

# Vindkraft i Skåne

Orättvis fördelning på den skånska landsbygden?

Jakob Cederblad

Lunds universitet

VT 2021



**SGEL 36**

**Examensarbete inom Kandidatprogrammet i samhällsplanering**

**Institutionen för kulturgeografi och ekonomisk geografi**

Handledare: Mikhail Martynovich

## **Abstract**

The Swedish government has a regional goal to become free of fossil fuel and to only use renewable energy sources in their energy production before the year 2040, they identify wind power as the main key to achieve their national wide goal. Wind farm planning however does not always produce a friction free development process and the question of who must live close to these wind farms arise. The aim of this thesis is to answer the question of how to locate wind farms in an objective manner according to the technological, legislative and security aspects of the wind farms localisation. This is utilized by performing an multicriteria analysis over potential wind farm locations in Skåne. The result of the multicriteria analysis shows a very limited amount of potential space for wind farm locations. Further the thesis investigates statistical differences between the population composition of people living next to wind farms in relation to the population composition of people not living next to wind farms. The results of the analysis in the thesis indicates that people who live in close proximation to wind farms, generally has a lower income standard, are currently unemployed and are more commonly born outside of Europe.

## **Keywords**

wind farm planning, multicriteria analysis, social injustice, wind farm distribution, energy policy.

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>INLEDNING .....</b>	<b>5</b>
1.1	BAKGRUND .....	6
1.2	SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNING .....	8
1.3	AVGRÄNSNING .....	9
<b>2</b>	<b>TEORI.....</b>	<b>10</b>
2.1	OPTIMAL LOKALISERING AV VINDKRAFTVERK .....	10
2.2	KRITERIER FÖR VINDKRAFTVERK.....	11
2.2.1	<i>Vindstyrka.....</i>	<i>11</i>
2.2.2	<i>Avstånd till närliggande infrastruktur .....</i>	<i>11</i>
2.2.3	<i>Avstånd till bebyggelse.....</i>	<i>12</i>
2.2.4	<i>Exkluderade områden.....</i>	<i>13</i>
2.2.5	<i>Lutning.....</i>	<i>13</i>
2.2.6	<i>Sammanfattning kriterier .....</i>	<i>14</i>
2.3	KONSEKVENSER AV VINDKRAFTVERK.....	14
2.4	PROBLEMATISERING AV PLATSVAL FÖR NYA VINDKRAFTVERK .....	15
<b>3</b>	<b>MATERIAL.....</b>	<b>18</b>
3.1	MATERIALKÄLLOR .....	18
3.2	MATERIALÖVERSIKT.....	19
3.3	PROBLEMATISERING AV DATA .....	22
<b>4</b>	<b>METOD .....</b>	<b>24</b>
4.1	MULTIKRITERIEANALYS.....	24
4.1.1	<i>Booleska operationer.....</i>	<i>25</i>
4.1.2	<i>Oskarp logik.....</i>	<i>25</i>
4.1.3	<i>Alternativ till multikriterieanalys.....</i>	<i>26</i>
4.2	UTFÖRANDE AV MULTIKRITERIEANALYS.....	26
4.2.1	<i>Exkluderade områden.....</i>	<i>27</i>
4.2.1.1	<i>Vattenområde .....</i>	<i>27</i>
4.2.1.2	<i>Militärområden .....</i>	<i>27</i>
4.2.1.3	<i>Naturresevat .....</i>	<i>28</i>
4.2.1.4	<i>Sammanvägning exkluderade områden.....</i>	<i>28</i>
4.2.2	<i>Lämpligaste områdena.....</i>	<i>28</i>
4.2.2.1	<i>Vindstyrka .....</i>	<i>29</i>
4.2.2.2	<i>Bebyggelse .....</i>	<i>29</i>

4.2.2.3	Vägar och Järnvägar .....	30
4.2.2.4	flygområden .....	30
4.2.3	<i>Sammanvägning multikriterieanalys</i> .....	30
4.2.4	<i>Sammanfattning kriterier</i> .....	31
4.3	STATISTISK ANALYS .....	32
4.3.1	Z-Test .....	32
4.3.2	Stickprov .....	33
4.3.3	Buffertanalys .....	33
4.4	UTFÖRANDE AV STATISTISK ANALYS .....	34
4.4.1	Identifiering av populationer .....	35
4.4.2	Analys av population .....	39
<b>5</b>	<b>RESULTAT OCH ANALYS</b> .....	<b>42</b>
5.1	OPTIMALA LOKALISERINGAR .....	42
5.1.1	Exkluderade områden - Vattenområden i Skåne .....	42
5.1.2	Exkluderade områden - Militärområden i Skåne .....	42
5.1.3	Exkluderade områden - Naturresevat i Skåne .....	42
5.1.4	Optimala lokaliseringar enligt kriteriet för vindstyrka .....	43
5.1.5	Optimala lokaliseringar enligt kriteriet för bebyggelse .....	43
5.1.6	Optimala lokaliseringar enligt kriteriet för vägar .....	43
5.1.7	Optimala lokaliseringar enligt kriteriet för järnvägar .....	44
5.1.8	Optimala lokaliseringar enligt kriteriet för flygområden .....	44
5.2	OPTIMAL LOKALISERING FÖR VINDKRAFTVERK I SKÅNE .....	49
5.3	STATISTISK ANALYS .....	51
<b>6</b>	<b>DISKUSSION</b> .....	<b>55</b>
<b>7</b>	<b>SLUTSATS</b> .....	<b>59</b>
<b>8</b>	<b>REFERENSER</b> .....	<b>60</b>

## Figurförteckning.

<b>FIGUR 1.1</b> REFERENSKARTA ÖVER VINDKRAFTVERK I SKÅNE 2021.....	7
<b>FIGUR 4.1</b> BUFFERTANALYS INOM EN RADIE AV 3 000 METER TILL ETT VINDKRAFTVERK I SKÅNE. ....	37
<b>FIGUR 4.2</b> ETT EXEMPEL PÅ EXTRAHERING AV BEFOLKNINGSRUTOR VIA BUFFERTZONER. ....	37
<b>FIGUR 4.3</b> BEFOLKNINGSRUTOR SOM LIGGER INOM RESPEKTIVE ÖVER 3 000 METER TILL ETT VINDKRAFTVERK. ....	38
<b>FIGUR 5.1</b> EXKLUDERADE OMRÅDEN ENLIGT KRITERIET FÖR VATTENOMRÅDEN. ....	45
<b>FIGUR 5.2</b> EXKLUDERADE OMRÅDEN ENLIGT KRITERIET FÖR MILITÄROMRÅDEN. ....	45
<b>FIGUR 5.3</b> EXKLUDERADE OMRÅDEN ENLIGT KRITERIET FÖR NATURRESERVAT. ....	46
<b>FIGUR 5.4</b> OPTIMAL LOKALISERING ENLIGT KRITERIET FÖR VINDSTYRKA. ....	46
<b>FIGUR 5.5</b> OPTIMAL LOKALISERING ENLIGT KRITERIET FÖR BEBYGGELSE. ....	47
<b>FIGUR 5.6</b> OPTIMAL LOKALISERING ENLIGT KRITERIET FÖR VÄGAR. ....	47
<b>FIGUR 5.7</b> OPTIMAL LOKALISERING ENLIGT KRITERIET FÖR JÄRNVÄGAR.....	48
<b>FIGUR 5.8</b> OPTIMAL LOKALISERING ENLIGT KRITERIET FÖR FLYGOMRÅDEN. ....	48
<b>FIGUR 5.9</b> MULTIKRITERIEANALYS AV OPTIMALA LOKALISERINGAR FÖR VINDKRAFTVERK I SKÅNE ENLIGT DE FYSISKA FÖRUTSÄTTNINGARNA.....	50

## Tabellförteckning.

<b>TABELL 2.1</b> TYP AV KRITERIUM FÖR OPTIMAL LOKALISERING AV VINDKRAFTVERK ENLIGT DE FYSISKA FÖRHÅLLANDENA. ....	14
<b>TABELL 3.1</b> BESKRIVNING AV INSAMLAT MATERIAL.....	21
<b>TABELL 4.1</b> KRITERIUM FÖR MULTIKRITERIEANALYS.....	31
<b>TABELL 4.2</b> ANVÄNT MATERIAL TILL STATISTISK ANALYS OCH DESS ATTRIBUT. ....	35
<b>TABELL 4.3</b> STICKPROV FÖR POPULATIONENS BEFOLKNINGSSAMMANSÄTTNING. ....	40
<b>TABELL 5.1</b> ANDEL OCH DIFFERENS FÖR BEFOLKNINGSSTRUKTURER INOM 3000M RESPEKTIVE ÖVER 3000M FRÅN NÄRMSTA VINDKRAFTVERK.....	52
<b>TABELL 5.2</b> SIGNIFIKANTA SKILLNADER I BEFOLKNINGSSAMMANSÄTTNINGEN MELLAN DE SOM BOR I NÄRHETEN TILL VINDKRAFTVERK RESPEKTIVE DE SOM BOR LÄNGRE IFRÅN VINDKRAFTVERK. ....	53

# 1 Inledning

Sverige har som övergripande mål för energipolitiken att riket endast skall producera förnybar el innan år 2040, syftet med energipolitiken är enligt regeringen att *”skapa villkoren för en effektiv och hållbar energianvändning och en kostnadseffektiv svensk energiförsörjning”* (Regeringskansliet, 2015). Att konkret uppnå regeringens mål är en mycket stor utmaning för alla delar av samhället, energiförbrukningen har legat på en relativt jämn nivå sedan 1988 och energiförbrukningen förväntas även att öka med 60% fram till år 2045 (Svenskt näringsliv, 2019). En ökad energikonsumtion ställer då i stället ännu högre krav på samhället med avseende på målet om att endast producera förnybar energi innan år 2040. Kärnkraft som inte är en förnybar energikälla stod 2019 för 39% av Sveriges elproduktion (SCB, 2021). Elproduktionen från kärnkraft måste därför ersättas med andra energikällor samtidigt som nya energikällor även måste producera mer energi för att uppnå energipolitikens mål.

Vindkraft anses av regeringen som en central del i att uppnå energipolitikens mål (Regeringskansliet, 2020). Det är emellertid viktigt att understryka att en utbyggnad av vindkraftverk inte alltid inträffar friktionsfritt och riskerar att skapa splittring i samhället (Tersmeden, 2019). Negativa konsekvenser av att bo nära vindkraftverk som buller, bländande ljus och konstant rörelse av rotorblad är exempel på konsekvenser som frekvent lyfts fram av motståndare till vindkraftverk (Pedersen, Hallberg och Wayne, 2007). Var vindkraftverken ska placeras är därför en mycket komplex fråga, konsekvenserna av vindkraftverken påverkar endast närboende i området samtidigt som hela samhället får ta del av alla fördelarna. Det är därför viktigt att undersöka eventuella socio-ekonomiska skillnader i utbyggnaden av vindkraftverk då lokaliseringen av vindkraftverken inte ska vara en klassfråga.

## 1.1 Bakgrund

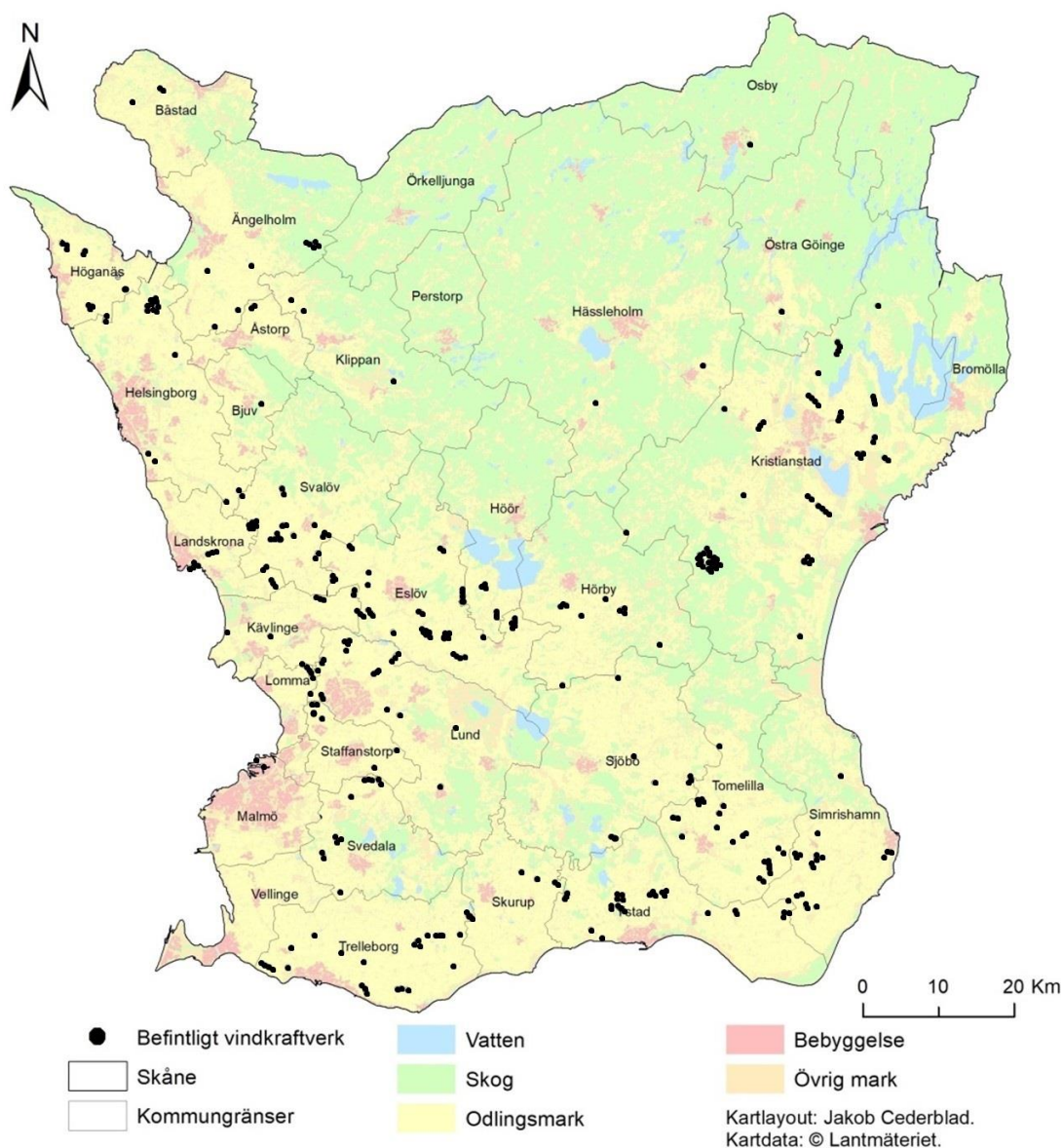
Användandet av fossila bränslen och mänsklig påverkan på miljön i världen för med sig stora konsekvenser för klimatet, mänsklig aktivitet har orsakat en uppvärmning av jorden på uppskattningsvis 1,0°C (IPCC, 2018). Den globala uppvärmningen skapar problem både för planeten och befolkningen i framtiden. Resurser som vind, vatten och solkraft är alternativ till förnybara energikällor, dessa energikällor är dessutom ett renare alternativ som inte har lika stor påverkan på miljön (ibid.). Regeringen anser att just vindkraft är en central del för ett samhälle utan förbrukning av icke förnybara och fossila energikällor, vilket regeringen således ser som ett steg mot en mer hållbar utveckling (Regeringskansliet, 2020). Dincer och Rosen (2004) menar att grön energi är ett viktigt element i strävan för hållbar utveckling, men för att nå full hållbar utveckling över en längre tid måste alla sociala-, ekonomiska-, miljömässiga- och teknologiska aspekter av hållbar utveckling uppfyllas.

Vattenkraft stod för 39% av elproduktionen i Sverige 2019, medan vindkraft stod för 12% under samma period (Energimyndigheten, 2020). I Länsstyrelsen Skånes rapport (2018) om en vision för ett klimatneutralt Skåne, anser länsstyrelsen att vindkraft har störst potential som förnybar energikälla i relation till de skånska förutsättningarna. Vattenkraft och solkraft utgör endast en småskalig elproduktion, vattenkraft anses dessutom redan ha uppfyllt sin realiserbara potential (ibid). Informationen om elproduktion från vattenkraft i Skåne är sekretesskyddat och är därför okänd för allmänheten (SCB, 2021).

I slutet av 2020 hade Skåne 434 registrerade vindkraftverk som tillsammans producerade 1 723 GWh el årligen (Energimyndigheten, 2021). Kraftvärmeverk stod för 1 134 GWh av energiproduktionen i Skåne, medan övrig värmekraft stod för runt 1 GWh (SCB, 2021). År 2015 var drygt 80% av elproduktionen i Skåne producerad från förnybara källor, vilket innebär att runt 20% av Skånes elproduktion skulle behöva ersättas med fossilmfria och förnybara energikällor (Länsstyrelsen Skåne, 2018). Skåne importerade dock även el, eftersom regionen använde över 12 TWh el under 2015 men endast producerade motsvarande 3.4 TWh. Uppskattningsvis kom endast 60% av den importerade elen från förnybara källor (ibid.). För att uppnå ett klimatneutralt och

självförsörjande Skåne måste därför många fler vindkraftverk etableras om det är vindkraft som skall vara vägen till en fossilfri och förnybar energiproduktion.

Lokaliseringen av vindkraftverken är distribuerade över stora delar av Skåne, det finns även ett antal kommuner som Örkejlunga, Perstorp, Bromölla, Vellinge och Burlöv som helt saknar registrerade vindkraftverk. Flest vindkraftverk kan identifieras i de sydöstra och sydvästra delarna av Skåne, längst hela västkusten samt Kristianstad och Hörby. Minst antal vindkraftverk finns i de norra delarna av Skåne, främst i de nordöstra delarna. Där det är Hässleholm, Östra Göinge och Osby som har ett förhållandevis lågt antal vindkraftverk sett till kommunernas yta (se Fig. 1.1).



Figur 1.1 Referenskarta över vindkraftverk i Skåne 2021.



## 1.2 Syfte och frågeställning

Om vindkraft skall vara vägen till fossilfri och förnybar energi så borde det finnas en objektiv metod för att kunna finna de optimala lokaliseringarna, för att dessa lokaliseringar ska framställas så objektivt som möjligt behöver ett flertal kriterier framställas och analyseras. För att uppnå en hållbar utveckling för samhället kan det inte heller vara befolkningssammansättningen i området som påverkar lokaliseringen av vindkraftverken. Befolkningen som bor runt vindkraftverken påverkas negativt av de konsekvenser som vindkraftverken orsakar, vilket i sin tur riskerar att skapa osämja och missnöje för de som bor där. Vidare riskerar marknadsvärdet på fastigheterna att minska med nyetablerade eller planerade vindkraftverk i området, vilket kan resultera i att de med en ekonomisk trygghet kan välja att flytta därifrån medan andra i en mer utsatt ekonomisk situation kanske inte har råd att flytta. Att lokalisera optimala fysiska områden för etablering av vindkraftverk är därför endast en del av processen. Lokaliseringarna av vindkraftverk riskerar att inte endast handla om optimala fysiska förhållanden, det kan misstänkas att lokalisering ibland sker därför att det inte möter motstånd på vissa platser.

Syftet med studien är därför att hitta optimala lokaliseringar för vindkraftverk med avseende till de fysiska förhållandena i området. Samt att undersöka potentiella skillnader i befolkningssammansättningen som bor i närheten respektive längre ifrån befintliga vindkraftverk.

För att uppnå syftet med studien så undersöks följande frågor.

1. Vilka är de optimala lokaliseringarna av vindkraft i Skåne enligt de fysiska förhållandena?
2. Finns det socio-ekonomiska skillnader i befolkningssammansättningen som bor i närheten av befintliga vindkraftverk i Skåne jämfört med de som bor långt ifrån?

### 1.3 Avgränsning

Målet att uppnå hundra procent förnybar energiproduktion i Sverige är ett nationellt mål och därav skulle det vara av intresse att undersöka alla län. Studien är avgränsad till Skåne län men syftar till att praktiskt kunna tillämpas på samma sätt i hela Sverige. Skåne län har valts som områdesgräns för studien då det krävs en stor mängd data för att analysera frågeställningarna, genom att välja ut ett län går det att djupare granska den stora mängden data. Avgränsningen i studien exkluderar helt vindkraftverk från alla vattenområden, då vindkraftverk i samband med vatten har andra ekonomiska, sociala och ekologiska förutsättningar. Vidare är metoden i studien är framtagen för jämförelser av vindkraftverk på land, andra avvägningar hade behövts göras i förhållanden mellan vindkraftverk lokaliserade på land jämfört med vindkraftverk lokaliserade i vattenområden.

Analysen mellan befolkningssammansättningen i relation till närheten av befintliga vindkraftverk, syftar till att undersöka ifall det går att påvisa några statistiskt säkerställda skillnader mellan socio-ekonomiska faktorer och lokaliseringen av vindkraftverken. Det är därför viktigt att poängtera att studien endast undersöker eventuella socio-ekonomiska skillnader i befolkningssammansättningen mellan de som bor i närheten av vindkraftverken respektive de som bor längre ifrån. Studien syftar därför inte att undersöka hur eller varför eventuella socio-ekonomiska skillnader påverkar lokaliseringen och besvarar således inte på något sätt hur eventuella skillnader har uppstått.

## 2 Teori

Kapitel 2 redogör för det ramverk studien utgår ifrån. Först presenteras information om optimala fysiska förhållanden för lokalisering av vindkraftverk, samt hur lokaliseringar av vindkraftverk kan lokaliseras med en så objektiv metod som möjligt. Det handlar då om teknologiska aspekter, säkerhet och regleringar kring vindkraft. Vidare kommer problematiseringar av platsvalet för vindkraftverk att behandlas, hur de som bor i närheten av vindkraftverk påverkas och varför människor generellt inte vill bo nära vindkraftverk. Slutligen kommer de socio-ekonomiska skillnaderna som potentiellt kan uppstå vid lokaliseringar av vindkraftverk att presenteras, hur befolknings-sammansättningen i området kan påverkas av vindkraftverken och vem i samhället som riskerar att bli utsatta för de lokala konsekvenserna runt vindkraftverken.

### 2.1 Optimal lokalisering av vindkraftverk

För att hitta den optimala lokaliseringen av vindkraftverk enligt de fysiska förhållandena måste tre olika typer av faktorer tas i beaktning. Faktorerna bygger på vilka teknologiska förutsättningar platsen och vindkraftverken har, till exempel hur mycket det blåser i området. De teknologiska faktorerna behöver inte uppfyllas optimalt för att vindkraftverket ändå ska kunna etableras i området och fortfarande fungera tillräckligt tillfredsställande, de teknologiska faktorerna främjar främst vindkraftverkens maximala kapacitet. Det finns även legislativa regler som lokaliseringen måste ta hänsyn till, vilken lagstiftning som finns för etableringen av vindkraftverk spelar stor roll och kan helt exkludera områden. De säkerhetsmässiga faktorerna runt vindkraftverket måste också beaktas, för att finna optimala lokaliseringar måste säkerheten runt vindkraftverken vägas in i analysen. Även ifall lokaliseringen i sig är i enighet med de legislativa reglerna kan det finnas potentiella säkerhetsrisker, det optimala är därför att minimera riskerna så mycket som möjligt.

I en studie identifierar Siyal et al. (2015) vindkraftverkens optimala lokalisering utifrån geografiska och miljömässiga restriktioner i Sverige från ett geografiskt informationssystemers perspektiv. Studien utgår från två olika scenarier av restriktioner i samband med platsval för vindkraftverk och syftar till att hjälpa till med att hitta

riktlinjer och restriktioner för optimala lokaliseringar för vindkraftverken. Studien utgår främst ifrån de teknologiska, legislativa och säkerhetsmässiga faktorerna men tar även hänsyn till biodiversitet och ekologiska aspekter. Studien framställer en storskalig metod för kriterier till att lokalisera vindkraftverk på land vilket hjälper studien att framställa optimala kriterier för multikriterieanalysen (Siyal et al., 2015).

## **2.2 Kriterier för vindkraftverk**

I avsnitt 2.2 kommer kriterier för platsval av vindkraftverk att behandlas, kriterierna bygger på olika teorier om vindkraftverkens optimala kapacitet, säkerhet, riktlinjer och regleringar som i kombination med varandra kommer att ligga som underlag för multikriterieanalysen. Syftet med multikriterieanalysen är att framställa en objektiv modell för lokalisering av vindkraftverk. Kriterierna sammanfattas slutligen i vilken typ av kriterium det handlar om; teknologiskt, legislativt eller säkerhetsmässigt kriterium i samband med lokaliseringen av vindkraftverk (se Tabell 2.1) Hur multikriterieanalysen går till beskrivs i avsnitt 4.2.

### **2.2.1 Vindstyrka**

För att vindkraftverken enligt Boverket (2009) ska utvinna energi krävs en vindhastighet som ligger någonstans mellan 4m/s till 25m/s. Blåser det under 4m/s produceras inte tillräckligt med energi för att driva vindkraftverket och vindkraftverket skapar därför således ingen energi. Blåser det med en vindhastighet på över 25m/s släpper vindkraftverket förbi vinden för att inte riskera att överbelasta vindkraftverket och skapar då heller ingen energi. För att uppnå vindkraftverkets maximala effekt under de mest optimala vindförhållandena ska vindstyrkan ligga mellan 12m/s och 14m/s.

### **2.2.2 Avstånd till närliggande infrastruktur**

Siyal et al. (2015) föreslår ett avstånd till större vägar och järnvägar på minst 200 meter som ett rent säkerhetsavstånd till vindkraftverken. Medan Boverket (2009) menar att vindkraftverken, enligt miljöbalken, inte ska placeras där vindkraftverken får en negativ påverkan på trafiksäkerheten och att avståndet ska till allmän väg ska vara totalhöjden av vindkraftverket. Vidare skriver Boverket (2009) att väglagen säger minst 50 meter

från allmänna vägar och järnvägar men som skall användas som en riktlinje, avståndet till allmänna vägar och järnvägar ska i stället analyseras ur varje enskilt fall. Sarlak och Sørensen (2016) analyserade kastavstånden för ett havererande vindkraftverk för att beräkna ett teoretiskt säkerhetsavstånd, de kom fram till i extremfall, med maximal vindhastighet, kan projektiler från vindkraftverket färdas 2 000 meter enligt deras modell. Siyal et al. (2015) menar att det minst behövs ett säkerhetsavstånd på 2 500 meter till närmsta flygområde, men menar även att ifall avståndet till flygområdet är inom 55 000 meter behövs en närmare konsultation vid lokaliseringen av vindkraftverket.

Vindkraftverket beräknas därför placeras minst 200 meter från större vägar och järnvägar men ju längre bort desto bättre för att uppnå en högre säkerhetsdistans. Är platsvalet längre bort än extremfallet från Sarlak och Sørensen (2016) modell, anses inte längre avstånd vara någon faktor och platsen anses vara fullt lämpligt. För avstånd till flygområden behövs minst ett avstånd på 2 500 meter men ju längre bort desto bättre, när avståndet är över 55 000 meter anses läget vara fullt optimalt.

### **2.2.3 Avstånd till bebyggelse**

Miljödomstolen har tidigare dömt att 400 meter till närmsta bostadshus anses vara ett minimiavstånd för ett vindkraftverk, minimiavstånd ska användas mer som en riktlinje än som en direkt regel, enskilda bedömningar skall göras för varje individuellt fall Boverket (2009). Siyal et al. (2015) menar att vindkraftverken skall ha en restriktion på minst 500 meter till närmsta bostadshus, vilket anses vara samma avstånd som projektilernas maximala färdavstånd. Sarlak och Sørensen (2016) menar i stället enligt sin modell att i extrema fall kan projektiler färdas 2 000 meter innan de når marken, vilket är 1 500 meter längre än vad Siyal et al. (2015) menar att projektilerna kan färdas.

En multikriterieanalys som tar hänsyn till olika individuella fall skulle vara väldigt komplex och kräva enormt mycket arbete, enskilda fall kommer ändå även i de mest komplexa modeller behöva bedömas individuellt. Avståndet till bostäder och byggnader i multikriterieanalysen kommer därför att vara minimum 400 meter i enighet med Miljödomstolens domar, som regel står fortfarande att ju längre bort desto bättre. Skulle

avståndet till platsvalet däremot vara över 2 000 meter ifrån något av objekten anses inte längre avståndet vara en faktor. Platsen skulle därefter anses vara fullt lämplig oavsett avstånd till bostäder och byggnader.

#### **2.2.4 Exkluderade områden**

Studien exkluderar alla vattenområden som sjöar, hav och vattendrag. Strandskyddet sträcker sig generellt 100 meter, i vissa områden kan dock strandskyddet sträcka sig upp till 300 meter. Etablering av vindkraftverk kan i särskilda skäl beviljas men bör placeras utanför strandskyddet (Boverket, 2009). Multikriterieanalysen utgår därför från att platsvalet ska ske minst 100 meter från närmsta vattenområde. Siyal et al. (2015) identifierar restriktioner för militärområde, militärområden kommer att vara exkluderade ur studien då de inte lämpar sig som platsval för vindkraftverk. Naturreservat och natura 2000-områden exkluderas även från platsvalet, särskilda skäl behövs för att etablera vindkraftverk inom respektive område och bör undvikas. Vindkraftverken kan påverka naturmiljön i området vilket är i direkt överträdelse av regleringen i områdena (Boverket, 2009).

#### **2.2.5 Lutning**

Lutningar på över 15° bör exkluderas, vindkraftverk lokaliserade på områden med för hög lutning kan medföra en högre turbulens och risk för starkare vindflöde, som i sin tur påverkar vindkraftverkets kapacitet negativt (Siyal et al., 2015). Van Haaren och Fthenakis (2011) studie exkluderar platser med lutningar över 10° efter rapporter om att privata aktörer har svårt att bygga vindkraftverken på lutningar över 10°. Deras studie har utgångspunkt i delstaten New York som har mycket större variation på lutningar än den skånska landsbygden. För att inte exkludera områden på grund utav att det är endast är svårare att bygga där men att området annars kan anses vara fullt lämpligt väljs kriteriet av lutning att inte vägas in i multikriterieanalysen för denna studie.

## 2.2.6 Sammanfattning kriterier

I tabell 2.1 sammanfattas de typer av kriterier som identifierats för den optimala lokaliseringen av vindkraftverk enligt de fysiska förhållandena, de är indelade i teknologiska, legislativa och säkerhetsmässiga aspekter.

Tabell 2.1 Typ av kriterium för optimal lokalisering av vindkraftverk enligt de fysiska förhållandena.

Kriterium	Typ av kriterium
Vindstyrka på 4 till 25m/s	Teknologiskt kriterium
Maxlutning 10 till 15°	Teknologiskt kriterium
Minst 50 meter från vägar	Legislativt kriterium
Minst 50 meter från järnvägar	Legislativt kriterium
Minst 200 meter från vägar	Säkerhetsmässigt kriterium
Minst 200 meter från järnvägar	Säkerhetsmässigt kriterium
Minst 2500 meter från flygområden	Säkerhetsmässigt kriterium
Minst 400 meter från bostadshus	Legislativt kriterium
Minst 2000 meter från bostadshus	Säkerhetsmässigt kriterium
Strandskydd minst 100 meter	Legislativt kriterium
Lokalisering utanför militärområde	Legislativt kriterium
Lokalisering utanför naturreservat	Legislativt kriterium

## 2.3 Konsekvenser av vindkraftverk

Att identifiera optimala lokaliseringar för vindkraftverk är endast ett steg på vägen mot en hållbar utveckling av vindkraftverk, det finns fler nyanser av problematiken när det gäller lokaliseringen av vindkraftverk som måste vägas in. I praktiken kan det vara lätt att hitta en relativt objektiv lösning för var vindkraftverk skall lokaliseras, men i verkligheten kan det möta mycket opposition. Det är viktigt att förstå varför befolkningen i så fall väljer att motsätta sig etableringar av vindkraftverk i närheten av var de bor. För att förstå oppositionen måste det finnas en kunskap om konsekvenserna befolkningen riskerar att utsättas för när de bor i närheten av vindkraftverk. Bergek (2010) listar motiven som förts fram av litteraturen för de negativa aspekter som vindkraftverken anses ha bidragit till. Konsekvenserna som förts fram gäller visuella faktorer, oljud, skuggor, minskat värde på naturella och kulturella aspekter,

miljömässiga faktorer som har en påverkan på naturlivet, minskade fastighetsvärden, oro över säkerhet och en minskad turism (Bergek, 2010).

Hur konsekvenserna av att bo i närheten av ett vindkraftverk kan uppfattas har till stor del att göra med grundinställningen till vindkraftverk enligt Pedersen, Hallberg och Wayne (2007) som studerade konsekvenserna de bosatta i närheten av vindkraftverk upplevde. Studien kom fram till att det är andra faktorer än bara de fysiska eller subjektiva faktorerna som stör befolkningen mest. De som ansåg att landsbygden skulle vara en lugn och fridfull plats upplevde vindkraftverkens konsekvenser i mycket större utsträckning. De som ansåg att landsbygden var ett område för ekonomisk och teknisk utveckling upplevde i stället vindkraftverkens konsekvenser i mycket mindre utsträckning.

Säkerheten runt vindkraftverken är enormt viktig för att minimera riskerna för skada på omgivningen i alla dess former, säkerheten måste därför även vara en central del i det slutgiltiga resultatet. Larwood (2005) analyserar säkerhetsavstånd för när vindkraftverks rotorblad bryts av och frigörs från vindkraftverket, de skjuts då i väg som en projektil med en hög fart som är beroende av vindkraftverkets höjd och rotorhastighet vid fragmenteringen. Brouwer et al. (2018) analyserar tre säkerhetsrisker för vindkraftverk, rotorblad som går sönder och flyger i väg, vindkraftverkstorn som går sönder i grunden och hela rotorblad som faller av från nacellen. Studien kom fram till att säkerhetsdistansen för avbräck från vindkraftverken i många länder är mindre än distansen projektilerna kan färdas, vilket i sin tur utgör en potentiell säkerhetsrisk för omgivningen.

## **2.4 Problematisering av platsval för nya vindkraftverk**

De lokala konsekvenserna för de som bor i närheten av vindkraftverken skapar en ny dimension i problematiseringen för platsvalet av vindkraftverken, de flesta vill ta del av de positiva effekterna som förknippas med vindkraftverk men slipper gärna de negativa konsekvenserna. Van Haaren och Fthenakis (2011) skriver om problemen med planeringen och beviljandet av nya vindkraftverk som ett mångfasetterat problem, även ifall de flesta individerna är positivt inställda till förnybar och fossilfri energiproduktion



finns en opposition mot det när det ska placeras i närheten av individen själv. Det finns en problematik mellan planeringsstadiet, i detta fallet hur optimala lokaliseringar kan hittas med hjälp utav multikriterieanalyser, och det slutgiltiga beviljandet där det finns andra faktorer som också påverkar. Van Haaren och Fthenakis (2011) anser just att geografiska informationssystem underlättar processen då det inte endast går att ta hänsyn till optimala vindförhållanden i planeringsprocessen. Utan planeringen handlar om att integrera flera aspekter som ekonomiska, planerande, fysiska och ekologiska faktorer för valet av plats, alla dessa aspekter är rumsliga fenomen vilket främjar analyser i ett geografiskt informationssystem. I relation till studien kvarstår problematiken med opposition från den lokala befolkningen där vindkraftverken lokaliseras som är väldigt svårt att väga in i de geografiska informationssystemen.

Van Haaren och Fthenakis (2011) har framställt en metod för staten New York att hitta optimala platsval för nya vindkraftverk i förhållande till ekonomiska, planerande, fysiska och ekologiska faktorer där användaren kan sätta sina egna begränsningar. Multikriterieanalysen är uppbyggd av tre sektioner, den första sektionen exkluderar platser som är omöjliga sett till planerings och fysiska faktorer. Den andra sektionen viktat de lämpligaste platsvalen enligt ekonomiska faktorer, som till exempel kostnad för byggnation och hur mycket el vindkraftverket förväntat kommer att producera. Den tredje och sista sektionen tar hänsyn till ekologiska aspekter och biodiversitet. Detta är en avancerad metod för att hitta optimala platsval, men även denna metod saknar verktyg för de sociala aspekterna och hur vindkraftverken påverkar befolkningssammansättningen förutsättningar, vilket är extremt svårt att fånga i en multikriterieanalys.

Liljenfeldt och Pettersson (2017) menar att infrastruktur för energikällor som vindkraftverk är en diskussion som ofta handlar om rättvisa angående fördelar och bördor som är fördelade på utvecklingen. Bekämpningen av klimatförändringarna på den globala nivån ställs mot konsekvenserna på den lokala nivån runt vindkraftverken. De menar vidare att problematiken uppstår över vem som får bördan av att ha vindkraftverken lokaliserade i närheten av sig. Bördan av att ha ett vindkraftverk för den lokala befolkningen runt vindkraftverksområdet delas endast av dem, medan de

områdena som slipper bördan av vindkraftverken fortfarande får ta del av alla de fördelarna som är förknippade med vindkraftverken.

Vidare undersöker Liljenfeldt och Petersson (2017) socio-ekonomiska skillnader i etableringen av vindkraftverk i Sverige, de analyserar relationen mellan beslut om beviljade och nekade lov till vindkraft i relation till socio-ekonomiska faktorer.

Resultatet visar på att markens karaktär har större påverkan på beviljandet av vindkraftverken jämfört med de socio-ekonomiska faktorerna. De finner dock även bevis för att det finns en asymmetri i befolkningssammansättningen gällande besluten, signifikanta skillnader i proportionen för att vindkraftverket skulle nekas etablering påträffades i områden där befolkningen hade högre utbildning och jobbar i privata sektorn. Områden där vindkraftverk beviljades visade signifikanta skillnader för befolkning där bland annat arbetslösheten var större. Studien visar således på att det inte endast handlar om att finna optimala lokaliseringar i form av markegenskaper, även ifall det enligt studien är markegenskaperna som främst styr lokaliseringen av vindkraftverken så kan det fortfarande finnas en orättvisa inom de optimala lokaliseringarna. Proportionella skillnader i befolkningssammansättningen är därför intressant att undersöka vilket är syftet i denna studie. Det är därför även intressant att analysera vilka sammansättningar i befolkningen som eventuellt är vanligast i närheten till vindkraftverken och således den befolkningssammansättningen som är mest exponerade för vindkraftverken, respektive vilka i befolkningssammansättningen som är mest skyddade från eventuella konsekvenser från vindkraftverken.

## 3 Material

Kapitel 3 syftar till att redogöra för allt det material som är använt i studien, först behandlas och beskrivs de källor som materialet är införskaffat ifrån. Sedan beskrivs allt material som studien har använt och listas det i en tabell för att skapa en översikt över allt tillgängligt material (se Tabell 3.1).

### 3.1 Materialkällor

Resultatet av en analys är endast så bra som materialet som används för att göra analysen, därför är materialet nyckeln till en trovärdig och korrekt analys (Ballas et al., 2017). Wasström, Lönnberg och Harrie (2013) menar vidare att det finns tre huvudsakliga komponenter som utgör kvalitén på resultatet i en studie. De syftar för det första på kvalitén på indata, för det andra hur det påverkar och sprider sig i analysen och således det slutgiltiga resultatet och för det tredje brister i modellen. Det är främst den första komponenten som är aktuell när det gäller materialkällorna, för att minimera risken för mätfel och för att höja validiteten i studien har pålitliga källor från myndigheter och institutioner valts ut. De källor som valts för insamlingen av material är Lantmäteriet, SCB och Lunds universitet.

Lantmäteriet tillhör Finansdepartementet och är en myndighet med uppdrag att sedan 1628 kartlägga Sverige (Lantmäteriet, u.å.), Lantmäteriet har även ansvar för fastighetsbildningen i Sverige och hur existerande gränser skall tolkas. Lantmäteriets uppdrag är även att de behandlar och tar ansvar för geografisk information respektive fastighetsinformation (ibid.). Det gör Lantmäteriet till en pålitlig källa för information om byggnader, gränser, markanvändning och andra administrativa gränser för att stärka validiteten i resultatet.

Statistiska centralbyrån, även kallat SCB, är en myndighet som ansvarar för att distribuera statistik till bland annat forskning, statistiken som skall även fungera för regeringen som beslutsunderlag. SCB samlar in och framställer statistik i hela landet och är den myndighet som står för den officiella statistiken i hela Sverige (SCB, u.å.). Det gör SCB till en pålitlig källa för information om befolkningssammansättningen.

Lunds universitet är ett anrikt universitet som grundades 1666 och rankas ofta som ett av världens hundra främsta lärosäten (Lunds universitet, 2021). Institutionen där datan har erhållits är institutionen för kulturgeografi och ekonomisk geografi som är en del av den samhällsvetenskapliga fakulteten och lär ut samt forskar om *”sociala, kulturella, politiska och ekonomiska förändringsprocesser och deras rumsliga uttryck och konsekvenser för människor i olika skalor”* (Lunds universitet, 2020). Institutionen för kulturgeografi och ekonomisk geografi även förkortat som KEG används som kompletterande källa för ett rasterlager med medelvindstyrka i hela Skåne.

Vidare är det ett krav för de utvalda källorna att det ska finnas relevant metadata och dokumentation över allt material, metadata och dokumentation som främjar att alla kan ta del av hur det samlas in och har bearbetats, vilket även hjälper till att höja validiteten i materialet. Det är även viktigt för aktualiteten i studien att materialet är uppdaterat och är kontrollerat nyligen för att få en så korrekt bild som möjligt av verkligheten (Wasström, Lönnberg och Harrie, 2013). Därför har data som är uppdaterad så nyligen som möjligt använts som underlag för studien i syfte att uppnå så hög reabilitet som möjligt.

### **3.2 Materialöversikt**

Materialet som använts i studien listas i tabell 3.1, tabellen ger varje material som använts ett unikt ID som en referens till materialet. Vidare beskriver tabellen vilken sorts data som hämtats, vilket format och upplösning datan innehåller, vilken källa materialet är inhämtat från samt vilket användningsområde materialet har i studien.

För att finna optimala lokaliseringar av vindkraftverk måste det tas hänsyn till ett antal faktorer, först och främst måste det finnas en klar gräns över vilka områden som tillhör Skåne samt alla kommuner och tätorter i Skåne. Gränserna hämtades från Lantmäteriet och förekommer i polygonformat. Vidare hämtades material från kulturgeografiska institutionen på Lunds universitet med information om vindhastigheten mätt i meter per sekund över hela Skånes län. Materialet hämtades för att kunna undersöka vindförhållandena i länet och var det blåser som mest optimalt för att upprätta ett

vindkraftverk. Materialet innehöll ett rasterlager med medelvindhastigheten i 100m x 100m cellstorlek.

Det finns sedan ett antal fysiska begränsningar för var vindkraftverk kan lokaliseras, dessa införskaffades genom material från Lantmäteriet och innehöll geografisk information rörande bebyggelse, vägar, järnvägar, flygområden, vattenområden, militärområden samt naturreservat. Datan från Lantmäteriet förekom i vektorformat och användes till multikriterieanalysen över optimala förhållanden för vindkraftverk. Det hämtades även data från Lantmäteriet över befintliga vindkraftverk som användes för den statistiska analysen. SCB stod för statistiken över befolkningen i Skåne, information införskaffades med rutnät i 1 000m x 1 000m polygonformat med geografisk information om ålder, kön, födelse land, sysselsättning, utbildningsnivå och ekonomisk standard. Materialet från SCB användes till den statistiska analysen över skillnader i befolkningssammansättningen gällande boende nära vindkraftverk respektive de som inte bor i närheten av vindkraftverk.

Studien använder SCB:s definition på ekonomisk standard som är baserad på kronor per konsumtionsenhet (se Tabell 4.2), det är ett enhetligt sätt att undersöka den ekonomiska standarden över stora ytor men som även har en viss problematik som bör uppmärksammas. En individs ekonomiska standard beror inte endast på disponibel inkomst, utan även utgifter påverkar den totala ekonomiska standarden för individen. En individ kan tjäna mindre än en annan, men ha en bättre ekonomisk standard eftersom hen har mindre fasta utgifter som bostadshyra eller liknande, därför kan det även anses att hen totalt sett har en högre ekonomisk standard.

**Tabell 3.1** Beskrivning av insamlat material.

ID	Beskrivning	Format	Upplösning	Användningsområde	Källa
1	Markanvändningslager med Skånes gränser	Shapefil - Vektor	Polygonformat	Multikriterieanalys & statistisk analys	Lantmäteriet (2021)
2	Vindhastighet mätt i meter per sekund	Tif - Raster	Polygonformat 100m x 100m	Multikriterieanalys	KEG (2020)
3	Bebyggelse	Shapefil - Vektor	Polygonformat	Multikriterieanalys	Lantmäteriet (2021)
4	Kommunikationslager med data över vägar	Shapefil - Vektor	Linjeformat	Multikriterieanalys	Lantmäteriet (2021)
5	Kommunikationslager med data över järnvägar	Shapefil - Vektor	Linjeformat	Multikriterieanalys	Lantmäteriet (2021)
6	Markanvändningslager med data över flygområden	Shapefil - Vektor	Polygonformat	Multikriterieanalys	Lantmäteriet (2021)
7	Markanvändningslager med data över vattenområden	Shapefil - Vektor	Polygonformat	Multikriterieanalys	Lantmäteriet (2021)
8	Markanvändningslager med data över militärområden	Shapefil - Vektor	Polygonformat	Multikriterieanalys	Lantmäteriet (2021)
9	Markanvändningslager med data över naturreservat	Shapefil - Vektor	Polygonformat	Multikriterieanalys	Lantmäteriet (2021)
10	Rutnät med information om ålder	Shapefil - Vektor	Polygonformat 1000m x 1000m	Statistisk analys	SCB (2019)
11	Rutnät med information om Kön	Shapefil - Vektor	Polygonformat 100m x 100m	Statistisk analys	SCB (2019)
12	Rutnät med information om Födelseland	Shapefil - Vektor	Polygonformat 1000m x 1000m	Statistisk analys	SCB (2019)
13	Rutnät med information om Sysselsättning	Shapefil - Vektor	Polygonformat 1000m x 1000m	Statistisk analys	SCB (2019)
14	Rutnät med information om utbildningsnivå	Shapefil - Vektor	Polygonformat 1000m x 1000m	Statistisk analys	SCB (2019)
15	Rutnät med information om ekonomisk standard	Shapefil - Vektor	Polygonformat 1000m x 1000m	Statistisk analys	SCB (2019)
16	Lokaliseringar av befintliga vindkraftverk	Shapefil - Vektor	Punktformat	Statistisk analys	Lantmäteriet (2021)
17	Markanvändningslager med data över tätorter i Skåne	Shapefil - Vektor	Polygonformat	Statistisk analys	Lantmäteriet (2021)

### 3.3 Problematisering av data

Eklundh och Harrie (2013) menar att samla in geografisk data är intill oändligt komplicerat då det finns komplexa faktorer som inte går att beskriva med en enkel modell. Det behövs därför alltid en grov förenkling av verkligheten, när det sker en förenkling av verkligheten innebär det även en potentiell osäkerhet för resultatet datan används till. Det är därför alltid av intresse att uppnå en så detaljerad information som möjligt i insamlingen av datan. Det är även viktigt att poängtera att även i de mest noggranna mätningarna tillgängliga förekommer det ändå förenklingar och oegentligheter från verkligheten, dessa förenklingar och oegentligheterna kan potentiell påverka det slutgiltiga resultatet i studien och går inte att undkomma.

*The modifiable areal unit problem* är ett vanligt förekommande problem i geografiska analyser där användaren väljer vilka gränser som ska analyseras. Problemet som uppstår är att beroende på vilka gränser användaren väljer kan resultatet förändras vilket kan riskera att leda till ett ekologiskt felslut (Ballas et al., 2017). För studiens syfte riskerar rutnäten som används som underlag för vindstyrka och de sociala faktorerna en exponering för *the modifiable areal unit problem*, en förändring i rutnätens storlek skulle därför kunna förändra innehållet i varje enskild ruta och därför även hela resultatet. *The modifiable areal unit problem* är en risk som inte går att utesluta helt, men steg för att minimera riskerna för resultatet i studien har vidtagits. Upplösningen i materialet är den minsta möjligt tillgängliga för att minimera förenklingen av verkligheten och således styrka reabiliteten i resultatet. Rutnät har använts i stället för objektiva bestämda gränser för områden i syfte att minska mänsklig påverkan på materialet.

Ett annat problem när det gäller gränser för områden är en så kallad kanteffekt där problem uppstår just vid kanterna utav ett område. Analyser i geografiska informationssystem tar oftast inte hänsyn till exakt var i ett geografiskt område ett fenomen befinner sig, utan hela området innehåller samma variabler. Det samma gäller vad som ligger på andra sidan området och som kanske inte väljs att analyseras men som ändå ligger precis vid gränsen och därför borde vara med och påverka resultatet (Steinberg och Steinberg, 2005). För studien skulle en eventuell kanteffekt kunna uppstå

vid gränsen till Blekinge eller Halland, där byggnader, infrastruktur och andra viktiga objekt ligger i närheten av gränsen till Skåne. För att undvika att en kanteffekt uppstår i dessa områden inkluderas även närliggande byggnader, vattenområden och infrastruktur i Blekinge och Hallands län. När det gäller hur en kanteffekt kan påverka strukturen i ett område och på så sätt påverka resultatet har, för vindkraftverk respektive de sociala faktorerna, rutnät valts som område för att så subjektivt som möjligt dela in befolkningen i respektive områden.



## 4 Metod

Studien har som utgångspunkt att finna optimala lokaliseringar för etablering av vindkraftverk enligt de fysiska förhållandena i Skåne. För att hitta de optimala lokaliseringarna kommer ett geografiskt informationssystem att användas. Metoden för analysen är i sin tur en multikriterieanalys där ett antal olika kriterier vägs samman för att hitta den optimala lokaliseringen. Kriterierna som behandlades i kapitel 2 gällande optimala lokaliseringen och de teknologiska, legislativa samt säkerhetsmässiga faktorerna kommer användas som underlag för själva multikriterieanalysen. Att finna optimala lokaliseringar är som tidigare nämnt i studien endast en del i arbetet mot en hållbar utveckling av vindkraftverk. Det finns lokala konsekvenser för de som bor i närheten vindkraftverken som endast de lokala invånarna blir utsatta för samtidigt som alla får ta del av fördelarna med vindkraftverken. Med hjälp av en statistisk analys kommer därför studien även att undersöka om befolkningssammansättningen i området runt vindkraftverken skiljer sig från området utan vindkraftverk.

### 4.1 Multikriterieanalys

En multikriterieanalys är en metod som kombinerar flera olika typer av data genom en överlagring, flera olika kriterier vägs samman och skapar nya mönster (Pilesjö, Eklundh och Harrie, 2013). Linkov et al. (2006) menar att en multikriterieanalys är ett lämpligt verktyg för mångfasetterade utmaningar som inte har en simpel lösning, det vill säga för problem som kräver mer komplexa lösningar. En multikriterieanalys hjälper till att nyansera utmaningarna med hjälp utav avvägningar mellan olika lösningar. I syftet till studien för att analysera lokalisering av vindkraftverk finns det ingen enkel lösning på lokaliseringen. Pilesjö, Eklundh och Harrie (2013) menar att multikriterieanalyser kan användas till att hitta lämpliga platser för särskilda verksamheter enligt givna kriterier vilket i studiens syfte kan användas till att finna optimala lokaliseringar för vindkraftverk och är därför ett utmärkt verktyg till syftet.

### 4.1.1 Booleska operationer

Pilesjö, Eklundh och Harrie (2013) menar att det går att lokalisera platser genom booleska operationer med binära koder, det vill säga antingen är ett kriterium lämpligt (1) eller så är det olämpligt (0), alla dataskikt får en klassificering som antingen lämplig eller olämplig och därefter överlagras dataskikten för att hitta de lämpliga platserna enligt kriterierna. Fördelen med en boolesk operation är enligt Pilesjö, Eklundh och Harrie (2013) den bästa metoden när användaren är ute efter att minimera en risk eller maximera en möjlighet. Nackdelen är att det inte finns någon nyans mellan lämplig och olämplig och ett kriterium som precis är vid gränsen till att vara lämplig klassificeras som olämpligt även ifall skillnaden är minimal. För studiens syfte passar en boolesk operation för områden som antingen är lämpliga eller olämpliga, till exempel inom ett militärområde eller ett naturreservat som är helt olämpliga platser och därför ska exkluderas.

### 4.1.2 Oskarp logik

Pilesjö, Eklundh och Harrie (2013) menar att i stället för booleska operationer som riskerar att bli statiska beslutsunderlag kan man även använda sig av oskarp logik som saknar skarpa gränser. Det behöver inte finnas en exakt gräns där något är antingen lämpligt eller olämpligt som i det binära förhållningssättet. I stället skapas medlemsfunktioner som kan variera mellan decimalvärden på 0 och 1, medlemsfunktionerna kan sedan överlagras och det mest lämpliga området kan hittas med hänsyn till alla medlemsfunktionernas värden. Det går även att vikta olika medlemsfunktioner beroende på hur viktiga de anses vara för slutresultatet vilket även kan vara ett effektivt verktyg. Till exempel så kan det vara viktigare med att det är optimala vindförhållanden i området jämfört med hur stor lutningen är.

Pilesjö, Eklundh och Harrie (2013) menar att oskarp logik till skillnad från booleska operationer kan hitta en balans mellan att riskminimera och maximera möjligheterna. Oskarp logik kan även ta vara på delar av de booleska operationerna genom att klassificera kriterium i intervall, till exempel att vindstyrkan i ett område måste ligga mellan 4m/s till 25m/s. Går vindhastigheten över 25m/s eller under 4m/s får området ett

olämpligt värde (0), men skillnaden är att det kan finnas ett optimalt värde och mindre optimala värden. Till exempel kan mellan 12m/s till 14m/s få värdet 1 som är optimalt, och områden där det i snitt blåser 5m/s få till exempel värdet 0.1 som inte är särskilt optimalt. Det utgör att kriteriet inte endast kan anta värdet antingen 0 eller 1 vilket ger mer flexibilitet. Det går även att klassificera ett kriterium att ju mindre marklutning desto bättre men det får inte vara över till exempel 10° lutning. Slutligen går det även att kombinera booleska operationer och oskarp logik beroende på kriterium för att uppnå den effekt man söker i sin multikriterieanalys.

### **4.1.3 Alternativ till multikriterieanalys**

Ett relevant alternativ till en multikriterieanalys skulle kunna vara en *cost-benefit analysis* som undersöker fördelar och nackdelar med olika alternativ. En *cost-benefit analysis* kan ge en annan nyans i alternativa lösningar och fördelen är att den är marknadsanpassad. När metoden är marknadsanpassad är den även lätt att förstå för till exempel beslutsfattare (Diakoulaki och Karangelis, 2007). Lokaliseringar av vindkraft skulle kunna analyseras med hjälp av *cost-benefit analysis*, men analysen anses dock inte vara lika djupgående i ett flertal faktorer. Diakoulaki och Karangelis (2007) menar att det är svårt att få med alla faktorer som behövs i en analys och metoden är begränsad främst till monetära element som kapital och omkostnader. För studiens syfte anses en multikriterieanalys vara en bättre metod då det går att väga in ett flertal faktorer och som inte har en utgångspunkt i ekonomiska förutsättningar.

## **4.2 Utförande av multikriterieanalys**

Multikriterieanalysen genomfördes med både boolesk och oskarp logik och utfördes med hjälp utav det geografiska informationssystemet ArcMap. För kriterierna över exkluderade områden som presenteras i kapitel 4.2.1 valdes en boolesk logik då betydelsen för kriterierna handlar om exkluderade områden. Områdena delades upp i antingen fullt lämpliga områden med värdet 1, som låg utanför de exkluderade områdena, respektive fullt olämpliga områden med värdet 0, som låg inom de exkluderade områdena.

För kriterierna över de lämpligaste områdena som presenteras i kapitel 4.2.2 valdes en oskarp logik, varje kriterium delades in i en linjär medlemsfunktion och varje cell fick ett värde mellan 0 och 1. Värdet 0 symboliserar områden som är totalt olämpliga och desto högre värde desto lämpligare är området, principen gällde upp till det maximala värdet 1 som är klassificerat som områden som är fullt optimala enligt aktuellt kriterium. Med en linjär medlemskapsfunktion kan ett minimalt respektive maximalt värde väljas, för alla värden som är under minimum är värdet klassificerat som olämpligt, Det vill säga värdet 0. För alla värden över det maximala värdet räknas området som fullt lämpligt, det vill säga värdet 1. Kriterierna sammanfattades även i en tabell för en tydlig översikt över kriterierna (se Tabell 4.1).

#### **4.2.1 Exkluderade områden**

I kapitel 4.2.1 identifieras de områden som behöver exkluderas i multikriterieanalysen då de inte är lämpliga platsval för att lokalisera ett vindkraftverk, för de exkluderade områdena används en boolesk operation där området klassificeras som antingen lämpligt eller olämpligt.

##### **4.2.1.1 Vattenområde**

För att identifiera områden som låg inom 100 meter från ett vattenområde beräknades avståndet runt vattenområdena med ett euklidiskt avstånd. Polygonlagret konverterades sedan till ett rasterlager med 5m x 5m cellstorlek, avståndet till ett vattenområde beräknades sedan för varje cell. En liten cellstorlek valdes för hög precision, väldigt små vattenpartier skulle annars kunna skapa en större osäkerhet i resultatet, detta eftersom ett litet område med vatten skulle konverteras till en allt för stor cellstorlek om cellstorleken var större. Vattenområdet klassificerades sedan att alla områden som var mellan 0 och 100 meter inom ett vattenområde fick värdet 0, samt att alla områden som låg 100 meter eller längre ifrån ett vattenområde fick värdet 1.

##### **4.2.1.2 Militärområden**

För att identifiera områden som låg utanför militärområden konverterades polygonlagret till ett rasterlager med 100m x 100m i cellstorlek, cellstorleken valdes då det är samma

storlek som rasterlagret för vindhastigheten som är den största cellstorleken i materialet och därav den minsta upplösningen för resultatet, rasterlagret klassificerades sedan om att områden som låg inom militärområden fick värdet 0 och områdena som låg utanför militärområdena fick värdet 1.

#### **4.2.1.3 Naturreservat**

För att identifiera områden som låg utanför ett naturreservat så konverterades polygonlagret till ett rasterlager med 100m x 100m i cellstorlek, cellstorleken valdes då det är samma storlek som rasterlagret för vindhastigheten som är den största cellstorleken i materialet, därav är cellstorleken den minsta upplösningen för resultatets precision. Jämfört med vattenområden så är naturreservat och militärområden större sammanhängande ytor, det gör att en felmarginal i cellstorleken inte påverkar resultatet lika mycket som den riskerar att göra i konverteringen från vattenområden, därför behöver cellstorleken inte heller samma precision. Rasterlagret omklassificerades sedan så att områden som låg inom naturreservaten fick värdet 0 och områdena utanför naturreservaten fick värdet 1.

#### **4.2.1.4 Sammanvägning exkluderade områden**

Vattenområden, militärområden och naturreservat vägdes samman genom en boolesk överlagring, genom att utföra en boolesk överlagring kunde lämpliga lokaliseringar utanför exkluderade områden hittas. Till hjälp användes en rasterkalkylator där överlagringar mellan de tre kriterierna beräknades. I varje cell där de tre rasterlagren över de exkluderade områdena alla hade värdet 1 fick cellerna värdet 1 i det nya rasterlagret, alla andra celler i rasterlagret fick värdet 0. På så sätt hade ett nytt rasterlager skapats, där alla områdena som inte hade något exkluderat område i sin cell blev klassificerade som lämpligt och hade värdet 1.

#### **4.2.2 Lämpligaste områdena**

I kapitel 4.2.2 identifieras de områden som anses som de lämpligaste områdena i multikriterieanalysen när det gäller lokalisering av vindkraftverk. För de lämpligaste områdena används oskarp logik där området kan anses som antingen är mer eller mindre

lämpliga. Ett område kan fortfarande anses vara helt olämpligt, det vill säga 0, eller fullt lämpligt det vill säga 1.

#### **4.2.2.1 Vindstyrka**

För att vindkraftverken ska utnyttja sin fulla kapacitet behövs en vindhastighet mellan 12m/s och 14m/s. Vindhastighet får inte ligga på under 4m/s och som maximalt får vindhastigheten ligga på 25m/s för att vindkraftverket inte skall stå still. För det skånska klimatet blåser det i snitt mellan 5.01m/s och 8.90m/s. Det innebär för det lokala klimatet att desto mer det blåser desto bättre, eftersom snittet, enligt kriterierna, ligger under den optimala blåsten på 12m/s och 14m/s. En linjär medlemskapsfunktion skapades för vindstyrkan, eftersom det i genomsnitt inte blåser mindre än 4m/s bestämdes minimum värdet i medlemskapsfunktionen till 0m/s och maximumvärdet till 8,90m/s. Skulle minimumvärdet sättas till 5.01m/s skulle även det anses vara olämpligt och få värdet 0, vilket det inte är enligt kriteriet för vindhastighet som har ett minimumvärde på 4 m/s och inte 5.01m/s. Däremot att sätta minimumvärdet till 0 jämnar ut skalan så att 8.9m/s fortfarande är ett område som anses vara mer lämpligt än 5.01m/s.

#### **4.2.2.2 Bebyggelse**

Avståndet till närmsta bostad eller byggnad ska enligt kriteriet vara minst 400m, men för en ökad säkerhet gäller regeln att desto längre från desto bättre. Samtidigt anses det att när avståndet är över 2 000 meter ska området anses vara fullt lämpligt, detta eftersom säkerheten inte längre anses vara en faktor för kriteriet. För att räkna ut avståndet till bostäder och byggnader beräknades avståndet runt objekten med ett euklidiskt avstånd. Som ingångsdata användes bebyggelselagret som sedan konverterades till ett rasterlager med en cellstorlek på 100m x 100m, vilket är samma cellstorlek som vindstyrkans cellstorlek och den största storleken för alla celler i multikriterieanalysen. Med resultatet från beräkningen av det euklidiska avståndet skapades sedan en linjär medlemskapsfunktion. Det nya rasterlagret fick ett minimumvärde på 400 meter och ett maximumvärde på 2 000 meter enligt kriteriet för bostäder och byggnader. När det gäller bebyggelse tar metoden ingen hänsyn ifall det är

en byggnad eller flera byggnader som ligger i anslutning till varandra, ett område kan därför anses som olämpligt om det endast finns en byggnad i området.

#### **4.2.2.3 Vägar och Järnvägar**

Avståndet till vägar och järnvägar ska enligt kriterierna vara minst 200 meter men desto längre från desto bättre, samtidigt anses det att när avståndet är över 2 000 meter skall området anses vara fullt lämpligt. Vägar som var bredare än 5 meter extraherades ut från väglagret till ett nytt lager, ett euklidiskt avstånd beräknades sedan från vägarna respektive järnvägarna. Som ingångsdata användes det nya lagret väglagret respektive järnväglagret som sedan konverterades till två olika rasterlager med en cellstorlek på 100m x 100m. Två linjära medlemsskapsfunktioner skapades sedan för de två nya rasterlagren, de fick ett minimumvärde på 200 meter samt ett maximumvärde på 2 000 meter enligt kriteriet för vägar och järnvägar.

#### **4.2.2.4 flygområden**

Avstånd till flygområden ska enligt kriteriet vara minst 2 500 meter, men desto längre från desto bättre, samtidigt anses det att när avståndet är över 55 000 meter ska området anses vara fullt lämpligt. Ett euklidiskt avstånd beräknades från flygområdena, som ingångsdata användes lagret med flygområden som sedan konverterades till ett rasterlager med en cellstorlek på 100m x 100m. En linjär medlemsskapsfunktion skapades för flygområdena med ett minimumvärde på 2 000m och ett maximumvärde på 55 000 meter enligt kriteriet för flygområden.

### **4.2.3 Sammanvägning multikriterieanalys**

Alla kriterier för de lämpliga områdena hade nu bearbetats och skulle överlagras mot de exkluderade områdena för att skapa den slutliga multikriterieanalysen. En oskarp överlagring som kombinerar medlemsskapsfunktioner och rasterdata utfördes. Som ingångsdata användes vindstyrkan, bebyggelsen, vägarna, järnvägarna, flygområdena samt de exkluderade områdena. Ett nytt lager skapades då med värden som låg mellan 0 och 1 för hur lämpliga områdena var för att lokalisera vindkraftverk. Områden med de högsta värdena representerade de mest optimala områdena i multikriterieanalysen, områden med lägsta värdena representerade de minst optimala områdena i

multikriterieanalysen. En karta skapades för att visualisera de optimala lokaliseringarna för vindkraftverken i Skåne.

#### 4.2.4 Sammanfattning kriterier

I tabell 4.1 presenteras det material kopplat till de kriterium som är utgångspunkten för multikriterieanalysen. Varje unikt material är även kopplat med ett ID som representerar det material som användes för respektive del i multikriterieanalysen, samt vilken operation som utfördes, materialet kan jämföras med tabell 2.1 som finns i kapitel 2.

**Tabell 4.1** Kriterium för multikriterieanalys.

Id	Beskrivning	Operation	Kriterium
1	Skånes gränser	-	-
2	Vindhastighet mätt i m/s	Oskarp logik	Minimum 4m/s. Maximum 25m/s. Optimalt 12-14m/s.
3	Bebyggelse	Oskarp logik	Minst 400m men ju längre från ju bättre. Över 2000m räknas området som optimalt.
4	Vägar	Oskarp logik	Minst 200m men ju längre från ju bättre. Över 2000m räknas området som optimalt.
5	Järnvägar	Oskarp logik	Minst 200m men ju längre från ju bättre. Över 2000m räknas området som optimalt.
6	Flygområden	Oskarp logik	Minst 2500m men ju längre från ju bättre. Över 55000m räknas området som optimalt.
7	Vattenområden	Boolesk operation	Minst 100m från vattenområdet.
8	Militärområden	Boolesk operation	Måste ligga utanför området.
9	Naturresevat	Boolesk operation	Måste ligga utanför området.



## 4.3 Statistisk analys

För att undersöka vilka statistiska skillnader det finns i befolkningssammansättningen som bor i närheten av vindkraftverk, respektive de som inte bor i närheten av vindkraftverk, utfördes ett z-test mellan två proportioner. Proportionen mellan de som bor i närhet av vindkraftverk beräknades mot de som inte bor i närheten av vindkraftverk, processen upprepades för varje enskild social faktor. För full referens till använt material och vilka attribut analysen använt (se Tabell 4.2).

### 4.3.1 Z-Test

För att analysera skillnader med hjälp utav ett Z-värde så måste populationen vara normalfördelad, enligt centrala gränsvärdessatsen är *"Summan av n oberoende slumpvariabler med samma fördelning är ungefär normalfördeld om n är tillräckligt stort"* (Körner och Wahlgren, 2015:135). Centrala gränsvärdessatsen innebär därför att stora stickprov är ungefär normalfördelade oavsett fördelningen på populationen (Körner och Wahlgren, 2015), Eftersom stickproven i studien är stora kommer fördelningen därför även anses att vara normalfördelad. Förutsättningarna för ett Z-test är även att urvalet måste vara slumpmässigt utvalt. Z-testet utgår från en noll-hypotes för att undersöka ifall det inte finns några skillnader i populationerna, kan ingen skillnad finnas accepteras noll-hypotesen, kan det inte påvisas att det inte finns skillnader förkastas noll-hypotesen. Z-värdet för två oberoende stickprov kan med hjälp utav formeln för konfidensintervall för andelar räknas ut (Körner och Wahlgren, 2016).

Formeln för konfidensintervall för andelar lyder följande:

$$(p_1 - p_2) \pm z * \sqrt{\frac{p_1(1 - p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1 - p_2)}{n_2}}$$

För att bryta ut Z-värdet och få fram värdet på Z så kan Z brytas ut och formeln ändras till följande:

$$z = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\frac{p_1(1 - p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1 - p_2)}{n_2}}}$$

För att i ett tvåsidigt Z-test acceptera noll-hypotesen att det inte finns några signifikanta skillnader mellan populationerna på 5%-nivån, behöver Z-värdet vara högre än -1.96 och lägre än 1.96 (Körner och Wahlgren, 2016). Z-värdet utgår från att värdet 0 innebär att ingen skillnad mellan proportionerna kan statistiskt påvisas, därför betyder det att ju större eller ju mindre värdet är på Z, desto högre är även den påträffade statistiskt signifikanta skillnaden mellan proportionerna i Z-Testet.

### **4.3.2 Stickprov**

För att inte hantera överflödiga mängder data väljs ett stickprov ut från respektive populationer, urvalet måste ske helt slumpmässigt för ett Z-test. Urvalsstorleken har stor betydelse för reabiliteten i slutresultatet, det gäller därför att urvalsstorleken som väljs är representativt för populationen, samt att urvalsstorleken är tillräckligt stort för att Z-testet ska kunna få samma resultat vid flera upprepningar. Vid ett för litet urval finns risken för partiska resultat och därav även en falsk slutledning, urvalsstorleken för en stor population med en accepterad felmarginal på 3% behöver en urvalsstorlek på 1067 (Conroy, 2015). Materialet använt i studien har en relativt stor population med cirka 10 000 fall, urvalsstorleken i studien sätts därför till 1 000 för att uppnå en hög validitet i resultatet med en låg felmarginal, den utvalda urvalsstorleken betyder även att studien inte behöver hantera allt för stora mängder information då 1 000 fall är lättare att analysera än 10 000 fall. Ett stickprov på 1 000 är dessutom tillräckligt stort för att enligt den centrala gränsvärdessatsen utgå från att populationen är normalfördelad vilket också är en förutsättning för att utföra ett Z-Test.

### **4.3.3 Buffertanalys**

För att kunna utvinna populationer i närheten av vindkraftverk från det tillgängliga materialet, valdes en buffertanalys som metod, genom att utföra en buffertanalys kan buffertzoner skapas i områden runt olika objekt och på så sätt kan avstånd till objekten beräknas (Pilesjö och Harrie, 2013). Genom att beräkna ett utvalt avstånd till befintliga vindkraftverk med metoden buffertanalys, kan populationen som bor i närhet av vindkraftverk respektive populationen som inte bor i närheten av vindkraftverk identifieras och urskiljas. På så sätt kan två olika populationer skapas från materialet; en

population som bor i närheten av vindkraftverk och en population som inte bor i närheten av vindkraftverk.

#### **4.4 Utförande av statistisk analys**

För att undersöka potentiella statistiska skillnader i befolkningssammansättningen runt de som bor i närheten av vindkraftverk, jämfört med de som inte bor i närheten av vindkraftverk, användes ett punktlager över befintliga vindkraftverk och ett polygonlager över Skånes gränser. Vidare användes ett vektorlager med rutnät över hela Skåne som innehöll attribut över de utvalda sociala faktorerna som skulle undersökas i populationerna.

Materialet som användes innehöll följande information; var individerna ursprungligen var födda; vilken grupp av ekonomisk standard individerna tillhörde; vilket kön individerna var registrerade på, antingen man eller kvinna; vilken sysselsättning individerna hade, antingen var de förvärvsarbetare eller inte var förvärvsarbetare; vilken utbildningsgrad individerna hade uppdelat i grupper om förgymnasial utbildning, gymnasial utbildning, eftergymnasial utbildning och avancerad eftergymnasial utbildning; vilken åldersgrupp individerna tillhörde uppdelat i grupper om 0 till 18 år, 19 till 29 år, 30 till 44 år, 45 till 64 år och 65+ år (se Tabell 4.2). Informationen om ursprungsland var uppdelad i grupper från Sverige, Norden, Europa respektive hela världen. Ekonomisk standard var kategoriserat i; låg ekonomisk standard; låg till medel ekonomisk standard; medel till hög ekonomisk standard; respektive hög ekonomisk standard. Den ekonomiska standarden bestäms av SCB och beräknar disponibel inkomst per konsumtionsenhet, låg räknas som de som tjänar under 167 400 kronor per konsumtionsenhet, låg till medel de som tjänar 167 401 till 241 464 kronor per konsumtionsenhet, medel till hög de som tjänar 241 465 till 333 192 kronor per konsumtionsenhet och hög de som tjänar över 333 193 kronor per konsumtionsenhet (SCB, 2017).

**Tabell 4.2** Använt material till statistisk analys och dess attribut.

Id	Beskrivning av material	Attributer / Indelning i materialet
1	Markanvändningslager med information om Skånes gränser	-
10	Rasterlager med information om ålder i rutnätformat	0 till 18 år 19 till 29 år 30 till 44 år 45 till 64 år 65 år eller äldre
11	Rasterlager med information om kön i rutnätformat	Man Kvinna
12	Rasterlager med information om födelseland i rutnätformat	Sverige Norden Europa Världen
13	Rasterlager med information om sysselsättning i rutnätformat	Förvärvsarbetare Ej Förvärvsarbetare
14	Rasterlager med information om utbildningsnivå i rutnätformat	Förgymnasial utbildning Gymnasial utbildning Eftergymnasial utbildning Avancerad eftergymnasial utbildning
15	Rasterlager med information om ekonomisk standard i rutnätformat	Låg ekonomisk standard Medel till låg ekonomisk standard Medel till hög ekonomisk standard Hög ekonomisk standard
16	Geografisk information över befintliga vindkraftverk	-

#### 4.4.1 Identifiering av populationer

För att kunna undersöka en population som bor i närheten av vindkraftverk respektive en population som inte bor i närheten av ett vindkraftverk behövs en klar definition på vad som är nära. En analys av försäljningspriser på fastigheter inom 1 km till 3 km från ett vindkraftverk upp till tre år innan vindkraftverk togs i drift, visade på att fastigheterna fick en negativ utveckling på mellan 2% och 4% av fastighetsvärdet (Henningsson et al., 2012). Mark- och miljööverdomstolen har satt rätten till att överklaga beslut om vindkraftverk för närboende till ett maximalt avstånd på mellan 1.7 km till 3.0 km, praxisen för talerätt anser de vara någonstans mellan 2.0 km och 3.0 km

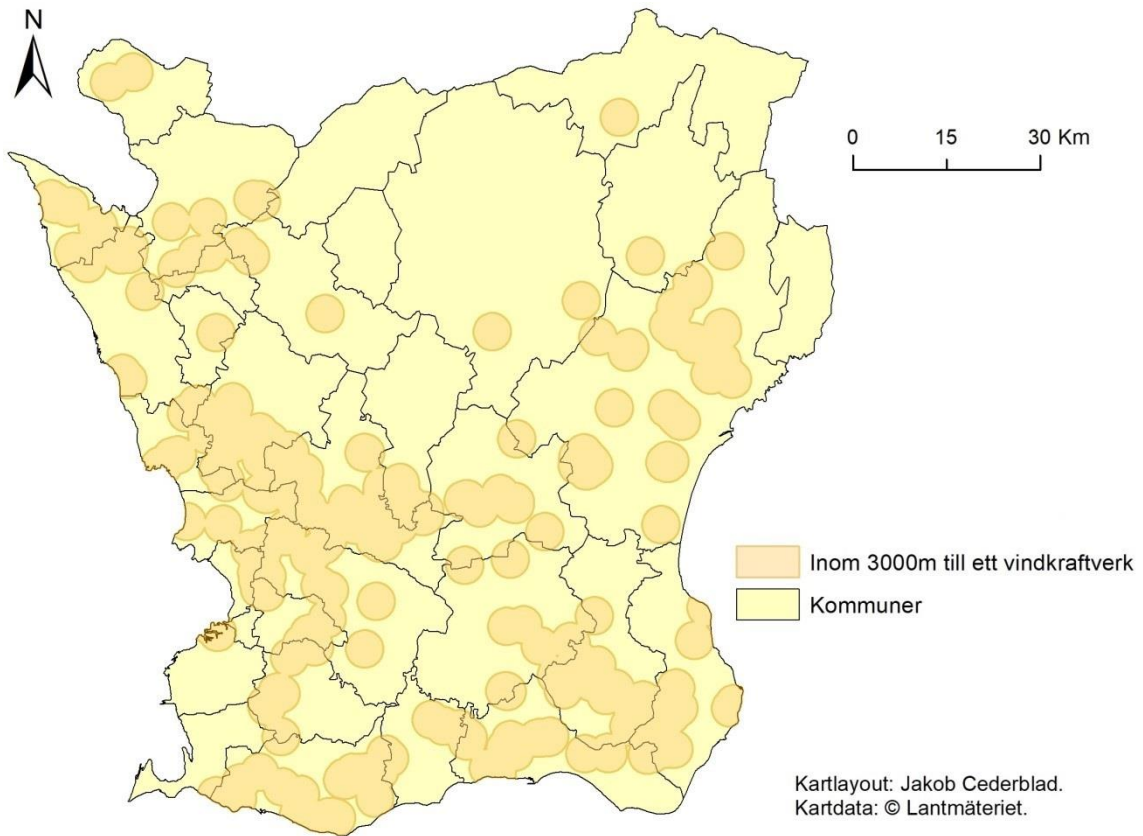
beroende på var enskilt fall (Energimyndigheten, 2020). För att inte använda för stora avstånd och därav riskera att få med befolkning som inte påverkas av vindkraftverken, bestämdes därför definitionen för att bo i närheten av ett vindkraftverk att det ska ligga ett vindkraftverk inom 3 000 meter. 3 000 meter är även den maxgräns mark- och miljööverdomstolen valde för att klassificeras som närboende till ett vindkraftverk.

Materialet som var tillgängligt över befolkningssammansättningen bestod av rutnät över hela Skåne, för att identifiera områden som låg inom 3 000 meter till ett vindkraftverk utfördes en buffertanalys med vindkraftverk som ingångsdata. På de områden där vindkraftverkens buffertzoner överlappade varandra på grund utav att där låg fler än ett vindkraftverk, upplöstes områdena till ett enda sammanhängande område.

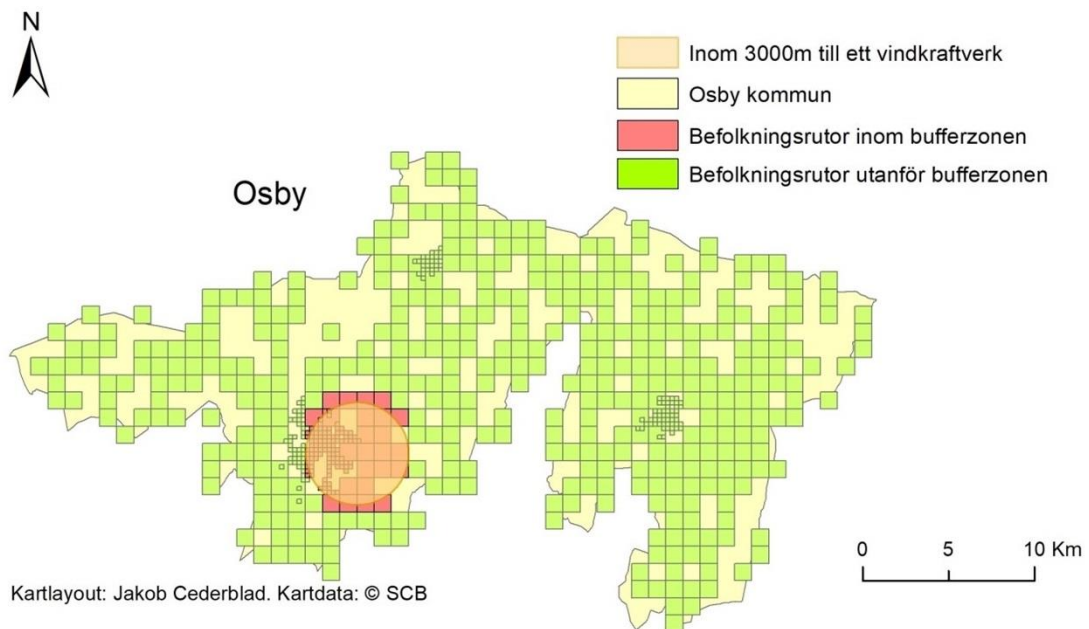
Upplösningen utfördes eftersom studiens syfte inte tar hänsyn till hur många vindkraftverk som ligger i närheten, utan endast att det antingen ligger ett vindkraftverk i närheten eller så ligger det inte ett vindkraftverk i närheten (se Fig. 4.1).

För att urskilja befolkningsrutor som låg inom 3 000 meter till närmsta vindkraftverk utfördes sedan en överlagring, befolkningsrutor som hade delar av sitt område innanför 3 000 meters buffertzoner extraherades sedan ut till ett nytt lager. Det nya lagret var således den första populationen och som innehöll information om befolkningssammansättningen som bor i närheten av vindkraftverken (se Fig. 4.2).

Samma process kunde sedan upprepas för alla utvalda sociala faktorer: åldersstruktur, sysselsättning, födelseland, kön, utbildningsnivå och ekonomisk standard.

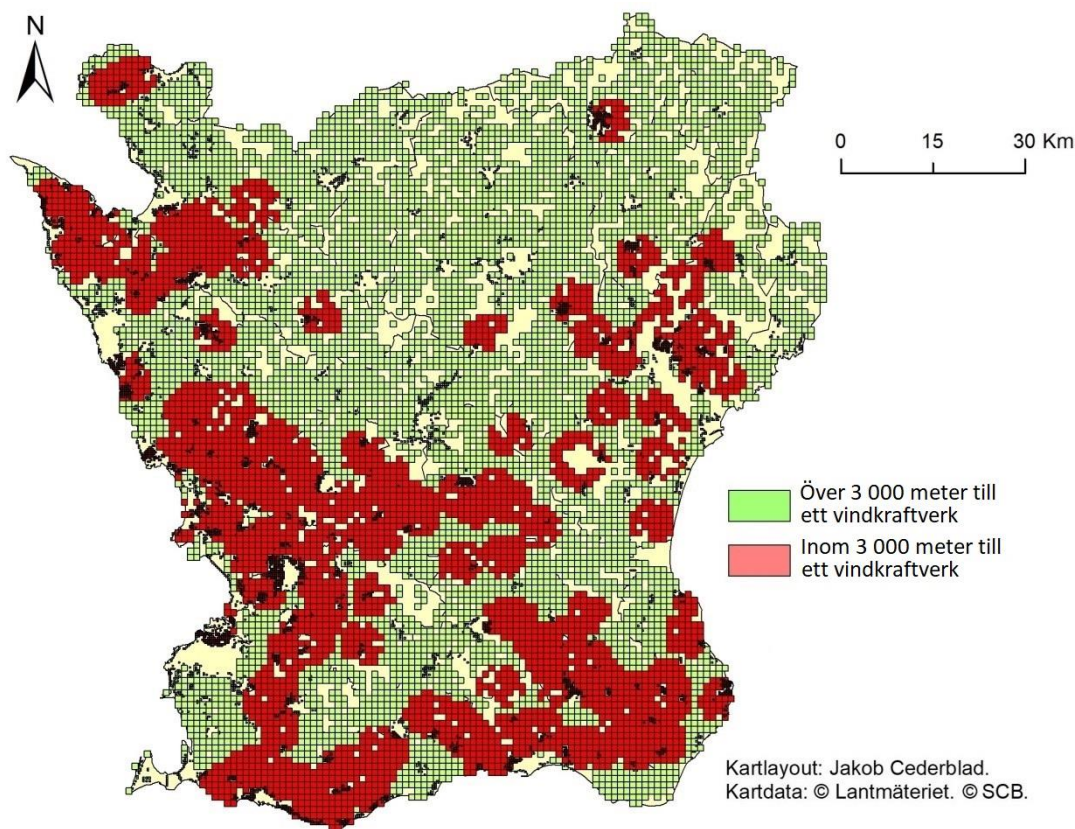


**Figur 4.1** Buffertanalys inom en radie av 3 000 meter till ett vindkraftverk i Skåne.



**Figur 4.2** Ett exempel på extrahering av befolkningsrutor via buffertzoner.

För att kunna jämföra med populationen som inte bor i närheten av vindkraftverk hämtades nytt orört material för alla sociala faktorer, en överlagring utfördes mot befolkningsrutorna som låg inom 3 000 meter till ett vindkraftverk, alla rutor som låg inom 3 000 meter till ett vindkraftverk i det nya lagret exkluderades. För att resultatet inte ska påverkas av områden där det ändå inte får upprättas vindkraftverk, utfördes även en överlagring mellan befolkningsrutorna och tätorter i Skåne, alla befolkningsrutor som låg inom en tätort exkluderades. Genom dessa två processer har två olika populationer extraherats från originalmaterialet. En population där befolkningen bor inom 3 000 meter till ett vindkraftverk, samt en population som bor längre 3 000 meter ifrån ett vindkraftverk (se Fig. 4.3).



**Figur 4.3** Befolkningsrutor som ligger inom respektive över 3 000 meter till ett vindkraftverk.

#### 4.4.2 Analys av population

För att analysera populationen togs ett stickprov med en urvalsstorlek på 1 000 från alla de sociala faktorerna, stickproven var tvungna att vara helt slumpmässigt utvalda för att den utvalda metoden med ett Z-Test. Befolkningsrutorna hade totalt mellan 7 000 och 9 000 befolkningsrutor som innehöll information om respektive sociala faktorer. För att ta ut ett stickprov med ett slumpmässigt urval på storleken 1 000 för varje social faktor, fördelades varje befolkningsruta med ett helt slumpmässigt decimalvärde mellan 0 och 1 genom en python kod i en fältkalkylator, python scriptet som användes var följande:

```
[python]
Import random
def rand():
    return random.random()
[/python]
```

Ett nytt attribut skapades för varje rasterlager med rutnät, python scriptet kördes sedan i det nya attributfältet och gav alla befolkningsrutor ett decimalvärde mellan 0 och 1. Befolkningsrutorna sorterades sedan från stigande till fallande ordning för att automatiskt sortera befolkningsrutorna, de 1000 första rutorna valdes ut som stickprov och exporterades till ett enskilt nytt lager. Processen upprepades för alla sociala faktorer och sedan exporterades datan till ett Excel format för fortsatt bearbetning.

För att kunna jämföra de olika faktorerna behövde statistiken sammanställas, det utfördes genom att först summera det totala antalet individer för respektive födelseland samt det totala antalet individer inom gruppen för de som bor i närheten till ett vindkraftverk respektive de som inte bor i närheten av ett vindkraftverk. Processen upprepades för resterande sociala faktorer; ekonomisk standard, kön, sysselsättning, utbildningsnivå och ålder. Tabell 4.3 listar alla de sociala faktorerna, vilken grupp de tillhör samt individer per grupp inom de respektive befolkningsrutorna.



**Tabell 4.3** Stickprov för populationens befolkningssammansättning.

Social Faktor	Grupp	Antal Inom 3 000m	Antal över 3 000m
<b>Födelse land</b>	Sverige	39 340	17 275
	Norden	1 083	609
	Europa	2 546	825
	Världen	5 763	1 221
	Totalt	48 732	19 930
<b>Ekonomisk standard</b>	Låg ekonomisk standard	5 960	1 568
	Låg till medel ekonomisk standard	5 347	1 906
	Medel till hög ekonomisk standard	5 331	2 189
	Hög ekonomisk standard	5 001	2 400
	Totalt	21 639	8 063
<b>Kön</b>	Man	25 751	10 084
	Kvinna	25 618	9 623
	Totalt	51 369	19 707
<b>Sysselsättning</b>	Förvärvsarbetare	25 299	8 501
	Ej förvärvsarbetare	7 907	1 901
	Totalt	33 206	10 402
<b>Utbildningsnivå</b>	Förgymnasial utbildning	3 362	1 299
	Eftergymnasial utbildning	11 874	5 383
	Eftergymnasial utbildning	4 687	1 920
	Avancerad eftergymnasial utbildning	8 988	3 472
	Totalt	28 911	12 074
<b>Ålder</b>	0 till 18 år	13 736	5 110
	19 till 29 år	9 214	2 217
	30 till 44 år	12 975	3 986
	45 till 64 år	14 064	5 683
	65+ år	10 353	3 812
	Totalt	60 342	20 808

Den totala andelen i procent för respektive åldersgrupp beräknades sedan, därefter beräknades differensen mellan andelen av varje grupp inom varje social faktor. Till exempel för födelse land så beräknades differensen mellan de som är födda i Sverige och bor i närheten av ett vindkraftverk jämfört med de som är födda i Sverige och inte bor i närheten av ett vindkraftverk. Samma process upprepades för de som är födda i Norden, Europa och slutligen världen. På samma sätt beräknades differensen för resterande sociala faktorer och dess grupper, resultatet sammanställdes i en tabell.

Z-värdet beräknades sedan mellan andelen av varje grupp för varje social faktor för att få fram eventuella statistiskt signifikanta skillnader. Stickprovets storlek (n) sattes till 1 000, samma som urvalet som gjordes av befolkningsrutorna, om det beräknade Z-värdet var större eller mindre än 1.96 förkastades noll-hypotesen och ett statistiskt signifikant samband kunde påvisas.

## 5 Resultat och analys

I kapitel 5 presenteras och analyseras resultaten över de optimala lokaliseringarna av vindkraftverk i avsnitt 5.1 samt 5.2, sedan kommer resultatet av den statistiska analysen presenteras och analyseras i avsnitt 5.3.

### 5.1 Optimala lokaliseringar

Resultatet för de optimala lokaliseringarna för vindkraftverk enligt de fysiska förhållandena presenteras var för sig i kapitel 5.1. Först kommer de exkluderade områdena över vattenområden, militärområden och naturreservat presenteras. Därefter kommer kriterierna över de optimala lokaliseringarna som innefattar vindstyrka, byggnader, vägar, järnvägar och flygområden att presenteras. Sammanvägningen av den slutgiltiga multikriterieanalysen presenteras i avsnitt 5.2.

#### 5.1.1 Exkluderade områden - Vattenområden i Skåne

Vattenområden i Skåne är väldigt utspritt med kuster längst östra, södra och västra delarna av Skåne. På det skånska inlandet är det främst ett antal stora sjöar som begränsar lokaliseringen av vindkraftverken, de sjöarna finns främst i Höör, Kristianstad och Bromölla. Sett till vindkraftverkens lokalisering finns det fortfarande mycket arealer i alla kommuner utifrån kriteriet för vattenområden (se Fig. 5.1).

#### 5.1.2 Exkluderade områden - Militärområden i Skåne

Det finns endast ett litet antal militärområden i Skåne som begränsar lokaliseringen av vindkraftverk, de militärområdena är lokaliserade i Båstad, Kristianstad, Lund, Sjöbo, Ystad och Malmö. Sett till Skånes totala yta finns militärområdena endast på en väldigt begränsad yta och ett begränsat antal kommuner (se Fig. 5.2).

#### 5.1.3 Exkluderade områden - Naturreservat i Skåne

Naturreservaten i Skåne påträffas i större delen av Skåne, de största arealerna av naturreservat är lokaliserade runt Lund och Sjöbo. Utöver dessa områden finns det mindre naturreservat i delar av nästan alla kommuner, det finns kommuner som

Örkelljunga och Trelleborg som också helt saknar naturreservat. I relation till de exkluderade områden så begränsar naturreservat större arealer än militärområden men mindre arealer än vattenområden. (se Fig. 5.3).

#### **5.1.4 Optimala lokaliseringar enligt kriteriet för vindstyrka**

Vindstyrkan är den teknologiskt viktigaste aspekten när det gäller lokaliseringen av vindkraftverk. Vindstyrkan i Skåne ligger generellt sett på en väldigt stabil medelhastighet, detta medför att det lämpar sig med vindkraftverk enligt kriteriet för vindstyrka i hela Skåne. De områdena som anses vara mest lämpliga enligt kriteriet för vindstyrka påträffas längst sydkusten, men även vid västkusten samt runt Eslöv och Hörby. Där vindstyrkan är mindre lämplig men som ändå har en hög lämplighet är områden runt nordöstra Skåne, det blåser generellt sett lite mindre i de nordöstra delarna av Skåne som då också lämpar sig lite mindre enligt kriteriet för vindstyrka (se Fig. 5.4).

#### **5.1.5 Optimala lokaliseringar enligt kriteriet för bebyggelse**

Optimala lokaliseringar för vindkraftverk enligt kriteriet för avstånd till bebyggelse var olämpligt i väldigt stora arealer av Skåne, det som kan anses vara mest olämpliga områden påträffas längst hela västkusten där bebyggelsen ligger väldigt tätt mellan varandra. Även runt de tätaste områdena kunde väldigt små begränsade arealer urskiljas där det fanns lämpliga avstånd enligt kriteriet för bebyggelse även ifall dessa arealer var mycket små. Störst arealer av områden utan bebyggelse kunde lokaliseras i de norra delarna av Skåne, främst i de nordöstra delarna vid gränsen till Blekinge. Över lag hade de flesta kommunerna ändå tillgänglighet till ytor med lämpliga avstånd till bebyggelse som enligt kriteriet för bebyggelse skulle kunna användas till vindkraftverk. Malmö och Burlöv var två undantag där bebyggelsen var extremt tät, lokaliseringen där skulle vara väldigt svår enligt kriterierna för avstånd till bebyggelse (se Fig. 5.5).

#### **5.1.6 Optimala lokaliseringar enligt kriteriet för vägar**

För optimala lokaliseringar enligt kriteriet för vägar påträffas mest olämpliga områden precis som i kriteriet för bebyggelse främst runt västkusten, men även runt sydkusten. Även i de områdena där det är väldigt små lämpliga områden med avseende till

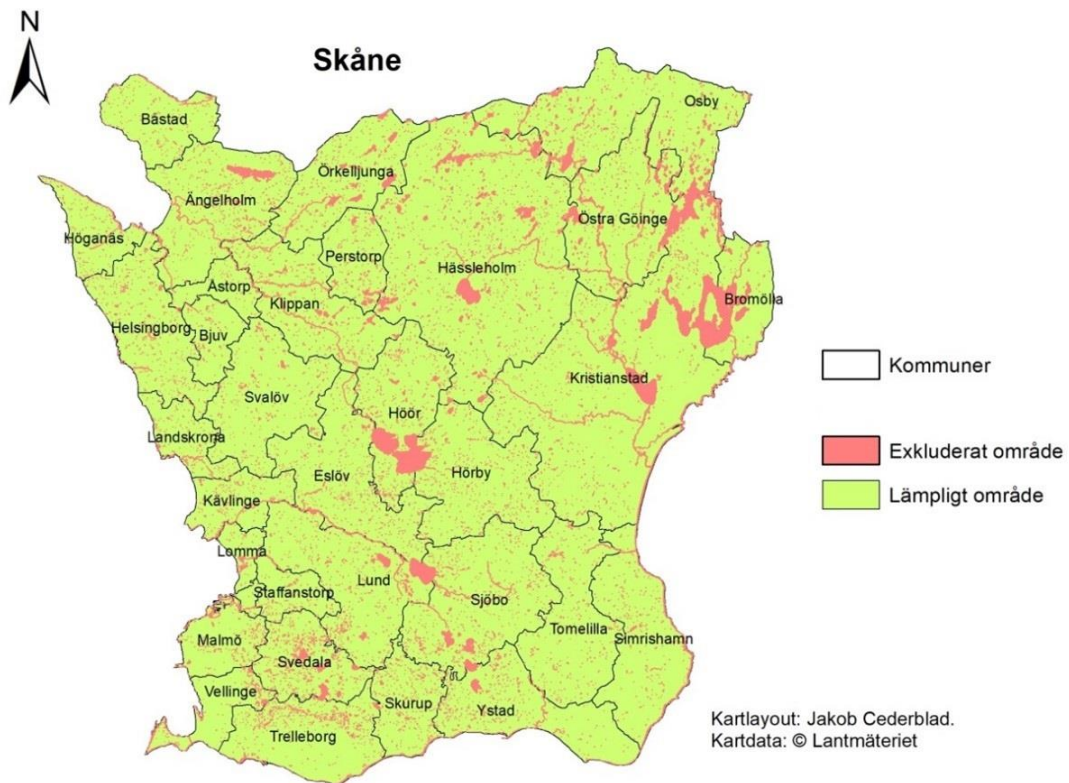
befintliga vägar fanns där fortfarande små områden som kunde klassificeras som lämpliga. Minst densitet av vägar och störst arealer med lämplig mark för lokalisering av vindkraftverk enligt kriterierna för vägar kunde hittas i nordöstra Skåne som skiljde sig stort i jämförelse med de andra delarna av Skåne (se Fig. 5.6).

### **5.1.7 Optimala lokaliseringar enligt kriteriet för järnvägar**

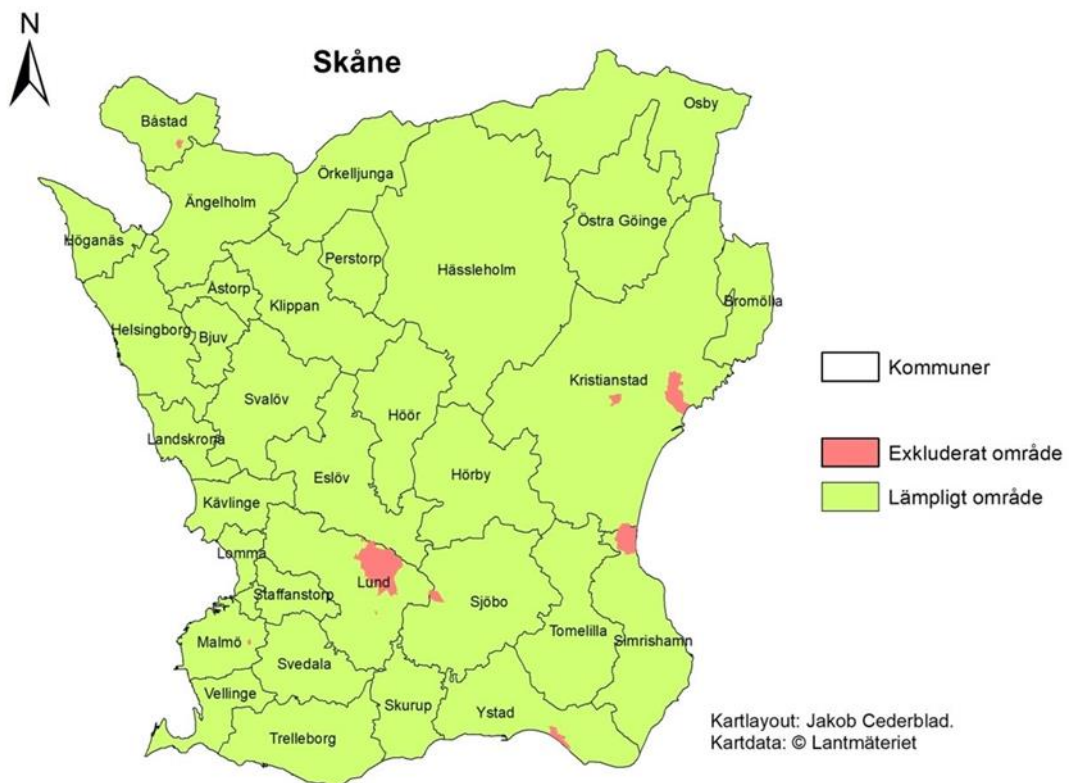
För optimala lokaliseringen enligt kriteriet för järnvägar finns det endast små begränsningar av områden som ligger i närheten till järnvägar. Det är främst områden längst den skånska västkusten där det är tätt med järnvägar som begränsar lokaliseringen av vindkraftverken, utöver västkusten var Hässleholm, som är en knutpunkt för järnvägarna i Skåne, en kommun som begränsas hårt av sina järnvägar. De flesta kommunerna hade några arealer som blev påverkade av kriteriet för järnvägar medan kommuner som Örskälljunga, Hörby, Höganäs och Sjöbo helt saknade järnvägar (se Fig. 5.7).

### **5.1.8 Optimala lokaliseringar enligt kriteriet för flygområden**

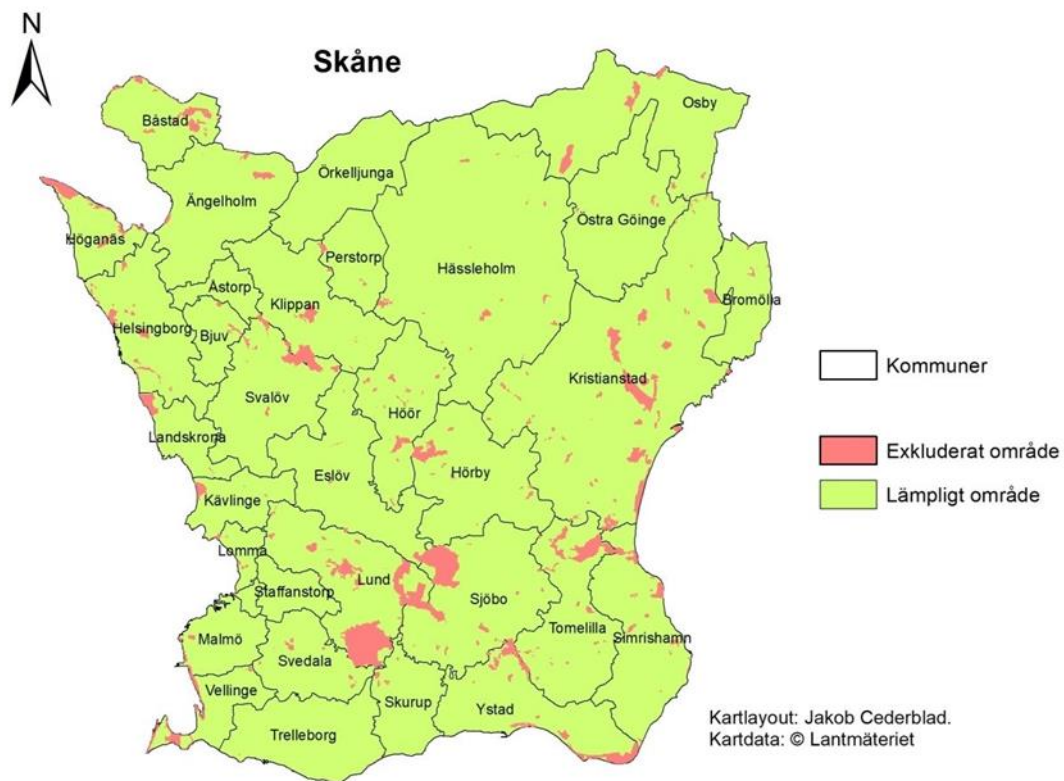
För optimal lokalisering enligt kriteriet för flygområden var stora delar av Skåne begränsat. De mest optimala områdena kunde hittas i de nordöstra och sydöstra delarna av Skåne, det var endast där som områden med full lämplighet kunde påträffas. Resterande delar av Skåne var mer eller mindre klassificerade som olämpliga då flygområdena tog upp stora arealer. Eftersom lämpligheten är på en stigande skala där den maximala gränsen för att området ska vara fullt lämpligt är på 55 000 km kan även de gula områdena i kartan tolkas som relativt lämpliga områden, i dessa områden behövs det vidare enskilda bedömningar för varje projekt beroende på situationen och storleken för flygområdet som vindkraftverket ska lokaliseras nära (se Fig. 5.8).



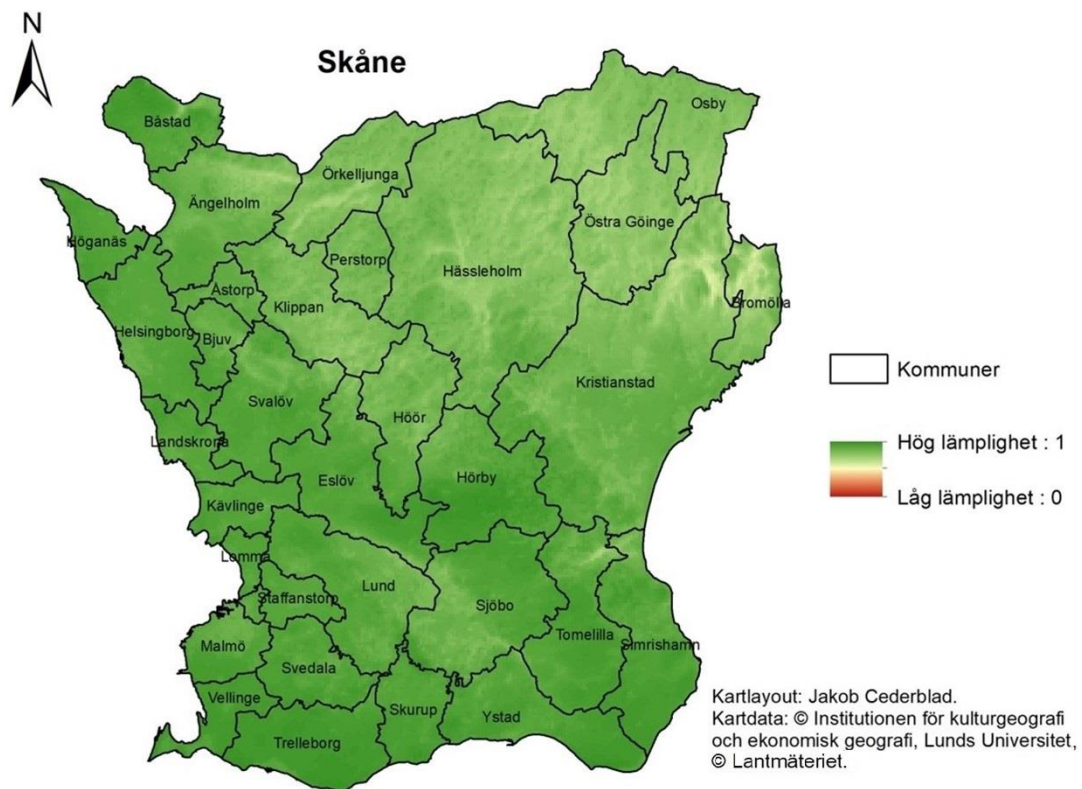
Figur 5.1 Exkluderade områden enligt kriteriet för vattenområden.



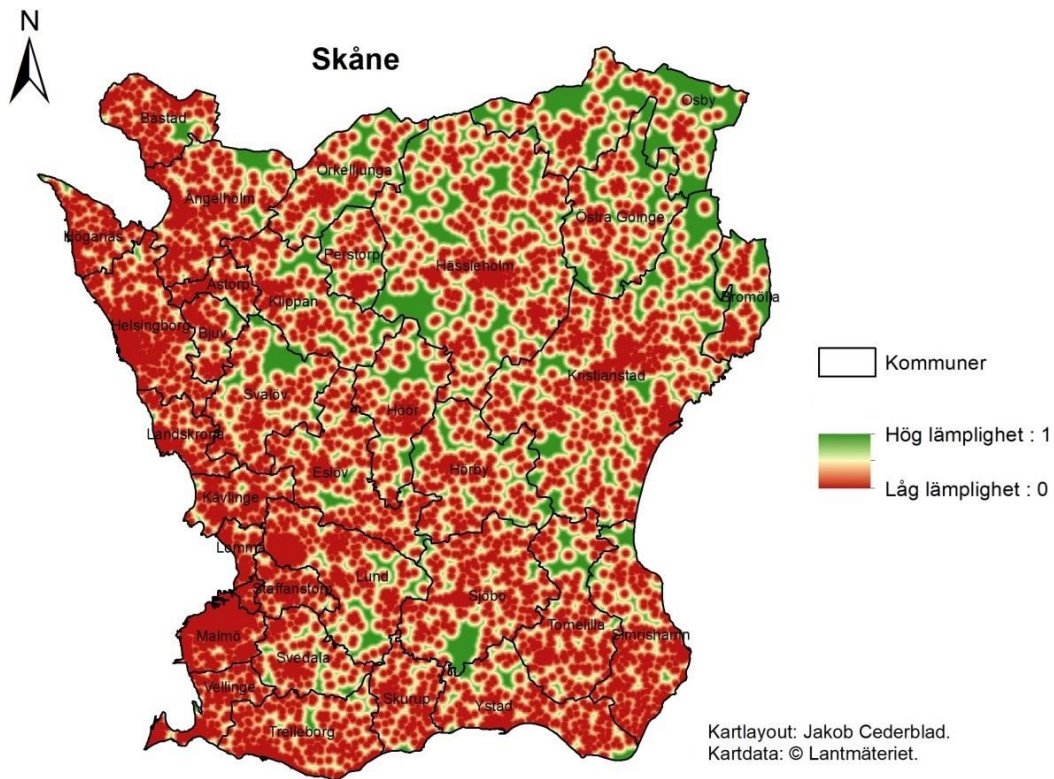
Figur 5.2 Exkluderade områden enligt kriteriet för militärområden.



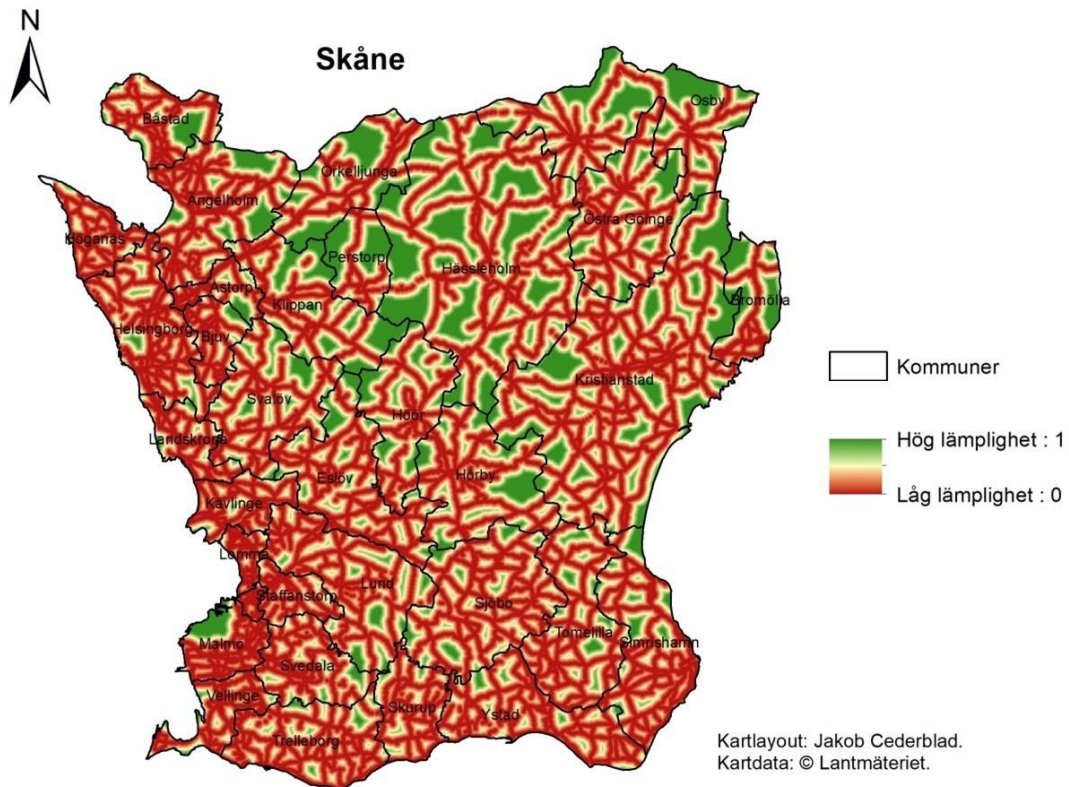
Figur 5.3 Exkluderade områden enligt kriteriet för naturreservat.



Figur 5.4 Optimal lokalisering enligt kriteriet för vindstyrka.

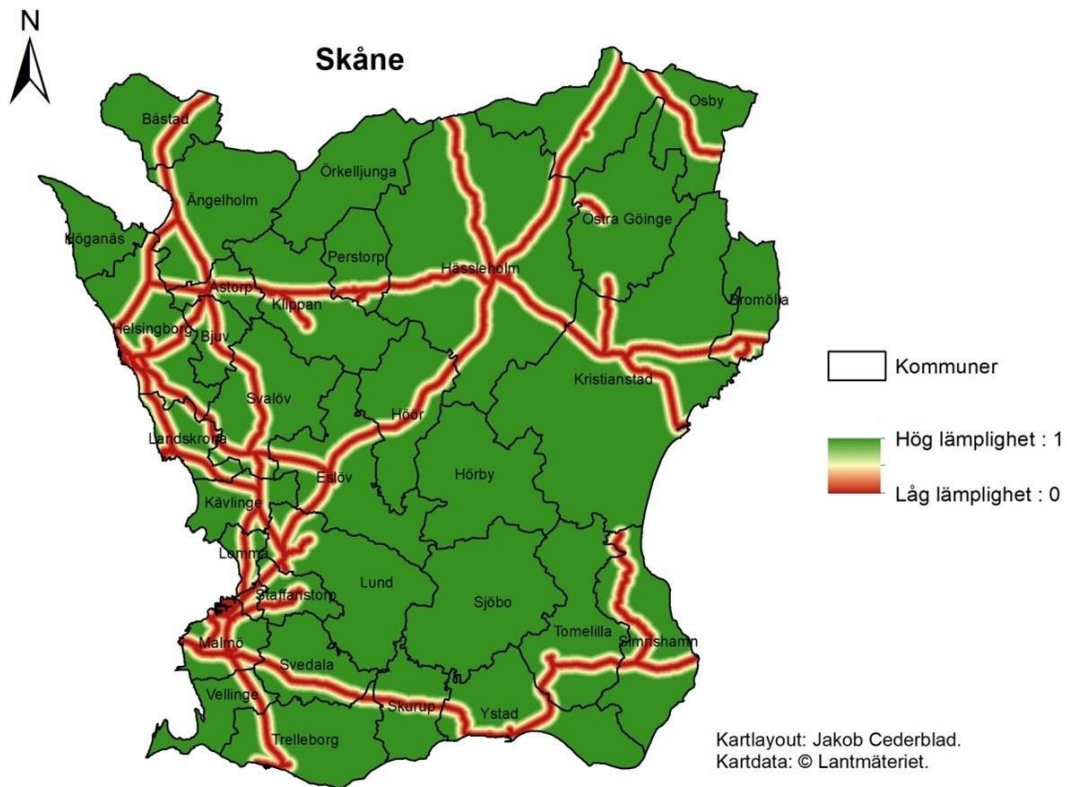


Figur 5.5 Optimal lokalisering enligt kriteriet för bebyggelse.

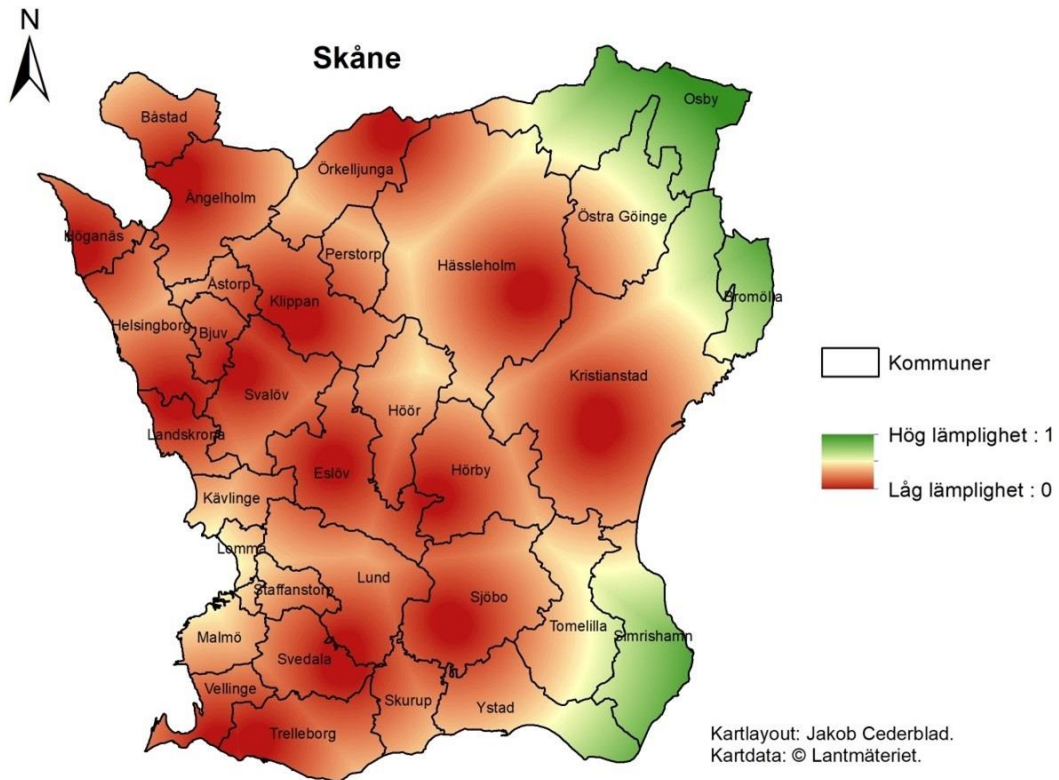


Figur 5.6 Optimal lokalisering enligt kriteriet för vägar.





Figur 5.7 Optimal lokalisering enligt kriteriet för järnvägar.



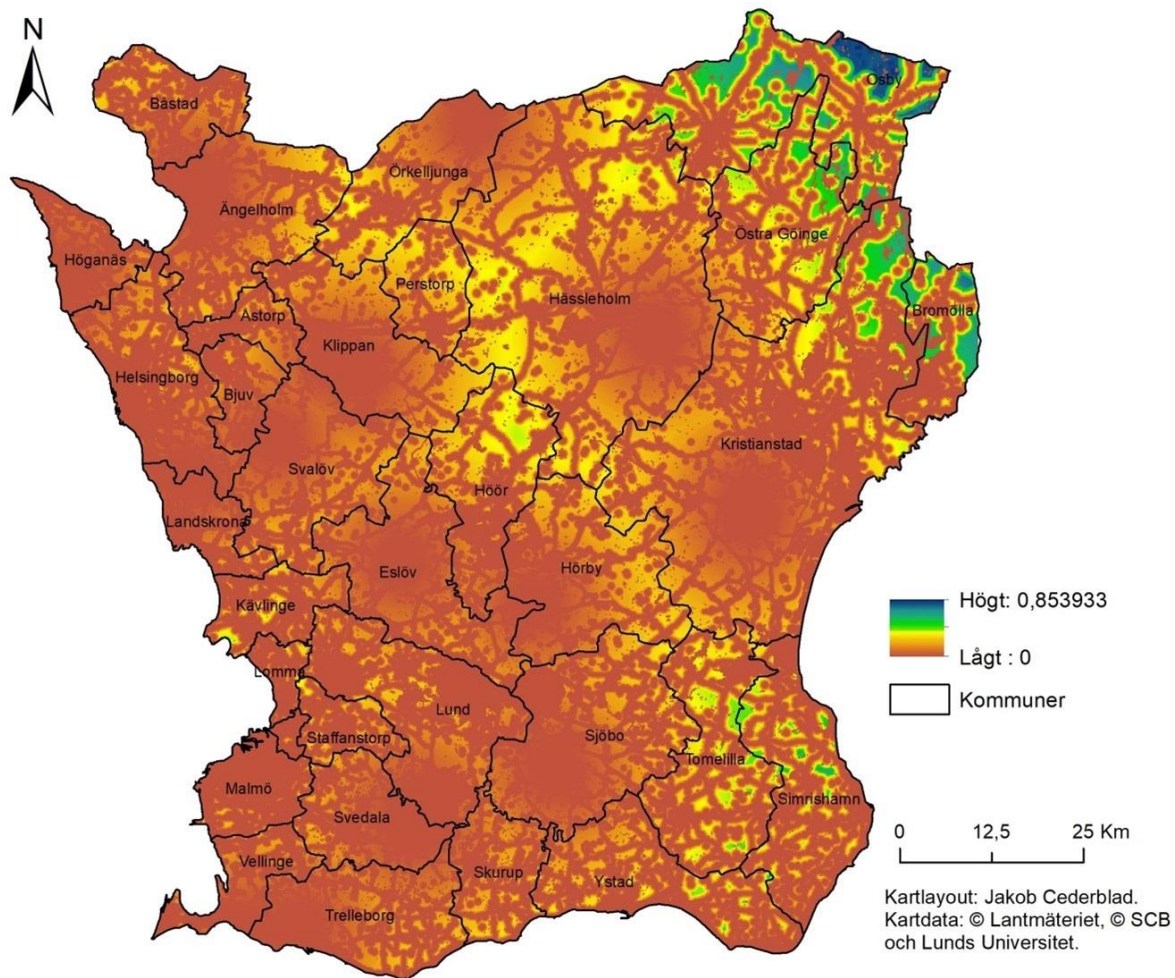
Figur 5.8 Optimal lokalisering enligt kriteriet för flygområden.

## 5.2 Optimal lokalisering för vindkraftverk i Skåne

I avsnitt 5.2 presenteras den slutgiltiga multikriterieanalysen över de optimala lokaliseringarna för vindkraftverk i Skåne, multikriterieanalysen är ett resultat av en sammanvägning av alla resultat presenterade i avsnitt 5.1.

Resultatet från multikriterieanalysen visar att optimala lokaliseringar för vindkraftverk främst påträffas i nordöstra Skåne, kommuner som Osby, Östra Göinge Kristianstad och Bromölla hade stora arealer som innehöll de högsta värdena i multikriterieanalysen. Tomelilla, Simrishamn och Ystad hade även mindre arealer som innehöll höga värden och kunde anses vara lämpliga områden utifrån kriterierna. Utöver dessa områden fanns det stora arealer som identifierades som mindre lämpliga områden men där det fortfarande fanns en begränsad potential för lokaliseringen av vindkraftverk, dessa områden fanns främst i Ängelholm, Örkelljunga, Hässleholm, Höör och Hörby. Majoriteten av arealerna i Skåne hade en låg lämplighet för lokaliseringen av vindkraftverk. De områdena där olämpliga arealer kunde identifieras var på västkusten, där det bland annat fanns mycket vägar, byggnader och järnvägar, områdena kring västkusten var annars där vinden egentligen var som mest optimal enligt kriteriet för vindstyrka. Över lag finns det en begränsad potential för utveckling av vindkraftverk i de flesta skånska kommunerna enligt multikriterieanalysen (se Fig. 5.9).

Jämförs resultatet från multikriterieanalysen med hur det ser ut i verkligheten har kommunerna med störst potential till att lokalisera vindkraftverk inte utnyttjat sin fulla potential. Osby, Östra Göinge, Hässleholm, Perstorp, Örkelljunga och Bromölla har inga eller ett väldigt begränsat antal vindkraftverk, även ifall de har störst potential till att kunna etablera den jämfört med de andra skånska kommunerna enligt multikriterieanalysen. Kristianstad och Simrishamn är de kommuner som både har hög potential enligt multikriterieanalysen och som även har etablerat många vindkraftverk som de använder. Samtidigt så finns det många kommuner som har svårare att hitta optimala lokaliseringar, men som fortfarande har etablerat vindkraftverk i mycket större utsträckning. Eslöv, Svalöv och Trelleborg står ut med antalet etablerade vindkraftverk sett till resultatet av multikriterieanalysen (se Fig. 5.9).



Figur 5.9 Multikriterieanalys av optimala lokaliseringar för Vindkraftverk i Skåne enligt de fysiska förutsättningarna.

### 5.3 Statistisk analys

Resultatet för den statistiska analysen indikerar på att det finns en skillnad i befolkningssammansättningen mellan de som bor inom en radie av 3 000 meter från ett vindkraftverk jämfört med de som bor längre ifrån. De största skillnaderna påträffades med avseende till de sociala faktorerna födelseland, ekonomisk standard, sysselsättning och ålder. Den högsta differensen som påträffades var mellan befolkningssammansättningen som har låg ekonomisk standard, vilket hade en differens på 8,10%. Minst skillnader i befolkningssammansättningen kunde påträffas med avseende till kön och utbildningsnivå, varav den minsta differensen mellan de olika sociala faktorerna var i befolkningssammansättningen som har en eftergymnasial utbildning, differensen där låg på 0,31%.

De grupperna som hade störst andel med ett lågt antal individer som bor i närheten av vindkraftverk, var individer som var födda i Sverige, som hade en hög ekonomisk standard, som var förvärvsarbetare och som var någonstans mellan 45 och 64 år gamla. De grupperna som hade störst andel individer som bor i närheten av vindkraftverk, var individer som var födda utanför Europa, som hade en låg ekonomisk standard, som ej var förvärvsarbetare och som var någonstans mellan 19 och 29 år gamla. (se Tabell 5.1).

För de sociala faktorerna födelseland, ekonomisk standard, sysselsättning och ålder påträffades signifikanta skillnader i befolkningssammansättningen mellan de som bor inom 3 000 meter till ett vindkraftverk jämfört med de som bor över 3 000 meter till ett vindkraftverk. För kön och utbildningsnivå kunde inga signifikanta skillnader i befolkningssammansättningen påträffas (Se Tabell 5.2). Det högsta Z-värdet som kunde påträffas i analysen och som i sin tur hade det starkaste sambandet till en säkerställd statistisk skillnad mellan befolkningssammansättningen, var för individer som är födda utanför Europa. Z-värdet för befolkningssammansättningen som var födda utanför Europa beräknades till 4.5. Det lägsta Z-värdet som hade en statistiskt säkerställd skillnad beräknades till 2.1 och var i befolkningssammansättningen för de som var mellan 45 och 64 år. Minst skillnader i befolkningssammansättningen påträffades för de som hade eftergymnasialutbildning där Z-Värdet endast låg på 0.2 (Se Tabell 5.2).

**Tabell 5.1** Andel och differens för befolkningsstrukturer inom 3000m respektive över 3000m från närmsta vindkraftverk.

Social faktor	Grupp	Inom 3000m	Över 3000m	Differens
<b>Födelseland</b>	Sverige	80,73%	86,68%	-5,95%
	Norden	2,22%	3,06%	-0,84%
	Europa	5,22%	4,14%	+1,08%
	Världen	11,83%	6,12%	+5,71%
<b>Ekonomisk standard</b>	Låg ekonomisk standard	27,54%	19,44%	+8,10%
	Låg till medel ekonomisk standard	24,71%	23,64%	+1,07%
	Medel till hög ekonomisk standard	24,64%	27,15%	-2,51%
	Hög ekonomisk standard	23,11%	29,77%	-6,66%
<b>Kön</b>	Man	50,13%	51,17%	-1,04%
	Kvinna	49,87%	48,83%	+1,04%
<b>Sysselsättning</b>	Förvärvsarbetare	76,19%	81,72%	-5,53%
	Ej förvärvsarbetare	23,81%	18,28%	+5,53%
<b>Utbildningsnivå</b>	Förgymnasial utbildning	11,63%	10,76%	+0,87%
	Gymnasial utbildning	41,07%	44,58%	-3,51%
	Eftergymnasial utbildning	16,21%	15,90%	+0,31%
	Avancerad eftergymnasial utbildning	31,09%	28,76%	+2,33%
<b>Ålder</b>	Mellan 0 till 18 år	22,76%	24,56%	-1,8%
	Mellan 19 till 29 år	15,27%	10,65%	4,62%
	Mellan 30 till 44 år	21,50%	19,16%	2,34%
	Mellan 45 till 64 år	23,31%	27,31%	-4,00%
	Över 65 år	17,16%	18,32%	-1,16%

Eftersom metoden som valts för att beräkna signifikanta säkerställda skillnader använder sig av ett tväsidigt sannolikhetsvärde, så kan Z-Värdet endast påvisa att det finns en signifikant skillnad inom befolkningsammansättningen, men inte om den skillnaden är en ökning eller minskning. För att undersöka om den signifikanta skillnaden i befolkningsammansättningen är en ökning eller minskning, kan differensen mellan de två faktorerna beaktas (Se Tabell 5.1).

De grupper inom befolkningsammansättningen där en statistisk säkerställd skillnad för de som bor inom 3 000 meter till ett vindkraftverk kan påträffas, är för de som är födda utanför Europa, som har en låg ekonomisk standard, som inte är förvärvsarbetare och som är mellan 19 och 29 år gamla. De grupper inom befolkningsammansättningen där

en statistisk säkerställd skillnad för de som bor över 3 000 meter till ett vindkraftverk kan påträffas, är för de som är födda i Sverige, som har en hög ekonomisk standard, som har ett förvärvsarbete och som är mellan 45 och 64 år gamla.

**Tabell 5.2** Signifikanta skillnader i befolkningssammansättningen mellan de som bor i närheten till vindkraftverk respektive de som bor längre ifrån vindkraftverk.

Social faktor	Grupp	Z-Värde	Signifikant skillnad påträffats
<b>Födelseland</b>	Sverige	3.6	Signifikant skillnad
	Norden	1.2	Ej signifikant skillnad
	Europa	1.1	Ej signifikant skillnad
	Världen	4.5	Signifikant skillnad
<b>Ekonomisk standard</b>	Låg ekonomisk standard	4.3	Signifikant skillnad
	Låg till medel ekonomisk standard	0.6	Ej signifikant skillnad
	Medel till hög ekonomisk standard	1.3	Ej signifikant skillnad
	Hög	3.4	Signifikant skillnad
<b>Kön</b>	Man	0.5	Ej signifikant skillnad
	Kvinna	0.5	Ej signifikant skillnad
<b>Sysselsättning</b>	Förvärvsarbetare	3	Signifikant skillnad
	Ej förvärvsarbetare	3	Signifikant skillnad
<b>Utbildningsnivå</b>	Förgymnasial utbildning	0.6	Ej signifikant skillnad
	Gymnasial utbildning	1.6	Ej signifikant skillnad
	Eftergymnasial utbildning	0.2	Ej signifikant skillnad
	Avancerad eftergymnasial utbildning	1.1	Ej signifikant skillnad
<b>Ålder</b>	0 till 18 år	0.9	Ej signifikant skillnad
	19 till 29 år	3.1	Signifikant skillnad
	30 till 44 år	1.3	Ej signifikant skillnad
	45 till 64 år	2.1	Signifikant skillnad
	65+ år	0.7	Ej signifikant skillnad

Exakt vad resultatet beror på kan inte utläsas med hjälp av de metoder som använts i studien, endast att det finns signifikanta skillnader i befolkningssammansättningen mellan de som bor inom 3 000 meter till ett vindkraftverk jämfört med de som bor över 3 000 meter till ett vindkraftverk. För vissa faktorer finns det en korrelation, till exempel att det är fler som en har låg ekonomisk standard och som inte är förvärvsarbetare som i större utsträckning bor i närheten av vindkraftverk.

Studiens statistiska analys visar på att det finns en viss skevhet i befolknings-sammansättningen för de som bor inom 3 000 meter till ett vindkraftverk jämfört med de som bor längre ifrån än 3 000 meter till ett vindkraftverk. Vidare visar resultatet på att det är vissa grupper i befolkningsammansättningen som till större del blir exponerade för de lokala konsekvenserna ett vindkraftverk har på sin omgivning. Resultatet i studien liknar till viss del Liljenfeldt och Pettersson (2017) resultat i sin studie, de kom fram till att flest skillnader i befolkningsammansättningen där vindkraftverk nekades tillstånd, var där befolkningsammansättningen till större del kom från ett nordiskt land, men även en större andel av befolkning hade högre utbildning. I denna studie kunde dock inga signifikanta skillnader påvisas för utbildningsnivå. Vidare hittade Liljenfeldt och Pettersson (2017) att områden som hade befolkning med lägre inkomst och högre arbetslöshet hade större chans att få ett vindkraftverksprojekt beviljat i området, vilket denna studies statistiska analys även hittade signifikanta skillnader i befolkningsammansättningen för samma faktorer.

## 6 Diskussion

Det finns en starkt begränsad potential för utbyggnad av vindkraftverk på den skånska landsbygden, det är endast i de nordöstra delarna av Skåne där det finns en relativt stor potential för utbyggnaden. De andra delarna av Skåne har endast små arealer med vad som kan anses en väldigt låg till medel lämplighet för etableringen av vindkraftverk, bortsett från några små kluster som även har en lite högre lämplighetsgrad. Något som var intressant var att vindförhållandena egentligen är mer optimala i de sydvästra delarna av Skåne, men som också är mycket mer tätbebyggt än resterande delarna av Skåne. Vilket innebär att rent teknologiskt skulle vindkraftverken till större del ha en bättre kapacitet i de sydvästra delarna av Skåne samtidigt som det även skulle vara fler hinder och antagligen större opposition där.

Regeringen ser utbyggnaden av vindkraftverk som en central del till att uppnå ett fossilfritt och förnybart Sverige i avseende till energiproduktionen (Regeringskansliet, 2015). Det har också påbörjats en utredning om att ta bort egenbestämmandet som kommunerna har när det gäller etablering av vindkraftverk i kommunen, som ger kommunerna rätt att neka vindkraftsprojekt. Med utredningen hoppas regeringen på att processen (för etablering av vindkraftverk) ska bli mer förutsägbar och att fler vindkraftverk skall etableras (Regeringskansliet, 2020). Eftersom vindkraftverken anses vara det centrala för att uppnå energipolitiken skulle det behövas etableras många fler vindkraftverk i hela landet. Skåne behöver mycket fler fossilfria och förnybara energikällor för att ens bli självförsörjande, länet har dessutom redan ett stort underskott på el som importeras från fossila och icke förnybara energikällor (Länsstyrelsen Skåne, 2018) Med den begränsade potentialen för en utbyggnad av vindkraftverken i Skåne, är målet om fullständig självförsörjning ett mål som i nuläget ser ut att vara mycket svårt att uppnå för Skåne. Det kommer då antingen behövas att bygga ut vindkraftverken i andra delar av Sverige, alternativt hitta andra potentiella energikällor som kan utnyttjas i större utsträckning även i Skåne, endast vindkraftverk som energikälla verkar inte vara realiserbart inom en snar framtid för de skånska förutsättningarna.

Med den begränsade potentialen för utbyggnad av vindkraftverk på den skånska landsbygden, skulle vidare forskning behövas för vindkraftverk lokaliserade på



vattenområden, det skulle eventuellt även kunna möjliggöra att lokalisera vindkraftverken där de fungerar optimalt enligt de teknologiska kriterierna, på sätt även producera mer energi. Det finns de som forskar om vindkraftverk som är lokaliserade i sjöar och hav, genom att lokalisera vindkraftverk i vattenområden kan även konsekvenserna för befolkningen minimeras. Vidare kan då befolkningen slippa de lokala konsekvenserna till följd av vindkraftverken och således även delar av oppositionen mot dem. Att lokalisera vindkraftverken i vattenområden skulle då ofta betyda att avståndet till bostäder också är längre än de 3 km som är praxisen för talerätt, vattenbaserade vindkraftverk skulle därför kunna vara ett bra alternativ för framtiden och det pågår redan projekt för det i Skåne, med varierade resultat. Det finns fortfarande ett flertal andra konsekvenser med vindkraftverk som är lokaliserade i vattenområden (Nordell, 2019).

En multikriterieanalys kan vara ett effektivt verktyg för att kunna lokalisera platser där vindkraftverk kan etableras, men det är ändå viktigt att poängtera att metoden endast kan ge en fingervisning till var potentialen för utbyggnad av vindkraftverk finns. Resultatet i en multikriterieanalys kan även förändras mycket beroende kriterier och viktning i analysen som användaren står för. För att förbättra multikriterieanalysen i studien rekommenderas en djupare analys för viktning av kriterierna. Eftersom viktningen är en process som är både tidskrävande och kan kräva avancerade modeller för att få till på ett tillfredsställande sätt, har studien därför utgått från att inte vikta de olika kriterierna mellan varandra. I stället har metoden baserats på att helt exkludera områden som är olämpliga och vikta de andra jämt. I verkligheten finns det dock kriterier som kan anses vara mer eller mindre viktiga för lokaliseringen av vindkraftverk, till exempel skulle kriteriet om avståndet till flygområden vara mer eller mindre viktig än kriteriet för byggnader alternativt vägar och därför viktas högre. Det är en väldigt komplex process att försöka vikta kriterier som inte hänger ihop, men en viktning skulle kunna ge ett bättre resultat i slutändan om det utfördes korrekt.

Studiens analys indikerade att de med lägre ekonomisk standard och högre arbetslöshet i större mån bor i närheten av vindkraftverk, vilket skulle kunna bero på att de eventuellt saknar de ekonomiska medel som krävs för att kunna flytta ifrån sina fastigheter även

ifall de skulle vilja. När ett vindkraftverk planeras i området visar statistiken på att fastighetsvärdet sjunker, vilket i sin tur kan göra det svårare för dem som äger sin fastighet och som har en låg ekonomisk standard att hitta något nytt område att flytta till. De som i signifikant mindre utsträckning bor i närheten av vindkraftverk är i stället de som har en hög ekonomisk standard. Det är därför ett rimligt antagande att de har större valmöjlighet att inte bosätta sig nära vindkraftverk och skulle dessutom ha råd att flytta därifrån ifall vindkraftverken blir placerade i närheten av dem. Resultatet skulle även till stor del kunna vara en följd av att de som planerar lokaliseringen av vindkraftverk väljer områden som är mer utsatta och som är mindre resursstarka, på så sätt kan de minska risken för opposition. De som är födda i alla delar av världen kanske inte behärskar språket i lika stor utsträckning jämfört med de som är födda i Sverige. Vilket kan utgöra stora skillnader när det gäller att till exempel göra sin röst hörd i olika instanser. Regeringen vill med sin energipolitik skapa förutsättningarna för en hållbar energianvändning (Regeringskansliet, 2015).

Dincer och Rosen (2004) menade att för att nå full hållbar utveckling över lång tid måste även de sociala komponenterna uppfyllas tillsammans med de ekonomiska, miljömässiga och teknologiska. Det kan därför med studiens resultat diskuteras om det är att skapa villkoren för en hållbar energianvändning när att bo i närheten av vindkraftverken kan riskera att bli en klassfråga. Detta även ifall konsekvenserna av vindkraftverken kan uppfattas olika och som Pedersen, Hallberg och Waye (2007) kom fram till i sin studie, där de undersökte hur de upplevda konsekvenserna av vindkraftverken till stor del handlade om individernas grundläggande inställning till vindkraftverk. Någon som uppfattar ett vindkraftverk som negativt och tvingas bo med konsekvenserna riskerar att känna en orättvisa och hjälplöshet över sin situation.

För de aktörer som planerar vindkraftverk är den fysiska lokaliseringen av vindkraftverken inte den enda faktorn som behöver analyseras, befolkningssammansättningen är ytterligare en dimension som måste vägas in i planeringen. Inte bara hur befolkningssammansättningen i området påverkas när vindkraftverken planeras, utan även hur den befolkningssammansättningen kan komma att förändra sig över tid på grund utav vindkraftverken. För de som driver

vindkraftverken borde även indikationen av den statistiska analysen i studien innebära att de söker mer kunskap om hur vindkraftverkens lokalisering kan förändra förutsättningarna för befolkningssammansättningen i området.

Vidare forskning skulle behövas för de konsekvenserna vindkraftverk för med sig på sin omgivning, konsekvenser för befolkningen som bor i närheten av vindkraftverk utsätts för, men även hur vindkraftverken påverkar befolkningssammansättningen i området. Det skulle vara av högt intresse att granska hur befolkningssammansättningen i ett område där vindkraftverk etableras påverkas under hela processen, från det att vindkraftverket planeras till att det står på plats och producerar el.

## 7 Slutsats

Studiens syfte var att undersöka optimala platsval för vindkraftverk i Skåne. Potentialen för en eventuell utbyggnad av vindkraftverk i Skåne är begränsad, främst till de nordöstra delarna av Skåne där lokaliseringen var som lämpligast enligt multikriterieanalysen. De västra och södra delarna av Skåne var begränsad av tät bebyggelse som gjorde att lämpligheten för en eventuell lokalisering av vindkraftverk var låg. Energikonsumtionen ser dessutom ut att öka i Sverige, Skåne kommer sannolikt inte vara ett undantag i den ökningen. Ökningen av energikonsumtionen och en övergång till icke fossila samt förnybara energikällor innan år 2045, utgör stora utmaningar för samhället. Andra energikällor än vindkraftverk kan komma att behöva utvecklas för att Skåne och resterande delarna av Sverige ska bli helt självförsörjande i sin elproduktion. Det finns en relativt begränsad potential till att lokalisera fler vindkraftverk enligt tekniska, legislativa och säkerhetsmässiga faktorerna i Skåne, men etableringen av vindkraftverk är mer komplex än så.

Regeringen menar att de inte bara vill skapa villkoren för en effektiv energianvändning utan även att de vill skapa villkoren för en hållbar energianvändning (Regeringskansliet, 2015). För att skapa villkoren för en hållbar energianvändning kan det inte vara vissa delar av befolkningen som får ta de största bördorna av vindkraftverken, medan andra endast får ta del av fördelarna. Det är inte hållbart i längden att befolkningssammansättningen som bor i närheten till ett vindkraftverk ska bli en klassfråga, det är därför viktigt att fortsätta med att analysera och förstå befolkningssammansättningen utanför och i närheten av vindkraftverken. Det som står klart är att ifall vindkraftverk ska göra Skåne självförsörjande i sin elproduktion, så behövs det väldigt många fler vindkraftverk, alternativt att tekniken och kapaciteten för vindkraftverk blir mycket bättre. Det ställer frågan ifall det inte behövs satsas på fler energikällor än vindkraftverk i Skåne, kanske kan inte vindkraftverk där teknologin är just nu vara en central del i att nå målen för energipolitiken. Resultatet i studien indikerar att det annars är de mest sårbara i samhället som riskerar att få ta del av bördorna med vindkraftverk medan de som är resursstarka kan undvika konsekvenserna i större utsträckning.

## 8 Referenser

Ballas, D., Clarke, G., Franklin, R.S. and Newing, A., 2017. GIS and the social sciences: Theory and applications. Routledge.

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), pp.2357-2369.

Boverket, 2009. Vindkraftshandboken: planering och prövning av vindkraftverk på land och i kustnära vattenområden. 1. uppl. Boverket.

Brouwer, S.R., Al-Jibouri, S.H., Cárdenas, I.C. and Halman, J.I., 2018. Towards analysing risks to public safety from wind turbines. *Reliability Engineering & System Safety*, 180, pp.77-87.

Conroy, R., 2015. Sample size A rough guide. <<http://www.beaumontethics.ie/docs/application/samplesizecalculation.pdf>> Hämtad 2021-05-02.

Diakoulaki, D. and Karangelis, F., 2007. Multi-criteria decision analysis and cost-benefit analysis of alternative scenarios for the power generation sector in Greece. *Renewable and sustainable energy reviews*, 11(4), pp.716-727.

Dincer, I. and Rosen, M.A., 2004. Exergy as a driver for achieving sustainability. *International journal of green energy*, 1(1), pp.1-19.

Eklundh, L. Harrie, L. (red.), 2013. Geografisk informationsbehandling: teori, metoder och tillämpningar. Studentlitteratur AB. Lund.

Energimyndigheten. 2020. 2019 rekordår för svensk elproduktion. <<https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2020/2019-rekordar-for-svensk-elproduktion/>> Hämtad 2021-05-05.

Energimyndigheten. 2021. Antal verk, installerad effekt och vindkraftproduktion per län, 2003- [Elektronisk resurs]  
<[http://pxexternal.energimyndigheten.se/pxweb/sv/Vindkraftsstatistik/-/EN0105\\_3.px/](http://pxexternal.energimyndigheten.se/pxweb/sv/Vindkraftsstatistik/-/EN0105_3.px/)  
> Hämtad 2021-05-05.

Henningsson, M., Jönsson, S., Ryberg, J.B., Bluhm, G., Bolin, K., Bodén, B., Ek, K., Hammarlund, K., Hannukka, I.L., Johansson, C. and Mels, S., 2012. Vindkraftens påverkan på människors intressen. Naturvårdsverket.

IPCC. 2018. Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. IPCC.

KEG. 2020. Vindstyrka medelhastighet. Institutionen för kulturgeografi och ekonomisk geografi – Lunds universitet.

Körner, S. and Wahlgren, L. (2015) Statistisk dataanalys. 5. uppl. Studentlitteratur.

Körner, S. and Wahlgren, L. (2016) Tabeller och formler för statistiska beräkningar. 3. uppl. Studentlitteratur.

Lantmäteriet. U.Å. Om oss. <<https://www.lantmateriet.se/sv/Om-Lantmateriet/Om-oss/>> Hämtad 2021-05-15.

Lantmäteriet. 2021. Geodata Extraction Tool. [Elektronisk resurs]. <[maps.slu.se](https://maps.slu.se)>. Hämtad 2021-04-17.

Larwood, S., 2005. Permitting setbacks for wind turbines in California and the blade throw hazard. University of California, Davis.

Liljenfeldt, J. and Pettersson, Ö., 2017. Distributional justice in Swedish wind power development—An odds ratio analysis of windmill localization and local residents' socio-economic characteristics. *Energy Policy*, 105, pp.648-657.

Linkov, I., Satterstrom, F.K., Kiker, G., Seager, T.P., Bridges, T., Gardner, K.H., Rogers, S.H., Belluck, D.A. and Meyer, A., 2006. Multicriteria decision analysis: a comprehensive decision approach for management of contaminated sediments. *Risk Analysis: An International Journal*, 26(1), pp.61-78.

Lunds universitet. 2020. Om institutionen. <<https://www.keg.lu.se/om-institutionen>> Hämtad 2021-05-15.

Lunds universitet. 2021. Universitet i korthet. <<https://www.lu.se/om-universitetet/universitetet-i-korthet>> Hämtad 2021-05-15.

Länsstyrelsen Skåne. 2018. Ett klimatneutralt och fossilbränslefritt Skåne. Klimat- och energistrategi för Skåne. Länsstyrelsen.

Nordell, H., 2019. Vindkraftsprojekt till havs avbryts efter tio år. SVT Nyheter. <<https://www.svt.se/nyheter/lokalt/skane/vindkraftsprojekt-till-havs-avbryts-efter-tio-ar>>. Hämtad 2021-05-12.

Pedersen, E., Hallberg, L.M. and Waye, K.P., 2007. Living in the vicinity of wind turbines—a grounded theory study. *Qualitative Research in Psychology*, 4(1-2), pp.49-63.

Pilesjö, P. Harrie, L. (red.), 2013. Geografisk informationsbehandling: teori, metoder och tillämpningar. Studentlitteratur.

Pilesjö, P. Eklundh, L och Harrie, L. (red.), 2013. Geografisk informationsbehandling: teori, metoder och tillämpningar. Studentlitteratur.

Regeringskansliet. 2015. Mål för energipolitiken.

<<https://www.regeringen.se/regeringens-politik/energi/mal-och-visioner-for-energi/>>.

Hämtad 2021-05-13

Regeringskansliet. 2020. Utredning om ökad förutsägbarhet vid miljöprovning av vindkraft. <<https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2020/10/utredning-om-okad-forutsagbarhet-vid-miljoprovning-av-vindkraft/>> Hämtad 2021-05-13.

Sarlak, H & Sørensen, JN 2016, 'Analysis of throw distances of detached objects from horizontal-axis wind turbines', *Wind Energy*, vol. 19, no. 1, pp. 151–166.

SCB. U.Å. Om SCB. <<https://www.scb.se/om-scb/>>. Hämtad 2021-05-15.

SCB. 2017. Statistik på ruta från SCB. [Elektronisk resurs]. <[maps.slu.se](https://maps.slu.se)>. Hämtad 2021-08-11.

SCB. 2019. Geodata Extraction Tool. [Elektronisk resurs]. <[maps.slu.se](https://maps.slu.se)>. Hämtad 2021-04-15.

SCB. 2021. Elproduktion och bränsleanvändning (MWh) efter region, produktionssätt, bränsletyp och år. [Elektronisk resurs].

<[https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START\\_\\_EN\\_\\_EN0203/ProdbrEl/table/tableViewLayout1/](https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__EN__EN0203/ProdbrEl/table/tableViewLayout1/)>. Hämtad 2021-05-07.

Siyal, S.H., Mörtberg, U., Mentis, D., Welsch, M., Babelon, I. and Howells, M., 2015. Wind energy assessment considering geographic and environmental restrictions in Sweden: A GIS-based approach. *Energy*, 83, pp.447-461.

Steinberg, S.J. and Steinberg, S.L., 2005. *Geographic information systems for the social sciences: investigating space and place*. Sage Publications.

Svenskt näringsliv. 2017. Högre elanvändning år 2045. Svenskt näringsliv. Stockholm.



Tersmeden, C. B., 2019. Vindkraften rör upp känslorna i Horn. SVT Nyheter.  
<<https://www.svt.se/nyheter/lokalt/ost/vindkraften-har-rort-upp-kanslorna-i-horn>>.  
Hämtad 2021-05-12.

van Haaren, R. and Fthenakis, V. (2011) 'GIS-based wind farm site selection using spatial multi-criteria analysis (SMCA): Evaluating the case for New York State', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(7), pp. 3332–3340.

Wasström, C. Lönnberg, G och Harrie, L. (red.), 2013. *Geografisk informationsbehandling: teori, metoder och tillämpningar*. Studentlitteratur.