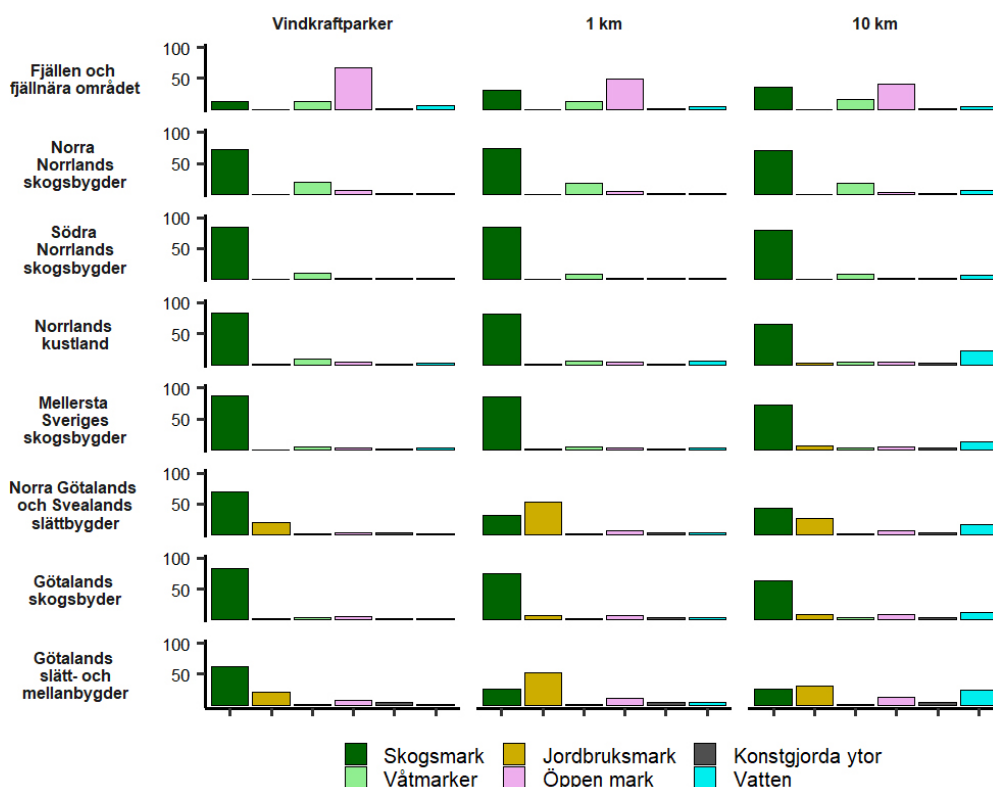
Figur 4.3: Förekomst av vindkraft (uppförd, beviljad och under handläggning) inom riksintresse vindbruk, kategori landskapsvärden, kategori naturvärden, rennäring, totalförsvaret och ämnen och mineral, samt förekomst av vindkraft utanför samtliga riksintressen.

Enskilt privat markägande i vindkraftparker ökar från norr mot söder, skogsbolagens ägande minskar från norr mot söder, medan statens ägande i stort sett uteslutande är koncentrerat till fjällen och fjällnära området (region 1) (figur 4.4). Fördelningen av markägande följer alltså i stora drag den generella markägarfördelningen i Sverige (jfr. SCB 2019). Skogsbolagens ägande dominerar inom vindkraftparker förutom i de tre sydliga regionerna där enskilt privat ägande dominerar. Det finns dock tydliga skillnader mellan ägande inom och utanför vindkraftsparkerna. På kortare och längre avstånd ökar statens ägande i alla regioner utom i fjällen och fjällnära området (1) där trenden är den motsatta. I den fyra nordliga inlands- och kustregionerna (region 2–5) minskar skogsbolagens ägande på avstånd medan framför allt enskilt privat ägande ökar.



Figur 4.4: Andel (%) markägande för ägarekategorier (staten, skogsbolag, privata enskilda) för de åtta regionerna, inom vindkraftparker respektive på 1 och 10 km avstånd från dessa.

Skogsmark är det dominerande markslaget i alla regioner för parkyta och på 1 och 10 km avstånd, förutom i fjällen och fjällnära området (region 1), i norra Götalands och Svealands slättbygder (region 6) på 1 km avstånd och i Götalands slätt- och mellanbygder (region 8) på 1 och 10 km avstånd (figur 4.5). Övriga markslag – öppna våtmarker, inlandsvatten, anlagd mark och övrig öppen mark – förekommer i liten omfattning (utom i fjällen och fjällnära området), men det finns en tydlig trend i ökande andel inlandsvatten på avstånd. Det är förväntat att skogsmark dominerar eftersom den är det mest förekommande markslaget i Sverige (67 procent av den totala landytan; SCB 2019). Men, i jämförelse med skogsmarkens andel av hela regionernas landareal är det över lag större andelar i och nära vindkraftparker. Det är också förväntat att andra markslag ökar i närområde eftersom landskap är naturligt fragmenterade och dessutom påverkade av markanvändning.



Figur 4.5: Andel (%) markslag för de åtta regionerna, inom vindkraftparker respektive på 1 och 10 km avstånd från dessa.

Det finns många och en stor areal skyddade områden nära vindkraftparker; inom 1 km totalt 640 olika skyddade områden som tillsammans omfattar över 200 km², och inom 10 km totalt 9719 olika skyddade områden som tillsammans omfattar över 7600 km². Det största antalet skyddade områden finns i de tre sydliga regionerna. De största arealerna, däremot, finns i fjällen och fjällnära området (region 1). På nationell nivå finns över 13 procent av all formellt skyddad areal inom 10 km avstånd från vindkraftparker, med en högre andel i söder än i norr; 71 procent inom Götalands slätt- och mellanbygder (region 8) för sig.

Kunskap om andra markanvändningsintressen, bevarandevärden och ägarförhållanden är avgörande för en hållbar planering av en storskalig utbyggnad av vindkraft. Sammanfattningsvis från denna delstudie:

- Vindkraft byggs i allmänhet inte inom riksintresse vindbruk – denna trend är dessutom i ökande över tid – och det finns tydligt geografisk överlapp mellan riksintresse vindkraft och andra riksintressen.
- I norra Sverige finns i huvudsak överlapp med naturvärden samt rennäringsen, och i södra Sverige i huvudsak med landskapsvärden.
- Vindkraft byggs i stor utsträckning på skogsmark och på skogsmark som ägs av skogsbolag, medan andra markslag och ägare ökar på nära avstånd.
- Det finns många olika och stora arealer formellt skyddade områden inom 1 och 10 km avstånd från vindkraft, i synnerhet i södra Sverige.

Läs mer:

Svensson, J., Neumann, W., Bjärstig, T. & Thellbro, C. Accepted. Sub alpine to temperate wind power landscapes in Sweden.

5. Vindbruk och skogsbruk i skog och skogslandskap

5.1 Bakgrund

Som framgår i det föregående kapitlet finns vindkraft i stor utsträckning på skogsmark, där skogen och skogsbruket har en väsentlig roll för att ta upp och lagra kol, balansera sänkor och källor för koldioxid och andra växthusgaser, och leverera fossilfria produkter för kortare och längre tids substitution (t.ex. Felton et al. 2019, Angelstam et al. 2020, Högbom et al. 2021). Skog och skogslandskap har också många andra inneboende värden, ekosystemtjänster och naturnyttor samt de grundläggande förutsättningarna för dessa, till exempel biologisk mångfald (t.ex. Juerges et al. 2021, Svensson et al. 2023). I denna studie har vi analyserat dagens och framtidens vindkraft i skog och skogslandskap i Sverige mot bakgrund av förväntad vindkraftsutbyggnad som en expanderande markanvändning i skog och skogslandskap, där denna expansion kan leda till fördjupade konflikter men också integrations- och synergimöjligheter med annan markanvändning och andra värden förknippade med skogsmark.

5.2 Upplägg

Den här delstudien tar sin utgångspunkt i målsättningen för regionala vindkraftsutbyggnaden i Sverige enligt den nationella vindkraftsstrategin (ER 2021) och de arealanspråk som anges i denna. Baserat på dagens uppförda och beviljade vindkraftverk (status 2022-01-27), utgick vi ifrån det direkta ytanspråket på 0,95 km² per enskild turbin med en tillhörde planeringsyta som motsvarar tre gånger ytanspråket. Både ytanspråk och planeringsyta kan överlappa mellan turbiner och vindkraftsparker och sådana överlapp togs bort i databearbetningen (se kapitel 4). I denna delstudie analyserade vi också specifikt den yta som infaller i planeringsyta men som inte utgörs av själva ytanspråk, här benämnd närområde.

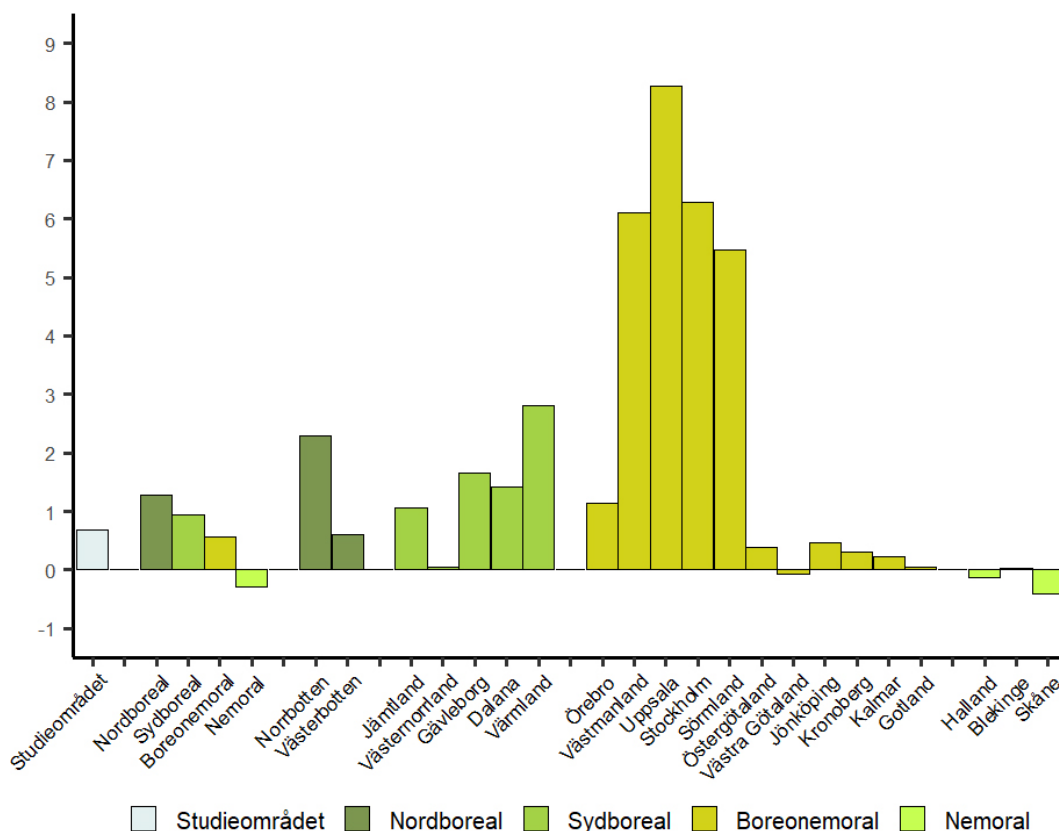
Areal och andel skogsmark beräknades för ytanspråk, närområde och planeringsyta, uppdelat i produktiv skogsmark som används för skogsbruk (här: skogsbrukskog), trädbärande impediment och träd- och buskmark (här: impedimentskog) som inte används för skogsbruk, samt skog med höga naturvärden (värdekärnor i skog; Anon 201; Här: naturvärdesskog). Vi utgick från nationella marktäckedata (Naturvårdsverket 2019), värdekärnor i skog och sammanställde även markägardata för skogsmark fördelat på statlig mark, bolagsmark och enskild ägd privat mark (se kapitel 4). Ytanspråk och planeringsyta för vindkraft applicerades på det regionala utbyggnadsbehovet per län enligt strategin (ER 2021), med antagandet att nuvarande fördelning av skogsbrukskog, impedimentskog och naturvärdesskog, samt markägare, är applicerbart även för framtida vindkraftsetableringar. Detta resulterade

i en prognos för 2040 om skogsmark som kan komma att ianspråkta för vindkraft. Analyser gjordes per län och per region enligt SCB (2021; fjällnära, nordboreal, sydboreal, boreonemoral, nemoral) samt för hela landet exklusive fjällområdet eftersom den nationella vindkraftsstrategin utesluter vidare vindkraftsexploatering i fjällen (ER 2021).

5.3 Resultat och slutsatser

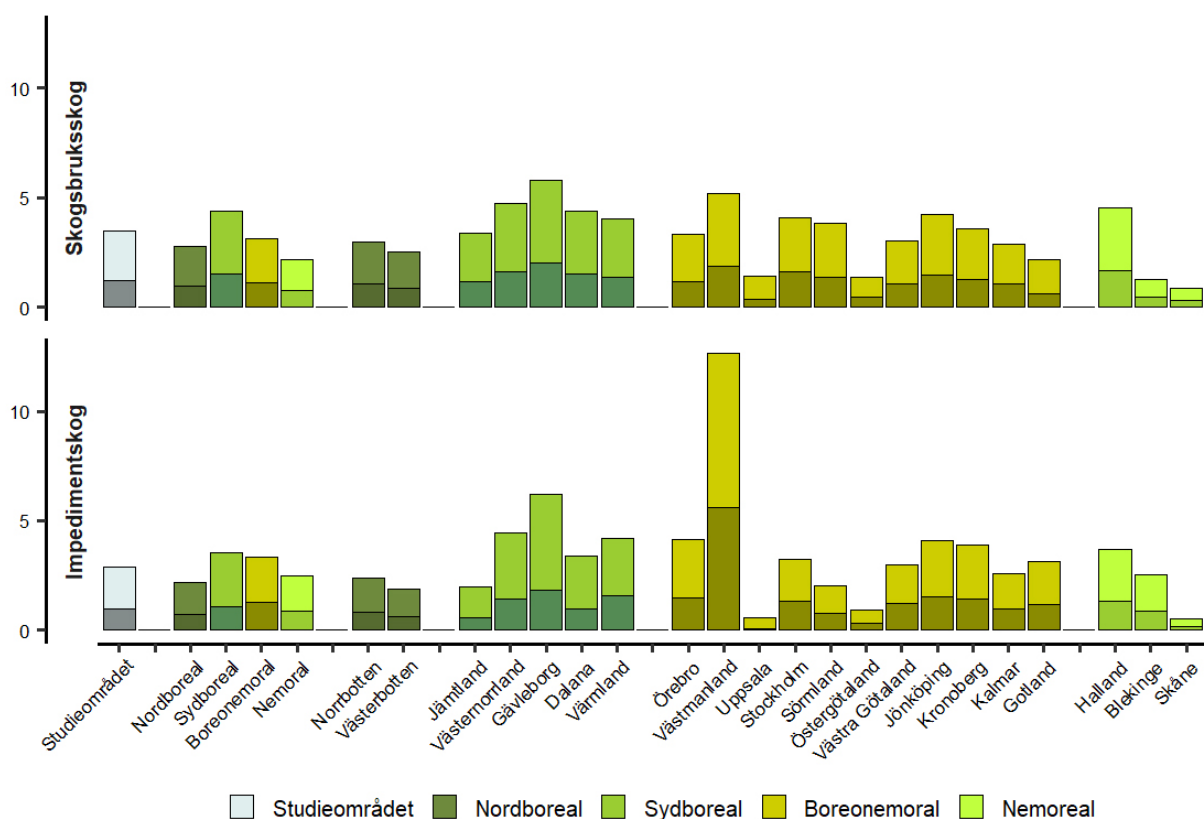
Planeringsyta för vindkraft kommer att domineras av skogsmark i alla regioner utom nemoral region där jordbruksmark dominerar. Sammantaget, undantaget fjällregionen, beräknade vi att planeringsyta motsvarar totalt 1 183 000 ha, varav drygt 800 000 ha skogsmark och av detta cirka hälften enbart i sydboreal region. Vår analys visar dock att andelen skogsmark minskar i närområdet (planeringsyta reducerad med ytanspråk) som därmed i större utsträckning har inslag av andra markslag än skogsmark. I stället finns högre grad av havsyta och inlandsvatten och i mindre grad av jordbruksmark, anlagd mark, öppen våtmark och annan öppen mark. Fördelat per län är arealen skogsmark i planeringytan störst i Norrbotten (99 000 ha) följt av Gävleborg, Västernorrland, Dalarna, Jämtland och Västerbotten med mellan 79 000 ha och 89 000 ha. Däremot är andelen av all skogsmark högst i Gävleborg (5,7 procent) följt av Västmanland (5,3 procent). Andelen av skogsmark som kommer att ianspråkta är väl så stor i södra Sverige som i norra.

Vi beräknar att vindkraftens planeringanspråk på skogsmark kommer öka med 70 procent på nationell nivå från dagens nivå, men med en stor variation mellan regionerna med störst ökning i nordboreal och en minskning i nemoral region (figur 5.1). Den största förändringen sker i fyra län i boreonemoral region; Uppsala, Stockholm, Västmanland och Södermanland. Detta är län med jämförelsevis låg areal och andel skogsmark (jfr. CBD 2019), vilket förklarar varför förändringen blir så påtaglig när vindkraft koncentreras till skogsmark. I södra Sverige (nemoral region) sker en minskning i alla län. Denna minskning förklaras av att ett större antal äldre turbiner med lägre produktionskapacitet förväntas att ersättas av ett lägre antal turbiner med högre kapacitet.



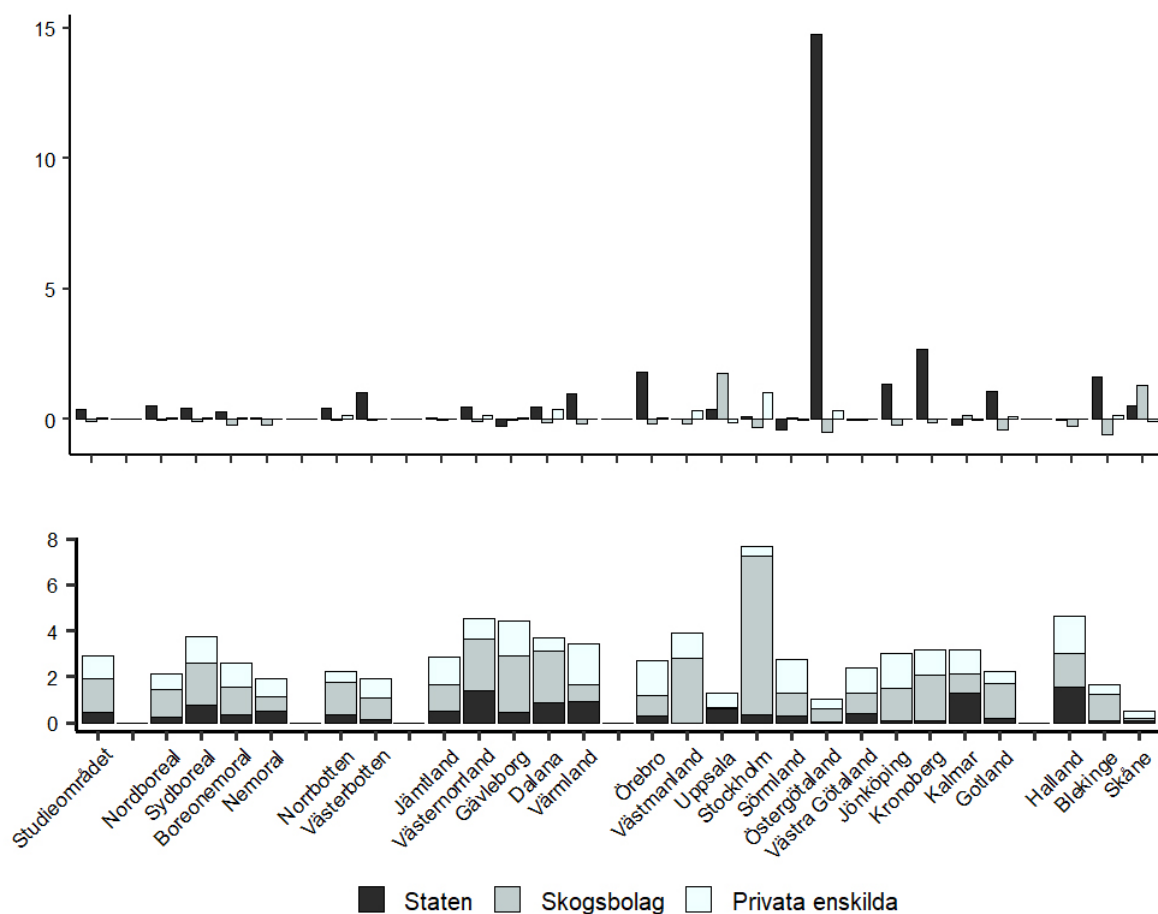
Figur 5.1: Förändring (kvot) i arealanspråk avseende planeringsyta av vindkraft på skogsmark, skattad som skillnaden mellan dagens och framtidens arealanspråk för studieområdet, naturgeografiska regioner och län. En kvot på 0 innebär ingen skillnad, medan en kvot över respektive under 0 innebär ökning eller minskning. Kvot = 1 innebär ytterligare lika stor areal som dagens areal, medan kvot = 8 innebär åtta gånger så stor areal. Alla data exkluderar fjällregionen.

På nationell nivå kan den framtida vindkraftsetableringen komma att ianspråka 3,5 procent av all skogsbruksmark (figur 5.2). Detta är alltså mark där markanvändning ändras eller delvis ändras från skogsbruk till vindbruk. Även här är det stor variation mellan regioner och län med största andel i sydboreal region (4,7 procent) och Gävleborg (5,8 procent), men också med en hög andel i Västmanland (5,2 procent) och Halland (4,6 procent). Här bör det noteras att den andel av skogsbruksskog som kommer att ianspråkats för vindbruk överlag, fjällregionen undantagen, är i nivå med den andel som idag är formellt skyddad enligt SCB (2021; För nordboreal 4,5 procent, för sydboreal 2,5 procent, för boreonemoral 3,6 procent och för nemoral 4,2 procent). För impedimentskog är det högst andel i sydboreal och boreonemoral region, och i synnerhet hög andel i Västmanland med över 15 procent. För naturvårdsskog är andel på nationell nivå 2,1 procent och även här med en stor regional variation. Andelen i alla län i sydboreal region är 2,5 procent eller högre.



Figur 5.2: Andel (%) skogsbruksskog (produktiv skogsmark som används för skogsbruk) och skogsimpediment (lågproduktiv, trädbärande impediment samt träd- och buskmark) av all skogsmark inom planeringsyta (fördelad på ytanspråk i mörkare färg och närområde i ljusare färg) för framtida (2040) vindkraft. Alla data exkluderar fjällregionen.

Fjällregionen undantagen så ägs skogsmark (all skogsmark) i Sverige till ca 42 procent av skogsbolag, 5 procent av staten och 53 procent av enskilda ägare, beräknat enligt de kategorier som vi har tillämpat. Motsvarande andelar i planeringsyta är 51, 2 och 47 procent, vilket motsvarar 1,5, 0,9 och 0,4 procent av skogsbruksskog inom ytanspråk (figur 5.3). Med undantag för nemoral region samt Värmland, Örebro, Uppsala, Södermanland, Kalmar, Halland och Skåne är skogsbolag den dominerande ägarkategorin. Enskilda ägare dominerar i nemoral region, Värmland, Örebro, Södermanland, Västra Götaland, Halland och Skåne. Staten är dominerande ägare i Kalmar län.



Figur 5.3: Större (> 0) eller mindre (< 0) andel (kvot) ägande av skogsmark av ägarkategorier i närområde till vindkraft jämfört med i ytanspråk (överst, se text till figur 5.1) samt fördelning mellan ägarkategorier i ytanspråk illustrerad som andel (%) skogsbruksmark (produktiv skogsbruk som används för skogsbruk). Alla data exkluderar fjällregionen.

Våra analyser visar också att det finns tydliga trender i ägandefördelning mellan ytanspråk och närområde, där det över lag är andra ägare som dominerar i närområdet än i ytanspråk. Detta är särskilt tydligt i boreonemoral och nemoral region, där statligt och i viss mån även enskilt ägande är större i närområdet medan skogsbolagens ägande över lag är mindre. Att det statliga ägandet är större i närområdet är i synnerhet tydligt för Östergötlands län. Ägandet av skogsmark som ianspråkats för vindbruk, både för ytanspråk, i närområde och i planeringsyta, är också en rättvisefråga i förhållande till intrångsersättning och kompensation i förhållande till direkt och indirekt negativ påverkan men också till hur positiva effekter av markanvändningsintegration och -synergi kan hanteras. Ett bättre nätverk och bättre bärighet av vägar ökar tillgänglighet för skogsbruk och kan ses som en synergieffekt.

Vi kan förvänta oss att framtida vindkraftsetablering i Sverige, såsom presenterad i den nationella strategin (ER 2021) till 2040, i huvudsak kommer att ske på skogsmark. Även om det i absoluta nivåer är fråga om små arealer, så kommer detta att innebära ytterligare en förstärkning av redan pågående intressekonflikter på skogsmark. Skog och skogsbruket har en nyckelroll i miljö- och klimatarbetet där skogens olika produkter och tjänster delvis är i konkurrens med varandra och där det systematiska trakthyggesbruket i sig medför stor negativ påverkan på andra värden.

För att undvika ytterligare konfliktsituationer – men också för att lyfta integrations- och synergimöjligheter – ser vi ett stort behov av en integrerad landskapsplanering med utgångspunkt i lokala förutsättningar, där vindkraft ingår tillsammans med andra anspråk på skogsmark och annan mark. I en sådan landskapsplanering kan också kompensation och skadelindring ingå för direkt och indirekt (på avstånd) påverkan av vindkraft. Sammanfattningsvis från denna delstudie:

- Skogsmark dominerar på ytanspråk och planeringsyta för vindkraft i Sverige.
- Vindkraftens planeringsanspråk på skogsmark kommer öka med 70 procent på nationell nivå, med störst arealer i norra Sverige, framför allt i nordboreal region, och minst arealer i södra, framför allt i nemoral region. Markanspråket motsvarar 3,5 procent av all skogsmark som används för aktivt skogsbruk, vilket är jämförbart med den andel av den produktiva skogsmarken som är formellt skyddad. I vissa län är andelen för vindkraft större än andelen som är skyddad.
- De största relativa förändringarna till 2040 är i Svealand (boreonemoral region), där en mycket stor andel av skogsmarken kommer att ianspråkta för vindkraft.
- Över lag ökar anspråket mest på den andel skogsbruksmark som ägs av skogsbolag. Förändringen är mindre på privat enskild mark och statlig mark, men dessa ägarkategoriernas andel ökar på nära avstånd från vindkraft.
- Ägarförhållanden och hur de ändras mellan ytanspråk och närområde är en viktig planerings- och rättvisefråga vad gäller intrångsersättning och kompensation i förhållande till direkt och indirekt negativ påverkan.
- Vindkraft kan i väsentlig utsträckning kombineras med skogsbruk till ömsesidig nytta. Detta innebär ytterligare en dimension vad gäller möjligheter till kompensation på skogsmark som inte används för vindbruk.

Läs mer:

Neumann, W., Svensson, J. & Bjärstig, T. In prep. Projected wind power land claim in forestland in Sweden to reach a 100 % clean energy production.

6. Vindkraft i renarnas landskap

6.1 Bakgrund

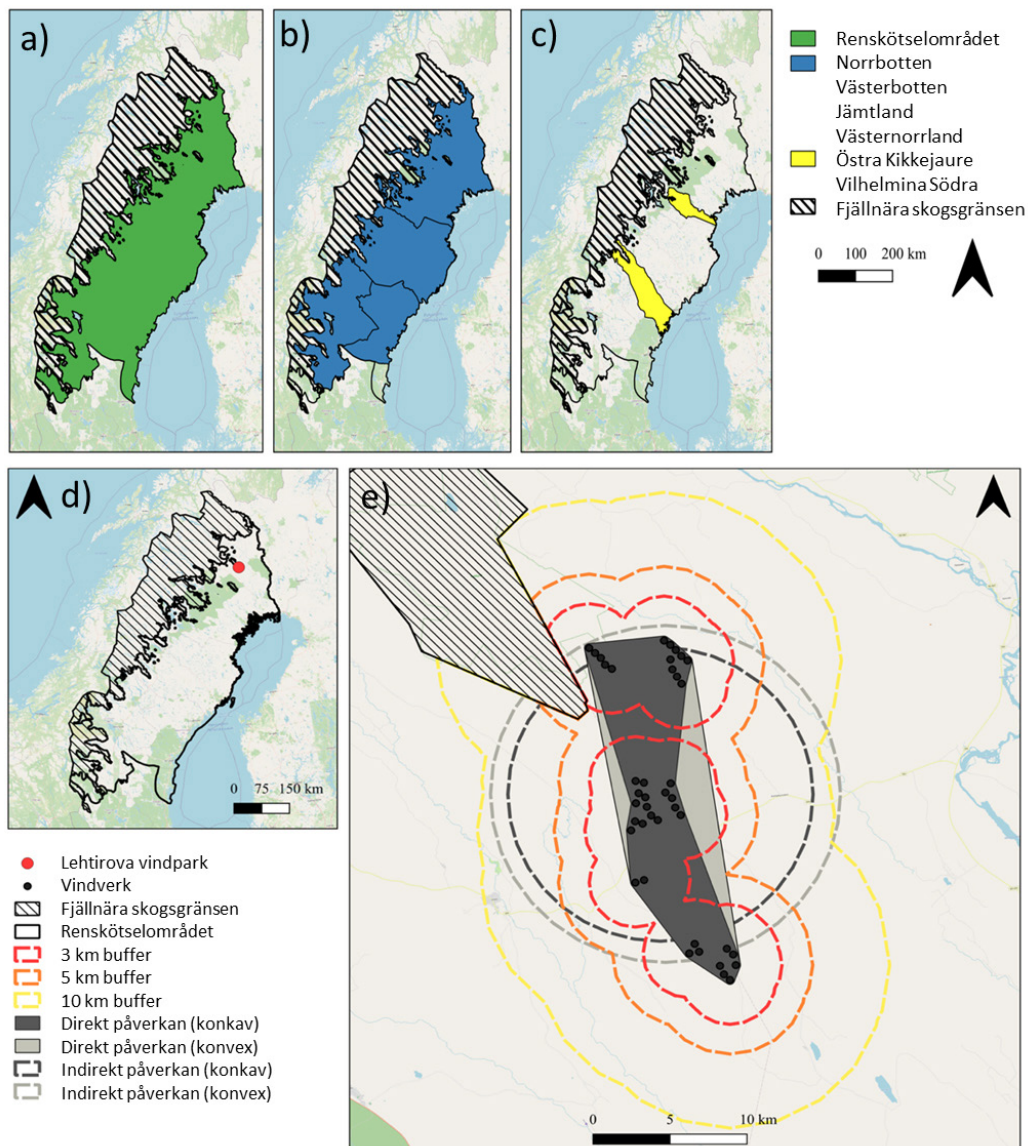
Den nationella vindstrategin (ER 2021) presenterar en lägstanivå av regionalt utbyggnadsbehov. Syftet med strategin var att fördela vindkraftsutbyggnaden över landet utifrån ett elförsörjningsperspektiv och med hänsyn till andra markanvändningsintressen, länens landyta, elanvändning och befolkning, samt tillgång till områden med bra vindförhållanden i kombination med hanterbar konfliktnivå i förhållande till andra markanvändningsintressen. Strategin föreslår en utbyggnad av 54 procent av det totala produktionsbehovet i norra Sverige (d.v.s. i Gävleborg, Dalarna, Jämtland, Västernorrland, Västerbotten och Norrbotten län). Vid sidan av skogsbruk är rennäringen den mest heltäckande markanvändningen inom renskötseområdet (t.ex. Kivinen et al. 2012).

Renskötselområdet i Sverige täcker 55 procent av landarealen, det vill säga större delen av norra Sverige, där renskötare och renar (*Rangifer tarandus*) har nyttjat landskapet under mycket lång tid (t.ex. Östlund et al. 2015, Raitio et al. 2016). Denna långtids- men lågintensiva markanvändning har skapat ett samiskt kulturlandskap såväl som dagens skogslandskap (Josefsson et al. 2009). Rennäringens verksamhet sträcker sig från fjäll till kust och är organiserat inom 51 olika samebyar. Renskötare har en lagstadgad rätt att bedriva renskötsel på annans mark (Renbeteslag 1971:437) eftersom renskötsel har förlorat sin exklusiva markrätt i norra Sverige under de senaste 500 åren (Norstedt et al. 2014). Idag sker renskötsel i multifunktionella landskap samtidigt och överlappande med annan markanvändning (Fohringer et al. 2021) där det finns ett uttalat behov av lösningar för en hållbar samexistens mellan rennäring och annan samtidig markanvändning inklusive vindkraft (t.ex. Bjärstig et al. 2020).

Marklav och hänglav är renens nyckelföda under vintern och därmed livsviktiga födoresurser för ren. Förekomst och tillgång till lavmarker har minskat i mycket stor utsträckning av det industriella skogsbruk som har bedrivits sedan mitten av 1900-talet (t.ex. Horstkotte et al. 2011, Sandström et al. 2016). Tidigare forskning visar att renens rörelser i landskapet påverkas av vindkraft på olika skalor i tid och rum, samt att påverkan är olika omfattande i olika projekteringsområden och samebyar (Kløcker Larsen et al. 2016, Skarin et al. 2021). Lavbärande skogsmark varierar naturligt och som en konsekvens av markanvändning över renskötseområdet, mellan länen men också mellan enskilda samebyarna. En del av samebyarna har överlappande betesmarker med andra samebyar, vilket ytterligare kan påverka hur tillgången på lavmarker kan nyttjas. Marker med bra lavförekomst finns ofta på höjdlägen i landskapet (Skarin et al. 2016, 2021). Detta är ofta också marker med goda vindförutsättningar, vilket innebär att olika topografiska förhållanden och terrängförhållanden mellan olika samebyar medför olika känslighet för vindkraft. Detta ställer sammantaget stora krav på en genomtänkt planering på olika geografiska skalor av framtida och även nutida vindkraft. Samtidigt saknas det idag en samlad kunskap om förekomst av bra marklavs- och hänglavs bärande skogsmark och renarnas tillgänglighet till dessa marker på regional (renskötseområdet) och lokal (enskilda samebyar) nivå.

6.2 Upplägg

I denna studie skattade vi areal skogsmark med marklav respektive hänglav inom ytanspråk och planeringsyta enligt Energimyndigheten (ER 2021) samt på 3, 5 och 10 km avstånd (enligt Skarin et al. 2016, 2018) för renskötseområdet, per län och per sameby för tre utbyggnadscenarier motsvarande olika framtida energiproduktionsnivåer; 80 TWh, 100 TWh och 120 TWh. Baslinjen för scenarierna var utbyggd vindkraft enligt vindbrukskollen (2021-09-21). Figur 6.1. illustrerar upplägget.



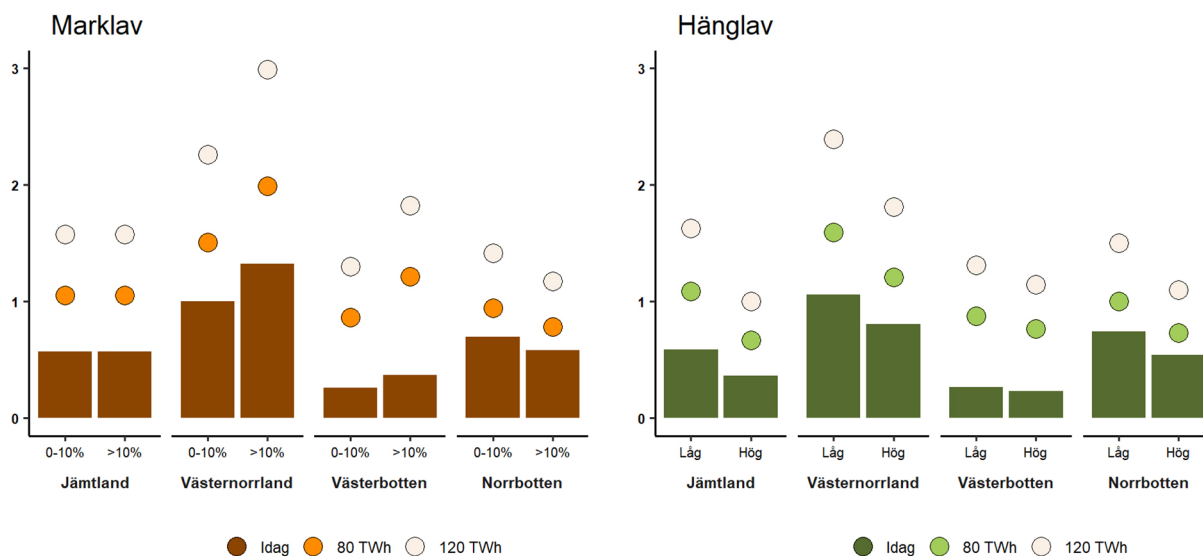
Figur 6.1: Omfattning och olika skalor för analys av marklav- och hänglavsskog i ytanspråk, planeringsyta (konvex och konkav form) och på olika avstånd (buffert) runt vindkraftsanläggningar för a) renskötseområdet nedanför fjällnära gränsen, b) län nedanför fjällnära gränsen, c) samebyar, d) Lehtirova vindkraftspark, och e) de olika analyskalorna vid denna vindkraftspark.

För att skatta marklavens förekomst använde vi en preliminär modell för täckning av marklav som bygger på en kombination av data från satellitbilder och fältdata (Adler et al. 2021). För att skatta förekomst av hänglav identifierade vi äldre barrskogar med lägre respektive högre än 5 meters trädhöjd. Vi kombinerade dessa data med andra-data; potentiell kontinuitetsskog (Ahlcrona et al. 2017), nationella marktäckekarta (Naturvårdsverket 2019), och skogliga grunddata om grundtytevägd medelhöjd (Skogsstyrelsen 2021), för överlappsanalyser av vindkraft och sannolik förekomst av låg respektive hög tillgång till lav. För marklav motsvarade låg förekomst en täckningsgrad på 0–10 procent och hög en täckningsgrad på 10 procent och högre. Just tröskelvärdet på 10 procent täckning har använts för att bedöma tillräckligt renbete (Hedenås et al. 2017). För hänglav skattades hög förekomst baserat på att det finns potentiell kontinuitetsskog och barrskog högre än 5 m och låg förekomst att det inte finns potentiell kontinuitetsskog men finns barr- såväl som lövskog lägre än 5 m. Skattning av hänglav, hög eller låg utan enhet, är alltså baserad på tillståndet och sammansättning av den skog som finns på platsen, eftersom det inte finns någon skattning baserad på hänglavsförekomst i sig. Hög förekomst skattades för potentiell kontinuitetsskog som är högre än 5 m, vilket ska tolkas som en överskattning.

6.3 Resultat och slutsatser

För hela renskötselområdet nedanför fjällnära gränsen är det en mycket låg andel av skogsmarken som har hög förekomst av marklav och hänglav; sammantaget har drygt 1 procent av skogsmarken en marklavförekomst > 10 procent och drygt 8 procent en hög förekomst för hänglav. Av dessa små arealer och andelar finns mellan 1 och 2 procent inom planeringsyta för vindkraft, cirka 2 procent (> 10 % marklav) och cirka 3 procent (hög förekomst av hänglav) inom 3 km, respektive cirka 12 procent och cirka 14 procent inom 10 km avstånd. Det är alltså fråga om relativt små absoluta arealer som påverkas, men av redan mycket små arealer sammantaget inom renskötselområdet.

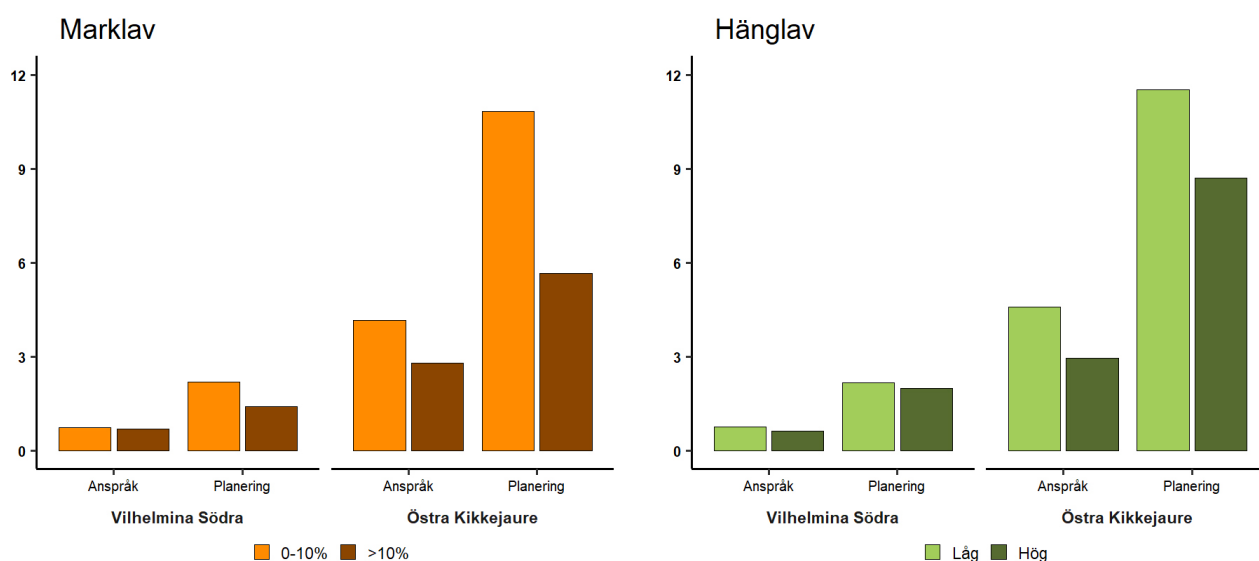
Arealen marklav- och hänglavsskog som behöver tas i anspråk av vindkraft ökar dock betydligt i utbyggnadsscenarierna (figur 6.2). För att nå en produktion av 80 TWh behöver ytanspråk öka mellan 1,4–3,3 gånger (motsvarande 140 %; 330 %), med störst ökning i Västerbotten. För scenarier 100 TWh och 120 TWh ökar ytanspråk med 1,7–4,1 gånger och för planeringsyta med 2,0–4,9 gånger, också med störst area ökning i Västerbotten. Förändringen är alltså påtaglig men varierande mellan länen. Även om den areal skogsmark som behövs enligt scenarierna är låg i absolut mening, är förändringarna stora i relativ mening. Baserat på förekomst av skogsmark med hög lavförekomst per län, visar analyserna att de största relativa förändringarna kommer att ske i Västernorrlands län, för marklav- såväl som hänglavsbärande skogsmark.



Figur 6.2: Andel (%) skogsmark med låg respektive hög förekomst av marklav (vänster) och hänglav (höger) inom ytanspråk i uppförd vindkraft (staplar; 2021-09-21) jämfört med de två utbyggnadsscenerierna (orange/grön – 80 TWh, ljus – 120 TWh cirklar). Låg respektive hög förekomst av marklav motsvarar en täckningsgrad på 0–10 % respektive på 10 % och högre. Låg respektive hög förekomst av hänglav motsvarar potentiell kontinuitetsskog och barrskog högre än 5 m höjd respektive inte potentiell kontinuitetsskog och barr- eller lövskog lägre än 5 m höjd.

Det är stora skillnader i areal och andel av skogsmark med hög förekomst av marklav och hänglav mellan olika samebyar. Areal och andel med hög förekomst av marklav i skog varierar från 1 km² (Lainivuoma, 3 497 km², fjällsameby i Norrbotten med sommarbetesland i Norge) till 366 km² (Udtja, 9 139 km², skogssameby i Norrbotten) respektive från 0,2 procent (Kall, 3 060 km², fjällsameby med åretruntbete i Jämtland) till 8,2 procent (Idre, 5 477 km², fjällsameby med åretruntbete i Dalarna och Jämtland). Merparten (28 av 51) samebyar har en andel på 1,0 procent eller lägre, och 49 har en andel på 3,3 procent eller lägre. Areal och andel med skattad hög hänglavs-förekomst är betydligt högre men också mycket varierande mellan samebyar, från 7 km² (Lainivuoma) till 9 080 km² (Jijnjevaerie, 22 507 km², fjällsameby i Jämtland och Västernorrland) och från 16,0 procent (Saarivuoma, 3 513 km², fjällsameby i Norrbotten med sommarbetesland i Norge) till 39,1 procent (Lainivuoma).

Följaktligen får lokaliseringen av vindkraft olika grad av påverkan för olika samebyar beroende på hur mycket bra betesmarker som finns och som är tillgängliga för ren. Vinterbete är generellt en begränsande faktor för rennäringen. En enda vindkraftspark placerad på fel plats i en sameby, där bra betesmarker brister eller saknas, får stora negativa konsekvenser. Vissa samebyar har exklusiv rätt till sina betesområden medan andra samebyar delar betesområden. I figur 6.3 jämförs en fjällsameby som omfattar ett stort geografisk område (Vilhelmina södra; 11 882 km²) med en skogssameby som omfattar ett betydligt mindre område (Östra Kikkejaure; 3 106 km²). Vilhelmina södra har betesområden som överlappar med andra samebyar. För de nio till ytan största samebyarna är sådana överlappande ytor större än den yta som inte överlappar. Däremot överlappar Östra Kikkejaure inte med intilliggande samebyar vad gäller betesmarker. Analyserna visar också att den relativa påverkan av vindkraftsutbyggnad på marklav- och hänglavs-bärande skog i Östra Kikkejaure kommer att bli betydligt större än i Vilhelmina södra; både på skogsmark med låg och hög förekomst samt både på ytanspråk och planeringsyta.



Figur 6.3: Andel (%) skogsmark med låg och hög (se figur 6.2) förekomst av marklav (vänster) och hänglav (höger) inom ytanspråk och planeringsyta jämfört med utbyggd vindkraft (2021-09-21) för Vilhelmina södra och Östra Kikkejaure samebyar.

Rennäring bedrivs över stora geografiska områden där tillgänglig mark med bra häng- och marklavsresurser minskar starkt till följd av skogsbruk och annan markanvändning. Den kumulativa påverkan på rennäringen är påtaglig och här bidrar vindkraft väsentligen. Det finns ett tydligt behov av att utgå ifrån de lokala förutsättningarna för enskilda samebyar vid etablering av vindkraft, liksom att rennäringen rör sig över stora geografiska områden där olika delar av landskapet har betydelse under olika delar av året. Därmed finns det ett behov av att utvärdera förutsättningarna i varje sameby, i denna delstudie utifrån lavtillgång men generellt vad gäller de kumulativa begränsningarna för rennäringen. Vad gäller både marklav och hänglav, emellertid, så saknas tillräcklig kunskap och data om kvalitet, kvantitet och tillgänglighet. Detta gäller i synnerhet hänglavsbarande skog. Sådana data måste dessutom ajourhållas i beaktande av den samlade och kumulativa påverkan på rennäringen och i förlängningen på den samiska kulturen. Sammanfattningsvis från denna delstudie:

- En låg andel av skogsmark inom renskötselområdet nedanför fjällnära gränsen har hög förekomst av mark- och hänglav
- En vindkraftsutbyggnad omfattar relativt små arealer och andelar av dessa marker, men innebär alltså ytterligare förluster av en redan stark begränsad men nödvändig resurs.
- Skogsmark med hög förekomst av marklav och hänglav varierar kraftigt mellan olika samebyar, såväl som andel marker som kan komma beröras av en framtidig vindkraftsutbyggnad.
- En hållbar utbyggnad av vindkraft behöver planeras utifrån de lokala förutsättningarna för varje enskild sameby, där denna exploatering sätts i perspektiv av den kumulativa påverkan av annan markanvändning, klimatförändringar, rovdjurspolitik samt andra faktorer som påverkar rennäringen.

Läs mer:

Lundmark, E. 2022. Spatial co-occurrence between wind power and boreal forestlands with lichen important for reindeer browsing – A landscape analysis. Examensarbete 30 hp. SLU, Institutionen för vilt, fisk och miljö.

7. Lämpliga och ej lämpliga områden i norra Sverige

7.1 Bakgrund

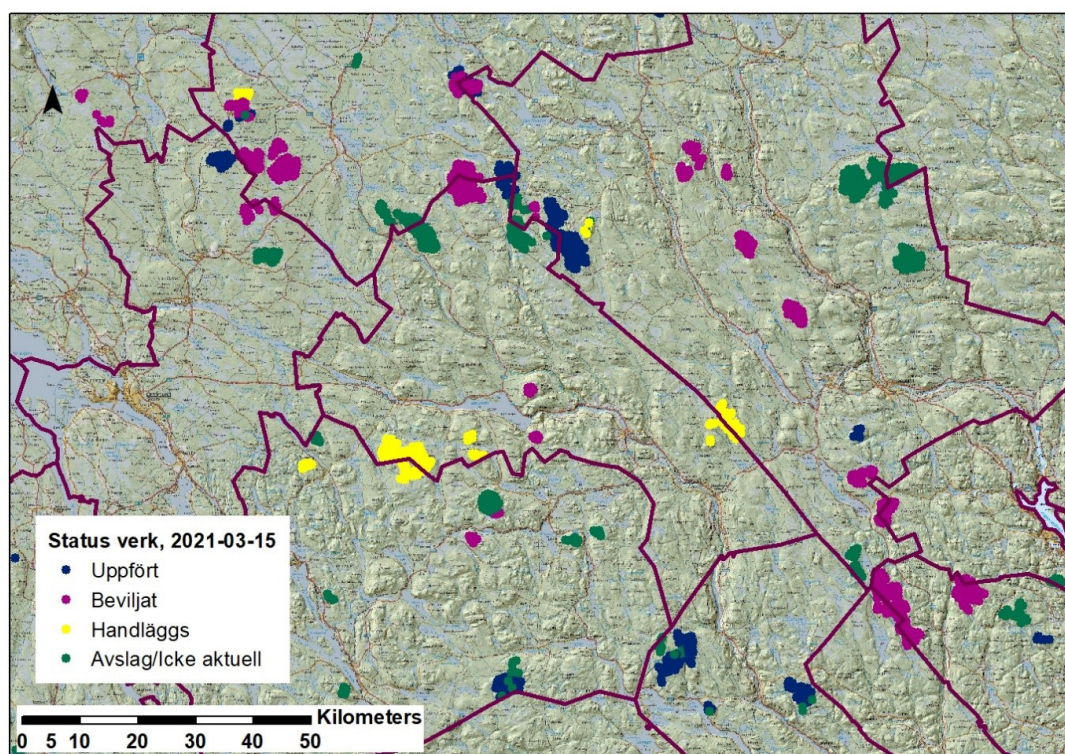
Den faktiska lokaliseringen är en nyckelfråga vid etablering av vindkraft och avgörande för ekonomisk, ekologisk och sociokulturell hållbarhet vid en storskalig expansion av landbaserad vindkraft. Lämpliga områden kännetecknas av bra vindförhållande, närhet till befintlig infrastruktur och om möjligt i kombination med annan elproduktion, industriellt skogsbruk eller förekomst av annan markanvändning där det är möjligt att nå synergieffekter. Ej lämpliga områden kännetecknas av en påtaglig negativ påverkan på naturvärden, landskapsbild och annan känslig markanvändning, exempelvis rennäring eller i direkt närhet till bebyggelse. Analyser som tillämpar hållbarhetsaspekter för att identifiera både lämpliga och ej lämpliga områden ger förutsättningar för faktabaserad planering och beslutsfattande (jfr. Siyal et al. 2015). Den här studien fokuserade på var det är lämpligt respektive inte lämpligt att placera vindkraft i Ragunda kommun och Västernorrlands län genom att ta ekologiska, sociala och ekonomiska värden i beaktande. Studien initierades på Ragunda kommuns initiativ som en del i kommunstyrelsens strävan att arbeta faktabaserat och objektivt med frågan om landbaserad vindkraft och diskuterades bland annat vid ett seminarium med dem i slutet av mars 2021.

Multikriterieanalyser är samanalyser av olika typer av data som kan vara insamlade på olika sätt och beskriva olika förutsättningar, till exempel biofysiska data om areal och tillstånd av olika habitat respektive data som beskriver sociala faktorer, och används ofta i beslutsprocesser. Multikriterieanalyser baserade på olika kvantitativa och kvalitativa data, inklusive data som beskriver upplevelsevärde, synlighet och opinion som är väsentliga aspekter just för vindkraft (Anshelm & Simon 2016; Bjärstig et al. 2022), är lämpliga för helhetsanalyser inför integrerad planering av vindkraftsutbyggnad i ett hållbarhetsperspektiv (t.ex. Ali et al. 2017, Peri & Tal 2020). Erfarenheter visar att det inte minst för viktning av olika faktorer, till exempel terrängförhållanden och närhet till energiinfrastruktur, är nödvändigt att tydligt definiera viktningskriterier i förväg (Esmail & Geneletti 2018). Multikriterieanalysen i denna delstudie är i begränsat utförande på grund av studiens omfattning. Vår bedömning är att ansatsen är tillämpbar och rekommenderas i utvecklad form för en mer genomgripande studie.

7.2 Upplägg

Studien omfattade följande två forskningsfrågor; 1) Var, med avseende på annan pågående markanvändning och ekologiska samt sociokulturella värden, är det inte lämpligt att etablera ny vindkraft, och 2) Var, med avseende på existerande elproduktion, eldistribution och annan infrastruktur, är det lämpligt att etablera ny vindkraft.

Analysmodellen utvecklades för Ragunda kommun och tillämpades för Ragunda kommun och Västernorrlands län (se figur 1.1f), inklusive en 10 km buffert längs kommun- och länsgränser eftersom vindkraft ofta är placerad vid dessa gränser (figur 7.1). Ragunda kommun i Jämtlands län omfattar 2527 km² med en befolkning på ungefär 5 000 personer vilket motsvarande cirka 2 personer per km² och med tätorten Hammarstrand som största befolkningscentrum. Kommunen karakteriseras av stora skillnader i topografi (24 till 574 m.ö.h), Indalsälven och dess dalgång, och med skog som dominerande markslag. Indalsälven är utbyggd för vattenkraft på ett genomgripande sätt. Vindkraft i Ragunda kommun producerade 0,715 TWh under 2021. Västernorrlands län omfattar 21500 km² med en befolkning på cirka 60 000 personer vilket motsvarar ca 11 per km². Länet bidrar väsentligen till Sveriges elproduktion med 3,8 TWh (2020) vilket detta år innebar 14 procent av all elproduktion i landet. Både kommunen och länet är således lämpliga för studien i meningen elproduktion förekommer i stor utsträckning och att det är aktuellt att bygga ut denna ytterligare (ER 2021).



Figur 7.1: Vindkraft i Ragunda och angränsande kommuner (2021-03-15).

En mindre grupp av experter (5 st. representanter för myndigheter, forskning och vindkraftsentreprenad, det vill säga i pilotform) genomförde en parvis viktning utifrån åtta olika faktorer som ansågs vara viktiga för val av placering; vindhastighet, terrängförhållanden, avstånd till väg, avstånd till annan kraftproduktion, avstånd till stamnät, avstånd till bebyggelse, avstånd till järnväg, samt synlighet. Dessa viktningar kombinerades sedan med ett urval rumsliga data om höga natur- och landskapsvärden, sociala värden, bebyggelse, riksintressen och annan markanvändning. Dessa data är sammanställda i tabell 7.2 med aktualitet från 2015 till 2021.

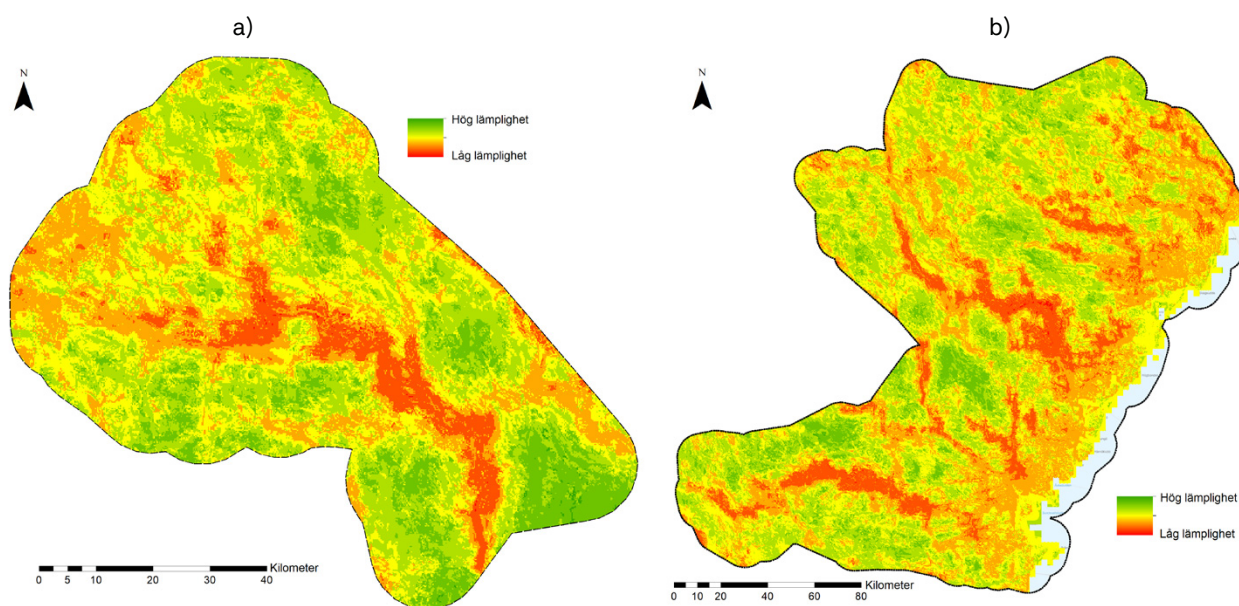
Tabell 7.2: Data som avspeglar ekologiska ekonomiska och sociokulturella värden och som användes i studien.

Ekologiska	Nyckelbiotoper; Djur- och växtskyddsområden; Fågeldirektivet; Art- och habitatdirektivet; Skyddsvärd skog på statlig mark; Skyddade ängs- och gräsmarker; Skyddade vattendrag och våtmarker; Sjöar och vattendrag; Naturreservat; Naturvårdsområden; Naturvårdsavtal; Riksintresse för rennäringen; Riksintresse obrutet fjäll; Nationalparker; Markhöjdmodellen
Ekonomiska	Vindhastighetsmodellen; Vägar; Kraftverk; Kraftledningar (stamnät), Järnvägar; Riksintresse vindbruk; Existerande vindkraftverk
Sociokulturella	Befolkningscentra (> 199 invånare); Glesbefolkade områden (50–199 invånare); Naturminnen, Riksintresse rekreation och friluftsliv; Riksintresse kulturminnesvård; Kulturresevat; Befolkningstäthet

Rennäring är ett exempel på markanvändning, i hela renskötselområdet inklusive i Ragunda kommun och Västernorrlands län, som är viktig för hållbarhet i ett helhetsperspektiv. Riksintresseområden för rennäring (här data med aktualitet från 2015) tar upp stora arealer och kan hindra vindkraftsetablering om dessa ses som stopp-områden. I den här studien hanterades detta genom att illustrera resultat både där rennäringen utgör och inte utgör stopp-områden (jfr. Kandy 2018) för att på så sätt analysera hur ett enskilt men allmänt förekommande annat värde påverkar identifiering av potentiella platser för vindkraftsetablering.

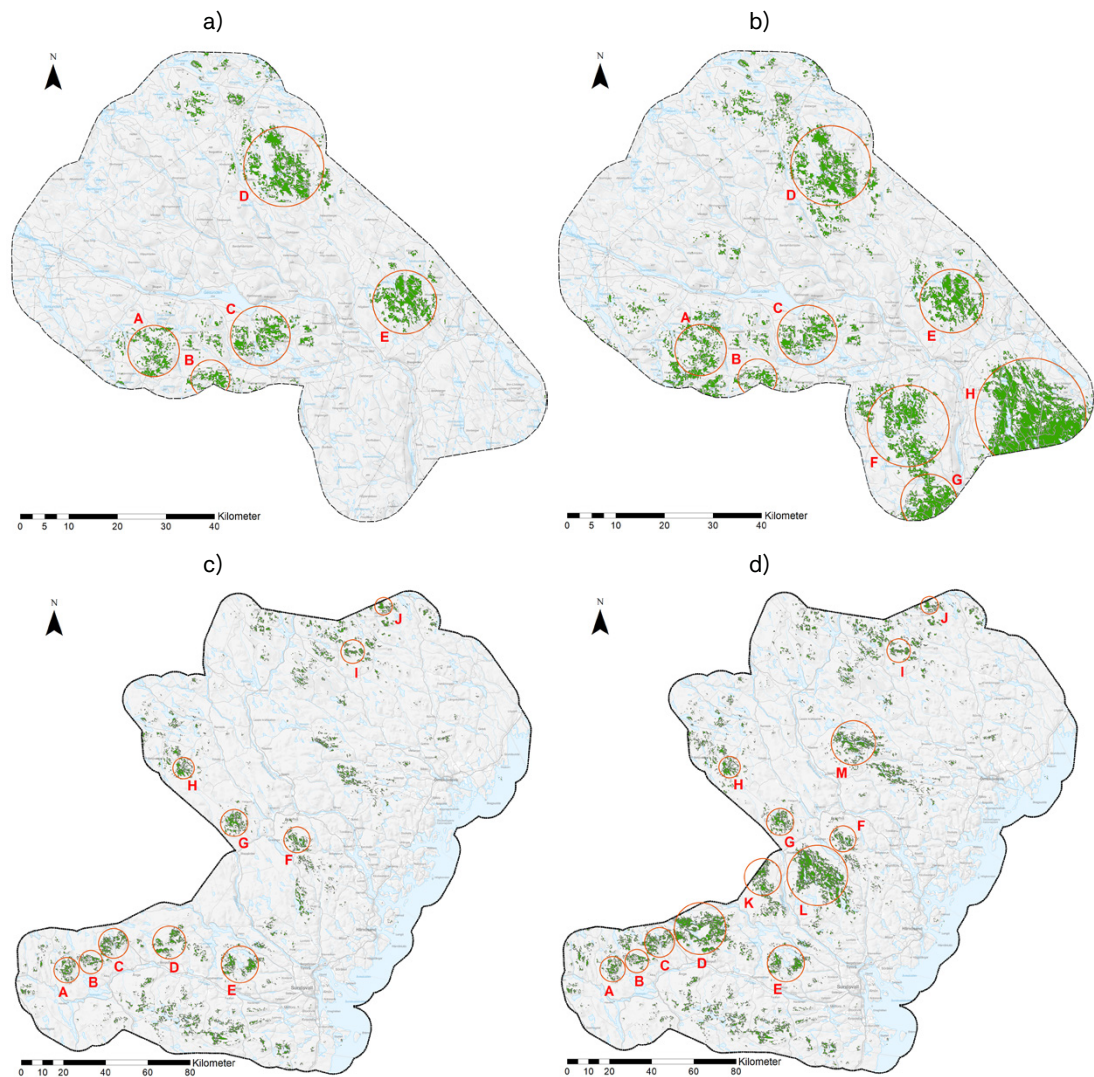
7.3 Resultat och slutsatser

Resultaten av studien visar att vindförhållande är den enskilt viktigaste faktorn för etablering av vindkraft. Figur 7.3 visar modellerna för den sammanvägda viktningen där lämpliga områden finns där det är bra vindförhållande, större avstånd till bebyggelse och lägre visuell påverkan på bebyggelse. För Ragunda innebär detta att sådana lämpliga områden finns på avstånd från älvdalen och för Västernorrland på avstånd från älvdalar och kusttrakter. Här ska det betonas att det är få experter från vissa av aktörsgrupperingarna som bidragit med data i denna pilotstudie. Eftersom lokaliseringen är en central faktor och olika sakägare har olika uppfattningar, så behöver data bygga på ett större antal aktörer som är väl spridda inom vindkraftbranschen, myndigheter, forskare, representanter för miljöorganisationer och andra intressenter. Olika sakägare kan då bidra med olika faktorer och viktningar som är relevanta för placering av vindkraft i landskapet.



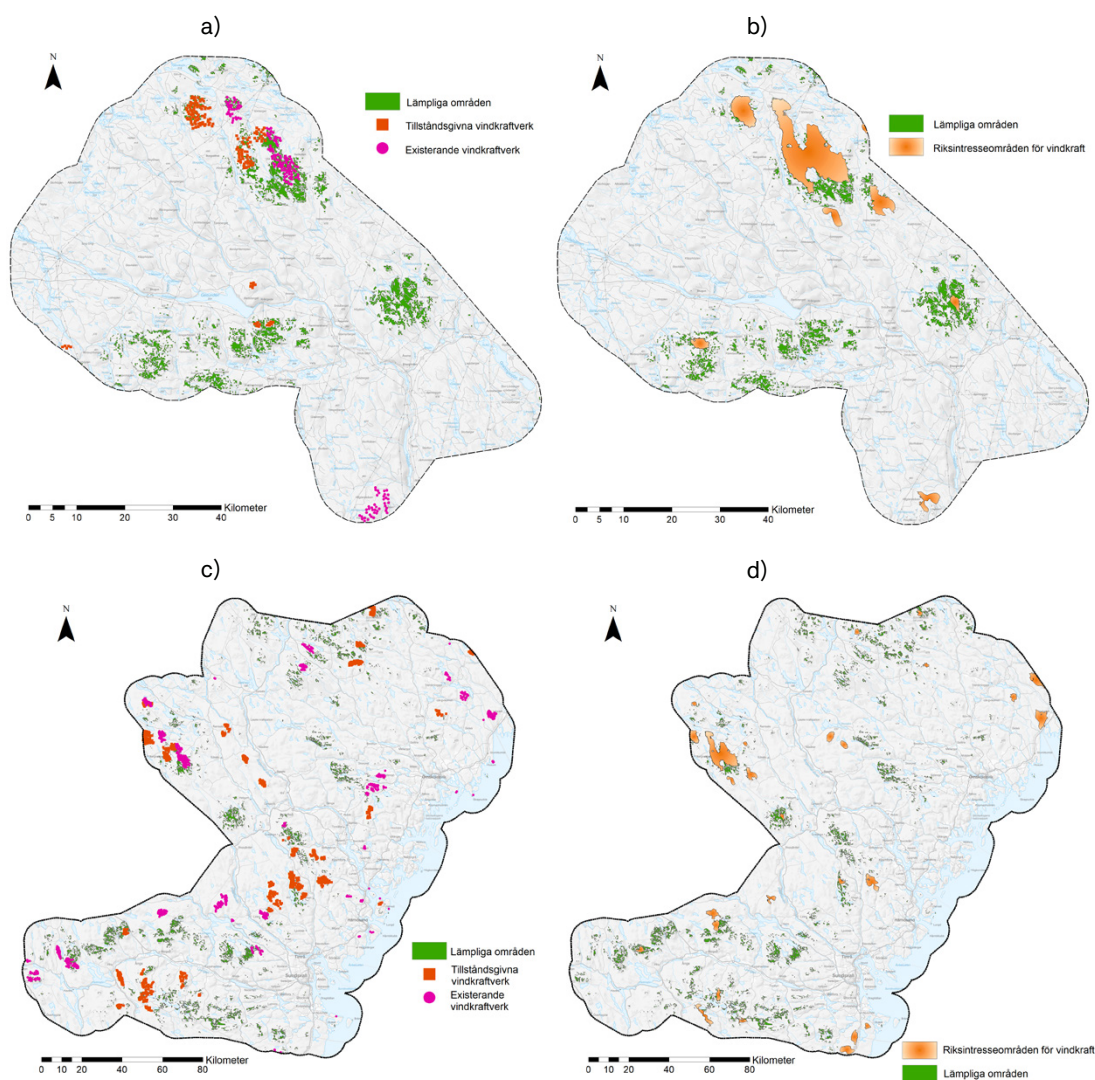
Figur 7.3: Modell för hög till låg lämplighet för etablering av ny vindkraft enligt "Fuzzy analytical hierarchy process" baserad på viktning av faktorer; a) Ragunda kommun och b) Västernorrlands län.

Med avseende på rennäringsområde eller inte, visar figur 7.4 ett urval av lämpliga områden med respektive utan hänsyn till riksintresse rennäringsområde. För både Ragunda kommun och Västernorrlands län tillkommer ett betydligt större antal och större arealer lämpliga utbyggnadsområden om vindkraft kan placeras utan hänsyn till riksintresse rennäringsområde. Analysen av storleksfördelning på områden för Ragunda visar att få områden var större än 0,5 km² med avseende på rennäringsområdet men att fler och större områden tillkom utan avseende på rennäringsområdet, och för Västernorrland att några få områden större än 5 km² representerade en stor del av de tillgängliga arealerna utan avseende på rennäringsområdet. Det är alltså avgörande om och under vilka förutsättningar vindkraft kan placeras på områden som är viktiga för rennäringsområdet, i Ragunda och Västernorrland liksom i renskötselområdet i sin helhet, både med avseende på totalarealer och ansamling av tillgängliga arealer till större sammanhängande områden. Rennäringsområdet och den samiska kulturen bär stora egenvärden som tydligt kopplar till alla hållbarhetsdimensioner, här i meningen ekonomiska, ekologiska och sociokulturella värden.



Figur 7.4: De 20 % mest lämpliga, större och sammanhängande områdena för nyetablering av vindkraft (cirklar), med (a, c) respektive utan (b, d) avseende på riksintresse rennärning för Ragunda kommun (a, b) och Västernorrlands län (c, d).

Lämpliga områden för vindkraftsutbyggnad enligt studien sammanfaller endast delvis med existerande vindkraft och riksintresse vindbruk, i meningen att både vindkraft och riksintressena finns utanför lämpliga områden och att det finns tillgängliga lämpliga områden för nyetablering (figur 7.5).



Figur 7.5: Överlappsanalys av lämpliga områden för vindkraftsutbyggnad (delfigurer a och c i figur 7.4) jämfört med uppförd vindkraft (a, c) och riksintresse vindbruk (b, d) för Ragunda kommun (a, b) samt Västernorrland län (c, d).

Multikriterieanalyser är användbara verktyg för samanalyser av olika typer av data, speciellt i kombination med geografiska modeller (kartor) för dialog och kommunikation av analysutfall. I denna pilotstudie använde vi dessutom en viktig och landskapstäckande markanvändning – rennäringsen – för att testa den faktiska effekten av om detta innebär stopp för vindkraftsetableringen eller inte på både lokal (Ragunda kommun) och regional (Västernorrlands län) skala. Sammanfattningsvis från denna delstudie:

- Den sammanvägda viktningen för lämpliga områden omfattar bra vindförhållande, större avstånd till bebyggelse och lägre visuell påverkan på bebyggelse, medan den för ej lämpliga områden omfattar förekomst av ekologiska, socio-kulturella och ekonomiska värden kopplade till skyddade områden och andra riksintressen än vindbruk.
- Modellen identifierar relativt stora arealer lämpliga områden, som dock är spridda lokalt och regionalt samt fragmenterade i små områden.

- Rennäringen (riksintresse rennäring) i sig medför att spridning och fragmentering av lämpliga områden ökar markant. Det finns en tydlig utrymmeskonflikt mellan vindkraft och rennäring.
- Lämpliga områden sammanfaller enbart i begränsad omfattning med områden som är utpekade som riksintresse vindbruk.
- Mer utvecklade multikriterieanalyser som bygger på olika aktörers uppfattningar och på aktuella data om ekologiska, sociokulturella och ekonomiska faktorer, inklusive riksintresse vindbruk, och som genererar kartläggningar av lämpliga och ej lämpliga områden för vindkraftsutbyggnad, bör testas som mer allmänt beslutsunderlag.

Läs mer:

Andersson, M. 2021. Spatial modelling of sustainable wind power development. Examensarbete 30 hp. Uppsala Universitet och SLU. UPTEC W 21048.

8. Kommunal och regional planering i södra Sverige

8.1 Bakgrund

Strategin för hållbar vindkraftsutbyggnad (ER 2021) förutsätter en ökning av elproduktionen i södra Sverige. Med hög befolkningstäthet och landskap som är tydligt präglade av omfattande markanvändning sedan mycket lång tid, blir de kumulativa effekterna av ytterligare storskalig utbyggnad av vindkraft än mer påtagliga. Till stor del handlar detta om påtaglig visuell påverkan, ljud, ljus och en prägel av så kallade energilandskap ("energyscapes", "energy landscapes" eller liknande benämningar, se Pasqualitti & Stremke 2018). Fler och/eller högre turbiner än idag innebär att energilandskapsprägel förstärks och utökas. Därmed finns det ett stort behov av att tydligt integrera vindkraftsutbyggnaden med annan strategisk och översiktlig planering för att skapa förutsättningar för transparent prioritering och deltagande planering (jfr. Oles & Hammarlund 2011, Mels & Mels 2014, Stober et al. 2021). En utgångspunkt är att vindkraft expanderar på mark som samtidigt har annan markanvändning och som finns i eller nära bebyggelse, och att behovet av att identifiera integrations- och synergimöjligheter därmed är givet.

8.2 Upplägg

Denna del studie var dels en analys av dagsläget av uppförd och beviljad vindkraft (2022-08-19), dels en analys av ett framtida läge utifrån de förväntade elproduktionsmål som satts till 2040. Studien genomfördes på skalor från biogeografiska regioner, län och kommuner, och tog sin utgångspunkt i fyra forskningsfrågor:

1. Hur ser markägare- och markslagsfördelning ut i dagens och framtidens vindkraftparker i boreonemoral och nemoral region och vad får detta för konsekvenser på markanvändningsavvägningar?
2. Hur förhåller sig dagens och framtidens vindkraft till riksintressen i rumsliga skalor som är relevanta för synlighet och människans upplevelser av vindkraft, avseende Skåne, Halland, Jönköping och Kronoberg, samt
3. Falkenberg och Uppvidinge kommuner.
4. Har befintliga landskapskaraktärsanalyser kopplade till vindkraft, landskapsdemokrati och Europeiska landskapskonventionen haft någon inverkan på placeringen av vindkraft i Falkenberg och Uppvidinge kommuner?

Län och kommuner är subjektivt valda för att representera kust och inland, olika markägaresituationer, olika dominerande markslag, och olika nivåer på förekomst av vindkraft.

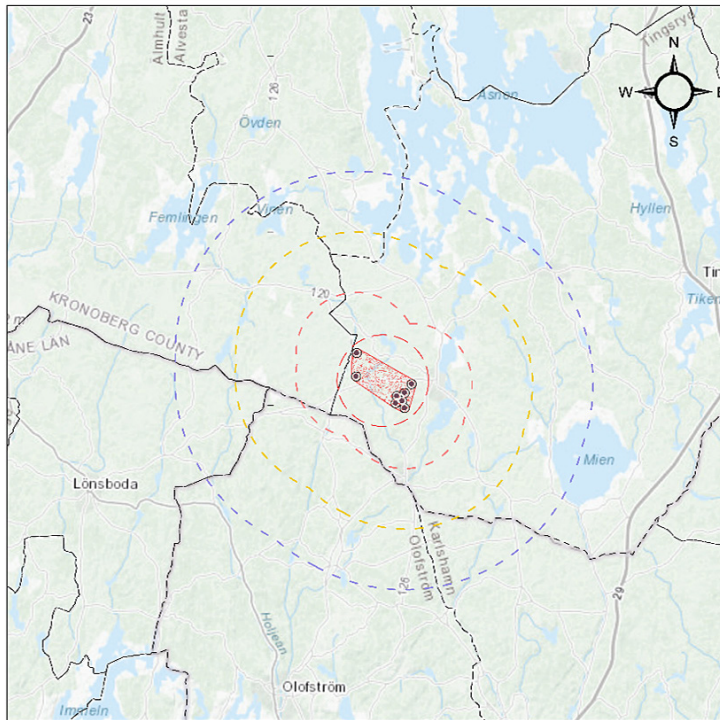
Analyserna byggde på olika geografiska data, inklusive nationella marktäckedata, markägare, riksintressen, topografi, vindhastighet, befintlig vindkraft, stornät samt läns- och kommungränser (tabell 8.1). För marktäckedata ingick samtliga sju markslag, för markägare tillämpades samma indelning som i kapitel 4 med tre

kategorier och för riksintressen ingick ett urval. Utöver dessa data så analyserades de landskapskaraktäranalyser som genomförts för Hallands och Kronobergs län. För mer information om dessa se Länsstyrelsen i Hallands län (2011) och Region Kronoberg (2020). Landskapskaraktärsbeskrivningar bygger på tvärvetenskapliga definitioner av landskapet utifrån känslighet för vindkraft och möjliggör att konfliktområden kan synliggöras och områden där vindkraft inte uppförs kan identifieras. Landskapens särprägel, inklusive sociokulturella och ekonomiska egenskaper samt lokal acceptans och transparens i planeringsprocessen, är vägledande för en hållbar utbyggnad av vindkraft.

Tabell 8.1: Kategorier.

Markslag	Öppen våtmark; Jordbruksmark; Övrig öppen mark; Artificiell mark; Inlandsvattenyta; Havsvattenyta; Skogmark, indelat i barrskog, barrblandskog, blandskog och lövskog i en kombinerad klass, samt avverkad skog.
Markägare	Skogsbolagsmark inklusive Sveaskog och Svenska kyrkans innehav; Privat mark som ägs av enskilda personer (upp till 1000 ha); Övrig statlig, regional och kommunal mark.
Riksintressen	Försvarets riksintresse kategori 1; Kulturmiljövård; Rekreation; Rörligt friluftsliv och turism; Naturvård; Bevarandevärda vattendrag; Natura 2000; Ämnen och mineral; Vindbruk.

Förändringar mellan dagens produktionsnivå för vindkraft skattades baserat på en kvot mellan dagens produktionsnivå och en framtida nivå, där ingen förändring satts till 1, en minskning till < 1 och en ökning till > 1. Kvoterna beräknades utifrån Energimyndighetens uppgifter (ER 2021) om produktionskapacitet för 6 MW turbiner och det antal turbiner som behövs för att producera 80, 100 och 120 TWh utifrån dagens produktionsnivå och areal. Arealbehovet analyserades därefter på olika geografiska skalor; vindkraftpark (i konvex form), planeringsyta (3 ggr. ytanspråk), 4, 8 och 12 km avstånd där de två förra är definierade av Energimyndigheten (ER 2021) och de tre senare motsvarar olika avstånd för visuell påverkan av vindkraft (Bishop & Miller 2007), se figur 8.2.

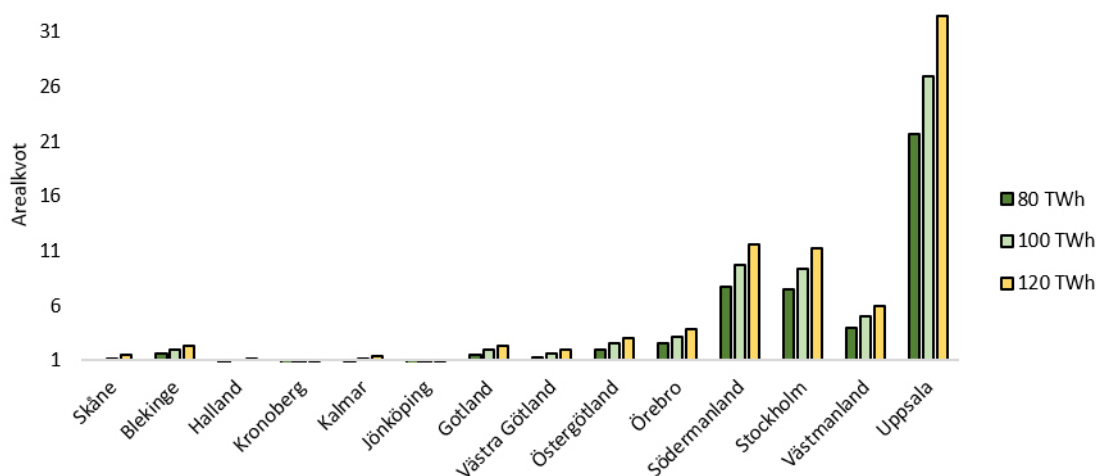


0 Km 5 10 Km

Figur 8.2: Skaramåla vindkraftpark i Kronobergs län; Enskilda turbiner med 300 m skyddsavstånd (svart linje), ytanspråk i konvex form (fyllt område), planeringsyta (röd cirkel) samt buffert på 4 (röd linje), 8 (gul linje) och 12 (blå linje) km.

8.3 Resultat och slutsatser

Arealkvotanalysen visade att en utökning av elproduktionskapaciteten medför omfattande ökning av ianspråktaga arealer (figur 8.3); i genomsnitt från 3,9 (80 TWh) till 5,8 (120 TWh) gånger så stort ytanspråk. De riktigt stora förändringarna är koncentrerade till framför allt Uppsala, Södermanland, Stockholm och Västmanland län, medan det för flera län inte innebär någon ökning. En förklaring till detta är att det behövs färre turbiner än idag som var för sig har en större kapacitet. Att förändringen är olika stor för olika län i södra Sverige framgår också av att medianvärden (1,6, 2,0 och 2,4 gångers arealökning för de 3 scenarierna) är betydligt lägre än medelvärdet (3,9, 4,8 och 5,8 gångers arealökning).

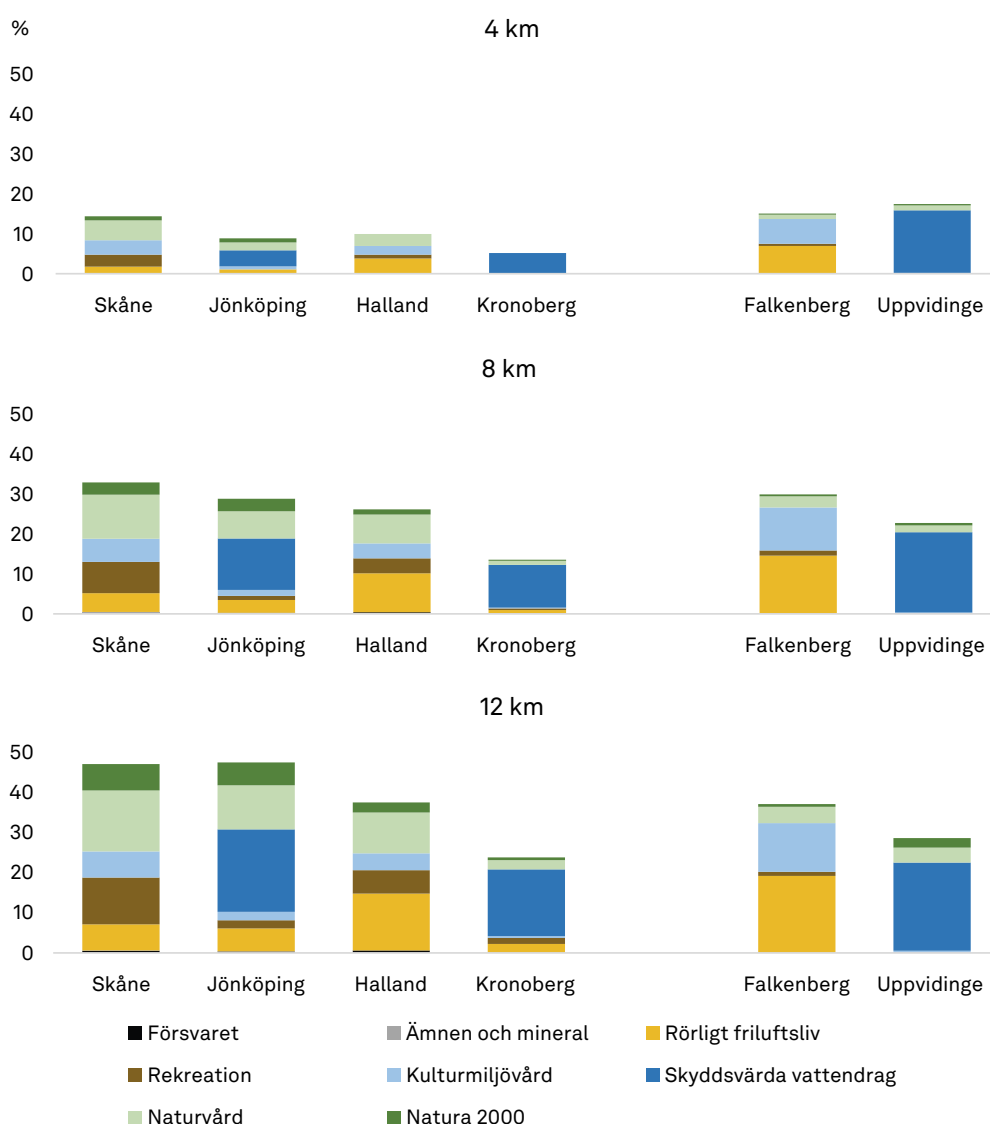


Figur 8.3: Arealkvotskattning för ytanspråk med utbyggnadsscenario 80, 100 och 120 TWh per län inom studieområdet. En kvot på 1 innebär ingen förändring jämfört med dagsläget (2022).

Skogsmark finns på 29 procent av landareal i nemoral och på 43 procent av landareal i boreonemoral region. Uppförd vindkraft finns i större utsträckning på jordbruksmark i nemoral region. I boreonemoral region upptar vindkraft på skogsmark drygt 4 gånger så stor areal som på jordbruksmark. Privatägd mark dominerar både i nemoral och boreonemoral region; 85 procent respektive 73 procent av landarealen. Detta innebär att en utökning enligt scenarierna medför att successivt större andel av privat mark tas i anspråk, i synnerhet i boreal region med 63, 81 och 118 procent ökning i de tre scenarierna jämfört med 7, 19 och 43 procent ökning i nemoral region. Ökningarna avser ytanspråk och motsvarande ökning av indirekt påverkan sker i planeringsyta och på 4, 8 och 12 km avstånd.

Andra riksintressen än vindbruk förekommer frekvent inom 4, 8 och 12 km avstånd (figur 8.4). Det är dock tydligt att det är olika sammansättningar av riksintressen som dominerar i olika region, län, kommuner och delvis även på olika avstånd från vindkraft. Rörligt friluftsliv, rekreation, naturvård och kulturmiljövård dominerar i nemoral region medan skyddsvärda vattendrag dominerar i boreonemoral region. Skyddsvärda vattendrag dominerar i hög grad i Kronoberg och Uppvidinge och i mindre grad i Jönköpings län. Rörligt friluftsliv dominerar i hög grad i Falkenberg och lägre grad i övrigt i Halland. Över lag tillkommer få nya riksintressen när avstånd ökar från 4 till 8 och 12 km, Kronobergs län undantaget med ett (skyddsvärda vattendrag) på 4 km, tre (samt rörligt friluftsliv, naturvård)

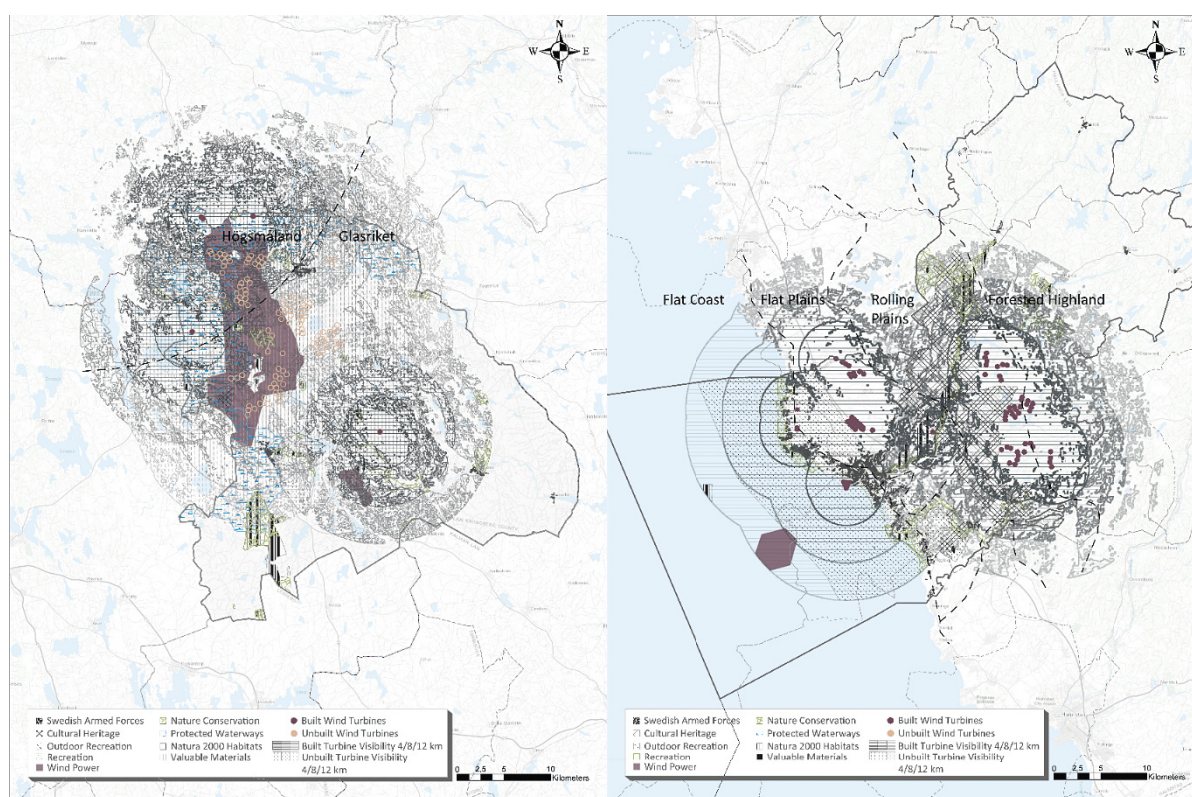
på 8 km och sex (samt kulturmiljövård, rekreation, Natura 2000) på 12 km. Riksintressen nära vindkraftsparker är alltså i allmänhet även representativa även på längre avstånd. De olika sammansättningarna av riksintressen innebär att det är nödvändigt med en regional och lokal precision i den översiktliga planeringen för att anpassa en utbyggnad av landbaserad vindkraft så att konflikter minimeras och att integrations- och synergimöjligheter med annan markanvändning möjliggörs.



Figur 8.4: Andel olika riksintressen av landareal i Skåne, Jönköping, Halland och Kronobergs län samt Falkenberg och Uppvidinge kommuner, inom 4, 8 och 12 km från vindkraft.

Uppvidinge kommun omfattar ett relativt homogent landskap med endast två distinkt olika typlandskap, medan Falkenberg är mer heterogent med fyra olika typlandskap. Se figur 8.5 som också illustrerar en analys av visuell påverkan. Uppvidinge har (2022) fem vindkraftsparker varav fyra är klustrade i den norra delen av kommunen. Dessa är synliga inom 4 km från 9 procent, inom 8 km från 21 procent, och inom 12 km från 32 procent av kommunens yta. Det finns 120 vindkraftsprojekt och om dessa byggs

ökar andelarna till 37, 54 och 65 procent, respektive. Falkenberg har 82 vindkraftverk, som är synliga inom 4 km från 21 procent, inom 8 km från 36 procent, och inom 12 km från 49 procent av kommunens yta. Analysen av landskapskaraktärsbeskrivningarna för Hallands och Kronobergs län visade att sociokulturella och ekonomiska aspekter i Kronobergs analys kunde kopplas till landskapskaraktärer i Uppvidinge, men motsvarande koppling kunde inte göras för Falkenberg i Hallands analys. Falkenbergs analys omfattande en noggrann översyn av vindkraft kopplat till storskalig infrastruktur och behovet av att identifiera större områden där vindkraft inte uppförs, medan Uppvidinges plan var mer övergripande i förhållande till planerad vindkraft. För Falkenberg redovisade inte medborgarperspektiv och allmänhetens uppfattningar (i enlighet med Europeiska landskapskonventionen) i landskapskaraktärsbeskrivningar.



Figur 8.5: Visuellt analys av Uppvidinge och Falkenberg kommun med 4 km, 8 km och 12 km buffert runt vindkraft (2022). Riksintressen illustreras liksom landskapskaraktärstyper. Riksintressen: Swedish armed forces – försvaret; Cultural heritage – kulturmiljövård; Outdoor recreation – rörligt friluftsliv och turism; Recreation – rekreation; Wind power – vindbruk; Nature conservation – naturvård; Protected waterways – skyddade vattendrag; Natura 2000 habitats – art- och habitatdirektivet; Valuable minerals – ämnen och mineral. Landskapstyper i Falkenberg kommun: Flat coast – flack kust; Flat plains – slättbygd; Rolling plains – sprickdalsterräng; Forested highland – skogsbygd. Vindkraft och buffertzoner: Built wind turbines – uppförd vindkraft; Unbuilt wind turbines – beviljad vindkraft; Buffertzoner 4, 8 och 12 km.

I södra Sverige är landskapen redan uppenbart påverkade av markanvändning, bebyggelse och annan infrastruktur sedan lång tid, vilket innebär att de kumulativa effekterna av ytterligare storskalig utbyggnad av vindkraft blir än mer påtagliga. En utbyggnad till 80, 100 eller 120 TWh enligt de regionala utbyggnadsscenarier som har presenterats av Energimyndigheten och Naturvårdsverket (ER 2021) kommer att medföra mycket stora förändringar i vissa län. Geografiskt överlappande riksintressen medför ett stort behov av att tydliggöra prioriteringar och analyser av vilka landskapstyper och -karaktärer där mer vindkraft får en alltför påtaglig negativ konsekvens. Hållbara lösningar för en storskalig utbyggnad av vindkraft behöver omfatta tydliga rutiner och lösningar för privatägd mark som ianspråk tas och som finns på nära avstånd. Här är landskapskaraktärsbeskrivningar vägledande för en hållbar utbyggnad av vindkraft. Sammanfattningsvis från denna delstudie:

- Vindkraft dominerar på skogsmark i boreonemoral region och på jordbruksmark i nemoral region.
- En större andel mark är privatägd, vilket innebär att en utbyggnad av vindkraft kommer att ta privat mark i allt större anspråk och påverka mark på avstånd. För delar av södra Sverige kan planerad utbyggnad innebära att vindkraft kommer att synas från stora andelar (upp till 50 % eller högre) av landskapen.
- Andra riksintressen än vindbruk förekommer frekvent och överlappande inom 4, 8 och 12 km avstånd; rörligt friluftsliv, rekreation, naturvård och kulturmiljövård dominerar i nemoral region medan skyddsvärda vattendrag dominerar i boreonemoral region.
- Det finns ett stort behov av lokalt anpassade utbyggnadsplaner som bygger på känslighetsanalyser av förekommande typlandskap och deltagande planering.

Läs mer:

Mascareño Suarez, D. 2022. Sustainable development of onshore wind power. Integrated Landscape Character Assessment of onshore wind power in southern Sweden. Examensarbete 30 hp. SLU.

9. Diskussion

Projektets inriktning omfattar att sammanställa, analysera och tolka landskapsdata på nationell, regional och lokal nivå för att belysa vindkraft idag och i ett framtids-scenario som tar sin utgångspunkt i ytanspråk och planeringsanspråk för förväntad elproduktion av landbaserad vindkraft till 2040 (ER 2021). Förutom för ytanspråk och planeringsyta så har vi analyserat förhållanden på olika avstånd runt vindkraftverk och -parker. Markslag, riksintressen, formellt skyddade områden och markägande är de centrala landskapsdata som har ingått. Utöver detta har vi analyserat hur vindkraft har ramats in i media under 20 år och vilka förutsättningar som finns för regional och kommunal planering och beslutsfattande. Vi har analyserat olika landskapsdata i kombination med vinddata och data i om befintlig energiinfrastruktur, i syfte att identifiera lämpliga och ej lämpliga lokaliseringar för ny vindkraft samt områden och situationer där särskilda planeringsavvägningar behöver göras. Eftersom all mark i Sverige redan har en eller flera markanvändningar och rymmer andra värden, och det finns påtagliga geografiska överlapp (Svensson et al. accepted), behövs relevanta och tillräckligt precisa landskapsanalyser, aktuell kunskap, och funktionella planeringsverktyg och beslutsstöd på kommunal nivå. Detta behov är framför allt stort för möjligheter att lokalisera vindkraftsutbyggnad så att integration och synergi betonas, snarare än konflikter. Ytterst handlar det om att stärka lokal och regional medvetenhet, kunskap och att ha tillräckligt underlag i förhållande till de särskilda förhållanden och situationer som råder i projekteringsområden och dessas närhet.

9.1 Nationell och regional planering baserad på lokala förutsättningar

Med vindkraft uppstår ”kostnader” i form av negativ påverkan i landskap där inverkan på annan markanvändning redan är fallet. Hållbar och långsiktig planering av en storskalig utbyggnad av landbaserad vindkraft i Sverige innebär därför påtagliga utmaningar på lokal nivå. Beroende på vem som argumenterar, var i landet och när i tid detta sker, så finns det olika syn på såväl utmaningar som möjligheter med vindkraft. Detta blev tydligt i medieanalysen (Bjärstig et al. 2022) där det framgår att olika aktörer ramat in vindkraft på olika sätt, beroende på var i landet och när i tid inramningen sker. Det framgår att de flesta aktörer är positivt inställda till vindkraft för produktion av ren el, men inte i samma utsträckning till vindkraftsparker på plats i landskapet (Wolsink 2007, Liljefeldt 2015). Detta talar för att det finns en acceptans i grunden och även för att det finns förutsättningar för att öka acceptans och legitimitet för storskalig utbyggnad.

Det saknas dock i dagsläget mycket kunskap om allmänhetens motstånd respektive acceptans och liknande icke-tekniska aspekter av en storskalig utbyggnad (McKenna et al. 2022). Det behövs mer kvalitativa underlag som medger att lokalbefolkningens och de lokala förutsättningarna integreras i planering. Det är tydligt att lokaliseringen är en nyckelfråga både för att nå integrations- och synergieffekter och för att undvika lokala konflikter (t.ex. Jefferson 2018) liksom strategiska

konflikter med exempelvis andra miljömål eller hållbarhetsmål (t.ex. Kati et al. 2021). I detta avseende är deltagande processer för att diskutera avvägningar och prioriteringar, samt för förankring lokalt, nödvändigt för att nå en hållbar storskalig vindkraftsetablering (Hallan & González 2020, Liljenfeldt & Da Silva Soares 2020, Zachrisson et al. 2021). Att säkra lokal och regional anpassning av utbyggnadsplaner till de särskilda förhållanden och situationer som råder på befintliga vindkraftparker, projekteringsområden och dess närhet, är avgörande. Det finns redan nu verktyg som kan utvecklas för att på ett mer hållbart och demokratiskt underbyggt sätt kunna hantera utbyggnaden av vindkraft, inom ramen för kommunernas översikts- och/eller vindbruksplaner (Wretling et al. 2018, Bjärstig et al. 2018b). Här visar vi i vår studie om kommuner i norra Sverige (Thellbro et al. 2022) att översiktsplaner och vindbruksplaner kan spela en viktigare roll i det avseendet, men att det behöver tillföras planeringskapacitet och resurser över lag för att planerna ska ses som relevanta och aktuella. Landskapskaraktärsanalyser innebär möjligheter men kräver då aktivt arbete i fokusgrupper med olika sakägare, aktörer och avnämare (Mascareno Suarez 2022), se exempelvis Oles & Hammarlund (2011) som tillsammans med 12 000 deltagare definierat landskap i förhållande till Europeiska landskapskonventionen. Det är emellertid tydligt att framgång i form av minskade konflikter kräver genomtänkta politiska prioriteringar på nationell, regional och lokal nivå, transparenta planeringsprocesser, gehör för opinion och beredskap att motivera lokala samhällen med någon form av kompensation (Liljenfeldt & Da Silva Soares 2020, Ramasar et al. 2022).

I studien om kommunernas beredskap (Thellbro et al. 2022) och planering byggde vi vidare på några av de slutsatser som medieanalysen genererat, främst i syfte att undersöka hur lokaliseringen av storskaliga vindkraftsetableringar hanterats lokalt i kommunernas planering och beredskap för ökad utbyggnad. Studien visar att de flesta kommuner förlitar sig på sin rätt till veto, och de vindbruksplaner de redan har anses vara funktionella. Så i teorin tycks förutsättningarna finnas på plats. I praktiken framkommer dock ett antal utmaningar, bland annat att det ännu finns relativt liten erfarenhet av större vindkraftsetableringar och att kommunerna sällan eller aldrig behövt använda eller faktiskt använt sig av sitt veto. Vår studie visade också att majoritet av kommunerna ännu inte har tagit ställning till om/hur den nationella strategin (ER 2021) med regionala elproduktionsmål påverkar dem. Vidare, en tredjedel av kommunerna menar att vindbruksplanerna kan utgöra ett viktigt verktyg för att hantera utbyggnaden. Här ser vi en möjlighet att realisera en mer storskalig vindkraftsutbyggnad i linje med den nationella strategin genom att ge de kommunala översiktsplanerna en större tyngd i prövningsprocessen. Detta innebär i sin tur att vindbruksplaner måste hållas uppdaterade och integrerade i översiktsplaneringen. Detta förutsätter dock resurser i form av ekonomi, tid och kompetens för samråd och annan förankring samt ajourhållning av förändringar i tillstånd och markanvändningsanspråk över lag och inte enbart för vindkraft. Detta är inte en självklarhet i många kommuner med låg befolkningstäthet och andra viktiga samhällsfunktioner att upprätthålla. Hållbar utbyggnad av vindkraft förutsätter alltså att kommunerna har både resurser och uthållighet när det gäller långsiktig planering. Här sammanfaller våra tolkningar i stort med vad som föreslås i den så kallade incitamentsutredningen (SOU 2023:18) vad avser att vindkraftsplanerna ska integreras med annan energiplanering, och landskapsplanering i stort, samt att det krävs långsiktighet i finansiering som är kopplad till att vindkraft beviljas.

De största arealerna ny vindkraft planeras för norra Sverige men de största relativa förändringarna kommer att ske i södra Sverige. Med stor andel av Sveriges befolkning, utbyggd infrastruktur, jordbruksmark för livsmedelsproduktion och ett i allmänhet mer fragmenterat och omdanat landskap, är det en utmaning att identifiera möjliga och lämpliga projekteringsområden i södra Sverige (jfr. Mascareño Suarez 2022). Tillräckliga avstånd till bebyggelse och infrastruktur är problematiskt på många platser. Det förekommer alltid och överallt andra markanvändningar och värden som kommer att påverkas. Det är också stora skillnader mellan län och kommuner i södra Sverige vad gäller skyddade områden, riksintressen, markslag och markägarefördelning som måste beaktas, liksom vilka landskapstyper som finns och hur de fördelas geografiskt. Falkenberg är ett exempel på en kommun med mycket vindkraft och där förändringen på länsnivå kommer att bli liten sett över all landareal, men stor på skogsmark med de utbyggnadsscenarioer som vi har analyserat. Uppvidinge är ett exempel på en kommun med lite vindkraft med liten förändring på länsnivå både sett över all landareal och på skogsmark. Uppvidinge är också en jämförelsevis homogen kommun vad gäller landskapstyper där vindkraft kan få stor påverkan i delar av kommunen (Högsmåland, Glasriket) och gränstrakterna mot intilliggande kommuner.

Modelleringar om lämplig och ej lämplig lokalisering, som den som baserats på ekonomiska, ekologiska och sociokulturella värden för Ragunda kommun och Västernorrlands län (Andersson 2021), visar på planeringsförutsättningar på lokal och regional skala i norra Sveriges boreala landskap. Att kombinera landskapsdata med expertbedömningar och testa mot ett eller flera dominerande markanvändningsanspråk (rennärning i detta fall) har stor potential även på nationell nivå (jfr. Peri & Tal 2020). Sverige har mycket bra heltäckande landskapsdata där inte minst nationella marktäckedata (Naturvårdsverket 2019) har tillfört stora möjligheter. För uppföljande och mer genomgripande modelleringar och multikriterieanalyser rekommenderar vi fokusgrupper som representerar ett brett spektrum av aktörer (till exempel vindkraftsentreprenörer, myndigheter, forskare, ideella organisationer och bygdeföreningar) som bidrar till att definiera lämpliga och inte lämpliga lokaliseringar av vindkraft utifrån sina förutsättningar, behov och kunskap. Representativa data ger representativa viktningar av faktorer som påverkar val av lokalisering för vindkraft. I sig och som del i en integrerad landskapskaraktärsanalys (t.ex. Swanswick 2002) där skattningar och viktningar görs av påverkan på olika typer av landskap, är en utbyggd deltagande planering ett sätt att klargöra faktiska förutsättningar och höja acceptans för befintlig vindkraft och kommande projekteringar. I detta är det inte minst viktigt att kommunerna är delaktiga med en direkt koppling till översiktsplaneringen och vindbruksplanerna (Liebal & Weber 2013, Bjärstig et al. 2018b; Thellbro et al. 2022).

Vi har återkommande i de olika delstudierna analyserat riksintresse vindbruk och andra riksintressen på lokal, regional och nationell skala eftersom dessa har stor betydelse i den kommunala översiktsplaneringen. Det är uppenbart att grundläggande och särskilda bestämmelser i miljöbalkens (Miljöbalk 1998:808) kapitel 3 och 4 inte är fungerande beslutsunderlag med uppdaterade avgränsningar och rutiner för tillämpning (jfr. Bergek 2010, Liljenfeldt 2015, Siyal et al. 2015, Solbär et al. 2019, Darpö 2020). Redan idag finns vindkraft i huvudsak utanför riksintresse vindbruk (Andersson 2021, Svensson et al. accepted) och det kan förväntas att denna trend förstärks då högre turbiner, totalförsvarets riksintressen och andra svårösta konflikter leder till att projekteringsområden lokaliseras till andra platser

än de som blev utpekade som riksintressen för årtionden sedan. Samtidigt finns besvärande överlapp med områden som är avsatta som riksintressen för helt andra och emellanåt motstående värden (Svensson et al. 2020a, Svensson et al. accepted) som inte heller är aktuella vad gäller avgränsningar. Gällande definitioner för flera riksintressen är diffusa och delvis inaktuella. Detta gäller även tematiska avgränsningar för olika men till inriktning liknande riksintressen, liksom riksintressen i förhållande till exempelvis formellt skyddade områden (miljöbalken kap. 7) och aktuella kartläggningar av värdestrakter för grön infrastrukturplanering (Jonsson et al. 2022).

Sammantaget ser vi behov av en genomgripande och samlad översyn av hushållningsbestämmelserna i miljöbalkens kapitel 3 och 4 i förhållande till andra kapitel i miljöbalken och annan lagstiftning. En hållbar planering av landbaserad vindkraft behöver ta utgångspunkt i en helhetsbild av ekologiska, sociala, kulturella och samhällsekonomiska aspekter för en långsiktigt hållbar användning av mark, vatten och fysisk miljö. En sådan översyn bör utgå ifrån kommunernas behov av stöd i den översiktliga planeringen för att prioritera mellan eller kombinera olika markanvändningar, ändra från en markanvändning till en annan, och kunna ge vindkraftsintreprenörer tidiga och tydliga besked om lämplig placering av vindkraft (jfr. Bjärstig et al. 2018a, Zachrisson et al. 2021, Thellbro et al. 2022).

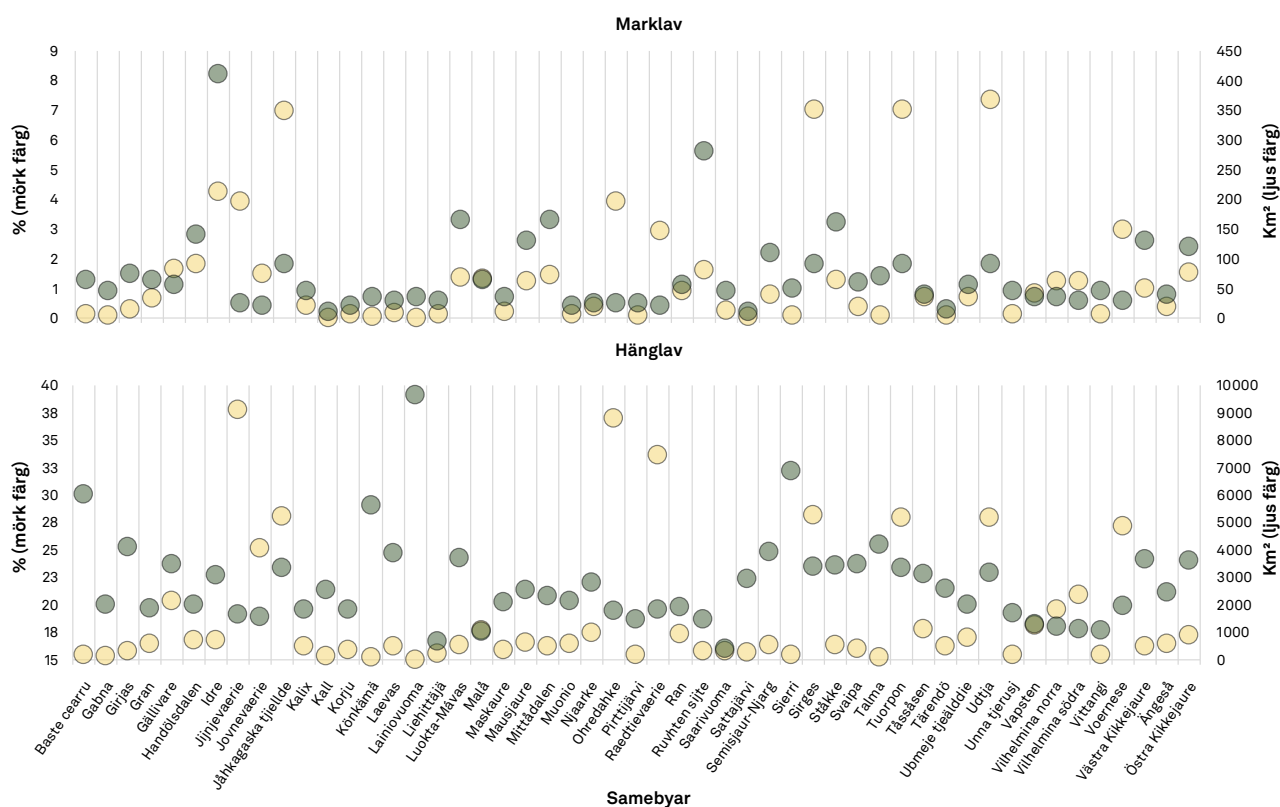
9.2 Den senaste stora omdaning av svenska landskap

Strategin för hållbar utveckling av vindkraft (ER 2021) klargör att det även vid en omfattande utbyggnad är fråga om jämförelsevis små arealer som kommer att ianspråkta. Men, ökande turbinhöjd samt klustring av turbiner i vindkraftparker på lämpliga områden med bra vindförhållanden på höjdlägen för med sig att de är synliga på stora avstånd och därmed påverkar landskapsbilden (t.ex. Anshelm 2013, Szumilas-Kowalczyk et al. 2020, McKenna et al. 2022). Utöver detta tillkommer väg- och eldistributionsinfrastruktur som i sig kan addera direkt och indirekt påverkan över större områden. En storskalig utbyggnad av landbaserad vindkraft är därmed att ses som den senaste stora omdaning av de svenska landskapen. Denna omdaning läggs till historisk och tidigare avskogning för gruvverksamhet, uppodling för småskaligt jordbruk och därpå nedläggning och försvinnande av öppna och halvöppna kulturmarker, storskaligt jordbruk, utbyggnad av vattenkraft, industriellt produktionssskogsbruk i stor skala, och expansiv urbanisering i vissa områden. Detta innebär att de kumulativa effekterna av landskapens påverkan förstärks (t.ex. Fohringer et al. 2021) och att storskalig vindkraft tillför påverkan som förorsakar en tippningspunkt (Bar-on et al. 2018, Dakos et al. 2019) för andra värden och markanvändningar som påverkas alltför radikalt och inte kan återhämta sig ens om vindkraftverk monteras ner. Det ska tydliggöras att vindkraft expanderar i redan kraftigt omdanade landskap och att negativ påverkan inte kan tillskrivas enbart vindkraft, vilket innebär att hållbarhetsanalyser behöver omfatta ett helhetsperspektiv på markanvändning. Det ska också tydliggöras att strategin för hållbar utbyggnad av storskalig vindkraft (ER 2021) undantar fjällnära landskap där intakta landskap med fjällnära skog fortfarande finns kvar (Svensson et al. 2020b).

De största arealerna ny vindkraft är planerade för norra Sverige, i glest befolkade områden och på skogsmark. Det kan ses som fördelaktigt med avseende på den industriella utveckling som sker i norra Sverige och det stora regionala energibehovet som därmed uppstår, men inte med avseende på de särskilda värden som är förknippade med rurala områden (jfr. Herran et al. 2016, Jefferson 2018, Poggi et al. 2018, Rydberg et al. 2020). Rennäringen påverkas redan idag på ett påtagligt sätt av vindkraft. Rennäringen i sin nomadiserande form där olika delar av landskapen är viktiga under olika delar av året och som central del i den samiska kulturen, står inför en sådan tippningspunkt. Forskning pekar på att vindkraft är ett påtagligt problem och än mer vindkraft kommer att förstärka problembilden (jfr. Whyte et al. 2020, Österlin & Raitio 2020). Sametingets syn (Sametinget 2009) är att förutsättningarna för det samiska levnadssättet kommer att förändras radikalt och att de stora bevarandevärdena innebär ett stort motstånd mot vindkraft. Rennäringen har markanvändningsrätt i nästan hela norra Sverige och därmed över merparten av Sveriges landareal (Sandström et al. 2016). I projektet har vi i flera delstudier och på flera olika sätt analyserat vindkraft i förhållande till landskapsvärden. Med landskapsvärden avser vi mer sammanhängande och övergripande värden som är förknippade med landskapsbild, vyer, upplevelsevärden, känsla av intakthet och ursprung i både natur- och kulturlandskap; alltså inte bevarande biologisk mångfald och naturegenvärden i första hand. Flera riksintressen och formellt skyddade områden har karaktären av bevarande av sådana landskapsvärden och de finns över hela landet och inte minst i södra Sverige (jfr. Mascareño Suarez 2022). Med tanke på vindkraftens visuella påverkan, kan också värdefulla kulturlandskap, strandområden, peri-urbana naturmiljöer och andra miljöer som upplevs som värdefulla och intakta vara exempel på sådana tippningspunkter i det mer tätbefolkade södra Sverige. Konflikter kan inte undvikas och därmed måste vissa områden och situationer undantas, medan utbyggnad koncentreras till sådana områden och situationer där vindkraft kan integreras med andra markanvändningar och värden och om möjligt skapa mervärden (jfr. Andersson 2021).

I detta projekt har vi fokuserat på lav som en nyckelresurs för vinterbete för ren och konstaterar att vindkraft kommer att påverka en av skogsbruket redan drastisk minskad resurs (Horstkotte et al. 2011, Sandström m.fl. 2016). Vindkraft finns ofta på höglägen i landskapet där också glesare och mindre produktiva skogsmarker naturligt har stor biomassa av marklav och hänglav (Skarin et al. 2021). I detta sammanhang vill vi peka på att analyserna i Lundmark (2022) är baserad på en marklavmodell som bygger på täckningsgrad och inte på biomassa, och en skattning av hänglav baserat på skogs som har avverkats eller inte under de senaste 60–70 åren och höjd på träd. Med bete påverkas biomassa i högre grad än täckningsgrad och hög (i detta fall 10 procent eller högre) täckningsgrad kan inte direkt tolkas som god betestillgång. Vidare, det saknas bra kartläggningar av hänglavsbärande skog. En sådan kommer att behövas som underlag för lokalisering av vindkraft vad gäller påverkan på och tillgänglighet till bra betesmark inom och mellan samebyar. Även en liten påverkan är allvarlig på en i dagsläget ytterst bristande resurs för en viktig markanvändning och kultur på nära hälften av Sveriges landareal. Andelen mark- och hänglavsbärande skog med tillräcklig lavförekomst är mycket låg i hela renskötselområdet, och med hänsyn till detta berör vindbruk en betydande andel (upp emot 12 %). Vindkraft undviker alltså inte lavmarker, vilket kan vara nödvändigt för rennäringen. En hållbar utveckling av landbaserad vindkraft måste anpassas till förutsättningar per län och sameby men också till var olika vinterbetsgrupper

av ren har tillgänglighet till lavbärande skog. De stora skillnaderna i tillgång till lavbärande skog mellan olika samebyar betonar vikten av en lokal anpassning av regional planering för en storskalig utbyggnad av vindkraft, se figur 9.1. Det finns ingen trend i andel och areal vinterbetesresurs per län, per stort eller litet samebyområde, eller per fjällsameby eller skogssameby. Lokaliseringen av vindkraft är avgörande för vilken eller vilka samebyar som kommer att påverkas och i vilken omfattning. Eftersom förutsättningarna är så olika mellan olika samebyar finns det ett stort behov av en övergripande landskapsplanering som integrerar rennäring, vindbruk, skogsbruk och annan markanvändning, och som dessutom bryter ner nationella mål till regionala och lokala förutsättningar för väl informerade val av projekteringsområden. Sett till vinterbete för ren som en kritisk resurs i skog, är det skogens samlade nyttjande och påverkan som är avgörande, vilket även vindkraftsutbyggnaden har att förhålla sig till. Detta ställer även frågor kring hur kompensation för vindkraft kan te sig i förhållande till exempelvis en förväntad implementering av EU:s föreslagna ramverk om restaurering av natur (EU 2022) och hur restaurering av skog och skogslandskap i Sverige kan tillämpas (Svensson et al. 2023).



Figur 9.1: Andel skogsmark (vänster y-axel, ljus cirkel) samt area (höger y-axel, mörk cirkel) med hög skattning av marklav (övre) och hänglav (nedre) per sameby (i alfabetisk ordning). För andel marklav och hänglav är medianvärde 0,9 och 21,1 % och medelvärde 1,4 och 21,9 %, respektive. För areal marklav och hänglav är medianvärde 36 och 543 km² och medelvärde 72 och 1565 km² respektive. Figuren är baserad på Lundmark (2022) och avser renkötselområdet nedanför fjällnära gränsen.

På en övergripande nivå finns det inneboende motsättningar mellan en utbyggd landbaserad vindkraft och det alltmer uppmärksammade behovet av att kartlägga och bevara större landskapsavsnitt som bedöms som intakta. Sådana intakta landskap är mindre påverkade av exploaterande markanvändning som industriellt skogsbruk, vattenkraft, gruvsdrift och stora turist- och rekreationsanläggningar (jfr. Svensson et al. 2020a). Intakta skogslandskap har uppmärksamats särskilt för det fjällnära området (Svensson et al. 2020b, 2022) men ingår konceptuellt på ett grundläggande sätt i det regionala och nationella arbetet med att kartlägga och planera för en ekologiskt funktionell grön infrastruktur av värde-trakter i skogsmark (Bubnicki et al. accepted). Motsvarande arbete görs också för värde-trakter i jordbrukslandskap och våtmarkslandskap (Jonsson m.fl. 2022). Sådana landskap är ofta belägna i rurala områden och för skogslandskap ofta på höjdlägen (Svensson et al. 2019). Vindkraft i eller i närhet till dessa medför negativ påverkan på de intakta egenskaperna och kan komma att påverka tillämpningen av Europeiska kommissionens ovan nämnda förslag på restaurering av natur (EU 2022), det svenska miljömålet om levande skogar och Sveriges möjligheter att uppfylla internationella miljömål (Angelstam et al. 2020).

Den största förändringen – omdaning – med det utbyggnadsbehov som förutsätts i strategin för hållbar utbyggnad av storskalig vindkraft (ER 2021) sker i södra Sverige och särskilt i Svealand. Med hög befolkningstäthet innebär detta att visuell påverkan, opinion och andra icke-tekniska aspekter av en utbyggnad (McKenna et al. 2022) får en större betydelse. Med ett fortsatt fokus på vindkraft på skogsmark (Svensson et al. accepted) och med ett fortsatt och troligen utökat behov av skogsmark för att upprätthålla många olika ekosystemtjänster och naturnyttor (t.ex. Beland Lindahl et al. 2017), kan utrymmet för produktionsskogsbruk komma att påverkas liksom hur förvaltning och skötsel av skog planeras och genomförs i framtiden. I sin tur betyder det kommer att finnas behov av att avväga mellan olika former av bruk av skog för olika syften, produkter och tjänster och under olika tidsperioder, till exempel kolsänka, bioenergi, vedbiomassa, fossilfri energi, biodiversitet eller renbete. Mångbruk, dit landbaserad vindkraft kan räknas, ingår inte i den planeringsmodell som tillämpas för skogsbruk i Sverige idag (t.ex. Bergman & Gustafsson 2020).

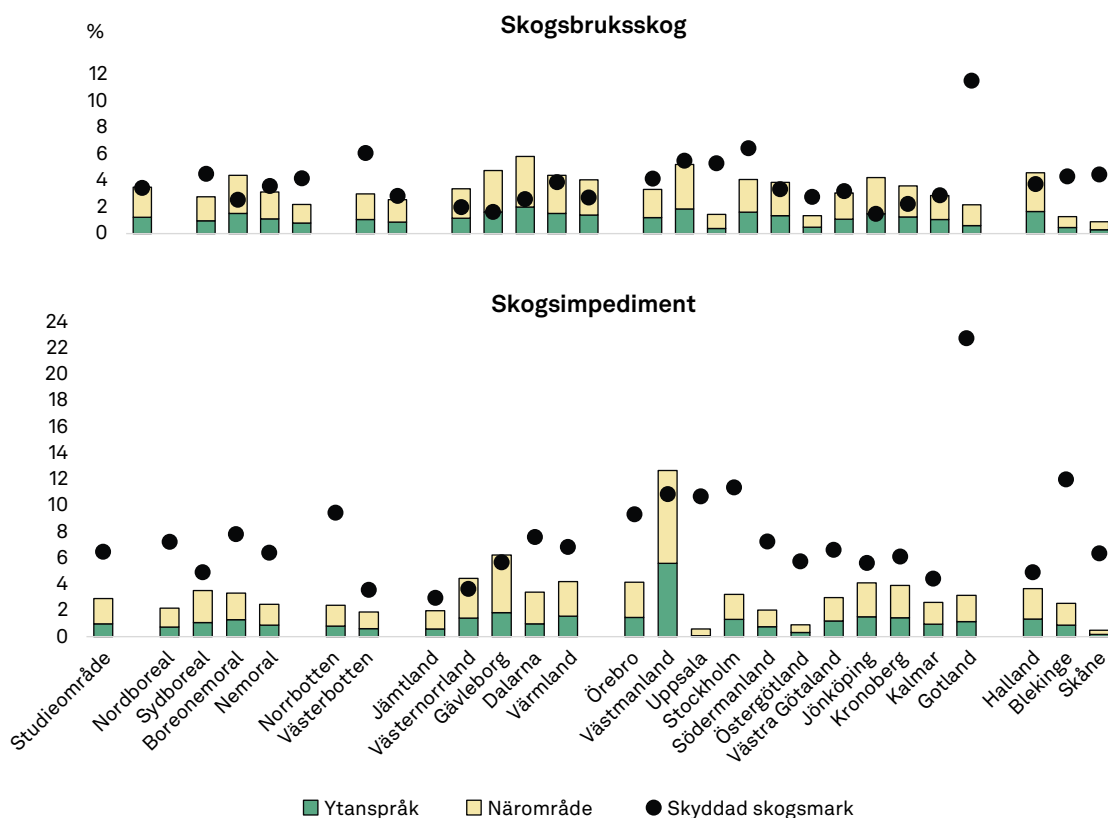
9.3 Vindkraft på skogsmark

Vi har återkommande konstaterat att skogsmark är det markslag som för större delen av Sverige i första hand kommer i fråga för vindkraft. Det är förväntat med tanke på att skogsmark är det dominerande markslaget i Sverige (SCB 2019). Utbyggnadsbehovet och arealerna är större i norra Sverige än i södra (ER 2021) men de relativa förändringarna på skogsmark blir större i södra Sverige än i norra. Vindkraft kommer att expandera kraftigt på skogsmark framför allt i län i södra Norrland och län i Svealand. För län med låg andel skogsmark per landareal kommer förändringarna att bli uppenbara och förändra bilden av markanvändning på skogsmark.

Vindkraft förekommer på skogsbruksskog, impedimentskog och naturvärdeskog, där aktivt skogsbruk bedrivs i den förra typen av skog. Det finns ett stort antal och stora arealer formellt skyddad skog i närhet till vindkraft. En del naturvärden i skog påverkas direkt och indirekt i närhet till vindkraft, som fåglar och fladdermöss (t.ex. Sandgren et al. 2014, Rydell et al. 2017), andra inte eller i liten omfattning, till

exempel hotade kärlväxter, mossor och lav (förutom på mark som anläggs). På en generell nivå behövs en mer genomgripande analys av prioriterade bevarandemål i skyddade områden för att komma till klarhet med under vilka förutsättningar som vindkraft kan förekomma i närhet till skyddad skog och i sådant fall hur nära, samt under vilka förutsättning vindkraftsutbyggnad bör undvikas. Även i detta sammanhang är det alltså fråga om att utgå ifrån de lokala förutsättningarna för utbyggnad. På motsvarande sätt påverkas människans upplevelsevärden av skyddad natur (t.ex. Rudolph et al. 2017) men inte tillgodogörande av ekosystemtjänster som bär och svamp (förutom på mark som beläggs och inom skyddsavstånd). För tillgång till vissa ekosystemtjänster bidrar den väginfrastruktur som finns för vindkraftsparken.

Relationen mellan areal och andel skyddad skog och mark som ianspråkats för vindkraft i de utbyggnadsscenarioer som vi har analyserat visar att det är jämförbara storheter och att det i flera län faktiskt är större areal skogsmark som kommer i fråga för vindkraft än för formellt skydd (figur 9.2); 13 av 21 län baserat på planeringsyta i skogsbruksskog (a; produktiv skogsmark utan höga naturvärden). I två län, Väster-norrland och Jönköping, är det dessutom motsvarande storhet för ytanspråk jämfört med formellt skyddad skog. Över lag är det i sydboreal region som andelarna är jämförbara. För impedimentskog är det mer varierande och större andelar skyddad skogsmark än skogsmark som förväntas att ianspråkats av vindkraft.



Figur 9.2: Andel ytanspråk och planeringsanspråk för studieområde (exklusive fjällregionen), biogeografiska regioner och län i jämförelse med andel formellt skyddad skogsmark för skogsbruksskog (produktiv skogsmark som används för skogsbruk och skogsimpediment (ej tillgänglig för skogsbruk p.g.a. låg produktivitet). Data från nationella marktäckedata (Naturvårdsverket 2019).

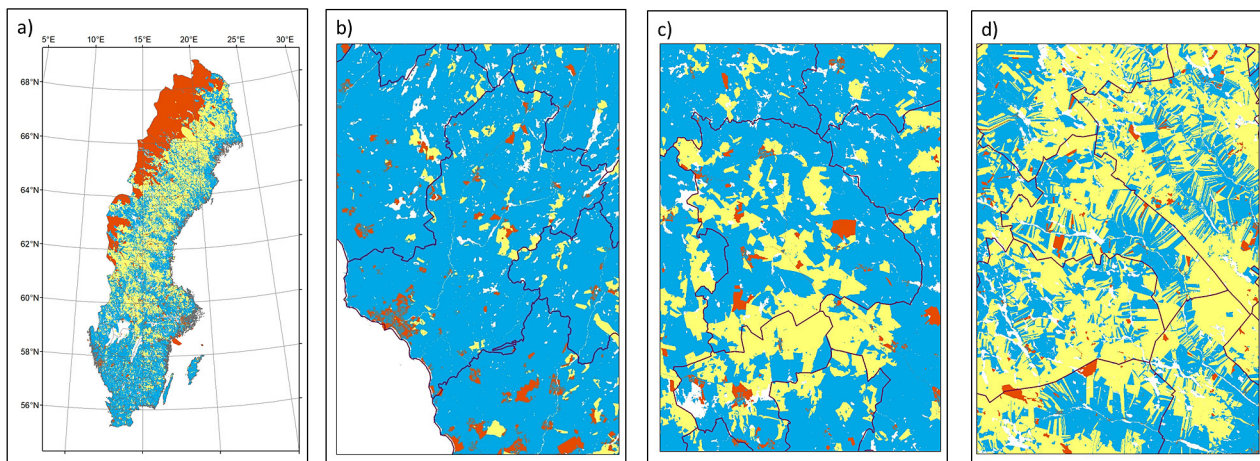
Debatten om skogen och skogsbruket i Sverige är intensiv (t.ex. Röstlund 2022) där andra anspråk än skogsbruk inklusive anspråk i form av skyddade områden och större hänsyn generellt är framträdande. Utgångspunkt i studien om vindkraft på skogsmark var att kombinationen av vindbruk och skogsbruk är ett exempel på integrations- och synergimöjligheter, i meningen att båda markanvändningarna med undantag för mindre ytor som behövs för turbinfundament och infrastruktur, kan förekomma samtidigt och överlappande även om det kan finnas vissa restriktioner för exempelvis höjd på träd. Det var också en utgångspunkt att dessa överlappande områden kan användas för en intensivare skogsproduktion i den mån det behövs för att förse skogsindustrin med tillräckliga kvantiteter vedråvara. Ett sådant intensivskogsbruk gynnas samtidigt av utbyggd väg- och annan infrastruktur. I sin förlängning ställer dessa utgångspunkter dock frågor om skogsvårdslagens tillämpning i den mån vindbruk är den förhärskande markanvändningen och om tillämpningen av riksintresse vindbruk i förhållande till skogsbruk i den mån ett sådant riksintresse föreligger. Detta har inte analyserats inom ramen för detta projekt. Intensivskogsbruk på väl valda områden kan vara en möjlig väg för att upprätthålla produktion av timmer och massaved i tillräcklig omfattning för skogsindustrins behov när nu andra anspråk och tydliga målkonflikter finns på skogsmark över lag (jfr. Beland Lindahl et al. 2017, Zhang et al. 2022) och det efterfrågas mer skonsamma skogsbruksmetoder och en minskad användning av kalhyggesbruk (t.ex. Jonsson et al. 2019, Angelstam et al. 2020, Berglund & Kuuluvainen 2021). Större nytta i form av intensivskogsbruk och mer rationell logistik inom vindkraftsparker och i direkt närhet till vindkraft, bör motsvaras av högre naturvårdsambitioner eller större hänsyn till andra värden i skog på längre avstånd utan negativ påverkan av vindkraft. Ett skonsammare skogsbruk i skogslandskapet i övrigt och i särskilda konfliktområden (exempelvis peri-urbana områden, rennäringens betesland och värdefulla kulturlandska) i synnerhet, skulle detta kunna lindra konflikter på skogsmark på andra områden.

Skogsmark är mark för mångbruk i Sverige, i form av exempelvis rekreation, husbehovs- och industriell bärplockning och svampplockning, jakt, rennäring och annan markanvändning som förekommer samtidigt som skogsbruk (t.ex. Nordström et al. 2020). Vindbruk kommer att ta en allt större andel i detta mångbruk. Förarbete pågår i detta nu med att vidareutveckla målklassningssystemet i skogsbruket, från fyra klasser varav två med produktionsmål och två med naturvårdsmål till fyra klasser med produktionsmål, kombinerade mål, restaureringsmål och naturvårdsmål (Jonsson et al. 2022). Kombinerade mål, alternativt mångbruksmål, är här en målklass som uttalat syftar till att kombinera skogsbruk med annan markanvändning, till exempel rennäring, kolinlagring och natur- och kulturvårdande skötsel, eller vindkraft. Det ska noteras att målklassning är rumsligt explicit och sker på i stort sett all skogsbruksmark i Sverige, ca 21 miljoner hektar (SCB 2019), i form av en planering som samtidigt är strategisk (till exempel för certifieringskrav) och operativ (för traktplanering vid avverkning och andra åtgärder). Med vindbruk i detta uppdrag finns förutsättningar för att tydligare målklassa skog i detta syfte samtidigt som avvägningar kan göras mot annan markanvändning och hänsyn till andra värden. Eftersom skogsbruksplaneringen inte är inriktad mot mångbruk kan det förutsättas att olika typer av restaureringsåtgärder kan behövas för att skapa förutsättningar för mångbruk. I klimatarbetet har skog, skogsbruk och skogsprodukter en avgörande roll för att lindra och minska utsläpp av växthusgaser (t.ex. Skytt et al. 2022) där en storskalig utbyggnad av vindkraft påverkar och utmanar systemavgränsningarna

(jfr. Albanito et al. 2022). Väl planerat kan vindbruk integreras med skogsbruk för att på systemnivå balansera fossilfri energiproduktion med den negativa påverkan på skogens kolsänka och kolinlagringskapacitet som följer av skörd och uttag av vedbiomassa som inte substitueras och som för svensk skogsbruk utgör ungefär 87 procent av avverkad volym (IRENA 2019).

9.4 Markägande

Vi har i olika delstudier analyserat markägandeförhållanden i och i närhet till uppförd och planerad vindkraft. Våra resultat visar tydligt att skogsmark som ianspråkats för vindkraft i huvudsak ägs av skogsbolag medan andelar andra ägarkategorier (privata enskilda ägare och statligt allmänt ägande) liksom andra markslag än skog ökar i näraliggande områden (Svensson et al. accepted). Markägarfördelningen ser olika ut i olika delar av Sverige med statlig mark koncentrerad till fjällregionen, skogsbolagsmark koncentrerad till Norrlands och Svealands inland och privat enskilt ägande till norra Sveriges kustområden och södra Sverige (figur 9.3). En hållbar planering av storskalig vindkraft måste beakta ägarförhållanden på, invid och på avstånd från vindkraft för att minska risker för konflikt och de lokala hållbarhetsförutsättningarna i varje specifikt projekteringsområde. Vi har analyserat markägande i kategorier för att kunna tolka de generella trenderna, men det finns en stor komplexitet och diversitet i markägande strukturellt och med avseende på de vitt skilda förutsättningar och värderingar som är förknippade med markägande (t.ex. Nordlund & Westin 2011). I perspektivet av en stor andel privata ägare (ca. 315 000 enskilda ägare av 48 % av all skogsmark i Sverige; SCB 2019) betonar detta ytterligare vikten av lokal anpassning i projekteringsområden.



Figur 9.3: Markägarefördelning i Sverige (a) och i tre av de kommuner som har ingått i detta projekt; b) Falkenberg, c) Uppvidinge och d) Ragunda. Privat mark (blå) är enskilt ägande av fastigheter upp till 1 000 ha; Skogsbolag (gul) omfattar privata AB samt statliga Sveaskog, allmänningsskogar och Svenska kyrkans innehav; Statligt ägande (röd) omfattar övrig statlig, regional och kommunal förvaltning.

Riktlinjer och principer för intrångsersättning och kompensation behöver vara dynamiska och anpassningsbara och samtidigt rättvisande för ytanspråk, planeringsyta och på avstånd från vindkraft. Analyser av intrångsersättning och kompensation har inte ingått i detta projekt men vi bedömer att det finns en påtaglig utvecklingspotential i vad gäller kompensation för vindkraft som ökande markanvändning. Kompensation kan omfatta olika former från ekologisk kompensation i form av translokering av hotade arter till samhällskompensation. Samtidigt bör olika typer av påverkan av vindkraft på olika avstånd beaktas, inklusive på längre avstånd där landskapsbilden påverkas (t.ex. Bishop & Miller 2007, Rudolph et al. 2017, Skarin et al. 2018, Szumilas-Kowalczyk et al. 2020). Forskning från Tyskland, till exempel, visar att visuell påverkan av vindkraft sänker prisbild på fastigheter på uppemot 15 procent (Sunak & Madlener 2016). Vi föreslår att ett sådant utvecklingsarbete tar sin utgångspunkt i system för gradering av målkonflikter (se t.ex. Nilsson et al. 2016 angående målkonflikter i sju steg från nödvändig samexistens till direkt motsättning mellan globala hållbarhetsmål och delmål) och tillämpning av skadelindringshierarkin (BBOP 2010) för negativ interaktion, i, invid och på olika avstånd från befintliga vindkraftsparker och projekteringsområden. Våra tolkningar här sammanfaller med vad som lyfts fram i incitamentsutredningen (SOU 2023:18) vad gäller kompensationssystem invid och nära vindkraft samt på fastighets- och samhällsnivå.

Påverkan på avstånd av vindkraft är avhängigt turbinhöjd, placering, landskapets morfologi och omgivande vegetation. Alla dessa data finns tillgängliga för synlighetsskattningar. I detta projekt har sådana analyser gjorts för Ragunda (Andersson 2021) samt Falkenberg och Uppvidinge (Mascareño Suarez 2022) kommuner, och kan som del i landskapskaraktärsanalyser ge bra underlag för lämplig och ej lämplig placering av vindkraft. Idag är information om produktionskapacitet av enskilda verk (MWh) ofullständig och samtidigt sker en markant teknisk utveckling som går mot allt högre turbiner med högre kapacitet som kan placeras på lägen med andra vindförhållanden, markslagsfördelningar och markägaresituationer än idag. Därmed går det inte att med precision skatta utbyggnadsbehovet baserat på dagens produktion i relation till förväntat produktionsmål. Många turbiner uppfyller inte den beräkning på 6 MWh och 3500 fullasttimmar som vi har utgått ifrån. Detta innebär att antagande att vindkraft 2040 finns på motsvarande landareal, skogsmark och markägande, inte kan ge lokala men däremot regionala och nationella förutsägelser och underlag för regional och nationell strategisk och fysisk planering. Samtidigt är det viktigt att framhålla att vindstrategins målsättning av en total försörjning av 100 TWh (varav 80 TWh landbaserad) bör ses som konservativ och förmodligen kommer att behövas justeras uppåt.

Detta projekt har inriktats mot storskalig utbyggnad av vindkraft. Småskalig vindkraft som komplement kan generera acceptans för storskalig vindkraft. Små vindkraftverk i form av gemensamhetsanläggningar där avnämaren känner ansvar och "ägande" och som bättre kan integreras i landskapen, innebär också minskad sårbarhet vad gäller energiproduktion på samhällsnivå även om bidraget till elproduktionskapacitet inte är omfattande.

10. Slutsatser och rekommendationer

Utbyggnad av landbaserad vindkraft i Sverige sker i landskap som redan är tydligt präglade av omfattande markanvändning sedan lång tid tillbaka. Utbyggnaden resulterar i ytterligare påverkan på redan trängda traditionella och kulturella värden, som rennäringen, samt på ekologisk funktionalitet och biologisk mångfald. Samtidigt är produktion av fossilfri el nödvändigt för en sådan energiomställning som behövs för att lindra global uppvärmning. Att identifiera tillräckliga arealer och lämpliga områden för en så omfattande utbyggnad av landbaserad vindkraft som behövs innebär i sig stora utmaningar, i synnerhet i kombination med en samtidigt förbättrad distributionskapacitet. En hållbar landskapsplanering där vindkraft sätts i sitt sammanhang och integreras med andra anspråk och där planeringen är adaptiv till olika regionala lokala förutsättningar i aktuella projekteringsområden, är nödvändig för att minska konfliktrisker. Detta ökar även utsikterna för integrations- och synergimöjligheter och därmed lokal acceptans och lokalt stöd för vindkraft. Här vill vi betona vikten av att systematiskt använda aktuella och relevanta landskapsdata samt tillämpa analysmetoder på olika geografiska skalor i närhet till och på avstånd från vindkraft. Detta är nödvändiga underlag för att identifiera ej lämpliga, möjliga och lämpliga projekteringsområden. I detta konstaterar vi att data som beskriver sociala aspekter, som exempelvis upplevelsevärden, visuell påverkan, rättvisa och överutnyttjande av rurala landskap, är bristfälliga. Sådana aspekter har också en tydlig historisk dimension där negativa erfarenheter av tidigare utbyggnad av vattenkraft påverkar acceptans och legitimitet för vindkraft. Samtidigt är såväl den tekniska utvecklingen inom vindkraften som effekten av vindkraft på ekologiska, sociokulturella och andra ekonomiska värden och anspråk föränderlig och dynamisk, i sig och med avseende på klimatförändringar. Detta ställer stora krav på precision och noggrannhet i indata, på analysmetoder och -verktyg, samt på tillämpning i olika beslutsstöd. Ett utvecklat kompensations-system inom, invid och på nära avstånd från vindkraft kommer att behövas för att säkra en hållbar storskalig utbyggnad av landbaserad vindkraft.

Stoppområden för vindkraft är en viktig ingrediens i en hållbar planering av storskalig utbyggnad. Det finns exempel på värden som är i risk för radikala förändringar, som rennäring och samisk kultur i norra Sverige och värdefulla kulturlandskap i södra. Vidare, landskap som upplevs som intakta, i meningen mindre påverkade av industriellt skogsbruk, vattenkraft, turism- och rekreationsanläggningar och som bedöms som värdefulla att bevara och/eller restaurera i linje med nationell och europeisk miljöpolitik, innebär en särskild utmaning. Sådana områden kan annars bedömas som tillgängliga för vindkraftsutbyggnad. För skogslandskap behöver vindkraftens påverkan på värdetrakter och intakta skogslandskap ses över särskilt i förhållande till aktiv och passiv restaurering av skog och skogslandskap som förväntas ta en större plats i den svenska modellen för hållbart skogsbruk och i arbetet med grön infrastrukturplanering.

Mediedebatten har gått från att ha varit polariserad kring för- och nackdelar med vindkraft till att bli mer mångfacetterad och spegla en ökad medvetenhet om

risker och möjligheter med vindkraft i samhället och bland olika aktörer. Oftare speglar regional media vindkraft som ett problem med negativ påverkan på miljövärden och andra riksintressen, jämfört med nationell media där genomslaget av nationell och internationell klimatpolitik är tydligare. Totalförsvarets riksintressen ses ofta som ett generellt problem. Här har myndigheter och forskare en fortsatt viktig roll att bidra till att debatten är kunskapsbaserad. Debatten kan också tydligt kopplas till den faktiska lokaliseringen av vindkraft som är den mest avgörande frågan för kommunal prövning och beslut såväl som för opposition eller acceptans.

För att underlätta för vindkraftsentreprenörer och för kommunal översiktsplanering, vindbruksplanering och beslut att bevilja vindkraft, behövs långsiktiga och tydliga politiska prioriteringar samt kunskap och tillräckliga resurser på kommunal och regional nivå för att implementera en sådan politik. Kommunernas resurser varierar kraftigt över landet och här finns ett behov av att komplettera med långsiktiga resurser i form av kunskapsunderlag, ekonomi, tekniska lösningar, aktuella och relevanta data om biofysiska förutsättningar såväl som landskapsvärden, naturegenvärden och sociokulturella värden. Här skulle ett riktat planeringsstöd från Boverket till kommunerna i syfte att öka planeringsberedskapen behöva utredas. Sådana stöd har använts tidigare för att ta fram många vindkraftsplaner. Vindbruksplaner behöver ses över och uppdateras utifrån den föreslagna vindbruksutbyggnaden, teknikutveckling och annan samhällsutveckling. För bättre aktualitet och relevans på samhällsnivå menar vi också att det finns ett behov av att integrera alla former av elproduktion, samt även elöverföring och -användning, i strategisk planering med förankring i den kommunala översiktsplaneringen. Kommunernas beslut angående landbaserad vindkraft bör baseras på en helhetsbedömning om landskapens markanvändning.

Vi ser stora möjligheter i helhetsbaserad och integrerad landskapsplanering inklusive landskapskaraktärsanalyser med olika former av deltagande planering, exempelvis genom aktivt arbete i fokusgrupper med olika sakägare, aktörer och avnämare, för att generera ett mer underbyggt och demokratiskt underlag i kommunernas översiktsplaner och/eller vindbruksplaner. Vi ser också stora möjligheter i multikriterieanalyser som kombinerar olika typer av data, inklusive experters ekonomiska och tekniska aspekter och olika sakägares lokala och regionala uppfattningar, för att identifiera lämpliga, möjliga och ej lämpliga projekteringsområden.

I detta perspektiv är det vår bedömning att riksintressena i sin nuvarande form, omfattning och tillämpning inte är funktionella, i sig och relativt till andra formellt och informellt utpekade områden som ska skyddas och bevaras. Det behövs en genomgripande och koordinerad översyn av riksintresse vindbruk och andra riksintressen, en tydligare orientering mot aktiv markanvändning och förändringar i markanvändning. Tematiska och geografiska överlapp med formellt skyddad natur, identifierade värdestrakter på skogsmark såväl som på andra markslag och andra åtgärder för att nå nationella och internationella miljömål, som exempelvis i arbetet med grön infrastruktur, måste reduceras.

Vindkraft finns och planeras i huvudsak på skogsmark och på skogsbolagens mark. Vindkraft bidrar därmed till ytterligare fragmentering och tydligare industriell prägel av skogslandskapet. Men, vindbruk kan också ses som en naturlig del i ett mångbruk på skogsmark. Mångbruk avspeglas idag inte i skogsbruksplaneringen och här kan en ökande andel vindkraft i skogslandskapet bidra med incitament för ett utvecklat målklassningssystem. Givet att vindkraft tillför ekonomiska värden utöver vad som är fallet med traditionellt skogsbruk, finns skäl att se över förut-

sättningar för vindbruk som del i skogens mångbruk kompletterat med ett skonammare skogsbruk med större hänsyn till andra värden på skogsmark i övrigt. Givet också att vindkraft företrädevis finns på skogsbolagsmark alternativt inom statlig, kommunal, regioners eller annan allmän förvaltning, kan detta innebära möjligheter för andra planeringsmodeller och alternativt skogsbruk för enskilda, privata ägare.

Kunskapshöjande insatser om vindkraftens konfliktrisker och möjliga integrations- och synergimöjligheter med andra ekonomiska värden kopplat till markslag och markanvändning, är nödvändiga för att på sikt nå en acceptans och legitimitet lokalt och regionalt. Detta är i sin tur nödvändigt för att bidra till att internationella- och nationella målsättningar för fossilfri elproduktion uppnås. På motsvarande sätt behövs mer kunskap om möjlig samexistens med ekologiska och sociokulturella värden kopplade till landskap, ekosystem, biologisk mångfald, ekosystemtjänster och naturnyttor. Detta då det inte är möjligt att expandera landbaserad vindkraft på den nivå som är föreslagen utan att redan sårbara och hotade traditionella, kulturella och ekologiska värden påverkas ytterligare. Förutom att identifiera stoppområden för vindkraft, behöver områden identifieras där negativ påverkan kan tolereras, lindras eller kompenseras med olika åtgärder och insatser.

Från detta projekt lämnar vi följande rekommendationer för fortsatt arbete och forskning om förutsättningar för en hållbar utveckling av landbaserad vindkraft:

- Exempel på lyckade vindkraftsetableringar bör föras fram, till exempel i någon form av idékatalog för allmänhet och beslutsfattare, som en del i arbetet med att skapa förutsättningar för acceptans. Även kunskapsutveckling om vilka faktorer som ger lyckat resultat behövs för att balansera forskning som visar på negativa effekter.
- På motsvarande sätt bör goda exempel på integration och synergi med annan markanvändning lyftas fram, och metoder tas fram för att skapa kriterier och rutiner för att minska negativ och öka positiv interaktion. I projektet har kombinationen av vindbruk och skogsbruk lyfts fram särskilt.
- Riksintresse vindbruk och övriga riksintressen behöver revideras på ett koordinerat sätt så att tematik, typologi och geografi är logisk och tillämpbar i beslutsfattande vad gäller förändrad markanvändning. Revision behöver också ske gentemot formella skydd och andra insatser (t.ex. grön infrastrukturplanering) för att strömlinjeforma beslutsunderlag för informerade beslut och markägares så väl som allmänhetens acceptans för beslut.
- Det behövs en integrerad och helhetsbaserad landskapsplanering som fångar landskapens dynamik och förändringar, där vindkraft finns i sammanhang av annan energiproduktion och -distribution samt annan markanvändning och andra värden, där en utbyggnad kan balanseras mot möjlig integration och synergi liksom mot känd eller möjlig konflikt. Ambitionerna för en storskalig utbyggnad av vindkraft skapar ett incitament för att på generell nivå utveckla och införa strategisk och operativ landskapsplanering i Sverige, vilket det finns ett generellt behov av.
- En sådan landskapsplanering ska ta en utgångspunkt i de givna biofysiska och socioekonomiska förutsättningarna lokalt med ett underifrånperspektiv.
- Detta innebär i sin tur att nationell och regional planering behöver vara dynamisk och anpassningsbar till lokala förutsättningar som därmed tydligare

underbygger regional och nationell planering av en hållbar utbyggnad av storskalig vindkraft.

- Detta förutsätter i sin tur att kommunerna förutom tillräckliga resurser även har uthållighet när det gäller långsiktig fysisk planering och möjlighet till kontinuerlig avvägning gentemot befintlig vindkraft, annan energiproduktion och -distribution samt andra värden och markanvändningsintressen vid identifiering av projekteringsområden.
- Här skulle ett nationellt stöd till kommunerna fördelat via Boverket kunna leda till att beredskapen bland kommunerna för att garantera en miniminivå i planeringskapaciteten inte är av tillfällig utan av mer permanent lösning.
- Den kommunala planeringskapaciteten behöver även stärkas för att öka lokal förankring och deltagande planeringsprocesser, för att underbygga legitimitet för planer såväl som för beslut.
- Lämpliga respektive ej lämpliga områden kan identifieras med verktyg och metoder som finns tillgängliga och beprövade, och som kombinerar olika typer av data inklusive ekonomiska och tekniska aspekter samt experter och andra sakkägars lokala uppfattningar och kunskap. Här finns dock en brist på data kvantifierar olika typ och grad av social påverkan av vindkraft och hur dessa kan begränsas. Här behövs mer forskning.
- Det finns god tillgång på bra biofysiska data och data om naturvärden och markägare. För att nå längre vad gäller konflikt, integration och synergi beträffande vindkraftens ökande närvaro i landskapen, behövs mer horisontell och tvärvetenskaplig forskning som komplement till fallstudier och studier om påverkan på enskilda arter och artgrupper eller andra variabler.
- Det är nödvändigt att vidareutveckla möjligheter och kriterier för kompensatoriska insatser i samband med nya projekteringsområden eller expansion av befintliga anläggningar, direkt kopplat till lokaliseringar av vindkraft, intill denna och i dess närhet. Kompensation bör både omfatta direkta nackdelar för till exempel markägare men också omfatta kompensation på samhällsnivå. Vindkraft påverkar på avstånd och är därmed behöver även markanvändning, värden och markägare på avstånd beaktas.
- För skogsmark behöver ägarförhållandena beaktas, i, intill och på avstånd från vindkraft, i synnerhet vad gäller utvecklade modeller för kompensation.
- Vindkraft dominerar på skogsmark och denna dominans kommer att förstärkas med fortsatt utbyggnad. Skogsbruksplaneringssystem är under utveckling mot mer digitala lösningar som i större utsträckning inriktas mot mångbruk, där vindbruk bör ses som en naturlig del i ett mångbruk i skog och skogslandskap.
- På skogsmark liksom på andra markslag och inte minst inom renskötselområdet, behöver kriterier för stoppområden för vindkraft definieras som en tydlig ingående komponent i en hållbar strategi för storskalig utbyggnad av landbaserad vindkraft. För skogsmark generellt behöver värdeetrakter och intakta skogslandskap identifieras som eventuella stoppområden, liksom värdefulla kulturlandskap.

Flera av dessa rekommendationer förutsätter prioriteringar i linje med den föreslagna strategin då de kräver finansiering och/eller resurser för regionalt och lokalt engagemang i den pågående hållbarhetsomställningen. Vi rekommenderar att fortsatt utvecklingsarbete och forskning planeras i samråd med ansvariga myndigheter och andra aktörer regionalt och lokalt för att skapa så bra kunskapsunderlag som möjligt. Takten i detta omställningsarbete är emellertid ytterst avhängigt politiska prioriteringar från nationell nivå som skapar incitament och förutsättningar för implementeringen av storskalig vindkraft lokalt på både kort och lång sikt.

11. Tillkännagivanden

Vi riktar ett tack till Anna Zachrisson, Irina Mancheva och Camilla Thellbro (Umeå Universitet) som har varit delaktiga i projektet under viss tid. Ni har lämnat väsentliga bidrag. Vi riktar också ett tack till de studenter som har bidragit med väl utförda examensarbeten, engagemang och intresse; Martin Andersson (Uppsala universitet och SLU Uppsala), Erik Lundmark (SLU Umeå) och Diego Mascareño Suarez (SLU Alnarp). Grattis till höga betyg – väl förtjänt! Ett tack också till följargruppen för ert engagemang i projektet; Johan Risholm (Falkenbergs kommun), Torbjörn Laxvik (Vindkraftscentrum), Gunnar Åkerlund (Länsstyrelsen Västra Götaland), Mikael Solstrid (Skellefteå Kraft), Lena Odeberg (Naturvårdsverket), samt Mårten Thorsén (Energimyndigheten). Avslutningsvis ett tack till vetenskapliga granskare och relevansgranskare; Ebba Högström (Blekinge Tekniska Högskola), Karin Hammarlund (Samskapet AB), Håkan Persson (Länsstyrelsen i Dalarnas län), och Ola Inghe (Naturvårdsverket), samt till Kerstin Jansbo, Åsa Elmqvist och Kajsa Olsson på Vindvals kansli.

Sametinget avböjde deltagande i det öppna granskningsförfarandet och att relevansgranska rapporten. Efter överenskommelse arrangerade dock projektgruppen och Vindval ett separat möte med Sametinget där de fick motsvarande information och möjligheter att diskutera och lämna synpunkter på innehållet i rapporten. Sametinget lämnade ett yttrande 2023-03-08: *“Sametinget är tveksam till delar av rapporten, som bygger på antaganden, vilket bidrar till en direkt kvalitetsförsämring av innehållet. Sametinget förutsätter att en sådan rapport som ska ligga till grund för beslutsfattare måste ha hela bilden klar för sig, samt att det bygger på fakta. ... Sametinget anser att rapporten enligt nuvarande form innebär ett stort risktagande och avböjer att stå med som relevansgranskare till rapporten.”*. Sametinget förtydligade sina synpunkter 2023-04-26: *“Sametinget anser att en sådan rapport som ska ligga till grund för beslutsfattare, behöver ha en heltäckande bild över komplexiteten i markanvändningen för olika intressenter, t.ex. att olika mark har olika värde vid olika tidpunkter, något som är helt avgörande för rennäringen. Med erfarenhet av tidigare vindkraftsetableringar, kan vi konstatera att stora samiska värden gått förlorade, då själva processen vid framtagande av beslutsunderlag ofta förbisett samiska värden och värderingar gällande markanvändning. ... Sametinget välkomnar intentionen med rapporten men anser att den i nuvarande form innebär en osäkerhet då det finns ytterligare faktorer att beakta vid etablering vindkraft och avböjer därför att stå med som relevansgranskare till rapporten.”*. Författarna har förståelse för att Sametinget har avböjt att relevansgranska rapporten men beklagar att de inte har lämnat synpunkter för diskussion i det öppna granskningsförfarandet. Vi har oavsett detta tagit hänsyn till Sametingets synpunkter. Vi betonar att projektets uppdrag inte var att göra en specifik analys av rennäringens förutsättningar under en pågående storskalig utbyggnad av vindkraft. Projektet omfattade planeringsförutsättningar över lag för olika markanvändningsintressen och värden på nationell nivå. Vi konstaterar att en hållbar storskalig utbyggnad av vindkraft måste baseras på en helhetsbedömning av olika markanvändningar och värden som tas i beaktande i en integrerad landskapsplanering, och inte enbart på något enskilt värde. Behovet av mer energi och av fossilfri energiproduktion i olika

former är uppenbart. Hållbar utveckling i denna riktning är komplext och omfattar bland annat relevanta och aktuella data, funktionella analysmodeller, faktabaserade avvägningar, tydliga prioriteringar och effektiva beslutsstöd. Vi menar att denna rapport väsentligen bidrar till och med detta. Vidare, författarna vänder sig inte på något sätt emot de ställningstaganden som Sametinget framställer vad gäller risker för rennäringen och den samiska kulturen med nuvarande och en fortsatt storskalig utbyggnad av landbaserad vindkraft. Vi anser att detta var väl framskrivet redan i granskningsversionen av denna rapport och att det är än mer tydliggjort i den föreliggande rapporten samt i de vetenskapliga artiklar och rapporter som har tagits fram inom projektet. Vi delar också Sametingets synpunkt att faktorer och sammanhang behöver analyseras ytterligare och djupare, för rennäringen och den samiska kulturen men också för annan markanvändning och värden överlag i de svenska landskapen, utöver vad som har ingått i uppdraget inom detta projekt.

12. Källhänvisningar

Adler, S., Hedenås, H., Sandström, P., Jougda, L., Näsholm, B., et al. 2021. Lavininventering 2019-2019. Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU).

Ahlkrona, E., Giljam, C. Wennberg, S. 2017a. Kartering av kontinuitetsskog i boreal region. Metria AB på uppdrag av Naturvårdsverket.

Albanito, F., Roberts, S., Shepherd, A., Hastings, A. 2022. Quantifying the land-based opportunity carbon costs of onshore wind farms. *Journal of Cleaner Production* 363, 132480. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132480>

Ali, S., Lee, S.-M., Jang, C.-M. 2017. Determination of the Most Optimal On-Shore Wind Farm Site Location Using a GIS-MCDM Methodology: Evaluating the Case of South Korea. *Energies* 10: 2072. <https://www.mdpi.com/1996-1073/10/12/2072/>

Andersson, M. 2021. Spatial modelling of sustainable wind power development. Examensarbete 30 hp. Uppsala universitet och SLU. UPTEC W 21048.

Angelstam, P., Manton, M., Green, M., Jonsson, B.G., Mikusiński, G., et al. 2020. Sweden does not meet agreed national and international forest biodiversity targets: a call for adaptive landscape planning. *Landscape and Urban Planning* 202:103838. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2020.103838

Anon. 2017. Skogliga värdekärnor i Sverige – sammanfattande beskrivning av dataurval och nuläge 2015–2016. Bilaga 2a till Naturvårdsverkets och Skogsstyrelsens redovisning av regeringsuppdrag om Värdefulla skogar, 2017–01–30.

Anshelm, J. 2013. Kraftproduktion och miljöopinion. Kritiken av vindkraftens miljöpåverkan och den som riktas mot övriga kraftslag. Vindval rapport 6571.

Anshelm, J., Simon, H. 2016. Power production and environmental opinions – Environmentally motivated resistance to wind power in Sweden. *Renewable and sustainable energy reviews* 57: 1545–1555. DOI: 10.1016/j.rser.2015.12.211

Arts, B., Buizer, M., Horlings, L., Ingram, V., van Osten, C., et al. 2017. Landscape approaches: A State-of-the-Art Review. *The Annual Review of Environment and Resources* 42: 439–463. DOI: 10.1146/annurev-environ-102016-060932

Bali Swain, R., Yang-Wallentin, F. 2020. Achieving sustainable development goals: predicaments and strategies, *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 27: 96–106. DOI: 10.1080/13504509.2019.1692316

Bar-on, Y., Phillips, R., Milo, R. 2018. The biomass distribution on earth. *PNAS* 115(25): 6506–6511. DOI: 10.1073/pnas.1711842115

BBOP. 2012. Standards on Biodiversity Offsets. Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP), Washington, D.C. <http://bbop.forest-trends.org/guidelines/Standard.pdf>

Beland Lindahl, K., Sténs, A., Sandström, C., Johansson, J., Lidskog, R., et al. 2017. The Swedish forestry model: More of everything? *Forest Policy and Economics* 77: 44–55. DOI: 10.1016/j.forpol.2015.10.012

- Bergek, A. 2010. Levelling the playing field? The influence of national wind power planning instruments on conflicts of interests in a Swedish county. *Energy Policy* 38(5): 2357–2369. DOI: 10.1016/j.enpol.2009.12.023
- Berglund, H., Kuuluvainen, T. 2010. Representative boreal forest habitats in northern Europe, and a revised model for ecosystem management and biodiversity conservation. *Ambio* 50: 1003–1017. DOI: 10.1007/s13280-020-01444-3
- Bergman, P, Gustafsson, L. 2020. Ecoparks – Forest landscapes in Sweden with emphasis on biodiversity conservation and recreation. In: Krumm, F.; Schuck, A.; Rigling, A. (eds), 2020: How to balance forestry and biodiversity conservation – A view across Europe. European Forest Institute (EFI); Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL), Birmendorf. 644 p.
- Betts, M.G., Phalan, B.T., Wolf, C., Baker, S., Messier, C., et al. 2021. Producing wood at least cost to biodiversity: integrating Triad and sharing–sparing approaches to inform forest landscape management. *Biological Reviews*. DOI: 10.1111/brv.12703
- Bishop, I.D., Miller, D.R., 2006. Visual assessment of off-shore wind turbines: The influence of distance, contrast, movement and social variables. *Renewable Energy* 32: 814–831. DOI: 10.1016/j.renene.2006.03.009
- Bjärstig, T., Zachrisson, A., Svensson, J., Thellbro, C. 2018a. Grön översiktsplanering i fjäll- och fjällnära landskap: deltagande planering för en innovativ och hållbar översiktsplan för Vilhelmina kommun. Naturvårdsverket rapport 6811.
- Bjärstig, T., Thellbro, C., Stjernström, O., Svensson, J., Sandström, C., et al. 2018b. Between protocol and reality – Swedish municipal comprehensive planning, *Eur. Plan. Stud.* 26(1): 35–54. DOI: 10.1080/09654313.2017.1365819
- Bjärstig, T., Thellbro, C. 2019. Deltagande planering – underlättar det samråd och utställning av en ny översiktsplan? *PLAN* 73(1-2), 53–56. Föreningen för Samhällsplanering, Stockholm. ISSN 0032-0560.
- Bjärstig, T., Nygaard, V., Riseth, J.Å., Sandström, C. 2020. The institutionalisation of Sámi interest in municipal comprehensive planning: A comparison between Norway and Sweden. *The International Indigenous Policy Journal*, 11(2): 1–24.
- Bjärstig, T., Mancheva, I., Zachrisson, A., Neumann, W., Svensson, J. 2022. Is large-scale wind power a problem, solution, or victim? A frame analysis of the debate in Swedish media. *Energy Research & Social Science* 83, 102337. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629621004291>
- Bolin, K., Hammarlund, K., Mels, T., Westlund, H. 2021. Vindkraftens påverkan på människors intressen. *Vindval rapport* 7013.
- Bubnicki, J. W., Angelstam, P., Mikusiński, G., Svensson, J., Jonsson, B.G. In review. Machine learning and landscape data mining can identify forest biodiversity hotspots. *Journal of Applied Ecology*.
- Bunzel, K., Bovet, J., Thrän, D., Eichhorn, M. 2019. Hidden outlaws in the forest? A legal and spatial analysis of onshore wind energy in Germany. *Energy Research & Social Science* 55:14–25. DOI: 10.1016/j.erss.2019.04.009

- COP21. 2015. Paris agreement, United Nations Framework Convention on Climate Change, Paris, France,
https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
- Dakos, V., Matthews, B., Hendry, A. P., Levine, J., Loeuille, et al. 2019. Ecosystem tipping points in an evolving world. *Nature ecology & evolution*, 3(3): 355–362.
- Darpö, J. 2020. Should locals have a say when it's blowing? The influence of municipalities in permit procedures for windpower installations in Sweden and Norway, *Nordic Environmental Law Journal*. 1: 59–79,
<https://nordiskmiljoratt.se/onewebmedia/Darpo.pdf>
- Dhar, A., Naeth, M.A., Jennings, P.D., El-Din, M.G. 2020. Perspectives on environmental impacts and a land reclamation strategy for solar and wind energy systems. *Science of the total environment*, 718, 134602.
- Diógenes, J.R.F., Claro, J., Rodrigues, J.C, Loureiro, M.V. 2020. Barriers to onshore wind energy implementation: A systematic review. *Energy Research & Social Science* 60: 101337. DOI: 10.1016/j.erss.2019.101337
- Esmail, B.A., Geneletti, D. 2018. Multi-criteria decision analysis for nature conservation: A review of 20 years of applications. *Methods in Ecology and Evolution*, 9 (1): 42–53. DOI:10.1111/2041-210X.12899
- ER 2021. Energimyndigheten. Nationell strategi för en hållbar vindkraftsutbyggnad. Statens energimyndighet (www.energimyndigheten.se). Rapport framtagen i samarbete med Naturvårdsverket. ER 2021:2. ISBN (pdf) 978-91-89184-88-6.
- EU. 2022. European Commission. Proposal for a regulation of the European Parliament and of the council on nature restoration. COM (2022) 304 final.
- Feindt, P.H., Kleinschmit, D. 2011. The BSE crisis in German newspapers: Reframing responsibility, *Science as Culture*. 20(2): 183–208. DOI:10.1080/09505431.2011.563569
- Felber, G., Stoeglehner, G. 2014. Onshore wind energy use in spatial planning – a proposal for resolving conflict with a dynamic safety distance approach. *Energy, Sustainability and Society* 4:22. <http://www.energysustainsoc.com/content/4/1/22>
- Felton, A., Löfroth, T., Angelstam, P., Gustafsson, L., Hjältén, J., et al. 2019. Keeping pace with forestry: Multi-scale conservation in a changing production forest matrix. *Ambio*. DOI:10.1007/s13280-019-01248-0
- Fohringer, C., Rosqvist, G., Inga, N., Singh, N.J. 2021. Reindeer husbandry in peril? – How extractive industries exert multiple pressures on an Arctic pastoral ecosystem. *People and Nature* 3, 872–886. DOI:10.1002/pan3.10234
- Guo, X., Zhang, X., Du, S., Li, C., Siu, Y.L., et al. 2020. The impact of onshore wind power projects on ecological corridors and landscape connectivity in Shanxi, China. *Journal of Cleaner Production* 254. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120075>
- Gustafsson, S., Mignon, I. 2020. Municipalities as intermediaries for the design and local implementation of climate visions, *Eur. Plan. Stud.* 28(6), 1161–1182. DOI:10.1080/09654313.2019.1612327
- Hallan, C., Gonzáles, A. 2020. Adaptive responses to landscape changes from onshore wind energy development in the Republic of Ireland. *Land Use Policy* 97: 104751. DOI:10.1016/j.landusepol.2020.104751

- Hallberg Sramek, I., Bjärstig, T., Nordin, A. 2020. Framing woodland key habitats in Swedish media – How has the framing changed over time? *Scandinavian Journal of Forest Research*. (35)3-4: 198–209. DOI:10.1080/02827581.2020.1761444
- Hedenås, H., Sandström, S., Jougda, L. 2017. Renbruksplan: Manual för fältinventering. Sametinget. Available: <https://www.sametinget.se/113475>
- Herran, D.S., Dai, H., Fujimori, S., Masui, T. 2016. Global assessment of onshore wind power resources considering the distance to urban areas. *Energy Policy* 91: 75–86. DOI:10.1016/j.enpol.2015.12.024
- Horstkotte, T., Moen, J., Lämås, T., Helle, T. 2011. The legacy of logging – Estimating arboreal lichen occurrence in a boreal multiple-use landscape on a two century scale. *PLOS ONE* 6(12). DOI:10.1371/journal.pone.0028779
- Högbom, L., Abbas, D., Armolaitis, K., Baders, E., Futter, M., et al. 2021. Trilemma of Nordic-Baltic forestry – How to implement UN Sustainable Development Goals. *Sustainability* 13, 5643. DOI:10.3390/su13105643
- IPBES. 2018. Summary for policymakers of the assessment report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. R. Scholes, L. Montanarella, A. Brainich, N. Barger, B. ten Brink, M., et al. (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 44 p.
- IRENA. 2019. Bioenergy from boreal forests. Swedish approach to sustainable wood use. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. ISBN 978-92-9260-119-5.
- IRENA. 2021. Wind Energy. International Renewable Energy Agency. <https://irena.org/wind>
- Jefferson, M. 2018. Safeguarding rural landscapes in the new era of energy transition to a low carbon future. *Energy Research & Social Science* 37:191–197. DOI:10.1016/j.erss.2017.10.005
- Jonsson, B.G., Svensson, J., Mikusiński, G., Manton, M., Angelstam, P. 2019. European Union's last intact forest landscape is at a value chain crossroad between multiple use and intensified wood production. *Forests* 10:564. DOI:10.3390/f10070564
- Jonsson, B.G., Angelstam, P., Bubnicki, J., Mikusinski, G., Svensson, J. 2022. Bättre sent än aldrig – indikatorer för skogslandskapets gröna infrastruktur. Naturvårdsverket forskning rapport 7063. ISBN 978-91-620-7063-2.
- Jordabalk 1970:994, uppdaterad till SFS 2020:919.
- Josefsson, T., Hörnberg, G., Östlund, L. 2009. Long-Term Human Impact and Vegetation Changes in a Boreal Forest Reserve: Implications for the Use of Protected Areas as Ecological References. *Ecosystems* 12: 1017-1036. DOI:10.1007/s10021-009-9276-y
- Juerges, N., Arts, B., Masiero, M., Hoogstra-Klein, M., Borges, J.H., et al. 2021. Power analysis as a tool to analyse trade-offs between ecosystem services in forest management: A case study from nine European countries. *Ecosystem services* 49. DOI:10.1016/j.ecoser.2021.101290
- Jönsson, E. 2022. Vindkraftsopinionen i skuggan av ett vindkraftverk. I: Ulrika Andersson, Henrik Oscarsson, Björn Rönnerstrand & Nora Theorin (red) *Du sköra nya värld*. Göteborg: SOM-institutet, Göteborgs universitet.

- Kandy, D. M. 2018. Spatial planning for wind energy development using GIS. A study of Västernorrland County. PhD thesis. KTH. Available: www.kth.se
- Kati, V., Kassara, C., Vrontisi, Z., Moustakas, A. 2021. The biodiversity-wind energy-land use nexus in a global biodiversity hotspot. *Science of the Total Environment* 768:144471. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.144471
- Kivinen, S., Berg, A., Moen, J., Östlund, L., Olofsson, J. 2012. Forest fragmentation and landscape transformation in a reindeer husbandry area in Sweden. *Environmental management (New York)*, vol. 49 (2), pp. 295–304 New York: Springer-Verlag.
- Kløcker Larsen, R., Raitio, K., Sandström, P., Skarin, A., Stinnerbom, M., et al. 2016. Kumulativa effekter av exploateringar på renskötseln – vad behöver göras inom tillståndsprocesser. Naturvårdsverket rapport 6722.
- Liebal, S., Weber, N. 2013. A review of predictors for attitudes towards and acceptance of wind-energy projects. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 184: 225–236.
- Liljenfeldt, J. 2015 Legitimacy and Efficiency in Planning Processes – (How) Does Wind Power Change the Situation? *European Planning Studies* 23(4): 811–827. DOI:10.1080/09654313.2014.979766
- Liljenfeldt, J., Da Silva Soares, J. P. 2020. Developing Community Energy Initiatives: A literature review for the project Local labour market in the energy transition. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1608810/FULLTEXT01.pdf>
- Lundmark, E. 2022. Spatial co-occurrence between wind power and boreal forest-lands with lichen important for reindeer browsing: a landscape analysis. Avancerad nivå, A2E. Umeå: SLU, Institutionen för vilt, fisk och miljö. <https://stud.epsilon.slu.se/17565/>
- Länsstyrelsen i Hallands län. 2011. Vindkraft i Hallands län. Beskrivning av det halländska landskapet ur ett vindkraftsperspektiv. Meddelande 2011:22.
- Mascareño Suarez, D. 2022. Sustainable development of onshore wind power. Integrated Landscape Character Assessment of onshore wind power in southern Sweden. Examensarbete 30 hp. SLU.
- McKenna, R., Pfenninger, S., Heinrichs, H., Schmidt, J., Staffell, I., et al. 2022. High-resolution large-scale onshore wind energy assessments: A review of potential definitions, methodologies and future research needs. *Renewable Energy* 182: 659–684. DOI:10.1016/j.renene.2021.10.027
- Mels, T., Mels, S. 2014. Deltagande analys för vindkraft. Vindval rapport 6625.
- Miljöbalk. 1998. 1998:808, uppdaterad till SFS 2021:1018.
- Msigwa, G., Ighalo, J.O., Yap, P.S. 2022. Considerations on environmental, economic, and energy impacts of wind energy generation: Projections towards sustainability initiatives. *Science of the Total Environment*, 157755.
- Naturvårdsverket. 2019. Nationella Marktäckedata (NMD). Naturvårdsverket. Available at: www.naturvardsverket.se/Samar-miljon/Kartor/Nationella-Marktackedata-NMD. Un-generalized raster, 10 x 10 m. Accessed 2021-06-18.
- Nazir, M. S., Ali, N., Bilal, M., & Iqbal, H. M. (2020). Potential environmental impacts of wind energy development: A global perspective. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 13, 85–90.

- Neumann, W., Svensson, J., Bjärstig, T. In prep. Projected wind power land claim in forestland in Sweden to reach a 100 % clean energy production.
- Nilsson, M., Griggs, D., Visbeck, M. 2016. Map the interactions between Sustainable Development Goals. *Nature* 534: 320–322.
- Nordlund, A., Westin, K. 2011. Forest value and forest management attitudes among private forest owners in Sweden. *Forests* 2: 30–50. DOI:10.3390/f2010030
- Nordström, E.M., Bjärstig, T., Zhang, J. 2020. Mångbruk av skog-om att utveckla skogens mervärden. Future Forest rapportserie nr 5.
- Norstedt, G., Axelsson, A.L., Östlund, L. 2014. Exploring Pre-Colonial Resource Control of Individual Sami Households. *Artic* 67: 223–237. DOI:10.14430/arctic4389
- Northrup, J.M., Wittemyer, G. 2013. Characterising the impacts of emerging energy development on wildlife, with an eye towards mitigation. *Ecology Letters* 16: 112–125. DOI:10.1111/ele.12009
- Oles, T., Hammarlund, K. 2011. The European Landscape Convention, Wind Power and the limits of the Local: Notes from Italy and Sweden. *Landscape Research* 36(4): 471–485. DOI:10.1080/01426397.2011.582942
- Pasqualetti, M.J., Stremke, S. 2018. Energy landscapes in a crowded world: a first typology of origins and expressions. *Energy Res. Social Sci.* 36, pp. 94–105.
- Peri, E., Tal, A. 2020. A sustainable way forward for wind power: Assessing turbines' environmental impacts using holistic GIS analysis. *Applied energy* 279. DOI:10.1016/j.apenergy.2020.115829
- Poggi, F., Firminio, A., Amado, M. 2018. Planning renewable energy in rural areas: Impacts on occupation and land use. *Energy* 155: 630–640. DOI:10.1016/j.energy.2018.05.009
- Ratio, A.-M., Josefsson, T., Axelsson, A.-L., Östlund, L. 2016. People and pines 1555–1910: integrating ecology, history and archaeology to assess long-term resource use in northern Fennoscandia. *Landscape Ecology* 31: 337–349. DOI:10.1007/s10980-015-0246-9
- Ramasar, V., Busch, H., Brandstedt, E., Rudus, K. 2022. When energy justice is contested: A systematic review of a decade of research on Sweden's conflicted energy landscape. *Energy Research & Social Science*, 94, 102862.
- Region Kronoberg. 2020. Integrerad landskapskaraktärsanalys för Kronobergs län. 2019 05 31/rev. 2020 01 21.
- Rennäringslag. 1971. 1971:437, ändrad t.o.m. SFS 2018:364. Näringsdepartementet.
- Rosqvist, G.C., Inga, N., Eriksson, P. 2021. Impact of climate warming on reindeer herding require new land-use strategies. *Ambio*. DOI:10.1007/s13280-021-01655-2
- Rudolph, D., Kirkegaard, J., Lyhne, I., Clausen, N.E., Kørnøv, L. 2017. Spoiled darkness? Sense of place and annoyance over obstruction lights from the world's largest wind turbine test centre in Denmark. *Energy Research and Social Science* 25:80–90. DOI:10.1016/j.erss.2016.12.024

Ryberg, D.S., Tulemat, Z., Stolten, D., Robinius, M. 2020. Uniformly constrained land eligibility for onshore wind power. *Renewable Energy* 146: 921–931.

DOI:10.1016/j.renene.2019.06.127

Rydell, J., Bach, L., Dubourg-Savage, M.J., Green, M., Rodrigues, L., et al. 2010. Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? *European Journal of Wildlife Research* 56:823–827. DOI:10.1007/s10344-010-0444-3

Röstlund, L. 2022. *Skogslandet: En granskning*. Bokförlaget Forum. ISBN 9789137503202.

Saglie, I.L., Inderberg, T.H., Rognstad, H. 2020. What shapes municipalities' perceptions of fairness in windpower developments? *Local Environment* 25(2): 147–161.

DOI:10.1080/13549839.2020.1712342

Sametinget. 2009. Sametingets syn på vindkraft i Sápmi. Antagen av Sametingets plenum 090219 §12. <https://www.sametinget.se/vindkraftpolicy>. Under revidering.

Sandgren, C., Hipkiss, T., Dettki, H., Ecke, F., Hörnfeldt, B. 2014. Habitat use and ranging behaviour of juvenile Golden eagles *Aquila chrysaetos* within natural home ranges in boreal Sweden. *Bird Study* 61:9–16. DOI:10.1080/00063657.2013.857387

Sandström, P., Cory, N., Svensson, J., Hedenas, H., Jougda, L., et al. 2016. On the decline of ground lichen forests in the Swedish boreal landscape: Implications for reindeer husbandry and sustainable forest management. *Ambio*, vol. 45 (4), pp. 415–429 Sweden: Springer.

SCB. 2019. Statistiska centralbyrån. Markanvändningen i Sverige. 7:e utgåvan. ISBN 978-91-618-1660-6.

SCB. 2021. Statiska centralbyrån. Skyddade områden 2020-12-31. Skyddad natur MI 41 2020A01. ISSN 1654-3947.

Siddik, M.A., Zaman, A.M. 2021. Land use and energy nexus. *Journal of Energy-Energija*, 70(3): 8–13.

Siyal, S.H., Mörtberg, U., Mentis, D., Welsch, M., Babelon, I. et al. 2015. Wind energy assessment considering geographic and environmental restrictions in Sweden: A GIS-based approach. *Energy* 83:447–461. DOI:10.1016/j.energy.2015.02.044

Skarin, A., Sandstrom, P., Alam, M. 2018. Out of sight of wind turbines – Reindeer response to wind farms in operation. *Ecology and evolution* 8, 9906–9919.

DOI:10.1002/ece3.4476

Skarin, A., Sandström, P., Brandão Niebuhr, B., Alam, M., Adler, S. 2021. Renar, renskötsel och vindkraft. Vinter- och barmarksbete. Naturvårdsverket. Rapport 7011.

Skogsstyrelsen. 2021. Skogliga grunddata. Accessed September 16, 2021, and September 21, 2021.

Skytt, T., Englund, G., Jonsson, B.G. 2022. Climate mitigation forestry – temporal trade-offs. *Environmental Research Letters*. DOI:10.1088/1748-9326/ac30fa

Solbär, L., Marcianó, P., Pettersson, M. 2019. Land-use planning and designated national interests in Sweden: arctic perspectives on landscape multifunctionality. *Journal of Environmental Planning and Management* 62(12): 2145–2165.

DOI:10.1080/09640568.2018.1535430

- SOU 2021:53. En rättssäker vindkraftsprövning. ISBN (pdf) 978-91-525-0141-2.
- SOU 2023:18. Värdet av vinden. Kompensation, incitament och planering för en hållbart fortsatt utbyggnad av vindkraft. Slutbetänkande. Värdet av vinden – Regeringen.se
- Stober, D., Suskevics, M., Eiter, S., Müller, S., Martinát, S, et al. 2021. What is the quality of participatory renewable energy planning in Europe? A comparative analysis of innovative practices in 25 projects. *Energy Research & Social Science* 71. DOI:10.1016/j.erss.2020.101804
- Stoessel, M., Moen, J., Lindborg, R. 2022. Mapping cumulative pressures on the grazing lands of northern Fennoscandia. *Scientific Reports* 12:10644. DOI:10.1038/s41598-022-20095-w
- Ståhl, G., Allard, A., Esseén, P.-A., Glimskär, A., Ringvall, A., et al. 2011. National Inventory of Landscapes in Sweden (NILS) – Scope, design, and experiences from establishing a multi-scale biodiversity monitoring system. *Ecological Monitoring and Assessment* 173:579–595. DOI:10.1007/s10661-010-1406-7
- Sunak, Y., Madlener, R. 2016. The impact of wind farm visibility on property values: A spatial difference-in-difference analysis. *Energy Economics* 55: 79–91. DOI:10.1016/j.eneco.2015.12.025
- Svensson, J., Andersson, J., Sandström, P., Mikusiński, G., Jonsson, B.G. 2019. Landscape trajectory of natural boreal forest loss as an impediment to green infrastructure. *Conservation Biology* 33(1):152–163. DOI:10.1111/cobi.13148
- Svensson, J., Neumann, W., Zachrisson, A., Bjärstig, T., Thellbro, C. 2020a. National land-use and landscape interests in alpine and boreal landscapes – aspects of conflict, integration and synergy in sustainable landscape approaches. *Sustainability* 12, 5113. DOI: 10.3390/su12125113
- Svensson J., Bubnicki, J.W, Jonsson, B.G., Andersson, J., Mikusiński, G. 2020b. Conservation significance of intact forest landscapes in the Scandinavian mountains green belt. *Landscape Ecology* 35:2113–2131. DOI:10.1007/s10980-020-01088-4
- Svensson, J., Bubnicki, J.W., Angelstam, P., Mikusiński, G., Jonsson, B.G. 2022. Spared, shared and lost – Routes for maintaining the Scandinavian Mountain foothill intact forest landscape. *Regional Environmental Change*. DOI:10.1007/s10113-022-01881-8
- Svensson, J., Mikusiński, G., Bubnicki, J.W., Andersson, J., Jonsson, B.G. 2023. Boreal forest landscape restoration in the face of extensive forest fragmentation and loss. In: *Sustainable forest management of the boreal forest in the face of climate change*. Ed: Montora, M., H. Morin, S. Gauthier & Y. Bergeron. Springer Nature, Switzerland.
- Svensson, J., Neumann, W., Bjärstig, T., Thellbro, C. Accepted. Sub alpine to temperate wind power landscapes in Sweden. *Ecology and Society*.
- Swanwick, C., 2002. *Landscape Character Assessment: Guidance for England and Scotland*. <https://www.nature.scot/sites/default/files/2018-02/Publication%202002%20-%20Landscape%20Character%20Assessment%20guidance%20for%20England%20and%20Scotland.pdf>. Accessed 06/09/2022.

- Szumilas-Kowalczyk, H., Pevzer, N., Giedych, R. 2020. Long-term visual impacts of aging infrastructure: Challenges of decommissioning wind power infrastructure and a survey of administrative strategies. *Renewable Energy* 150: 550–560. DOI:10.1016/j.renene.2019.12.143
- Thaker, M., Zambre, A., Bhosale, H. 2018. Wind farms have cascading impacts on ecosystems across trophic levels. *Nature ecology & evolution*, 2(12), 1854–1858.
- Thellbro, C., Bjärstig, T., Svensson, J., Neuman, W., Zachrisson, A. 2022. Readiness and planning for more wind power: municipalities as key actors implementing national strategies. *Cleaner Energy Systems*. DOI:10.1016/j.cles.2022.100040
- Toke, D. 2005. Explaining wind power planning outcomes: Some findings from a study in England and Wales. *Energy Policy* 33: 1527–1539. DOI:10.1016/j.enpol.2004.01.009
- UN. 2019. Global sustainable development report: The future is now – Science for achieving sustainable development. United Nations, New York, US.
- Vindbrukskollen. The public national wind power database, administered by the Administrative County Boards in Sweden and the Swedish Energy Agency. Available at: Vindbrukskollen (energimyndigheten.se).
- Wolsink, M. 2007. Wind power implementation: the nature of public attitudes: equity and fairness instead of ‘backyard motives’. *Renewable and sustainable energy reviews*, 11(6):1188–1207. DOI:10.1016/j.rser.2005.10.005
- Wretling, V., Gunnarsson-Östling, U., Hörnberg, C., Balfors, B. (2018). Strategic municipal energy planning in Sweden – Examining current energy planning practice and its influence on comprehensive planning. *Energy Policy* 113, 688–700. DOI:10.1016/j.enpol.2017.11.006
- Whyte, K. 2020. Too late for indigenous climate justice: Ecological and relational tipping points. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 11(1), e603.
- Zachrisson, A., Bjärstig, T., Thellbro, C., Neumann, W., Svensson, J. 2021. Participatory comprehensive planning to handle competing land-use priorities in the sparsely populated rural context. *J. Rural Stud.* 88: 1–13. DOI:10.1016/j.jrurstud.2021.09.031
- Zaunbrecher, B.S., Ziefle, M. 2016. Integrating acceptance-relevant factors into wind power planning: A discussion. *Sustainable Cities and Society* 27: 307–314. DOI:10.1016/j.scs.2016.08.018
- Zhang, J., Mårald, E., Bjärstig, T. 2022. The recent resurgence of multiple-use in the Swedish forestry discourse. *Society & Natural Resources*, 35(4): 430–446. DOI:10.1080/08941920.2022.2025550
- Österlin, C., Raitio, K. 2020. Fragmented landscapes and planscapes – The double pressure of increasing natural resource exploitation on indigenous Sámi lands in northern Sweden. *Resources* 9:104. DOI:10.3390/resources9090104
- Östlund, L., Hörnberg, G., DeLuca, T.H., Liedgren, L., Wikström, P., Zackrisson, O., Josefsson, T. 2015. Intensive land use in the Swedish mountains between AD 800 and 1200 led to deforestation and ecosystem transformation with long-lasting effects. *Ambio* 44: 508. DOI:10.1007/s13280-015-0634-z

13. Bilagor

Bilaga 13.1. Sammanställning av datakällor format och datum för nerladdning av digitala kartmaterial som vi använde för att kvantifiera rumsliga fördelningen och överlappen mellan vindkraft, olika markintressen, skyddade områden och annan rumslig data i Sverige.

Kapitel	Data	Datotyp	Källa	Adress	Nerladdat
4–8	Vindkraftverk (uppförda, beviljade, planerade)	Vector (punkt)	Vindbrukskollen	https://vbk.lansstyrelsen.se/en	18 maj 2021a 27 jan 2022b 10 sep 2021c
Riksintressen (Miljöbalken)					
4, 7, 8	Vindbruk, 3:8.	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	24 okt 2019 19 aug 2022e
4, 7, 8	Rennäring 3:5.	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	13 nov 2018a 19 aug 2022e
4, 8	Ämnen och material, 3:7.	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	13 nov 2018a 19 aug 2022e
4, 8	Totalförsvarets anläggningar, 3:9	Vektor (polygon)	Försvaret	https://www.forsvarsmakten.se/en/	14 maj 2020a 19 aug 2022e
<i>Naturvärden</i>					
4, 7, 8	Naturvård, 3:6.	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	13 nov 2018a 19 aug 2022e
4, 7, 8	Natura 2000 Fågeldirektivet, 4:8	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	13 nov 2018a 19 aug 2022e
4, 7, 8	Natura 2000 Art- och habitatdirektivet, 4:8	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	13 nov 2018a 19 aug 2022e
<i>Landskapsvärden</i>					
4, 7, 8	Obrutna fjällområden, 4:5	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	13 nov 2018a 19 aug 2022e
4, 8	Bevarandesvärda kust- och skärgårdsområden, 4:3–4	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	21 maj 2021a 19 aug 2022e
4, 7, 8	Bevarandesvärda älvar och älvsträckor, 4:6.	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	24 okt 2019a 19 aug 2022e

Kapitel	Data	Datotyp	Källa	Adress	Nerladdat
4, 7, 8	Kulturmiljövård, 3:6	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	13 nov 2018a 19 aug 2022e
4, 7, 8	Friluftsliv, 3:6	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	13 nov 2018a 19 aug 2022de
4, 8	Rörligt friluftsliv och turism, 4:2	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	13 nov 2018a 19 aug 2022e
Skyddade områden					
4, 7	Nationalpark, 7	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	10 apr 2019
4, 7	Naturresevat, 7	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	10 apr 2019
4, 7	Biotopskyddsområden, 7	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket Skogsstyrelsen	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/ https://www.skogsstyrelsen.se/en/	10 okt 2019 06 jul 2021
4, 7	Djur- och växtskyddsområden, 7	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	27 aug 2019
4, 7	Naturvårdsområden, 7	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	27 aug 2019
4, 7	Naturvårdsavtal, Jordabalken	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket Skogsstyrelsen	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/ https://www.skogsstyrelsen.se/en/	28 aug 2019 06 jul 2021
4, 7	Naturminnen, 7	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	10 apr 2019
4, 7	Kulturresevat, 7	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	10 apr 2019
Annat					
4–6	Nationella Marktäckekarta	Raster (10 x 10 m)	Naturvårdsverket	https://www.naturvardsverket.se/en/services-and-permits/maps-and-map-services/national-land-cover-database/	18 jun 2021a,b 10 sep 2021c 19 aug 2022e
5	Tilläggskartan produktivitet	Raster (10 x 10 m)	Naturvårdsverket	https://www.naturvardsverket.se/en/services-and-permits/maps-and-map-services/national-land-cover-database/	01 apr 2019
4–6	Fjällnära skogsgränsen	Vektor (polygon)	Skogsstyrelsen	https://www.skogsstyrelsen.se	10 jun 2020a,b 21 sep 2021c

Kapitel	Data	Datotyp	Källa	Adress	Nerladdat
5	Skogar med höga naturvärden	Raster (100 m x 100 m)	Mikusinski m.fl. 2021	Mikusinski m.fl. 2022	13 jan 2022
6	Marklav kartan	Raster (10 x 10 m)	Adler m.fl. 2021	Adler m.fl. 2021	10 sep 2021
4, 5, 8	Markägare	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket	https://www.naturvardsverket.se/en	10 jun 2020
4, 6	Potentiella boreala kontinuitetsskog	Raster (10 x 10 m)	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	10 apr 2019
5, 6	Skogliga värdekärnor	Vektor (polygon)	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	21 nov 2018
6	Skogliga grunddata, grundtyvägd medelhöjd	Raster (12,5 x 12,5 m)	Skogsstyrelsen	https://www.skogsstyrelsen.se/en/	16 sep 2021
7	Nyckelbiotoper	Vektor	Skogsstyrelsen	https://www.geodata.se/geodataportalen/GetMetaDataByld?ID=826540b3-0f0b-4864-9d3f-7d4e1771c70c	d
7	Naturtyper och biotoper: Våtmarksinventeringen	Vektor	Naturvårdsverket	https://metadatakatalogen.naturvardsverket.se/metadatakatalogen/GetMetaDataByld?id=9B0E1F98-B945-492F-81B9-9701D3907E76	d
7	Vägar	Vektor	Trafikverket	https://bransch.trafikverket.se/	d
7	Järnväg	Vektor	Trafikverket	https://bransch.trafikverket.se/	d
7	Vattenkraftstationer	Vektor	Energimyndigheten	https://www.energimyndigheten.se/	d
7	Kraftledningar	Vektor	Energimyndigheten	https://www.energimyndigheten.se/	d
7	Tätorter	Vektor	Statistiska Centralbyrån	https://www.scb.se/vara-tjanster/oppna-data/oppna-geodata/tatorter/	d
7	Befolkningsstäthet	Vektor	Statistiska Centralbyrån	https://www.scb.se/vara-tjanster/oppna-data/oppna-geodata/statistik-pa-rutor/	d
7, 8	Höjdkarta	Raster (50 x 50 m)	Lantmäteriet	https://www.lantmateriet.se/	19 aug 2022e
7, 8	Vindhastighet	Vektor Raster	Lantmäteriet New European Wind Atlas	https://www.lantmateriet.se/ https://map.neweuropeanwindatlas.eu/about	19 aug 2022e
8	Electric Grid data	Vektor	Naturvårdsverket	https://miljodataportalen.naturvardsverket.se/miljodataportalen/	19 aug 2022e
8	LCA för vindkraftsetablering i Halland	Textfil.pdf	Länsstyrelsen Halland	https://www.lansstyrelsen.se/halland.html	06 sep 2022
8	ILCA för Kronoberg	Textil.pdf	Länsstyrelsen Kronoberg	https://www.lansstyrelsen.se/kronoberg.html	06 sep 2022

^a Vindkraft i svenska landskap (kap 4), ^b Vindbruk och skogsbruk i skog och skogslandskap (kap 5), ^c Vindkraft i renarnas landskap (kap 6), ^d Lämpliga och ej lämpliga områden i norra Sverige (kap 7), ^e Kommunal och regional planering i södra Sverige (kap 8).

Rapporten uttrycker nödvändigtvis inte Naturvårdsverkets ställningstagande. Författaren svarar själv för innehållet och anges vid referens till rapporten.

Hållbar landbaserad vindkraft – synergi, integration och konflikt

Slutrapport

Rapporten belyser vindkraft idag och i framtidsscenarier för en storskalig utbyggnad. Utgångspunkt är markanspråk, i nutid och enligt Energimyndigheten och Naturvårdsverkets nationella strategi för hållbar vindkraftutbyggnad. Rapporten innehåller sju delstudier med resultat på nationell nivå för olika regioner, landsdelar, län och kommuner samt renskötselområdet och samebyar. Resultaten tolkas i förhållande till konfliktrisker samt till integrations- och synergi-möjligheter när vindkraft tar en allt större plats i landskapen.

Forskarna har analyserat markslag, riksintressen, formellt skyddade områden och markägande. Landbaserad vindkraft byggs mest på skogsmark, ägd av privata skogsbolag med andra markslag och ägarförhållanden som ökar i närområdet. I skog ser forskarna möjligheter till integration, med vindbruk som en del i skogens mångbruk. Utbyggnaden av vindkraft skapar ett incitament för en strategisk och operativ landskapsplanering i Sverige, vilket det finns ett stort behov av.

För vindkraften bör lokala förutsättningar underbygga regionala och nationella utbyggnadsramar. För detta behöver den kommunala kapaciteten stärkas. Däremot kan riksintressen, i nuvarande form, inte fylla funktionen som planeringsverktyg.

I rapporten ingår även en medieanalys om hur debatten om vindkraft i media har kommit att involvera allt fler aktörer och blivit alltmer komplex.

