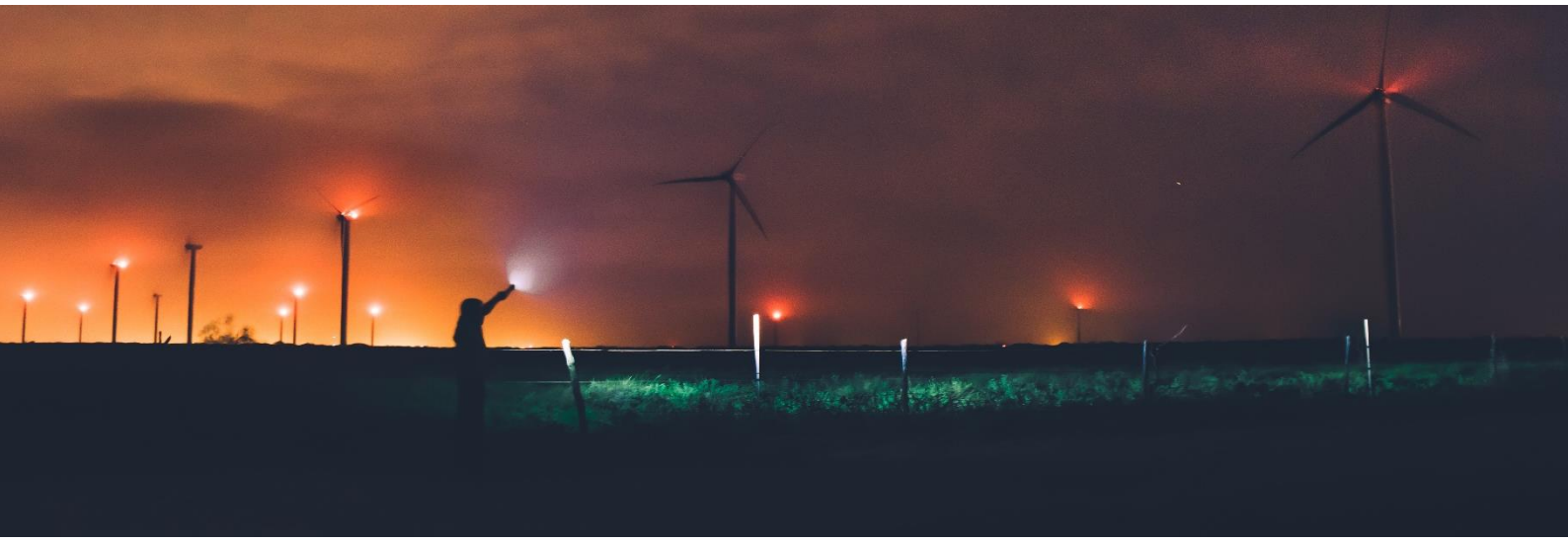
WIND SWEDEN



KUNSKAPSLYFT HINDERBELYSNING

En studie om hinderbelysningens omgivningspåverkan vid vindkraftsparker

2021-12-21

OX2 RWE FU-GEN SVENSK VINDKRAFT rabbalshede kraft EnBW evigel JÄMT VIND

PROJEKT KUNSKAPSLYFT HINDERBELYSNING

© Wind Sweden AB
Batterivägen 2, 311 39 Falkenberg
Org. nr. 559134–5128
www.wind-sweden.com

Projektledning och analys: Hanna Lind
Projektadministration och statistik: Linnéa Hallgren
Intern kvalitetsgranskning: Jeanette Lindeblad
Extern kvalitetsgranskning: Sara Fogelström, Liselotte Aldén, referensgrupp

SAMMANFATTNING

Vindkraftverk ska förses med flyghindermarkeringar i enlighet med Transportstyrelsens föreskrifter. Syftet är att synliggöra höga objekt och därmed säkra flygsäkerheten i luftrummet. Då totalhöjden inklusive rotorblad uppgår till 150 m ska verken förses med blinkande, medelintensiv röd belysning och om totalhöjden överstiger 150 m ska belysningen i stället vara vit och högintensiv. Hinderbelysningen, framför allt den högintensiva, lyfts allt oftare upp som en källa till ljusförorening som orsakar störningar i landskapet. I takt med att den tekniska utvecklingen av vindkraftverk går framåt blir turbinerna högre. Högintensiv belysning används för att hindermarkera i princip alla nya vindkraftsparker som byggs.

Syftet med projekt Kunskapslyft Hinderbelysning är att ta fram ett underlag som kan användas för att utvärdera den upplevda störningen från hinderbelysning på vindkraftverk utifrån ett flertal olika parametrar. För att undersöka detta har en enkätundersökning genomförts för att utvärdera den upplevda störningen vid sex vindkraftparker i mellersta, västra och södra Sverige. Tre av parkerna är försedda med huvudsakligen vit högintensiv hinderbelysning och tre med huvudsakligen röd, medelintensiv hinderbelysning. Utöver störningsgraden har även projektet undersökt hur olika parametrar påverkar den upplevda störningen.

Resultatet visar att från bostad/tomt upplever 81,4% att den medelintensiva hinderbelysningen upplevs som positiv eller inte störande. Motsvarande siffra för högintensiv belysning är 77,8 %. Övriga uppgav att hinderbelysningen upplevs som lite eller mycket störande. Avseende upplevelsen från andra platser i landskapet angav 82,4 % att den medelintensiva hinderbelysningen upplevs som positiv eller inte störande. Motsvarande siffra för högintensiv belysning var 79,7 %. Övriga uppgav att hinderbelysningen upplevs som lite eller mycket störande. Utifrån detta kan det konstateras att det positiva blocket (positivt eller inte störande) är avsevärt större än det negativa blocket (lite eller mycket störande) för båda typerna av belysning. Det kan även utläsas att upplevelsen från andra platser i landskapet är mer positiv än upplevelsen från bostad/tomt, dock är skillnaden marginell och kan påverkas av andra parametrar.

Parkerna jämfördes även parvis där en medelintensiv och en högintensiv park parades ihop beroende på deras lokalisering i landet. Slutsatsen av denna jämförelse är att det inte kan konstateras att en viss typ av hinderbelysning generellt upplevs som mer störande än den andra. Typen av belysning är en av flera faktorer som kan påverka störningsgraden. De parametrar som enligt denna studie har störst påverkan på den upplevda störningen från bostad är befolkningstätheten och i viss mån förekomsten av tätorter med artificiella ljus. Avståndet mellan bostad/tomt och vindkraftverk är enligt denna studie inte av betydelse för den upplevda störningen inom sex km.

Resultatet visar även att den upplevda störningen från hinderbelysning vid bostad är något högre bland fritidshusägare än bland permanentboende. Dock kan det inte ses att en hög andel fritidshusägare i ett område per automatik orsakar en högre störningsgrad i populationen som helhet. En övervägande majoritet av respondenterna anser inte heller att störningsgraden påverkas av vilken årstid, tid på dygnet eller vilket väder det är. Av dem som anser att dessa parametrar har betydelse anser huvuddelen att hinderbelysning upplevs mest störande i mörker, samt vintertid och vid klart väder.

Det kan konstateras att ett flertal parametrar och komplexa samband påverkar den upplevd störningen från hinderbelysning. Högintensiv belysning kan i sig upplevas som något mer störande. Dock kan inte typen av hinderbelysningen ensamt användas för att bedöma omgivningspåverkan från hinderbelysning.

ABSTRACT

Wind turbines must be equipped with flight obstacle markings in accordance with the Swedish Transport Agency's regulations. The purpose is to increase visibility of high objects and thereby ensure flight safety in the airspace. When the total height, including rotor blades, amounts to 150 m, the turbines shall be equipped with flashing, medium-intensity red light and if the total height exceeds 150 m, the lighting shall instead be white and high-intensity. Obstacle lighting, especially the high intensity, is increasingly emphasized as a source of light pollution that causes disturbances in the landscape. As the technical development of wind turbines progresses, high-intensity lighting is used in basically all new wind farms.

The purpose of the project is to produce a material that can be used to evaluate the expected disturbance from obstacle lighting at wind farms based on several different parameters. To investigate this, a survey was conducted to evaluate the experienced disturbance at six operational wind farms in central, western, and southern Sweden. Three of the wind farms are equipped with mainly white high-intensity obstacle lighting and three with mainly red, medium-intensity obstacle lighting. In addition to the degree of disturbance, the project has also investigated how different parameters affect the experienced disturbance.

The results show that from a house/garden, 81,4 % experience that the medium-intensity obstacle lighting is perceived as positive or not disturbing. The corresponding figure for high-intensity lighting is 77,8 %. The remaining proportion stated that the obstacle lighting is perceived as a little or very disturbing. Regarding the experience from other places in the landscape, 82,4 % stated that the medium-intensity obstacle lighting is perceived as positive or not disturbing. The corresponding figure for high-intensity lighting was 79,7 %. The remaining proportion stated that the obstacle lighting is perceived as a little or very disturbing. It can be concluded that the positive segment (positive or not disturbing) is considerably larger than the negative block (a little or very disturbing) for both types of lighting. It can also be concluded that the experience from other places in the landscape is more positive than the experience from the house/garden. However, the difference is small and can be affected by other parameters.

The wind farms were also compared in pairs, with a medium-intensity and a high-intensity wind farms being paired depending on their location. The conclusion of this comparison is that it cannot be stated that a certain type of obstacle lighting is generally experienced as more disturbing. The type of lighting is one of several factors that can affect the degree of interference. The parameters that according to this study have the greatest impact on the disturbance from houses are the population density and to some extent the presence of villages or urban areas with artificial lights. According to this study, the distance between the house/garden and the wind turbine is not important for the experienced disturbance within six kilometres.

The results also show that the experienced disturbance from obstacle lighting in houses is somewhat higher among holiday home owners than among permanent residents. However, it cannot be seen that a high proportion of holiday home owners in an area automatically causes a higher degree of disturbance in the population as a whole. A vast majority of the respondents also do not believe that the degree of disturbance is affected by what season, time of day or what weather it is. Of those who believe that these parameters are important, the majority believe that obstacle lighting is experienced as most disturbing in the dark, as well as in winter and in clear weather.

It can be stated that several parameters and complex relationships affect the perceived disturbance from obstacle lighting. High-intensity lighting can be experienced as somewhat more disturbing. However, the type of obstacle lighting alone cannot be used to assess the local impact of obstacle lighting.

INNEHÅLL

1. Inledning 1
1.1. Om projektet 1
2. Bakgrund 2
2.1. Hinderbelysning som störningskälla 3
2.2. Tidigare studier 4
3. Syfte och mål 5
3.1. Störningsgrad 5
3.2. Frågeställningar 5
4. Metod 6
4.1. Bemanning 6
4.2. Referensgrupp 6
4.3. Urval 7
4.4. Enkät 7
4.5. Respondenter 8
4.6. Avgränsningar 9
4.7. Insamling av data 9
4.8. Resultathantering 9
5. Vindkraftsparker 11
5.1. Beskrivning av parkerna 13
5.1.1. Hedbodberget 13
5.1.2. Högkölen 13
5.1.3. Brattön 14
5.1.4. Årjäng SV 14
5.1.5. Stengårdsholma 15
5.1.6. Östra Herrestad 15
5.2. Befolkningstäthet 15
6. Resultat 16
6.1. Svarsfrekvens 16
6.2. Störningsgrad från olika typer av hinderbelysning 17
6.2.1. Hedbodberget och Högkölen 19
6.2.2. Brattön och Årjäng SV 20
6.2.3. Östra Herrestad och Stengårdsholma 21
6.3. Parametrar som kan påverka hur hinderbelysning upplevs 22
6.3.1. Typ av bostad 22

6.3.2. Avstånd från vindkraftverk 23
6.3.3. Årstid 27
6.3.4. Tid på dygnet 28
6.3.5. Väder 30
6.3.6. Befolkningstäthet 31
7. Diskussion 32
7.1. Svarsfrekvens 32
7.2. Störningsgrad från olika typer av hinderbelysning 32
7.3. Hur påverkas störningsgraden av olika parametrar? 36
7.4. Felkällor och avgränsningar 39
8. Slutsats 40
9. Referenser 41

Bilagor:

1. Utskickade enkäter
2. Avstånd från vindkraftverk och typ av bostad - rådata

Förkortningar och begrepp

HI	Högintensiv
MI	Medelintensiv
cd	Candela (mått på ljusstyrka)
Totalhöjd	Tornhöjd + rotorbladets längd
Positivt block	Samtliga respondenter som angett svarsalternativ positiv eller inte störande
Negativt block	Samtliga respondenter som angett svarsalternativ lite eller mycket störande

1. INLEDNING

I likhet med alla objekt som är högre än 45 meter, måste vindkraftverk förses med flyghindermarkeringar. Syftet med markeringarna är att synliggöra uppstickande objekt och därmed säkra flygsäkerheten i luftrummet. På vindkraftverk används markeringar i form av vit färg på turbinerna och belysning, så kallad hinderbelysning. Belysningen placeras på den högsta fasta punkten på maskinhuset. Beroende på vindkraftverkens höjd ställs olika krav på belysningens färg, ljusstyrka och blinkfrekvens. Då totalhöjden, inklusive rotorblad, överstiger 150 meter ska belysningen vara vit i stället för röd och ljusstyrkan uppgår till som mest 100 000 candela (cd) i stället för 2000 candela.

Hinderbelysningen är avsedd att synas i luftrummet men lamporna syns även över stora avstånd på marken. Belysningen beskrivs i allt högre grad som en ljusförorening och som en störningskälla i likhet med ljud och rörliga skuggor från vindkraft. Samtidigt saknas underlag för att bedöma konsekvenserna för människors hälsa och miljö.

Hinderbelysning, och inte minst den högintensiva belysningen som skall finnas på vindkraftverk vars totalhöjd överstiger 150 meter, ger upphov till mycket oro och spekulationer. Detta leder allt oftare till lokala höjdbegränsningar, vilket i sin tur innebär att bästa möjliga vindkraftsteknik inte används samt att många platser förblir obebyggda trots att vindförhållandena på högre höjder är goda.

Det är idag svårt att bemöta frågeställningar och oro kring störningsgraden från hinderbelysning då systematiska studier saknas. De fåtal studier från andra länder som finns kan inte heller översättas till svenska förhållanden då regelverken för hinderbelysningen skiljer sig mellan olika länder. På grund av avsaknaden av referensmaterial är det också svårt att göra relevanta bedömningar i miljökonsekvensbeskrivningar. Detta innebär att beslutsunderlag som skickas in till prövningsmyndigheten inte håller önskvärd kvalitet.

1.1. Om projektet

Projekt Kunskapslyft hinderbelysning är ett branschinitiativ som initierats och genomförts av konsultbolaget Wind Sweden. Projektet omfattar en enkätstudie med fokus på omgivningspåverkan vid sex vindkraftsparker i södra och mellersta Sverige. Projektet delfinansieras av sju bolag och en branschorganisation i vindkraftsbranschen som alla upplever kunskapsbristen om hinderbelysningens omgivningspåverkan som problematisk. I projektets referensgrupp har även representanter från Uppsala universitet och Chalmers Tekniska Högskola deltagit.

Projekt Kunskapslyft Hinderbelysning inkluderar sex parker som varit i drift i minst tre år. Tre av parkerna är försedda med huvudsakligen vit, blinkande, högintensiv hinderbelysning och tre med huvudsakligen röd, blinkande, medelintensiv hinderbelysning. Urvalet är baserat på de parker som företagen som medfinansierar studien har tillhandahållit från sina respektive projektportföljer.

Projektet gör inte anspråk på att vara en vetenskaplig studie, men ett vetenskapligt förhållningssätt och vetenskaplig metod har eftersträvats i största möjliga utsträckning.

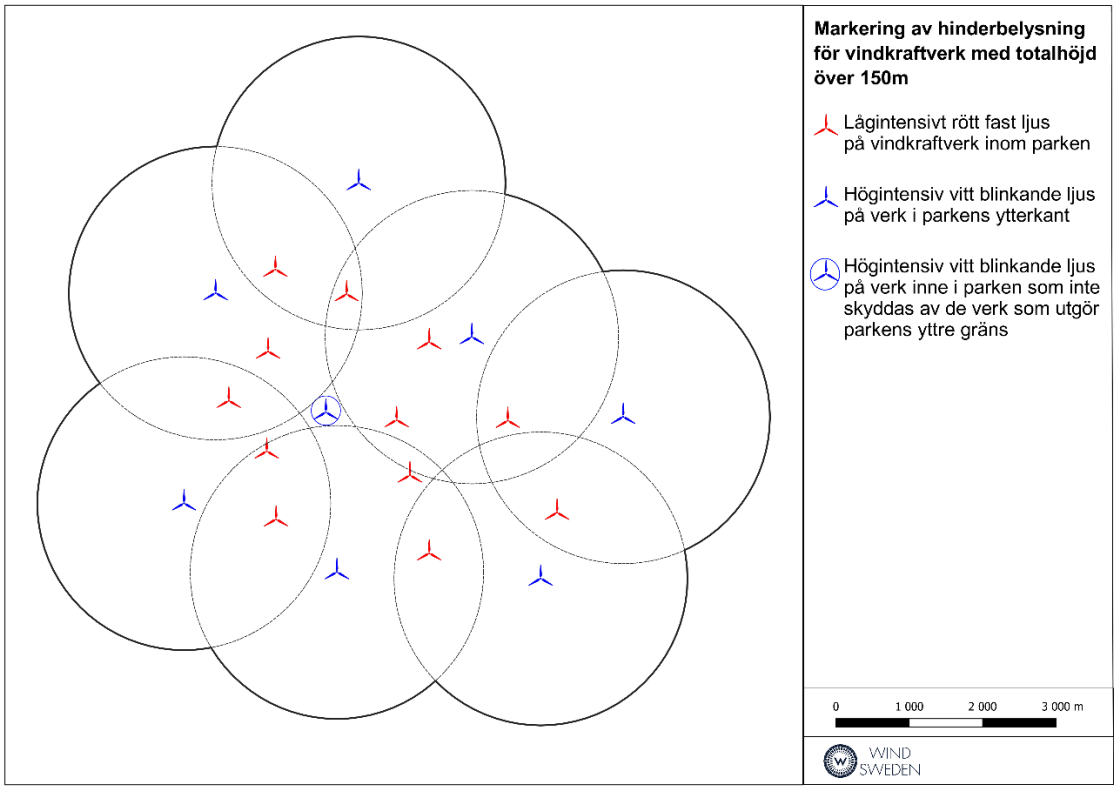
2. BAKGRUND

Objekt som är 45 meter eller högre över mark- eller vattenytan ska markeras enligt Transportstyrelsens *föreskrifter och allmänna råd om markering av föremål som kan utgöra en fara för luftfarten och om flyghinderanmälan* (TSFS 2020:88).

Enligt föreskrifterna ska vindkraftverk förses med både vit färg och en ljusmarkering som placeras på maskinhusets högsta punkt. Vad det är för typ av belysning beror på höjden. Enligt föreskrifterna ska vindkraftverk med en totalhöjd upp till 150 m markeras med blinkande, medelintensivt, rött ljus under skymning, mörker och gryning. Ljusstyrkan skall uppgå till 2000 cd. Enligt äldre föreskrifter har det tidigare funnits möjlighet att ställa ned ljusstyrkan till som lägst 200 cd nattetid. Detta tillämpas fortfarande i många vindkraftsparker byggda före 2020.

Vid totalhöjd över 150 m ska vindkraftverken förses med blinkande, högintensivt, vitt ljus under hela dygnet. Den högintensiva belysningen ska ha en ljusstyrka på 100 000 cd under dagtid. Under gryning och skymning finns det möjlighet att ställa ned ljusstyrkan till 20 000 cd och nattetid kan belysningen ställas ner till som lägst 2000 cd.

I en vindkraftspark räcker det att de verk som utgör den yttre gränsen markeras med den typ av lampor som beskrivs ovan. Placeringarna längsmed den yttre gränsen avgörs med hjälp av en metod som beskrivs i TSFS 2020:88. För vindkraftverk som inte utgör yttre gräns, eller som är placerade inne i parken men inte omfattas av den yttre gränsens säkerhetszon, räcker det med lågintensivt, fast, rött ljus som minimum, se exempel i Figur 1. Den lågintensiva belysningen har en ljusstyrka på 32 cd.



Figur 1. Schematisk bild som visar hur hindermarkeringen kan se ut i en vindkraftspark där vindkraftverken har en totalhöjd över 150 meter.

När maskinhuset har en höjd över 150 meter över mark- eller vattenytan ska tornet även markeras med minst tre lågintensiva ljus på halva höjden upp till maskinhuset. Denna föreskrift infördes 2020 och berör i nuläget inte någon av de sex parker som ingår i denna studie.

Tabell 1. Sammanfattning av tekniska krav för de olika typerna av hinderbelysning. bpm=blinkningar per minut.

	Högintensiv (HI)	Medelintensiv (MI)	Lågintensiv (LI)
Färg	Vit	Röd	Röd
Typ	Blinkande (40-60 bpm)	Blinkande (20-60 bpm)	Fast
Ljusstyrka dagtid (cd)	100 000	Släckt	32
Ljusstyrka skymning/gryning (cd)	20 000	2 000	32
Ljusstyrka mörker (cd)	2 000	2000 (200 enl. äldre föreskrifter före dec. 2020)	32

Transportstyrelsens föreskrifter uppdaterades år 2020. Bland annat togs möjligheten bort att ställa ned ljusstyrkan för medelintensiv belysning under dygnets mörka timmar. Vindkraftverk som markerats i enlighet med äldre föreskrifter, vilket gäller samtliga vindkraftsparker som omfattas av detta projekt, får till och med den 31 december 2025 vara markerade enligt äldre bestämmelser. Om en äldre markering inte längre fyller sin funktion och behöver bytas ut ska de nya bestämmelserna tillämpas.

Det finns idag tekniska lösningar för så kallad behovsstyrd hinderbelysning. Detta är system som med hjälp av antingen radar- eller transponderteknik tänder hinderbelysningen när flygande föremål närmar sig i luftrummet. Övrig tid kan belysningen hållas släckt. Denna typ av system används i flertalet europeiska länder samt i ett fåtal svenska vindkraftsparker. Användning av behovsstyrd hinderbelysning kräver att undantag från Transportstyrelsens föreskrifter beviljas. Inga undantag har beviljats i Sverige efter år 2013 till följd av att Försvarsmakten av flera skäl motsätter sig tekniken.

2.1. Hinderbelysning som störningskälla

Hinderbelysning lyfts allt oftare upp som en källa till ljusförorening som orsakar störningar i landskapet. Till skillnad från ljud, som avtar snabbt med avståndet från vindkraftverken, kan hinderbelysningen synas på flera mils avstånd vid klart väder.

I takt med att den tekniska utvecklingen av vindkraftverk går framåt blir turbinerna högre. Idag är i princip alla nya vindkraftverk som byggs högre än 150 m, vilket innebär att de ska förses med huvudsakligen högintensiv, vit belysning. Äldre verk, med en totalhöjd på upp till 150 m, har i stället medelintensiv, röd belysning.

Den högintensiva belysningen blir allt oftare föremål för diskussion i samband med samråd enligt miljöbalken och vid kommuners beslut om tillstyrkan. Det blir också allt vanligare att kommuner anger höjdbegränsningar i sina översiktsplaner i syfte att undvika högintensiv belysning. Trots detta finns det inget vetenskapligt underlag som kan användas för att göra konkreta konsekvensbedömningar om belysningens omgivningspåverkan i Sverige. Det finns inte heller några studier som visar vilka parametrar som avgör om hinderbelysningen upplevs som störande eller ej.

2.2. Tidigare studier

Ett fåtal studier har gjorts i Europa gällande omgivningspåverkan från hinderbelysning och enbart en mindre undersökning i Sverige. De utländska kan inte direkt översättas till svenska förhållanden eftersom reglerna för hinderbelysningens utformning och ljusstyrka skiljer sig mellan länderna.

I en studie genomförd i Tyskland undersöktes stresspåverkan som en följd av hinderbelysning. Tretton vindkraftsparker medverkade i studien där närboende deltog i en enkätundersökning. De fann inga bevis på betydande störning orsakad av hinderbelysning. Däremot fann de att svarande var starkt störda av de landskapsändringar som uppstod samt ljudet från turbinerna. Utifrån svaren kunde studien även påvisa att speciella väderförhållanden påverkar störningsgraden kopplat till hinderbelysningen. Mer än en fjärdedel av respondenterna var speciellt störda av hinderbelysningen under klara nätter, oberoende om lamporna var synkroniserade eller inte. Synkroniserad hinderbelysning verkar även vara fördelaktig under flertalet väderförhållanden (Pohl et al. 2012).

Från studien ”*Annoyance of residents induced by wind turbine obstruction lights: A cross-country comparison of impact factors*” konstaterades det bland annat att störningsgraden för hinderbelysningen inte alltid minskar med avståndet från vindkraftverken. Som en följd av detta ifrågasätter forskarna effekten av att använda sig av närhetsbaserade åtgärder som till exempel förmåner och ersättningar enbart för de närmsta grannarna (Pohl et al. 2021).

En mindre enkätundersökning som genomförts i Sverige, vid vindkraftspark Dragaliden i Norrbotten, undersökte hur hindermarkeringen påverkar närboende. Enkäten skickades ut till 34 närboende och det inkom svar från 13. Vindkraftsparken som undersöktes bestod av 12 vindkraftverk varav 2 hade högintensiv vit hinderbelysning. Från resultaten av enkäten var inställningen till hindermarkeringar och vindkraft spretig men pekade mot en negativ inställning. Hindermarkeringarna ansågs synas extra mycket vid klart väder men vid dimma och snöfall ansågs den inte synas lika tydligt eller inte alls. Författarna tolkar även resultatet som att hindermarkeringarna syns tydligt och att närboendes uppfattningar inte skiljer så mycket mellan de olika typerna av belysning (Svevind 2011).

Mindre undersökningar har också genomförts av verksamhetsutövare flera vindkraftsparker i Sverige. Resultaten från dessa har dock inte publicerats offentligt.

3. SYFTE OCH MÅL

Syftet med projekt Kunskapslyft Hinderbelysning är att ta fram ett underlag som kan användas för att utvärdera den upplevda störningen från hinderbelysning på vindkraftverk utifrån ett flertal olika parametrar.

Målet med projektet är att, med hjälp av en enkätundersökning, analysera upplevd störning från hinderbelysning bland fastighetsägare med bostadsfastighet i närheten av vindkraftsparker. Projektet omfattar sex vindkraftsparker.

3.1. Störningsgrad

Ambitionen med projekt Kunskapslyft Hinderbelysning är inte att utvärdera en generell störningsrad från hinderbelysning. Detta skulle sannolikt bli missvisande då personer som inte upplever sig störda bedöms vara mindre benägna att svara på enkäter. Studien ska däremot utvärdera den relativa störningsgraden i förhållande till ett flertal olika parametrar.

3.2. Frågeställningar

Huvudfrågeställningen i detta projekt bottnar i att undersöka skillnaden mellan högintensiv vit belysning och medelintensiv röd belysning. Ett flertal andra parametrar kan dock påverka störningsgraden. För att ta fram ett material som uppfyller studiens syfte har två huvudfrågeställningar formulerats med tillhörande underfrågeställningar.

1. *Finns det en skillnad i den upplevda störningen mellan högintensiv vit hinderbelysning och medelintensiv röd hinderbelysning?*
    - 1.1. Upplevs totalt sett parker med en viss typ av hinderbelysning som mer störande än den andra typen?
    - 1.2. Påverkas störningsgraden av huruvida hinderbelysningen upplevs från bostaden eller från andra platser i landskapet?
    - 1.3. Har en viss typ av hinderbelysning högre störningsgrad när parkerna jämförs parvis efter lokalisering i landet?

2. *Hur påverkas störningsgraden av olika parametrar?*
    - 2.1. Påverkas störningsgraden av om fastighetsägaren är permanentboende eller fritidshusägare?
    - 2.2. Påverkas störningsgraden av avstånd mellan vindkraftverk och bostad?
    - 2.3. Påverkas störningsgraden av hur tätbefolkad omgivningen är?
    - 2.4. Påverkas störningsgraden av årstid, tid på dygnet eller väder?
    - 2.5. Påverkas störningsgraden av hinderbelysningens tekniska specifikationer såsom nedställning av ljusstyrka eller avskärmning?
    - 2.6. Påverkas störningsgraden av landskapstyp?
    - 2.7. Påverkas störningsgraden av lokalisering i landet?

4. METOD

Projekt Kunskapslyft hinderbelysning har genomförts under perioden juli-december 2021. Under sommar och tidig höst genomfördes förberedande arbete och urval av parker. Enkäten skickades ut den 30 september till boende i Sverige och den 5 oktober till boende utomlands och svar inhämtades under en 4-veckorsperiod. Sammanställning och analysarbete genomfördes i november och december 2021.

4.1. Bemanning

Hanna Lind har varit projektledare och huvudansvarig för metod, analys och rapport. Hanna är miljövetare med profilering mot humanekologi. Hon är miljö- och tillståndsansvarig på Wind Sweden och har de senaste 11 åren arbetat på konsultbasis med miljöbedömningar och samrådsprocesser för vindkraft.

Linnéa Hallgren har varit huvudansvarig för all projektadministration, utskick av enkät, hantering av inkomna data och grafiska verktyg samt deltagit vid rapportskrivande och analys. Linnéa är nyexaminerad civilingenjör.

4.2. Referensgrupp

Till projektet har en referensgrupp varit kopplad. Denna har bestått av representanter från huvuddelen av de delfinansierande bolagen samt Uppsala universitet (campus Gotland) och Chalmers tekniska högskola. Gruppens uppgift har varit att agera aktivt bollplank och kvalitetsgranskare i arbetet. Referensgruppen har deltagit i bland annat urvalet av projekt, utformning av enkäten samt granskning av rapporten. Fyra möten har hållits med referensgruppen under projektets gång.

Deltagarna i referensgruppen har via avtal förbundit sig att bidra till en professionellt genomförd studie och att resultatet bedöms och presenteras på ett opartiskt sätt. Referensgruppen har inte haft någon möjlighet att på något sätt vinkla eller censurera resultatet.

Tabell 2. Deltagare i projektets referensgrupp.

Aktör	Representant
Bolag	
Rabbalshede Kraft	Lars Henrik Hansson
Jämt Vind	Anders Strömblad
OX2	Kristina Jämting
RWE	Amanda Åkerman och Frida Godet
Fu-Gen Energi	Andreas Johansson
EnBW	Johnny Andersson och Ulla Lindér
Akademi	
Chalmers tekniska högskola	Sara Fogelström
Uppsala universitet	Liselotte Aldén
Branschorganisation	
Svensk Vindkraftförening	Per Olofsson

4.3. Urval

Studien omfattar sex vindkraftsparker. Urvalet gjordes utifrån en lista med parker som delfinansiärerna skickat in baserat på deras respektive projektportföljer. De krav som ställdes på parkerna i urvalet var att de skulle ha olika typer av hinderbelysning, varierande parkstorlek, driftsättning senast 2018, olika typer av miljöer med avseende på landsdel, bostäder, artificiella ljus etc. Variation eftersträvades också avseende huruvida ljusstyrkan ställs ned nattetid. Totalt skickades 16 parker in för urvalet, sex med högintensiv belysning och tio med medelintensiv belysning.

Urvalet av parker gjordes parvis, där en park med högintensivt ljus parades ihop med en park med medelintensivt ljus i samma del av landet. Målet var att övriga parametrar skulle överensstämma så väl som möjligt, exempelvis parkstorlek, typ av terräng och befolkningstäthet. Detta eftersträvades i så stor utsträckning som möjligt, men förutsättningarna i urvalet var begränsande. Fokus låg därför på att välja parker som var lokaliserade relativt nära varandra.

Ett flertal parker uteslöts från urvalet på grund av någon av följande förutsättningar:

- Annan stor vindkraftspark i nära anslutning. Detta kan göra det svårt för svarande på enkäten att urskilja vilken park studien avser samt att närliggande parker kan påverka den svarades uppfattning om hinderbelysning.
- Fel typ av hinderbelysning eller hinderbelysning som inte överensstämmer för Transportstyrelsens föreskrifter.
- Ingen motsvarighet på park lokaliserad i samma del av landet med den andra typen av hinderbelysning.
- Lokalisering på kalfjäll, inte relevant för studien.
- För glesbefolkat för att ge ett tillräckligt empiriskt underlag.
- Andra delägare av vindkraftsparken godkände ej deltagande i studien.

Urvalet resulterade i sex parker som beskrivs närmare i Kapitel 5. Parkerna är belägna i mellersta, sydvästra och sydöstra Sverige.

4.4. Enkät

För att skapa enkäten, samla in resultat och analysera data användes onlinetjänsten SurveyMonkey Premium.

Enkäten utformades utifrån frågeställningarna som beskrivs i Kapitel 3.2. Antalet frågor begränsades till en sida och frågor och svarsalternativ utformades så enkelt som möjligt för att maximera svarsfrekvensen. Frågorna var identiska för de olika parkerna.

Följande frågor ställdes i enkäten:

1. Är du permanentboende eller fritidshusägare?
2. Ser du vindkraftsverkens hinderbelysning från din bostad eller tomt?
3. Om du ser hinderbelysningen från din bostad eller tomt, hur upplever du den?
4. Om du ser hinderbelysningen från den aktuella vindkraftparken på andra platser i landskapet, hur upplever du den?
5. Om du svarade mycket eller lite störande på fråga 4, på vilken plats upplever du störst omgivningspåverkan från hinderbelysningen (t.ex. skog, öppet vatten, slätt, vandringsled, utsiktspunkt etc.)?
6. Upplevs hinderbelysningen som mer störande vid någon särskild tid på året?

7. Upplevs hinderbelysningen som mer störande vid någon särskild tid på dygnet?
8. Upplevs hinderbelysningen som mer störande vid någon särskild väderlek?
9. På vilket avstånd från den aktuella vindkraftsparken ligger din bostad? Se bifogad karta för att hitta vilken zon din bostad ligger i.

Alla frågor, bortsett från nr 5, hade ett flertal svarsalternativ. Detta för att göra resultaten jämförbara med varandra. Fråga 5 var en öppen fråga där det fanns möjlighet att skriva en plats i landskapet där störning upplevdes. Dock har svaren från fråga 5 uteslutits från analysen då det inte fanns tid för den mer djupgående analys som hade krävts. Enkäten kan ses i sin helhet i Bilaga 1.

Skillnaden mellan enkäterna för de olika parkerna var rubriken samt kartan för zonerna runt vindkraftverken. Dessa anpassades för varje enskild park. Varje zon runt vindkraftverken var 1 km bred, bortsett från första zonen som sträckte sig 2 km runt vindkraftverken.

4.5. Respondenter

Enkäten skickades ut till fastighetsägare inom 6 km från vindkraftverken. För de aktuella parkerna inhämtades information från Metria AB om adressuppgifter till ägare av alla bebyggda fastigheter inom detta avstånd. Studien omfattar 8 typer av fastigheter, se Tabell 3. Obebyggda fastigheter har uteslutits.

Tabell 3. Typkoder för fastighetsuppgifter.

Typkod	Beskrivning
120	Lantbruksenhet, bebyggd
213	Småhusenhet, byggnadsvärde under 50 000kr
220	Småhusenhet, bebyggd
225	Småhusenhet, småhus på ofri grund
230	Småhusenhet, grupphusområde enligt 12 kap. 3 § FTL
240	Småhusenhet, bostadsbyggnad på vattenfastighet
320	Hyreshusenhet, bostäder
321	Hyreshusenhet, bostäder och lokaler

Enkäterna skickades ut parkvis per post. Ett förtryckt svarskuvert skickades med samt en karta över vindkraftverken och bostadszonerna.

Alla enkäter till fastighetsägare boende i Sverige skickades ut samtidigt med tre veckors svarstid från mottagande. Några dagar senare skickades enkäten till samtliga fastighetsägare boende utomlands. Boende utomlands fick enbart möjlighet att skicka in sina svar digitalt. Dessa fick även en veckas längre svarstid eftersom utrikes brev kan ta längre tid för att nå mottagaren.

Tabell 4. Antal utskickade enkäter inrikes och utrikes.

Vindkraftspark	Sverige	Utrikes
Hedbodberget	122	4
Högkölen	119	1
Brattön	559	26
Årjäng	1 078	73
Östra Herrestad	2 214	44
Stengårdsholma	480	59
Totalt	**4 572**	**207**

4.6. Avgränsningar

Studien omfattar sex vindkraftsparker. Avgränsningen i antal gjordes av ekonomiska och tidsmässiga skäl. För att hålla projektet inom budget implementerades vissa avgränsningar vid urvalet av respondenter och val av metod.

- Adressuppgifter hämtades från Lantmäteriets fastighetsregister, ej från folkbokföringsregistret. Därmed fick inte hyresgäster runt vindkraftsparkerna någon enkät, enbart ägare av bostadsfastigheter.
- Enkäten skickades enbart till en slumpvis vald ägare per fastighet. Övriga ägare sorterades bort.
- Enkäten skickades bara en gång till personer som äger mer än en fastighet inom utskicksområdet.
- Enkäten skickades enbart till privatpersoner. Kommuner, dödsbon, stiftelser, företag och liknande sorterades bort.
- Fastighetsägare bosatta utomlands fick inte möjlighet att svara på enkäten via post, enbart online eller via e-post.

4.7. Insamling av data

Det gavs tre alternativa metoder för att skicka in svar:

- Svara online genom att skriva in länken i webbsökare eller scanna QR-kod
- Fylla i enkäten, scanna och mejla som en pdf till Wind Sweden AB
- Fylla i enkäten och posta den till Wind Sweden genom att använda det medföljda svarskuvertet

Om respondenterna valde att skicka in enkäten per post eller mejl så fylldes svaren i manuellt i webbformuläret av medarbetare på Wind Sweden.

4.8. Resultathantering

I webbformuläret kunde respondenterna enbart välja ett svar per fråga. Alla frågor bortsett från fråga 5 var också obligatoriska för att kunna avsluta enkäten.

För enkätsvar på papper visade det sig att ovanstående begränsning efterlevdes dåligt. Detta medförde att några regler sattes upp för hur ofullständigt/felaktigt ifyllda enkäter skulle hanteras vid manuell inmatning. I Tabell 5 redogörs för hur felaktigt ifyllda enkäter matades in i systemet.

Tabell 5. Scenarier för felaktigt ifyllda enkäter inkomna på papper och dess tillhörande handling vid manuell inmatning.

Scenario	Inmatning
Respondent har kryssat i 2 zoner.	Kryssar i det alternativ som är den närmaste zonen till vindkraftverken.
Respondent har kryssat i 2 rutor angående störningsgrad.	Kryssar i det alternativ som går åt mest störande.
Respondent har inte kryssat in något alternativ angående årstid, tid på dygnet eller väderförhållande (fråga 6,7,8).	Kryssar i sista alternativet: Har ingen betydelse.
Saknas svar på fråga 3, och respondenten har svarat ”Nej” på fråga 2.	Kryssar i sista alternativet på fråga 3: ”Ser inte hinderbelysningen från min bostad”.
Respondenten har kryssat i ”nej” på fråga 2 och samtidigt angett en störningsgrad på fråga 3	Kryssar i ”ser inte hinderbelysningen” på fråga 3.
Respondent har kryssat i ”ser inte hinderbelysningen” på fråga 3 eller 4 och samtidigt angett en störningsgrad.	Kryssar i ”ser inte hinderbelysningen” på fråga 3 eller 4.
Saknas svar på fråga 4.	Kryssar i ”ser inte hinderbelysningen”.
Respondenten har svarat både ”ja” och ”nej” på fråga 2.	Kryssar i ”ja”, att respondenten ser hinderbelysningen.
Saknas svar på fråga 1.	Enkäten ogiltigförklaras.
Respondenten har kryssat i fler än ett svar på fråga 6, 7 och 8.	Se beskrivning nedan.

Ett flertal respondenter kryssade i fler än ett svar på fråga 6, 7 och 8 gällande om hinderbelysningen upplevs som mer störande vid olika tider på dygnet och året samt vid olika väderförhållanden. De som kryssat i flera alternativ här upplevde sig också i hög grad störda, varför enkäterna inte kunde ogiltigförklaras utan att påverka resultatet i stort.

Typen av fråga möjliggjorde inte att mer än ett svar matades in i systemet. Samtidigt var det inte möjligt att sortera ut ett alternativ som var mer relevant än övriga. Därför adderades en ny fråga till enkäten, efter att webbformuläret stängts ned för externa respondenter. Denna utformades med möjlighet att fylla i mer än ett alternativ. Svaren på tilläggsfrågan sammanslogs senare manuellt med svaren på de ursprungliga frågorna. På detta vis kunde dessa enkäter undgå diskvalificering.

5. VINDKRAFTSPARKER

Projekt Kunskapslyft Hinderbelysning inkluderar sex vindkraftsparker, tre med huvudsakligen vit, blinkande, högintensiv hinderbelysning och tre med huvudsakligen röd, blinkande, medelintensiv hinderbelysning. Parkernas lokalisering visas i Figur 2.

Högkölen och Hedbodberget är belägna i de mellersta delarna av landet och är de parker som ligger i mest glesbefolkat område. Årjäng och Brattön ligger i Västsverige och Stengårdsholma och Östra Herrestad i Sydsverige. Östra Herrestad är den enda vindkraftsparken som är belägen i tätbefolkat slättlandskap.

I Tabell 6 följer en sammanställning med vindkraftsparkernas lokalisering, omfattning och utformning, driftstid, terräng och befolkningstäthet. De tekniska specifikationerna för varje enskild parks hinderbelysning redovisas i Tabell 7.

Figur 2. Översikt över de vindkraftsparker som omfattas av undersökningen. Blå markering visar parker med huvudsakligen högintensiv belysning och röd markering visar parker med huvudsakligen medelintensiv belysning.

Tabell 6. Specifikationer för vindkraftsparkerna.

	Högintensiv vit hinderbelysning (HI)			Medelintensiv röd hinderbelysning (MI)		
	Högkölen	Årjäng SV	Stengårds-holma	Hedbod-berget	Brattön	Östra Herrestad
Antal Vindkraftverk	18	13	10	15	6	9
Totalhöjd (m)	205	180	170	125/150	150	150
Driftsättning	2018	2014	2011	2009/2011	2010	2010/2011
Antal bostadsfastig-heter inom 6 km	135	1 516	645	153	822	2 859
Antal utskickade enkäter	120	1 151	539	126	585	2 258
Typ av miljö	Skog	Skog	Skog	Skog	Skog	Åkermark
Län	Gävleborg	Värmland	Kalmar	Dalarna	Västra Götaland	Skåne
Kommun	Ljusdal	Årjäng	Nybro	Rättvik	Munkedal	Simrishamn

Tabell 7. Tekniska specifikationer för hinderbelysningen i vindkraftsparkerna. De parker som inte har någon specifikation mer än "Ja" angående nedställning av ljusstyrka följer de riktlinjer som finns kring detta.

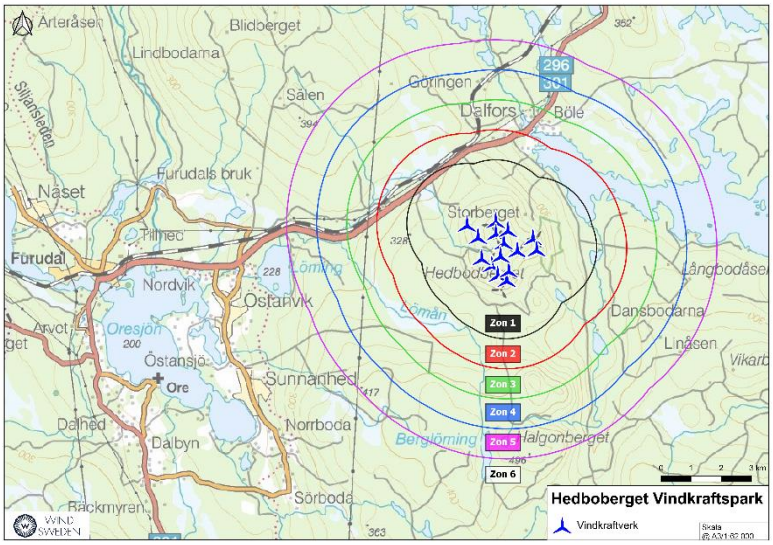
Tekniska specifikationer	Högintensiv vit hinderbelysning (HI)			Medelintensiv röd hinderbelysning (MI)		
	Högkölen	Årjäng SV	Stengårds-holma	Hedbod-berget	Brattön	Östra Herrestad
Nedställning av ljusstyrka vid gryning/ skym-ning/ mörker (ljussensor)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja, styrs via ett årsur, ej via ljussenso-rer	Ja
Aktiv avskärm-ning utöver be-lysningens utformning och ljusriktning	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Andra skydds-åtgärder	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Antal och typ av lampor	7 HI 11 LI	11 HI 2 LI	4 HI 6 LI	8 MI, 7 LI	6 MI	10 MI

5.1. Beskrivning av parkerna

Nedan beskrivs vindkraftsparkerna kortfattat. Kartor i större format som visar utformning och undersökningsområde finns i Bilaga 1. Informationen har huvudsakligen hämtats från vindkraftsparkernas ägare. Fastighetsuppgifter har hämtats från Metria AB (2021) och information om närliggande parker har hämtats från Vindbrukskollen (2021).

5.1.1. Hedbodberget

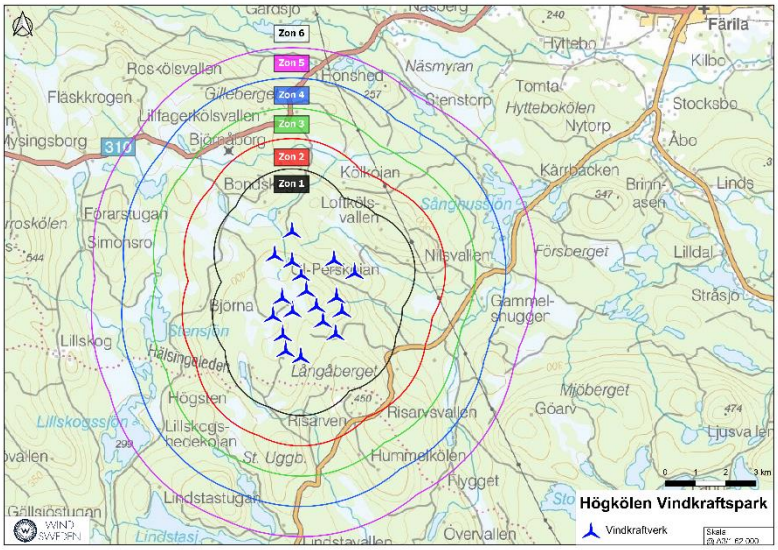
Hedbodberget vindkraftspark inkluderar 15 vindkraftverk som är lokaliserade ca. 35 km från Rättvik i Dalarnas län. De är placerade i skogsterräng där det är glesbefolkat. Inom en radie av 6 km runt verken finns det 153 bostadsfastigheter. Närmaste vindkraftspark är Högberget, ca. 40 km från Hedbodberget. Parken driftsattes i två etapper, 2009 och 2011 och har en installerad total effekt om 30 MW. Inom parken har vindkraftverken två olika tornhöjder. Etapp 1 uppfördes 2009 och innefattar 9 verk med en totalhöjd på 125 m. Etapp 2 uppfördes 2011 och innefattar 6 verk med en totalhöjd på 150 m. Totalt har 8 verk försetts med medelintensiv, röd, blinkande belysning och 7 verk med lågintensiv, röd, fast belysning.



Figur 3. Karta som visar de olika zonerna kring Hedbodberget vindkraftspark.

5.1.2. Högkölen

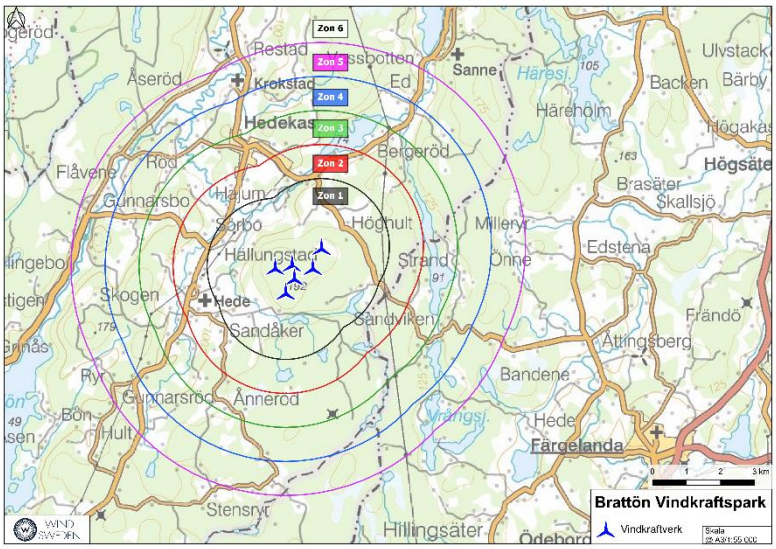
Högkölen vindkraftspark är lokaliserad ca. 3 mil utanför Ljusdal, i Gävleborgs län. Parken består av 18 vindkraftverk och har en total installerad effekt om 68,4 MW. Parken driftsattes 2018. Terrängen där parken är placerad utgörs av skog med 135 bostadsfastigheter inom en radie på 6 km runt vindkraftverken. Närmaste vindkraftspark är Svartvallsberget och ligger ca. 17 km från Högkölen. På ett avstånd om ca. 25 km ligger även Sörbyparken med 37 vindkraftverk. Totalhöjden för vindkraftverken är 205 m. Detta medför att 7 av verken har blinkande högintensiv vit hinderbelysning.



Figur 4. Karta som visar de olika zonerna kring Högkölen vindkraftspark.

5.1.3. Brattön

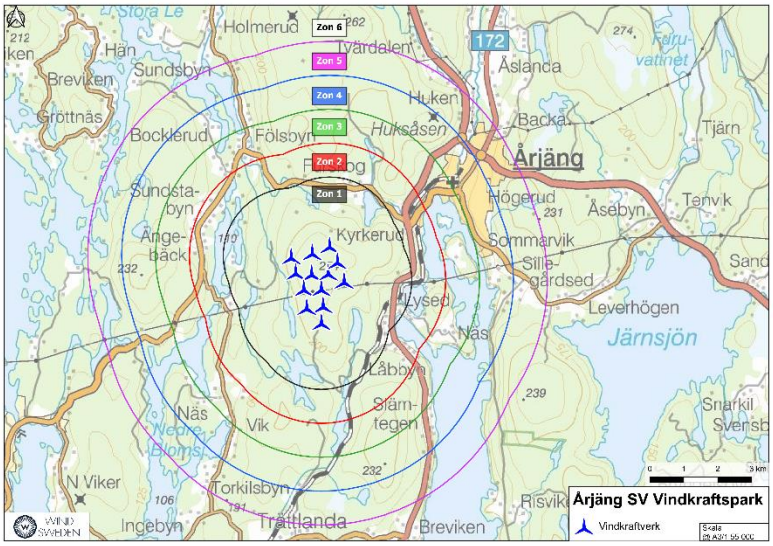
Brattön vindkraftspark består av sex vindkraftverk och är lokaliserad i Munkedals kommun, Västra Götalands län. Det finns några vindkraftverk inom en radie av 9 km från parken, men ingen större park. Närmaste vindkraftspark är Svarteborgs-Skogen, ca. 13 km ifrån Brattön. Parken är placerad i skogsterräng, driftsattes 2010 och har en total installerad effekt om 15. Inom en radie på 6 km runt vindkraftverken finns det 822 bostadsfastigheter. Vindkraftverken har en totalhöjd på 150 m. Samtliga vindkraftverk har medelintensiv, röd, blinkande hinderbelysning.



Figur 5. Karta som visar de olika zonerna kring Brattön vindkraftspark.

5.1.4. Årjäng SV

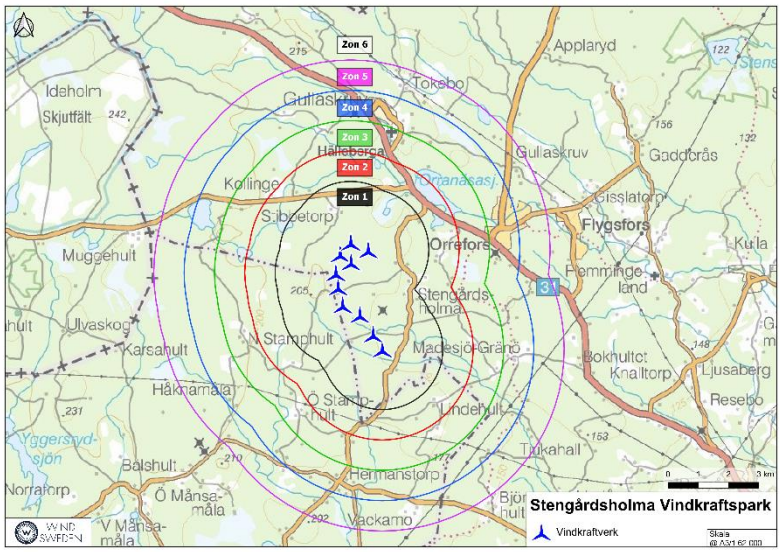
Årjäng SV vindkraftspark ligger ca. 3 km från Årjäng i Värmlands län. Parken består av 13 vindkraftverk med en total installerad effekt om 39 MW. Parken driftsattes 2014. Årjäng SV är belägen i skogsterräng och ca. 6 km från Årjäng stad. Närheten till tätorten återspeglas i antalet bostadsfastigheter inom 6 km från vindkraftverken, 1515 stycken. Närmaste vindkraftspark är Årjäng NV som ligger ca. 5,5 km från Årjäng SV. Totalhöjden för vindkraftverken i Årjäng SV är 180 m. 8 av verken har blinkande, högintensivt, vit hinderbelysning och 2 av verken har lågintensiv, röd, fast belysning.



Figur 6. Karta som visar de olika zonerna kring Årjäng SV vindkraftspark.

5.1.5. Stengårdsholma

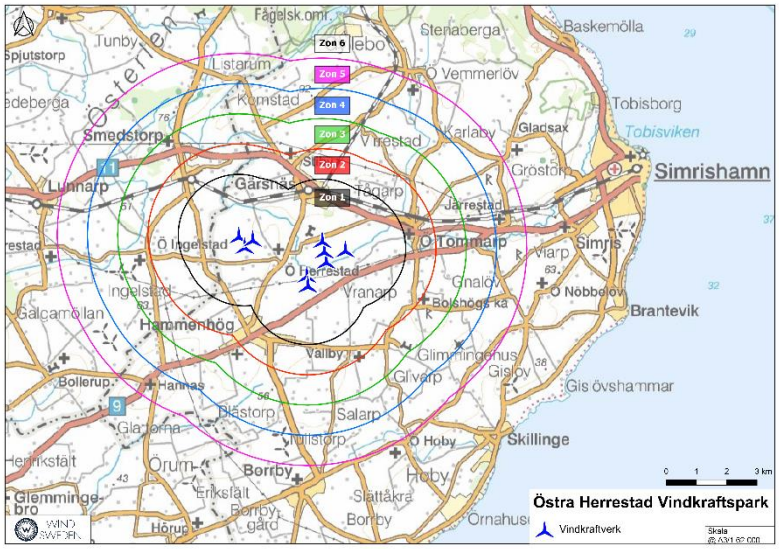
Stengårdsholma vindkraftspark ligger ca. 4 km från Orrefors i Kalmar län. Parken består av 10 vindkraftverk med en total installerad effekt om 20 MW. Parken driftsattes. Inom en radie om 6 km runt vindkraftverken finns 645 bostadsfastigheter. Parken är lokaliserad i skogsterräng och Villköl vindkraftspark är de närmast lokaliserade vindkraftverken, ca. 6 km, ifrån Stengårdsholma. Totalhöjden för Stengårdsholma vindkraftverk är 170 m och 4 av verken har blinkande högintensiv, vit, hinderbelysning. Övriga 6 verk har lågintensiv, röd, fast belysning.



Figur 7. Karta som visar de olika zonerna kring Stengårdsholma vindkraftspark.

5.1.6. Östra Herrestad

Östra Herrestad ligger i Simrishamns kommun, Skånes län, ca. 20 km från Ystad. Parken består av nio vindkraftverk och har en total installerad effekt om 16,2 MW. Parken driftsattes 2010/2011 och är till skillnad från de andra vindkraftsparkerna placerad på åkermark. Utöver detta är Östra Herrestad vindkraftspark belägen i ett tätbefolkat område med 2 859 bostadsfastigheter inom en radie på 6 km runt vindkraftverken i parken. Det finns inga större parker i närområdet, däremot finns det en del enskilda vindkraftverk runt Östra Herrestad vindkraftspark, närmast på ca. 1 km avstånd. Vindkraftverken har en totalhöjd på 150 meter och samtliga verk är försedda med medelintensiv, röd, blinkande hinderbelysning.



Figur 8. Karta som visar de olika zonerna kring Östra Herrestad vindkraftspark.

5.2. Befolkningstäthet

För att analysera hur befolkningstätheten påverkar störningsgraden har riktgivande värden för befolkningstäthet tagits fram. Befolkningstätheten avser inte det faktiska antalet boende per km^2 utan hur många enkäter som skickats per km^2. Anledningen till att tätheten har beräknats på detta sätt är att fastighetsuppgifterna som presenteras i Tabell 6 inbegriper fastigheter som ägs av bland annat företag, stiftelser och dödsbon. Detta ger därmed inte en korrekt uppfattning om antalet privatpersoner som äger fastigheter. Enkäten har enbart skickats till privatpersoner och denna siffra har alltså bedömts vara mer korrekt. Observera att enkäten dock bara skickats till en ägare per fastighet. Värdena i Tabell 8 skall därmed enbart användas för att jämföra täthet, inte för att dra slutsatser om hur många individer som är bosatta eller delägare i fastigheterna.

Tabell 8. Befolkningstäthet för de olika parkerna i en 6 km radie runt vindkraftverken.

Befolkningstäthet			
MI	**Hedbodberget**	**Brattön**	**Östra Herrestad**
Utskickade enkäter	126	585	2258
Storlek på området för utskick [km^2]	155	138	165
Befolkningstäthet [enkät/km^2]	0,8	4,2	13,7
HI	**Högkölen**	**Årjäng SV**	**Stengårdsholma**
Utskickade enkäter	120	1151	539
Storlek på området för utskick [km^2]	185	150	164
Befolkningstäthet [enkät/km^2]	0,6	7,7	3,3

6. RESULTAT

I detta kapitel presenteras projektets svarsfrekvens och det statistiska resultatet av enkätundersökningen. Resultat presenteras både i tabellformat och diagram med korta beskrivningar. I samtliga diagram presenteras vindkraftsparker med huvudsakligen röd, medelintensiv belysning som staplar i röda nyanser och vindkraftsparker med huvudsakligen vit, högintensiv belysning som staplar i blå nyanser.

6.1. Svarsfrekvens

För att uppnå så hög svarsfrekvens som möjligt har respondenterna haft möjlighet att skicka in enkätsvar via post, e-post eller onlineformulär. I snitt valde 76 % att svara på enkäten med post i förtryckta svarskuvert och 24 % digitalt. Svarsfrekvensen för de enskilda parkerna visas i Tabell 9 nedan. I snitt uppgick svarsfrekvensen till 39,6 %.

Tabell 9. Antal utskickade enkäter för varje park samt tillhörande svarsfrekvens.

Svarsfrekvens			
MI	**Hedbodberget**	**Brattön**	**Östra Herrestad**
Utskickade enkäter	126	585	2258
Inkomna svar	64	245	837
Svar: totalt [%]	50,8%	41,9%	37,1%
HI	**Högkölen**	**Årjäng SV**	**Stengårdsholma**
Utskickade enkäter	120	1151	539
Inkomna svar	60	491	197
Svar: totalt [%]	50,0%	42,7%	36,5%
Genomsnittlig svarsfrekvens [%]	**39,6%**		

De parker som parats ihop för den jämförande analysen har sinsemellan mycket likartad svarsfrekvens, det vill säga Hedbodberget-Högkölen, Brattön-Årjäng SV och Östra Herrestad-Stengårdsholma. Högst svarsfrekvens har uppmätts i de nordligaste parkerna, Hedbodberget och Högkölen.

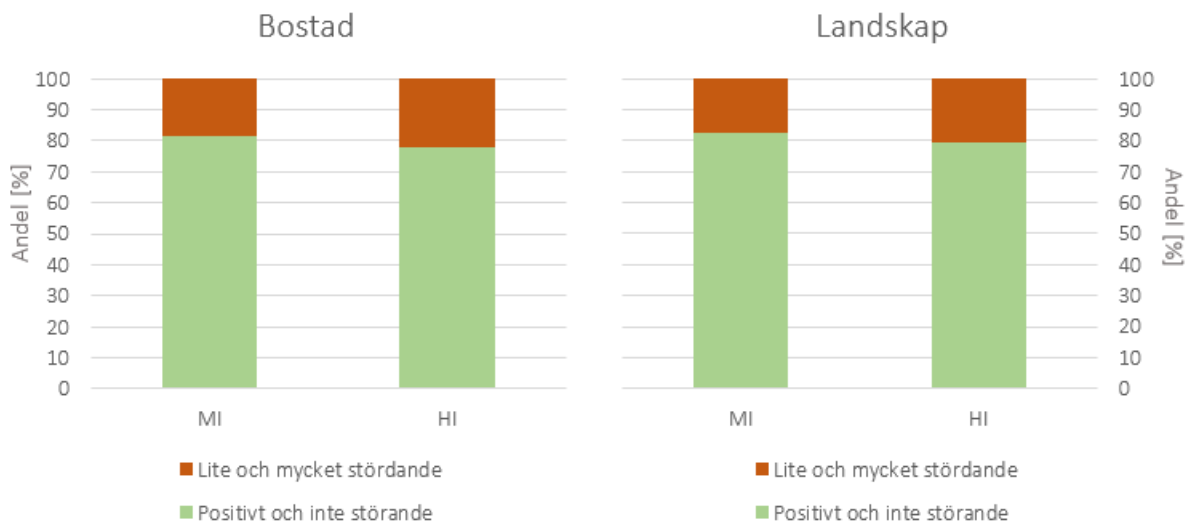
6.2. Störningsgrad från olika typer av hinderbelysning

Respondenterna fick i enkätformuläret svara på i vilken grad hinderbelysningen upplevs som störande från dels bostaden/tomten, dels andra platser i landskapet. Resultatet av dessa två frågor visas i Figur 9 och Tabell 10. Resultatet som avser bostad inkluderar enbart respondenter som angett att de ser belysningen från sin bostad eller tomt.

I diagrammet har resultatet förenklats i positiva och negativa block, med samtliga sex parker sammanslagna. Respondenter som angett att de upplever belysningen som lite eller mycket störande illustreras i ett rött ”negativt block” och de som upplever belysningen som positiv eller inte störande illustreras i ett grönt ”positivt block”. Resultatet visar att den upplevda störningen är mycket likartad från bostaden/tomten och från andra platser i landskapet. En övervägande majoritet av respondenterna har en positiv eller neutral upplevelse av båda typerna av belysning, från både bostad och andra platser i landskapet.

Avseende upplevelsen av medelintensiv belysning från bostad/tomt utgör det positiva blocket 81,4 % och det negativa blocket 18,6 %. Avseende högintensiv belysning utgör det positiva blocket 77,8 % och det negativa blocket 22,2 %. Skillnaden mellan de två typerna av belysning uppgår till endast 3,6 %-enheter.

Avseende upplevelsen av medelintensiv belysning från andra platser i landskapet utgör det positiva blocket 82,4 % och det negativa blocket 17,6 %. Avseende högintensiv belysning utgör det positiva blocket 79,7 % och det negativa blocket 20,3 %. Skillnaden mellan de två typerna av belysning sett från andra platser i landskapet uppgår till endast 2,7 %-enheter.



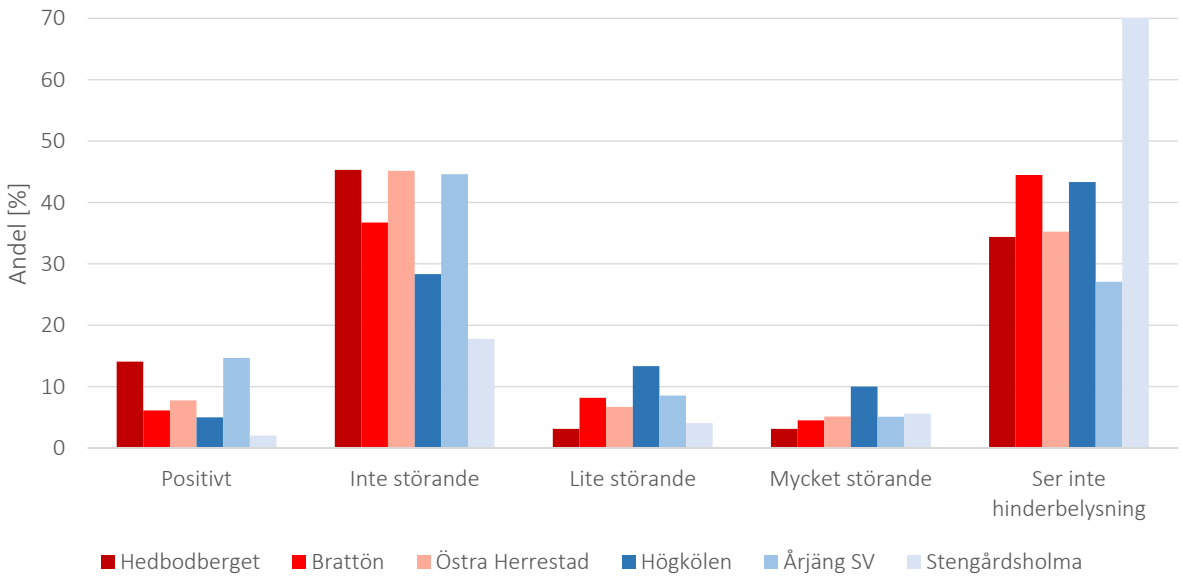
Figur 9. Störningsgraden vid bostad (till vänster) och i landskapet (till höger) för sammanslaget resultat för medelintensiv (MI) och högintensiv (HI) hinderbelysning. Störningsgraderna positivt och inte störande samt lite störande och mycket störande är sammanslagna.

I Tabell 10 är resultatet uppdelat parkvis och presenteras separat för hur hinderbelysningen upplevs vid bostaden och i landskapet. Samma resultat presenteras grafiskt i Figur 10 och Figur 11, där alla parker är inkluderade och uppdelade efter störningsgrad.

Tabell 10. Procentuellt resultat som visar hur störande respondenterna upplever både medelintensiv och högintensiv hinderbelysning, både vid sin bostad med tillhörande tomt och i det omkringliggande landskapet.

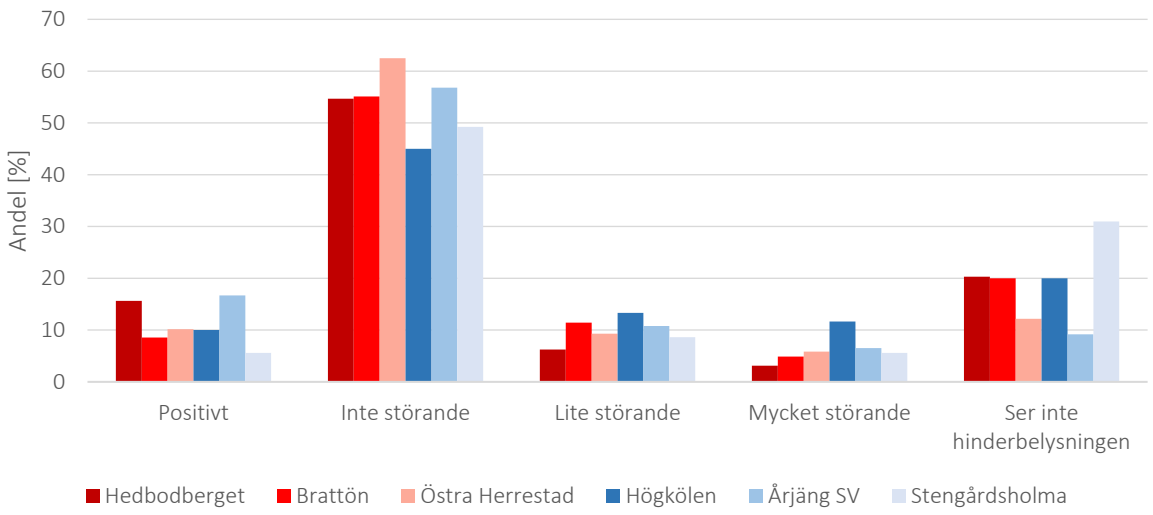
Jämförande störningsrad mellan vindkraftsparkerna [%]								
MI	**Hedbodberget**		**Brattön**		**Östra Herrestad**		**Intervall**	
	Bostad	Land-skap	Bostad	Land-skap	Bostad	Land-skap	Bostad	Land-skap
Positiv	14,1	15,6	6,1	8,6	7,8	10,2	6 - 14	8 – 16
Inte störande	45,3	54,7	36,7	55,1	45,2	62,5	36 – 46	54 – 63
Lite störande	3,1	6,3	8,2	11,4	6,7	9,3	3 – 10	6 – 12
Mycket störande	3,1	3,1	4,5	4,9	5,1	5,9	3 – 6	3 – 6
Ser inte hinderbelysningen	34,4	20,3	44,5	20,0	35,2	12,2	34 – 45	12 – 21
HI	**Högkölen**		**Årjäng SV**		**Stengårdsholma**		**Intervall**	
	Bostad	Land-skap	Bostad	Land-skap	Bostad	Land-skap	Bostad	Land-skap
Positiv	5,0	10,0	14,7	16,7	2,0	5,6	2 – 15	5 – 17
Inte störande	28,3	45,0	44,6	56,8	17,8	49,2	17 – 45	45 – 57
Lite störande	13,3	13,3	8,6	10,8	4,1	8,6	4 – 14	8 – 14
Mycket störande	10,0	11,7	5,1	6,5	5,6	5,6	5 – 10	5 – 12
Ser inte hinderbelysningen	43,3	20,0	27,1	9,2	70,6	31,0	27 – 71	9 – 31

Det som kan noteras särskilt är att en stor andel av de boende vid Stengårdsholma (70,6 %) inte ser hinderbelysningen från sin bostad.



Figur 10. Störningsgrad vid bostad för de sex parkerna.

I Figur 10 kan det utläsas att av dem som ser hinderbelysningen från sin bostad upplever störst andel att belysningen inte är störande. För Hedbodberget (MI), Årjäng SV (HI) och Östra Herrestad (MI) upplevs hinderbelysningen i högre grad som positiv eller inte störande. För Högkölen (HI) upplevs belysningen i högre grad som störande i jämförelse med övriga parker. Övervikten ligger dock även här på upplevelsen ”inte störande”.



Figur 11. Störningsgrad från andra platser i landskapet för de sex parkerna.

I det omgivande landskapet upplever en tydlig majoritet av respondenterna att hinderbelysningen inte är störande. Detta gäller för samtliga parker. Även här sticker Högkölen (HI) ut som den park som upplevs något mer störande än övriga, vilket kan ses i Figur 11.

6.2.1. Hedbodberget och Högkölen

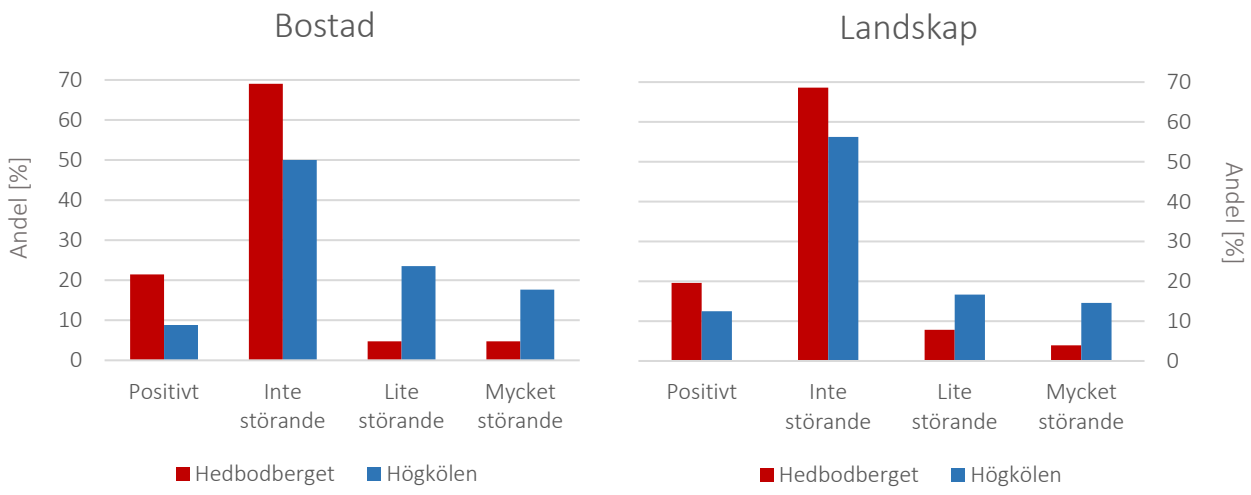
Hedbodberget (MI) och Högkölen (HI) är de två parker i studien som är belägna längst norrut i landet och jämförs här parvis. Båda parkerna ligger i glesbygdsområde med 0,6–0,8 bostadsfastigheter per km^2. De är även liknande i storlek med 15 verk i Hedbodberget och 18 verk i Högkölen. Hedbodberget driftsattes 2009–11 och Högkölen 2018.

Från Tabell 11 och Figur 12 kan det utläsas att 58,8 % av boende vid Högkölen inte upplever hinderbelysningen som störande eller har en positiv upplevelse. Vid Hedbodberget är motsvarande siffra 90,4 %. Vid Högkölen upplever 41,1 % hinderbelysningen som lite eller mycket störande. Motsvarande siffra för Hedbodberget är 9,6 %.

Tabell 11. Störningsgrad för Hedbodberget och Högkölen vid bostad och från andra platser i landskapet. Respondenter som inte ser hinderbelysningen är exkluderade.

Störningsgrad	Hedbodberget (MI)		Högkölen (HI)	
	Bostad	Landskap	Bostad	Landskap
Positivt	21,4 %	19,6 %	8,8 %	12,5 %
Inte störande	69,0 %	68,6 %	50,0 %	56,3 %
Lite störande	4,8 %	7,8 %	23,5 %	16,7 %
Mycket störande	4,8 %	3,9 %	17,6 %	14,6 %
Totalt antal svarande	42	51	34	48

Andelen som är positivt inställda eller inte störda av hinderbelysningen är avsevärt större vid Hedbodberget (MI) än vid Högkölen (HI).



Figur 12. Procentuell skillnad mellan Hedbodberget och Högkölen för de olika störningsgraderna. Respondenter som angett att de inte ser hinderbelysningen är exkluderade.

6.2.2. Brattön och Årjäng SV

Brattön (MI) och Årjäng SV (HI) är de två parker i studien som är belägna i Västsverige och jämförs här parvis. Befolkningstätheten skiljer sig mellan områdena med en täthet på 4,2 bebyggda bostadsfastigheter per km^2 vid Brattön och 7,7 km^2 vid Årjäng SV som ligger i närheten av Årjäng stad. Årjäng SV omfattas av 13 vindkraftverk som driftsattes 2014 och Brattön omfattas av 6 vindkraftverk som driftsattes 2010. Både parkerna är belägna i lätt kuperad skogsterräng.

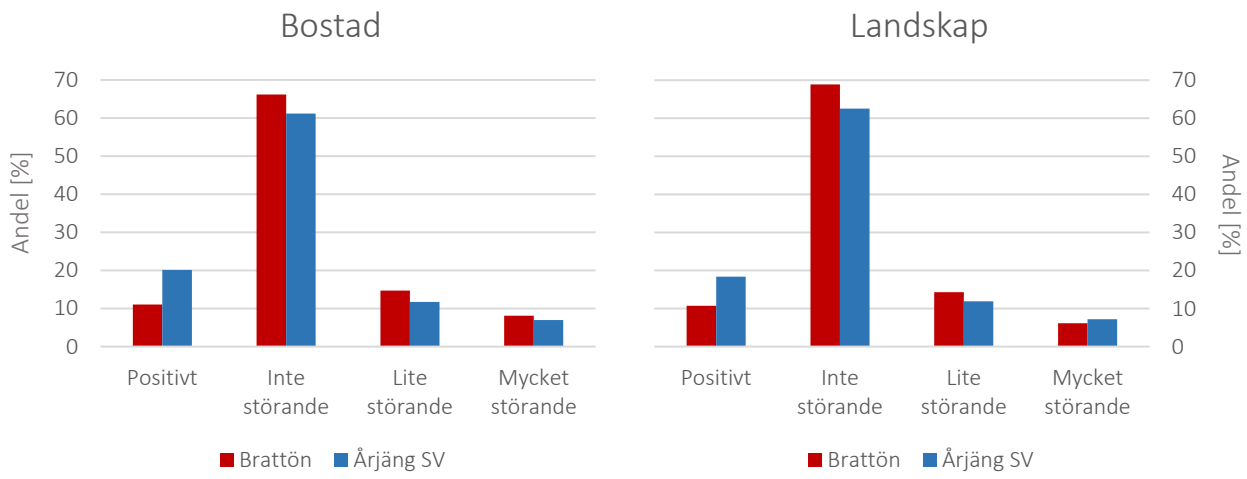
Från Tabell 12 och Figur 13 kan det utläsas att 77,2 % av boende som ser hinderbelysningen från sin bostad vid Brattön inte upplever hinderbelysningen som störande eller har en positiv upplevelse. Vid Årjäng SV är motsvarande siffra 81,3 %. Vid Brattön upplever 22,8 % hinderbelysningen som lite eller mycket störande. Motsvarande siffra för Årjäng SV är 18,7 %.

Andelarna som visar upplevd störning från andra platser i landskapet är mycket likartade andelarna med upplevd störning från bostad.

Tabell 12. Störningsgrad för Brattön och Årjäng SV vid bostad och från andra platser i landskapet. De som inte ser hinderbelysningen är exkluderade.

Störningsgrad	Brattön (MI)		Årjäng SV (HI)	
	Bostad	Landskap	Bostad	Landskap
Positivt	11,0 %	10,7 %	20,1 %	18,4 %
Inte störande	66,2 %	68,9 %	61,2 %	62,6 %
Lite störande	14,7 %	14,3 %	11,7 %	11,9 %
Mycket störande	8,1 %	6,1 %	7,0 %	7,2 %
Totalt antal svarande	136	196	358	446

Andelen som är positivt inställda eller inte störda av hinderbelysningen är alltså större vid Årjäng SV (HI) än vid Brattön (MI). Mönstret bryts enbart av att andelen som upplever belysningen som mycket störande från andra platser i landskapet är något högre vid Årjäng SV.



Figur 13. Procentuell skillnad mellan Brattön och Årjäng SV för de olika störningsgraderna. Respondenter som angett att de inte ser hinderbelysningen är exkluderade.

6.2.3. Östra Herrestad och Stengårdsholma

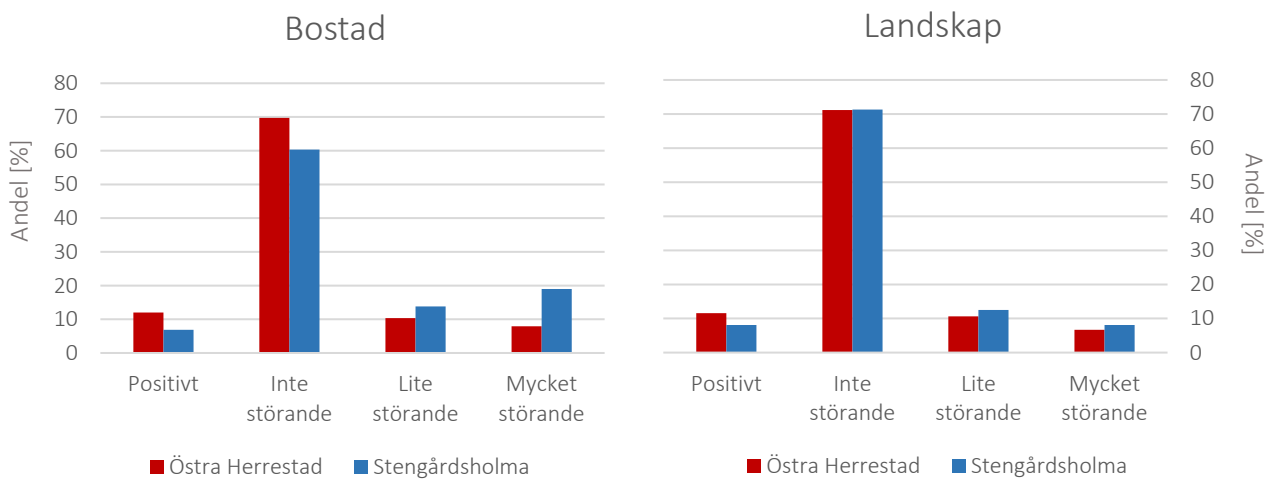
Östra Herrestad (MI) och Stengårdsholma (HI) är de två parker i studien som är belägna i Sydöstra Sverige och jämförs här parvis. Befolkningstätheten skiljer sig mellan områdena med en täthet på 13,7 bebyggda bostadsfastigheter per km^2 vid Östra Herrestad och 3,3 km^2 vid Stengårdsholma. Östra Herrestad omfattas av 10 vindkraftverk som driftsattes 2010–11 och Stengårdsholma omfattas av 10 vindkraftverk som driftsattes 2011. Östra Herrestad vindkraftspark är belägen i flackt slättlandskap och Stengårdsholma i flackt skogslandskap. Storlek och driftstid är alltså likartad, men befolkningstäthet och vegetation skiljer sig åt.

Från Tabell 13 och Figur 14 kan det utläsas att 81,7 % av boende som ser hinderbelysningen från sin bostad vid Östra Herrestad inte upplever hinderbelysningen som störande eller har en positiv upplevelse. Vid Stengårdsholma är motsvarande siffra 67,2 %. Av de boende vid Östra Herrestad upplever 18,2 % hinderbelysningen som lite eller mycket störande. Motsvarande siffra för Stengårdsholma är 32,8 %.

Tabell 13. Störningsgrad för Östra Herrestad och Stengårdsholma vid bostad och på andra platser i landskapet. De som inte ser hinderbelysningen är exkluderade.

Störningsgrad	Östra Herrestad (MI)		Stengårdsholma (HI)	
	Bostad	Landskap	Bostad	Landskap
Positivt	12,0 %	11,6 %	6,9 %	8,1 %
Inte störande	69,7 %	71,2 %	60,3 %	71,3 %
Lite störande	10,3 %	10,6 %	13,8 %	12,5 %
Mycket störande	7,9 %	6,7 %	19,0%	8,1 %
Totalt antal svarande	542	735	58	136

Andelen som upplever hinderbelysningen som positiv eller inte störande är alltså större vid Östra Herrestad (MI). Den största skillnaden mellan Östra Herrestad och Stengårdsholma kan ses för störningsnivån mycket störande vid bostaden. Där är det 11,1 procentenheters skillnad mellan de två parkerna. Denna skillnad kan inte ses på samma sätt för landskapet där det enbart skiljer 0,2 procentenheter.



Figur 14. Procentuell skillnad mellan Östra Herrestad och Stengårdsholma för de olika störningsgraderna. Respondenter som angett att de inte ser hinderbelysningen är exkluderade.

6.3. Parametrar som kan påverka hur hinderbelysning upplevs

I detta avsnitt redogörs för resultatet av de enkätfrågor som berör typ av bostad, avståndet mellan bostad och vindkraftverk, årstid, tid på dygnet samt väder.

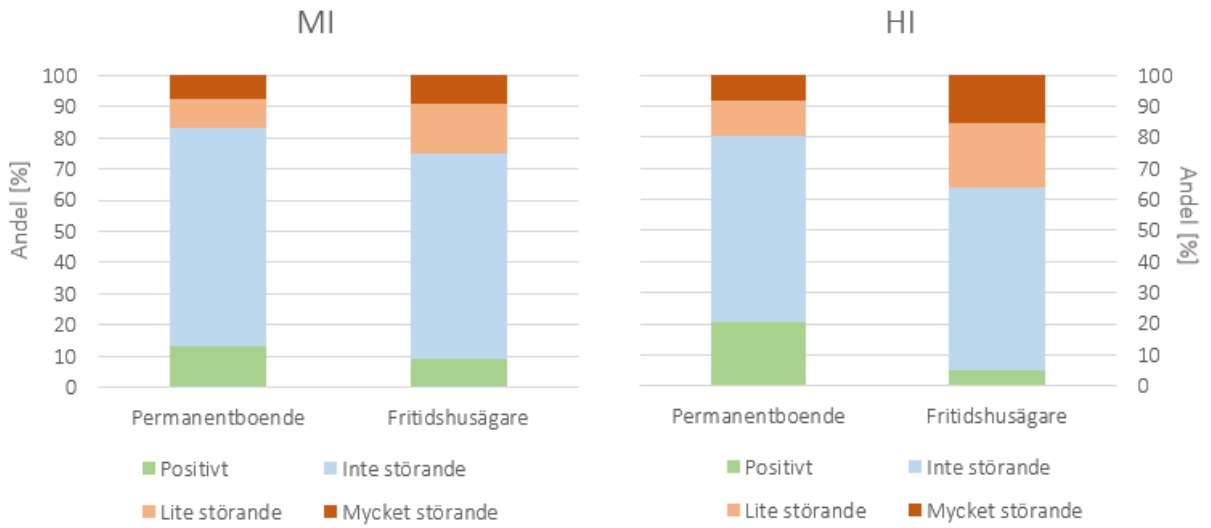
6.3.1. Typ av bostad

I Tabell 14 och Figur 15 redovisas hur hinderbelysningen upplevs i relation till vilken typ av bostad respondenten äger, fritidshus eller permanent bostad. Resultatet är även uppdelat efter medelintensiv respektive högintensiv hinderbelysning.

De värden som presenteras här avser störningsgrad från bostad/tomt. De respondenter som svarat att de inte ser hinderbelysningen från sin bostad har uteslutits.

Tabell 14. Procentuell störningsgrad beroende på vad respondenten äger för typ av fastighet. De som inte ser hinderbelysningen från sin bostad är exkluderade.

Störningsgrad i relation till typ av bostad						
	Permanentboende		Fritidshusägare		Ekonomibyggnad	
Typ av belysning	MI	HI	MI	HI	MI	HI
Positiv	13,1 %	20,6 %	8,9 %	5,1 %	0,0 %	33,3 %
Inte störande	70,3 %	59,7 %	65,8 %	59,0 %	0,0 %	33,3 %
Lite störande	9,0 %	11,4 %	16,3 %	20,5 %	0,0 %	33,3 %
Mycket störande	7,6 %	8,3 %	8,9 %	15,4 %	0,0 %	0,0 %
Totalt antal svarande	512	350	190	78	0	3



Figur 15. Störningsgraden när alla svar från de olika parkerna sammanställts för medelintensiv och högintensiv belysning var för sig, beroende på typ av fastighet.

Av resultatet kan det utläsas att ägare av fritidshus i något lägre grad upplever hinderbelysningen som positiv eller inte störande. För parker med medelintensiv belysning är det 8,7 %-enheter mer som upplever belysningen som positiv eller inte störande vid permanenta bostäder än vid fritidshus. För högintensiv belysning är samma skillnad 16,2 %-enheter.

Tabell 15 redovisar hur stor andel bland respondenterna som är fritidshusägare. Störst andel är det i Hedbodberget och Högkölen som har över 50 % fritidshusägare. Detta är även är de parker som är lokaliserade längst norrut i studien och där omgivningen är mest glesbefolkad.

Tabell 15. Andel fritidshusägare vid respektive vindkraftspark.

Vindkraftspark	Andel fritidshusägare
Hedbodberget	59,38 %
Högkölen	58,33 %
Brattön	29,8 %
Årjäng SV	14,05 %
Östra Herrestad	28,91 %
Stengårdsholma	18,27 %

6.3.2. Avstånd från vindkraftverk

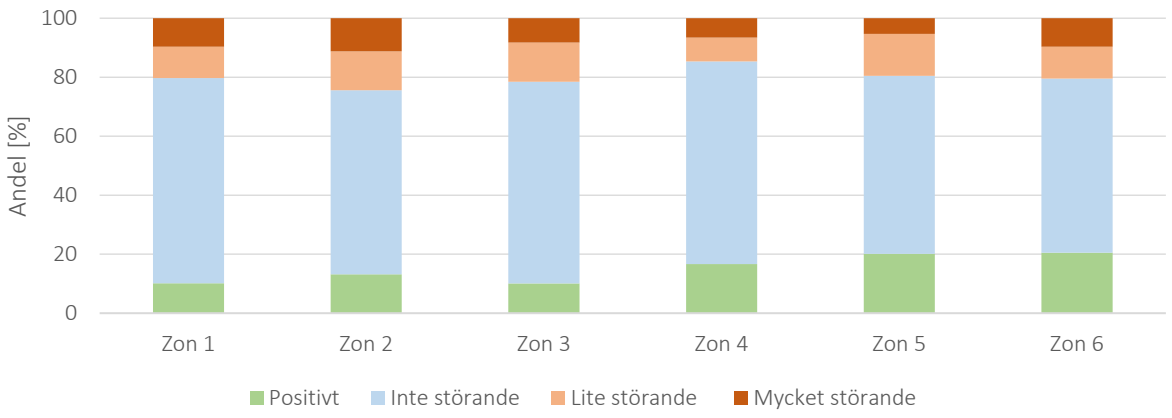
Respondenterna har utifrån en karta angett inom vilken zon deras bostad är belägen. Zon 1 omfattar all yta upp till 2 km från vindkraftverken. Övriga zoner omfattar 1 km per zon. Resultatet av störningsgrad i förhållande till avstånd från verk redovisas i Tabell 16 och Figur 16.

Resultatet indikerar att störningsgraden inte skiljer sig avsevärt mycket mellan olika zoner, men störningen är något lägre i zon 4 för att sedan öka igen i zon 5 och 6.

De värden som presenteras här avser störningsgrad från bostad/tomt och de respondenter som svarat att de inte ser hinderbelysningen från sin bostad har uteslutits.

Tabell 16. Total störningsgraden vid bostad i de olika zonerna för alla parker när resultatet är sammanslaget.

Störningsgrad i relation till avstånd från vindkraftverk						
	Zon 1 (0-2km)	Zon 2 (2-3km)	Zon 3 (3-4km)	Zon 4 (4-5km)	Zon 5 (5-6km)	Zon 6 (> 6km)
Positivt	10,1 %	13,2 %	10,1 %	16,7 %	20,1 %	20,5 %
Inte störande	69,6 %	62,4 %	68,3 %	68,7 %	60,4 %	59,0 %
Lite störande	10,6 %	13,2 %	13,3 %	8,1 %	14,2 %	10,8 %
Mycket störande	9,7 %	11,2 %	8,3 %	6,6 %	5,3 %	9,6 %
Totalt antal svarande	207	258	218	198	169	83

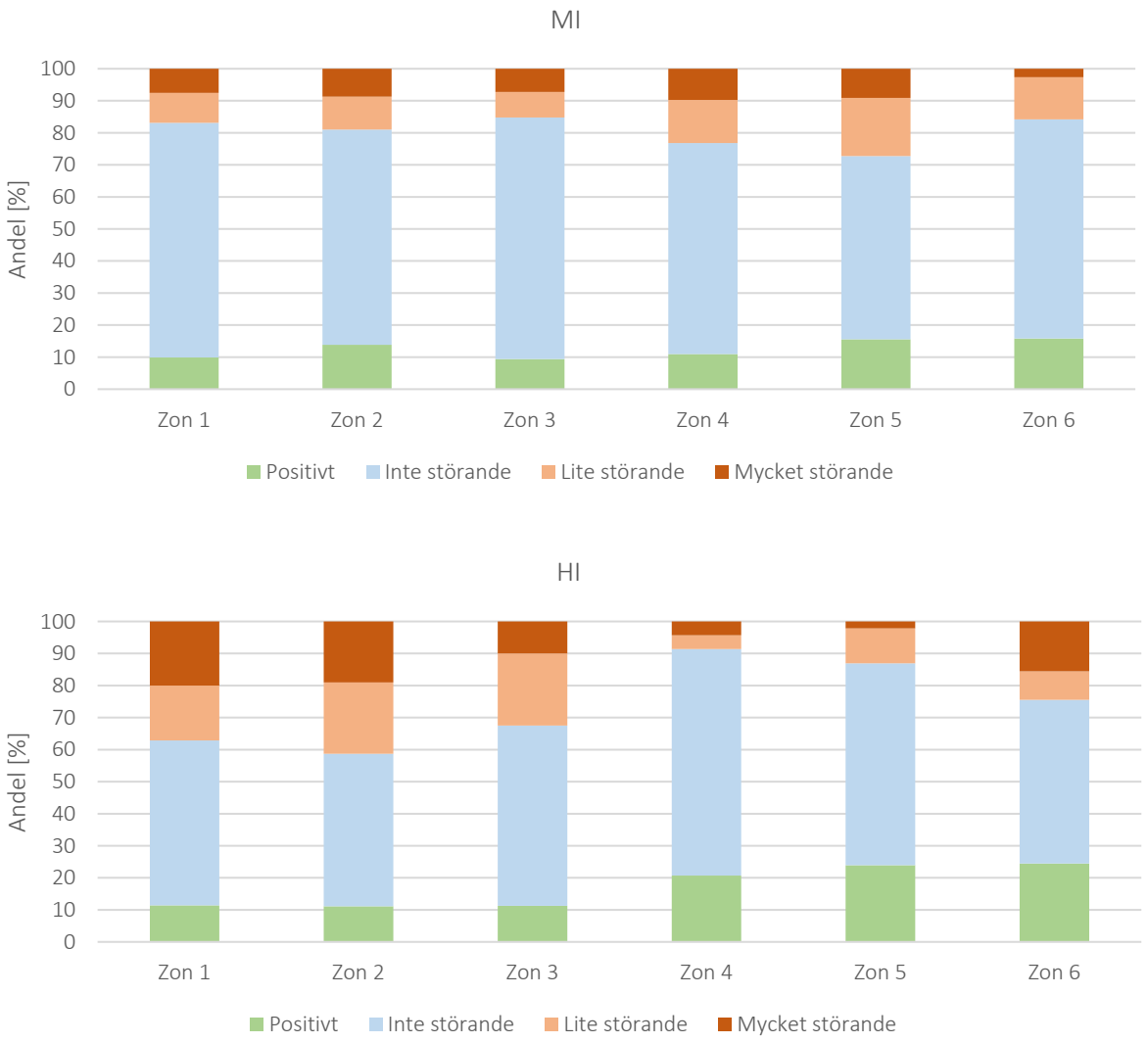


Figur 16. Störningsgrad vid bostad för de olika zonerna när resultatet för alla parker är sammanslaget.

Tabell 17 och Figur 17 har resultatet delats upp mellan de olika typerna av belysning. Det kan inte ses något uppenbart samband mellan störningsgrad och avstånd mellan vindkraftverk och bostad för parker med medelintensiv belysning. För högintensiv belysning kan det ses att den upplevda störningen minskar markant i zon 4 och 5 men ökar igen i zon 6.

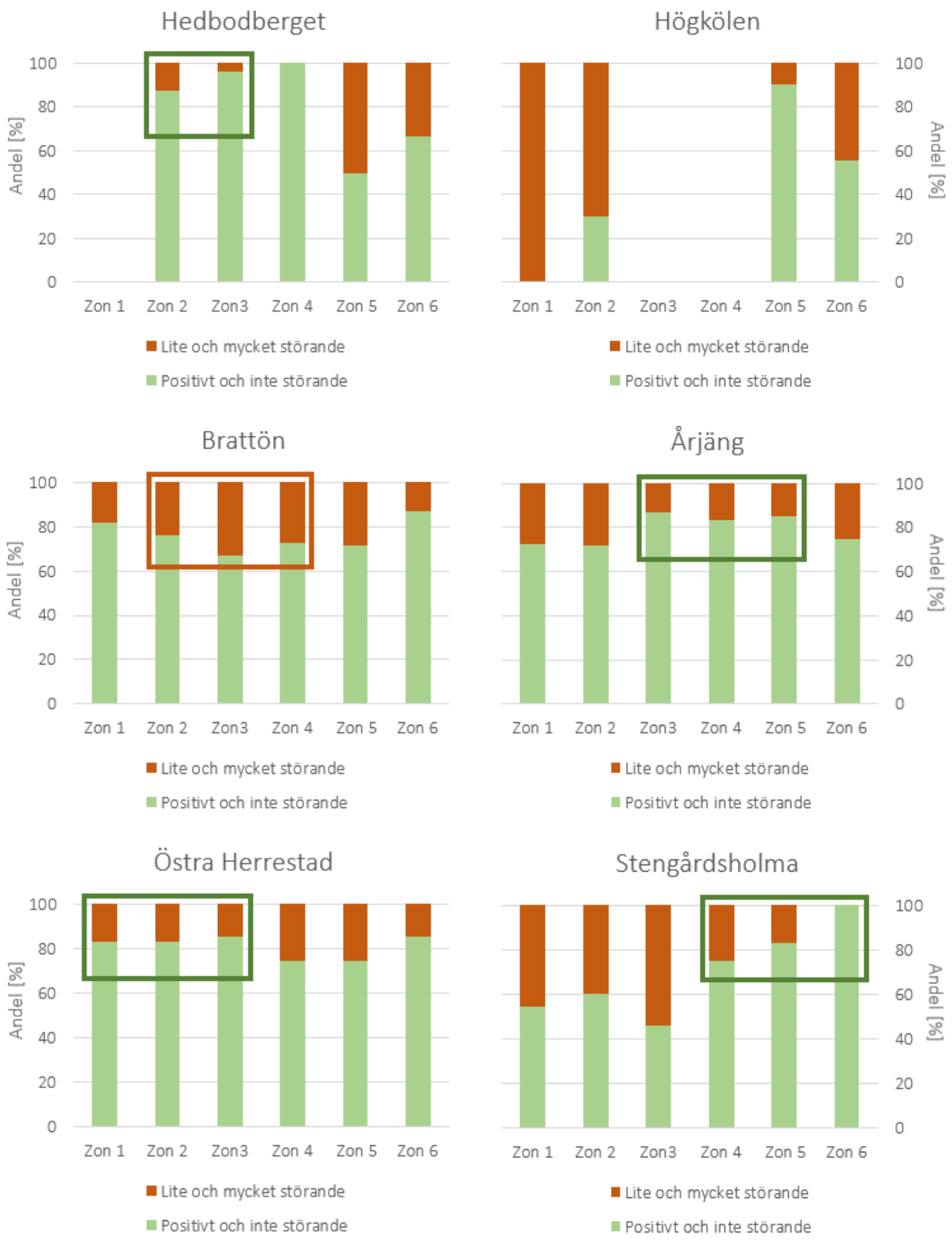
Tabell 17. Procentuell störningsgrad för zonerna fördelat mellan medelintensiv (MI) belysning och högintensiv (HI) belysning.

Störningsgrad i relation till avstånd från vindkraftverk												
	Zon 1 (0-2km)		Zon 2 (2-3km)		Zon 3 (3-4km)		Zon 4 (4-5km)		Zon 5 (5-6km)		Zon 6 (> 6km)	
	MI	HI	MI	HI	MI	HI	MI	HI	MI	HI	MI	HI
Positiv [%]	9,9	11,4	13,8	11,1	9,4	11,3	11,0	20,7	15,6	23,9	15,8	24,4
Inte störande [%]	73,3	51,4	67,2	47,6	75,4	56,3	65,9	70,7	57,1	63,0	68,4	51,1
Lite störande [%]	9,3	17,1	10,3	22,2	8,0	22,5	13,4	4,3	18,2	10,9	13,2	8,9
Mycket störande [%]	7,6	20,0	10,3	19,0	7,2	10,0	9,8	4,3	9,1	2,2	2,6	15,6
Totalt antal svarande	172	35	195	63	138	80	82	116	77	92	38	45



Figur 17. Andel svar gällande störningsgraden i de olika zonerna uppdelat mellan medelintensiv och högintensiv hinderbelysning.

I Figur 18 spjälkas resultatet upp ytterligare och visar varje park enskilt. Störningsgraden i de olika zonerna varierar kraftigt mellan parkerna och det finns inte någon avtagande trend med avståndet. Dock ses ett samband då störningsgraden i de olika zonerna jämförs med kartorna över varje enskild vindkraftspark och deras tillhörande zoner. I 4 av 6 parker finns tätorter i de zoner där störningen är lägst. I en av parkerna finns inga tätorter och i en av parkerna finns tätort där störningen är högst. Zoner med tätorter är markerade med rektanglar i Figur 18.



Figur 18. Störningsgrad i de olika zonerna vid bostaden/tomten uppdelat efter vindkraftspark. Gröna rektanglar markerar i vilka zoner det finns större eller mindre tätorter och en lägre störningsgrad än i övriga zoner kan noteras. Röd rektangel markerar var det finns tätorter och en högre störningsgrad än i övriga zoner som kan noteras. Vid Högkölen finns inte några tätorter och inga av respondenterna är boende i zon 3 eller 4.

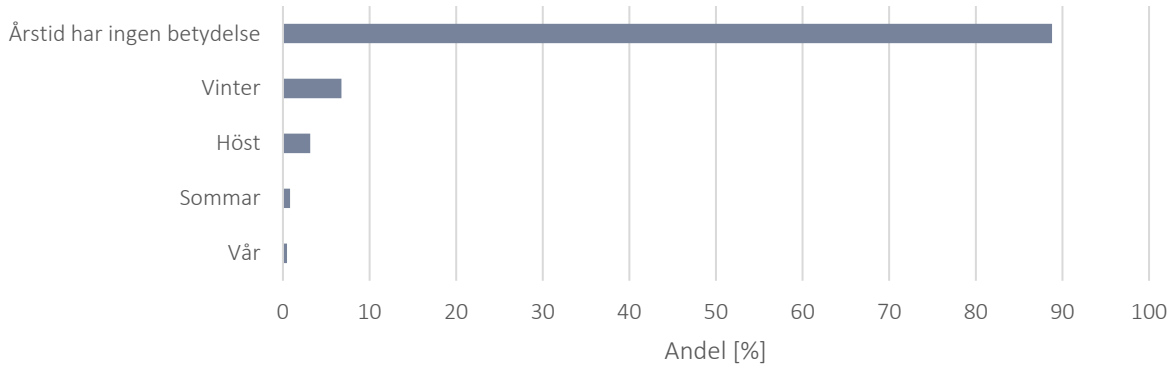
6.3.3. Årstid

Tabell 18 och Figur 19 redovisar om respondenterna upplever hinderbelysningen som mer störande under någon särskild årstid. Ett fåtal respondenter som anser att årstid har betydelse har angivit mer än ett svarsalternativ, varför fördelningen utgår från andel röster och inte andel respondenter.

Ur tabellen kan det utläsas att 76,9–92 % inte anser att årstiden har betydelse för störningsgraden. När resultatet slås samman för samtliga parker så anger 88,8 % av rösterna att årstiden inte har betydelse.

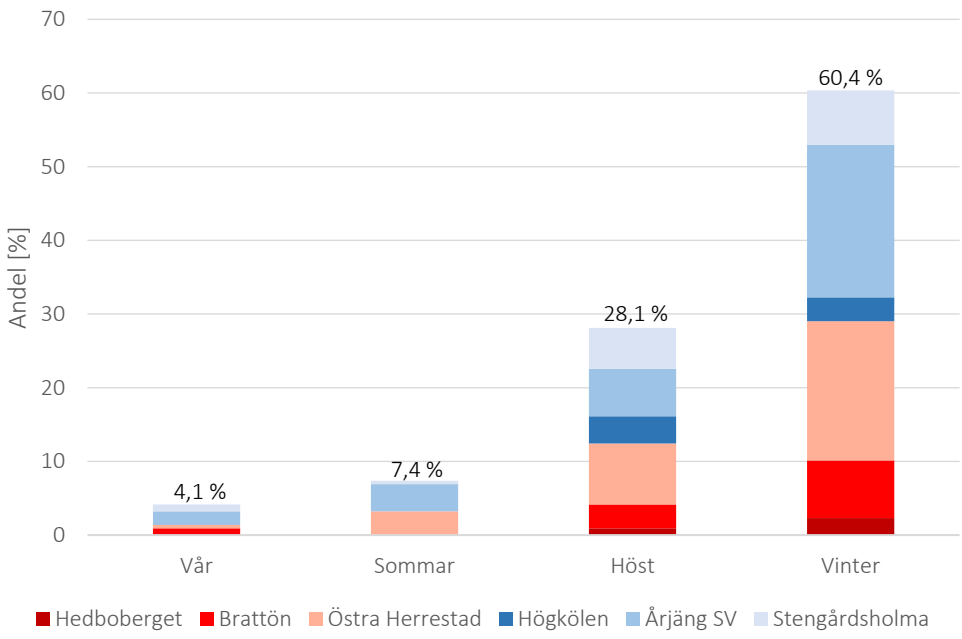
Tabell 18. Procentuell fördelning av hur störningsgraden ser ut för de olika årstiderna för varje park.

Årstid	Medelintensiv belysning			Högintensiv belysning		
	Hedbod-berget	Brattön	Östra Herrestad	Högkölen	Årjäng SV	Stengårds-holma
Vår	0,0 %	0,8 %	0,1 %	0,0 %	0,8 %	1,0 %
Sommar	0,0 %	0,0 %	0,8 %	0,0 %	1,6 %	0,5 %
Höst	3,1 %	2,8 %	2,1 %	12,3 %	2,8 %	5,8 %
Vinter	7,7 %	6,7 %	4,9 %	10,8 %	8,9 %	7,7 %
Har ej betydelse	89,2 %	89,7 %	92,0 %	76,9 %	86,0 %	85,0 %
Totalt antal röster	65	252	842	65	508	207



Figur 19. Andel röster som anser att årstid har eller inte har betydelse för hur störande hinderbelysningen upplevs.

I Figur 20 visas fördelningen mellan de olika årstiderna utan andelen som inte upplever att årstid har någon betydelse. Av respondenterna som anser att hinderbelysningen upplevs som mer störande under en viss årstid har 60,4 % angett vinter. Därefter kommer höst med 28,1 %, sommar med 7,4 % och sist vår med 4,1 %. Utöver detta kan det utläsas hur resultatet skiljer sig mellan de olika parkerna. Framför allt är boende vid Årjäng SV och Östra Herrestad som anser att årstiden har betydelse för den upplevda störningen.



Figur 20. Andel röster som anser att årstid påverkar den upplevda störningsgraden. Respondenter som anser att årstid inte har betydelse har uteslutits. Procentsatser avser andel av den totala massan respondenter som anser att årstid har betydelse.

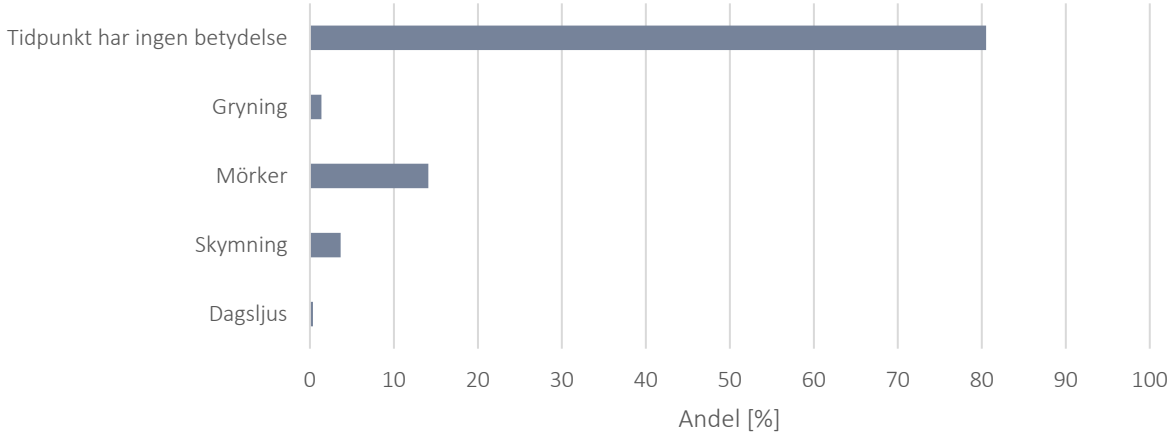
6.3.4. Tid på dygnet

Tabell 19 och Figur 21 redovisar om respondenterna upplever hinderbelysningen som mer störande under någon särskild tid på dygnet. Ett fåtal respondenter som anser att tiden på dygnet har betydelse har angivit mer än ett svarsalternativ, varför fördelningen utgår från andel röster och inte andel respondenter.

Ur Tabell 19 kan det utläsas att 73–86,4 % inte anser att årstiden har betydelse för störningsgraden. När resultatet slås samman för samtliga parker så anger 80,5 % av rösterna att tid på dygnet inte har betydelse.

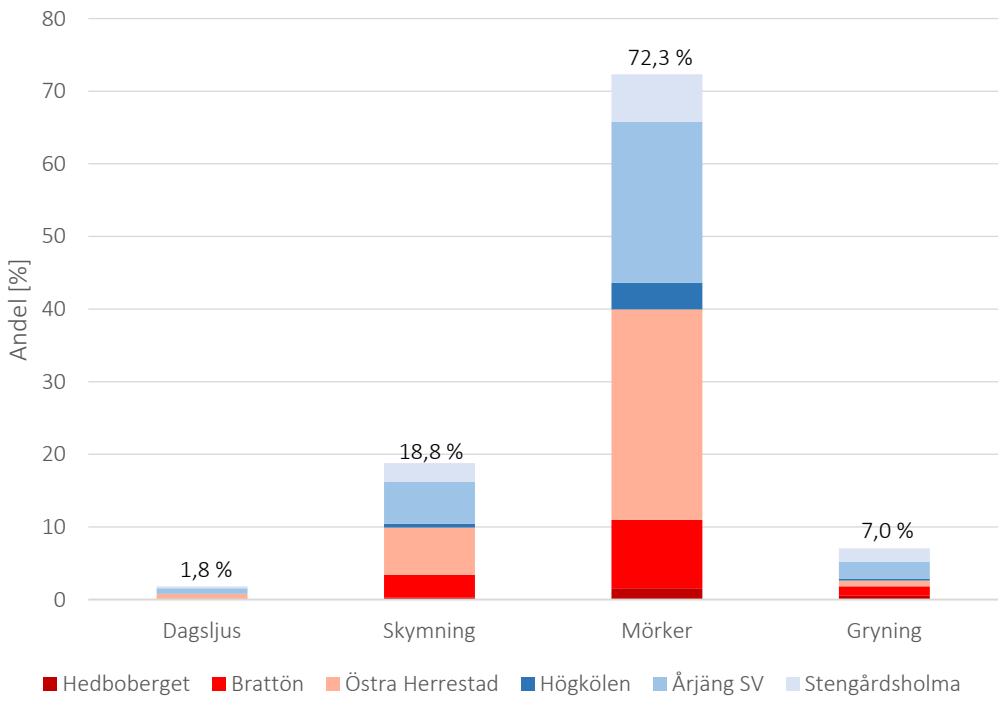
Tabell 19. Procentuell fördelning av hur störningsgraden ser ut för olika tider på dygnet för varje park.

Tid på dygnet	Medelintensiv hinderbelysning			Högintensiv hinderbelysning		
	Hedbod-berget	Brattön	Östra Herrestad	Högkölen	Årjäng SV	Stengårds-holma
Dagsljus	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,6 %	0,5 %
Skymning	1,5 %	4,6 %	2,9 %	3,2 %	4,3 %	4,7 %
Mörker	9,1 %	13,8 %	13,1 %	22,2 %	16,5 %	11,8 %
Gryning	3,0 %	1,9 %	0,4 %	1,6 %	1,7 %	3,3 %
Har ingen betydelse	86,4 %	79,6 %	83,3 %	73,0 %	76,9 %	79,6 %
Totalt antal röster	66	260	849	63	516	211



Figur 21. Andel röster som anser att tid på dygnet har eller inte har betydelse för hur störande hinderbelysningen upplevs.

I Figur 22 visas fördelningen mellan de olika tiderna på dygnet utan andelen som inte upplever att detta har någon betydelse. Av respondenterna som anser att belysningen upplevs som mer störande under en viss tid på dygnet har 72,3 % angett mörker. Därefter kommer skymning med 18,8 %, gryning med 7 % och dagsljus med 1,8 %. Det är framför allt är boende vid Årjäng SV och Östra Herrestad som anser att tid på dygnet har betydelse för den upplevda störningen.



Figur 22. Andel röster som anser att tid på dygnet påverkar den upplevda störningsgraden. Respondenter som anser att tid på dygnet inte har betydelse har uteslutits. Procentsatser avser andel av den totala massan respondenter som anser att tid på dygnet har betydelse.

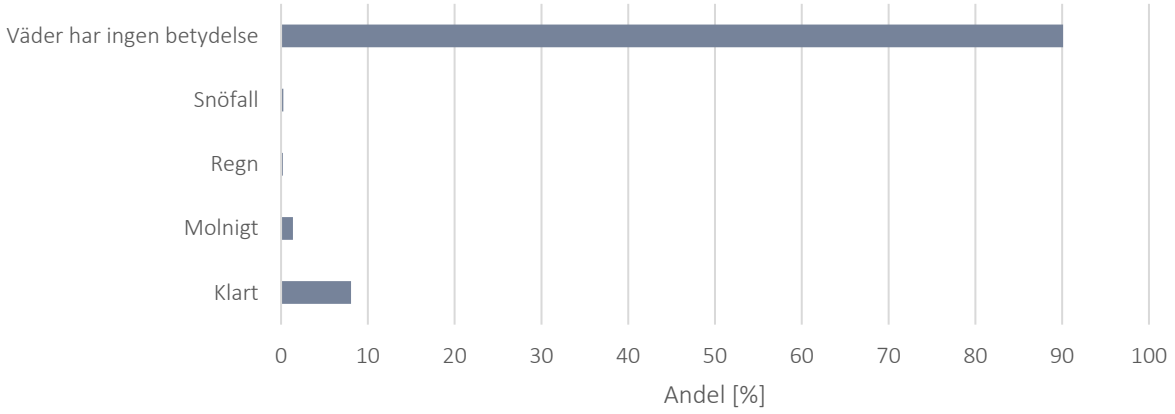
6.3.5. Väder

Tabell 20 och Figur 23 redovisar om respondenterna upplever hinderbelysningen som mer störande vid ett särskilt väder. Ett fåtal respondenter som anser att väder har betydelse har angivit mer än ett svarsalternativ, varför fördelningen utgår från andel röster och inte andel respondenter.

Ur tabellen kan det utläsas att 83,3–92,9 % inte anser att väder har betydelse för störningsgraden. När resultatet slås samman för samtliga parker så anger 90,1 % av rösterna att väder inte har betydelse.

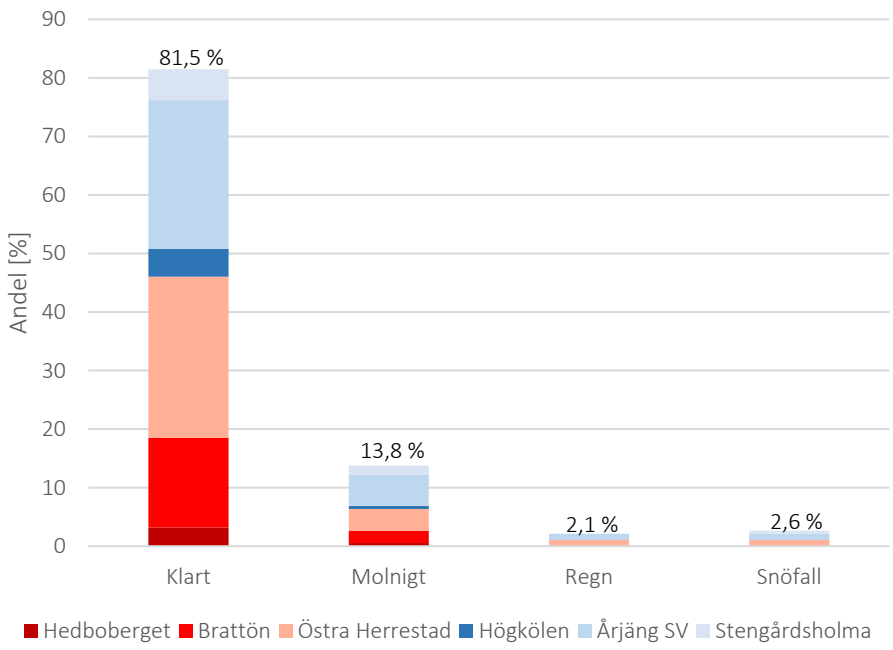
Tabell 20. Procentuell fördelning av hur störningsgraden ser ut för olika väder vid de olika parkerna.

Väder	Medelintensiv hinderbelysning			Högintensiv hinderbelysning		
	Hedbod-berget	Brattön	Östra Herrestad	Högkölen	Årjäng SV	Stengårds-holma
Klart	9,2 %	11,7 %	6,2 %	15,0 %	9,6 %	5,1 %
Molnigt	1,5 %	1,6 %	0,8 %	1,7 %	2,0 %	1,5 %
Regn	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %
Snöfall	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,4 %	0,5 %
Har ingen betydelse	89,2 %	86,6 %	92,5 %	83,3 %	87,6 %	92,9 %
Totalt antal röster	65	247	841	60	498	198



Figur 23. Andel röster som anser att väder har eller inte har betydelse för hur störande hinderbelysningen upplevs.

I Figur 24 visas fördelningen mellan de typer av väder utan andelen som inte upplever att detta har någon betydelse. Av respondenterna som anser att hinderbelysningen upplevs som mer störande vid ett visst väder har 81,5 % angett klart väder. Därefter kommer molnigt med 13,8 %, snöfall med 2,6 % och sist regn med 2,1 %. Utöver detta kan det utläsas hur resultatet skiljer sig mellan de olika parkerna. Det är framför allt är boende vid Årjäng SV och Östra Herrestad som anser att väder har betydelse för den upplevda störningen.



Figur 24. Andelen röster som tycker väder påverkar den upplevda störningsgraden. Respondenter som anser att väder inte har betydelse har uteslutits. Procentsatser avser andel av den totala massan respondenter som anser att väder har betydelse.

6.3.6. Befolkningstäthet

I Tabell 21 listas hur upplevelsen av störning från hinderbelysningen står i relation till befolkningstätheten. Parkerna har placerats i fallande ordning med lägst störning först och högst upplevd störning längst ned. Bortsett från Hedbodberget, som har ett positivt block på 90,4 % bland respondenter som ser belysningen från sin bostad och samtidigt har låg befolkningstäthet, följer störningsgraden förändringen i befolkningstäthet.

Tabell 21. Andel som upplever hinderbelysningen som positiv eller inte störande i relation till befolkningstätheten.

Vindkraftspark	Positivt eller inte störande (%)	Befolkningstäthet (enkäter/km^2)
Hedbodberget	90,4	0,8
Östra Herrestad	81,7	13,7
Årjäng SV	81,3	7,7
Brattön	77,2	4,2
Stengårdsholma	67,2	3,3
Högkölen	58,8	0,6

7. DISKUSSION

I detta kapitel knyts resultatet samman med frågeställningarna. Inledningsvis diskuteras svarsfrekvensen. Därefter diskuteras resultatet i två olika avsnitt; 1, generellt kring störningsgrad från olika typer av hinderbelysning och 2, specifikt hur störningsgraden påverkas av olika parametrar.

7.1. Svarsfrekvens

Vid uppstart av projektet sattes ett mål om 40 % svarsfrekvens, en relativt hög siffra för en enkätundersökning. Vid slutdatumet för inhämtning av resultat var den genomsnittliga svarsfrekvensen 39,6 %. Detta får anses vara bra med tanke på den höga målsättningen. Det kan noteras att de parker som jämförs parvis också har en inbördes mycket lik svarsfrekvens.

Högst svarsfrekvens uppnåddes i de nordligaste projekten Högkölen och Hedbodberget med 50 % respektive 50,8 %. Detta är positivt för analysens validitet vid dessa parker med minst antal utskickade enkäter. Lägst svarsfrekvens uppmättes i Stengårdsholma med 36,5 %. Den lägre frekvensen här skulle kunna kopplas till en lägre synlighet från bostäder än vid övriga parker. Det kan också finnas en koppling till ett examensarbete som nyligen genomförts om hinderbelysning vid Stengårdsholma vindkraftspark. Detta examensarbete inbegrep en mindre enkätundersökning bland närboende där belysningen förväntades synas.

7.2. Störningsgrad från olika typer av hinderbelysning

Den huvudsakliga frågeställningen för projektet är om det finns en skillnad i den upplevda störningen mellan högintensiv vit och medelintensiv röd hinderbelysning. I detta avsnitt diskuteras resultatet utifrån de tre delfrågorna som skall belysa en eventuell skillnad i störningsgrad, se kapitel 3.2 för frågeställningar.

1.1 Upplevs totalt sett parker med en viss typ av hinderbelysning som mer störande än den andra typen?

1.2 Påverkas störningsgraden av huruvida hinderbelysningen upplevs från bostaden eller från andra platser i landskapet?

I Figur 9 illustreras en jämförelse av den sammanvägda störningsgraden från olika typer av belysning i två block. Det positiva blocket innefattar respondenter som angett att de upplever hinderbelysningen som inte störande eller positiv. Det negativa blocket innefattar respondenter som angett att de upplever hinderbelysningen som lite eller mycket störande.

Vid både bostäder och landskap är upplevelsen övervägande positiv avseende både högintensiv och medelintensiv belysning. Avseende upplevelsen från *bostad/tomt* anger 81,4 % att den medelintensiva hinderbelysningen upplevs som positiv eller inte störande. Motsvarande siffra för högintensiv belysning är 77,8 %. Övriga uppger att hinderbelysningen upplevs som lite eller mycket störande. Skillnaden mellan de två typerna av belysning uppgår till endast 3,6 %-enheter.

Avseende upplevelsen från *andra platser i landskapet* anger 82,4 % att den medelintensiva hinderbelysningen upplevs som positiv eller inte störande. Motsvarande siffra för högintensiv belysning är 79,7 %.

Övriga uppger att hinderbelysningen upplevs som lite eller mycket störande. Skillnaden mellan de två typerna av belysning sett från andra platser i landskapet uppgår till endast 2,7 %-enheter.

Utifrån detta kan det konstateras att det positiva blocket är avsevärt större än det negativa blocket för båda typerna av belysning. Upplevelsen av medelintensiv hinderbelysning är något mer positiv än upplevelsen av högintensiv hinderbelysning. Upplevelsen från andra platser i landskapet är mer positiv än upplevelsen från bostad/tomt. Skillnaden är dock ytterst marginell.

När resultatet mellan de sex olika parkerna jämförs kan det konstateras att en majoritet av respondenterna upplever hinderbelysningen som *inte störande*. Detta gäller för samtliga parker och för båda typerna av hinderbelysning. Det gäller också både från bostad/tomt och från andra plaster i landskapet.

För Hedbodberget (MI), Årjäng SV (HI) och Östra Herrestad (MI) upplevs hinderbelysningen i högre grad som positiv eller inte störande. Hedbodberget (MI) är den park där störst andel upplever hinderbelysningen som inte störande eller positiv. Det är också en park där det är glesbefolkat och andelen fritidshusägare är hög. Högkölen (HI) är den park där störst andel upplever belysningen som lite eller mycket störande. Högkölen är också den park i studien som har varit i drift kortast tid, omfattar flest vindkraftverk och högst totalhöjd. Andelen fritidshusägare är hög. Det är också den park med högintensiv hinderbelysning som är belägen i det mest glesbefolkade området. Det kan dock inte utläsas ur resultatet vilken/vilka parametrar som påverkar störningsgraden i det här fallet. Det kan också röra sig om parametrar som inte undersöks inom ramen för den här studien.

Utifrån ovanstående kan det inte sägas generellt att en viss typ av belysning orsakar mer störning. Störningsgraden är beroende av ett flertal parametrar som skiljer sig mellan parkerna. Parametrarna diskuteras vidare i den parvisa jämförelsen.

Det som kan noteras särskilt är att en stor andel av de boende vid Stengårdsholma (70,6 %) inte ser hinderbelysningen från sin bostad. Detta kan ha att göra med att landskapet är relativt flackt och samtidigt skogigt. Skogen har en skymmande effekt i samtliga parker bortsett från Östra Herrestad. I Stengårdsholma är terrängen dock flackare vilket innebär att vindkraftverken inte sticker upp lika högt ovanför bostäderna som i övriga områden. I kuperad terräng, med vindkraftverk placerade på höjder i förhållande till omgivande landskap, bidrar terrängtypen till att synligheten från bostäder ökar.

1.3 Har en viss typ av hinderbelysning högre störningsgrad när parkerna jämförs parvis efter lokalisering i landet?

Här jämförs störningsgraden mellan de olika parkerna parvis efter lokalisering i landet. Analysen tar hänsyn till ett antal olika parametrar som jämförs mellan parkerna.

Hedbodberget och Högkölen

När de nordligaste parkerna jämförs noteras en betydligt högre störningsgrad vid Högkölen (HI) än vid Hedbodberget (MI).

Av respondenterna runt Högkölen anger 58,8 % att de inte upplever hinderbelysningen som störande eller har en positiv upplevelse. Vid Hedbodberget är motsvarande siffra 90,4 %. Vid Högkölen upplever 41,1 % hinderbelysningen som lite eller mycket störande. Motsvarande siffra för Hedbodberget är 9,6 %. Den relativa störningsgraden är alltså betydligt högre vid Högkölen, där hinderbelysningen huvudsakligen är högintensiv. Detta trots att parkerna är belägna i likartade landskapstyper med låg befolkningstäthet.

Tabell 22. Parametrar som kan påverka störningsgraden vid Hedbodberget och Högkölen.

Parametrar som kan påverka	Hedbodberget	Högkölen
Antal verk	15	18
Totalhöjd	125 och 150	205
Byggår	2009 och 2011	2018
Landskap	Storskaligt kuperat, skog	Storskaligt kuperat, skog
Befolkningstäthet (enkätutskick/km^2)	0,8	0,6
Nedställning av ljusstyrka nattetid	Ja	Ja
Andel fritidshusägare	59,38 %	58,33 %
Typ av hinderbelysning	MI	HI (7 lampor)

Vid en jämförelse mellan de parametrar som skulle kunna påverka skillnaden i störningsgrad så sticker framför allt driftstiden och totalhöjden ut. Högkölen byggdes 2018 och har alltså varit i drift ca. tre år när denna studie genomförs. Hedbodberget byggdes i två etapper, 2009 och 2011 och hela parken har varit i drift i totalt ca 10 år. Högkölen omfattar något fler verk men parkernas storlek är ändå likartad. Dock är totalhöjden på vindkraftverken 55–80 m högre i Högkölen än i Hedbodberget.

När störningsgraden på olika avstånd från parkerna jämförs är det tydligt att den lägsta störningsgraden vid Hedbodberget uppmätts i zon 3 och 4 där det också förekommer samlad bebyggelse i högre grad än i övriga zoner. Vid Högkölen finns ingen uppenbar samlad bebyggelse och inget mönster kan heller ses gällande störningsgrad på olika avstånd. Andelen fritidshusägare är likartad och relativt hög runt de båda parkerna.

Sammanfattningsvis skulle den högre störningsgraden från hinderbelysningen vid Högkölen kunna härröras till de högintensiva lamporna. Men även den betydligt kortare driftstiden och att det därmed inte skett en lika stor tillvänjningseffekt kan ligga till grund för skillnaderna. Driftstiden och typen av belysning har dock visat sig vara av underordnad betydelse i andra områden.

Brattön och Årjäng SV

När parkerna i Västsverige jämförs noteras en högre störningsgrad vid Brattön (MI) än vid Årjäng SV (HI).

Tabell 23. Parametrar som kan påverka störningsgraden vid Brattön och Årjäng SV.

Parametrar som kan påverka	Brattön	Årjäng SV
Antal verk	6	13
Totalhöjd	150	180
Byggår	2010	2014
Landskap	Skog	Skog
Befolkningstäthet (enkätutskick/km^2)	4,2	7,7
Nedställning av ljusstyrka nattetid	Ja	Ja
Andel fritidshusägare	29,8 %	14,05 %
Typ av hinderbelysning	MI	HI (11 lampor)

Av respondenterna runt Brattön som ser hinderbelysningen från sin bostad anger 77,2 % att de inte upplever hinderbelysningen som störande eller har en positiv upplevelse. Vid Årjäng SV är motsvarande siffra 81,3%. Vid Brattön upplever 22,8 % hinderbelysningen som lite eller mycket störande. Motsvarande siffra för Årjäng SV är 18,7 %. Den relativa störningsgraden är alltså högre vid Brattön, där hinderbelysningen huvudsakligen är medelintensiv. Detta trots att Brattön är en hälften så stor anläggning, med 55 m lägre totalhöjd, vilket potentiellt skulle kunna indikera en lägre störningsgrad.

Vid en jämförelse mellan de parametrar som skulle kunna påverka skillnaden i störningsgrad så sticker framför allt befolkningstätheten ut. Vid Brattön har enkäter skickats ut till 4,2 privatpersoner per km^2. Motsvarande siffra för Årjäng SV är 7,7 personer per km^2. Hela Årjäng stad ligger inom 6 km från vindkraftsparken. I staden finns en stor mängd artificiella ljus som kan påverka hur hinderbelysningen upplevs. Detta återspeglas i Figur 18 som visar att störningsgraden är lägst i zon 3, 4 och 5 där tätorten är belägen. Andelen som upplever sig störda är högre i zon 1, 2 och 6 där det inte finns några större tätorter.

Vid Brattön är andelen fritidshusägare avsevärt högre än vid Årjäng SV. Vid Brattön upplever 65,6 % av fritidshusägarna hinderbelysningen som positiv eller inte störande. Motsvarande siffra vid Årjäng SV är 58 %. Detta bryter av från trenden som i övrigt visar på högre störningsgrad vid fritidsbostäder.

Sammanfattningsvis är störningsgraden från den högintensiva hinderbelysningen vid Årjäng SV lägre än den medelintensiva vid Brattön. Detta tyder på att parkens storlek, verkens höjd och typen av belysning inte är huvudfaktorer som påverkar störningsgraden. Däremot är den högre befolkningstätheten runt Årjäng stad, med större förekomst av artificiella ljus, en parameter som sannolikt påverkar den lägre störningsgraden vid Årjäng SV.

Östra Herrestad och Stengårdsholma

När parkerna i sydöstra Sverige jämförs noteras en högre störningsgrad vid Stengårdsholma (HI) än vid Östra Herrestad (MI).

Tabell 24. Parametrar som kan påverka störningsgraden vid Östra Herrestad och Stengårdsholma.

Parametrar som kan påverka	Östra Herrestad	Stengårdsholma
Antal verk	9	10
Totalhöjd	150	170
Byggår	2010-2011	2011
Landskap	Åkermark, flackt	Skog, flackt
Befolkningstäthet (enkätutskick/km^2)	13,7	3,3
Nedställning av ljusstyrka nattetid	Ja	Ja
Andel fritidshusägare	28,91 %	18,27 %
Typ av hinderbelysning	MI	HI (4 lampor)

Av respondenterna runt Östra Herrestad som ser hinderbelysningen från sin bostad anger 81,7 % att de inte upplever hinderbelysningen som störande eller har en positiv upplevelse. Vid Stengårdsholma är motsvarande siffra 67,2 %. Vid Östra Herrestad upplever 18,2 % hinderbelysningen som lite eller mycket störande. Motsvarande siffra för Stengårdsholma är 32,8 %. Den relativa störningsgraden är alltså avsevärt högre vid Stengårdsholma, där hinderbelysningen huvudsakligen är högintensiv.

Den största skillnaden mellan Östra Herrestad och Stengårdsholma kan ses för störningsnivån mycket störande vid bostaden. Där är det 11,1 %-enheters skillnad mellan de två parkerna. Denna skillnad kan inte ses på samma sätt för landskapet där det enbart skiljer 0,2 %-enheter. Detta kan ha ett samband med att en hög andel av respondenterna (70,6 %) vid Stengårdsholma inte ser belysningen från sin bostad och alltså enbart har svarat på frågan om landskapet.

Vid en jämförelse mellan de parametrar som skulle kunna påverka skillnaden i störningsgrad sticker framför allt befolkningstätheten ut. Vid Östra Herrestad har enkäter skickats ut till 13,7 privatpersoner per km^2. Motsvarande siffra för Stengårdsholma är 3,3 personer per km^2. Inom 6 km från Östra Herrestad finns sex mindre tätorter. Tätorterna Östra Tommarp, Hammenhög, Gärsnäs och Smedstorp är belägna i zon 1, 2 och 3 där störningsgraden också är lägre, se Figur 18. I zon 4 och 5, på större avstånd

från parken, ökar störningsgraden. I Stengårdsholma är störningsgraden i stället avsevärt större i zon 1, 2 och 3 än i de yttre zonerna. I zon 4, 5 och 6 finns tätorterna Orrefors och Flygsfors.

Vid Östra Herrestad är andelen fritidshusägare högre än vid Stengårdsholma. Vid både Östra Herrestad och Årjäng SV upplever 75 % av fritidshusägarna hinderbelysningen som positiv eller inte störande. Det kan alltså inte konstateras någon skillnad i störningsgrad mellan parkerna avseende fritidshusägare. Skillnaden är i stället koncentrerad till permanentboende, där 83,5 % av permanentboende vid Östra Herrestad upplever hinderbelysningen som positiv eller inte störande. Motsvarande siffra för Stengårdsholma är 72,4 %. Skillnaden i störningsgrad mellan parkerna kan alltså inte kopplas till andelen fritidshusägare.

Sammanfattningsvis är störningsgraden från den högintensiva hinderbelysningen vid Stengårdsholma högre än den medelintensiva vid Östra Herrestad. Detta tyder på att typen av hinderbelysning kan vara en faktor som påverkar störningsgraden. Det ligger också nära till hands att titta på befolkningstätheten som skiljer sig avsevärt med en högre befolkningstäthet och fler tätorter vid Östra Herrestad. Det finns också en tendens att den upplevda störningen är lägre från tätorter.

Sammanfattning av parvis jämförelse
När parkerna jämförs parvis efter lokalisering i landet kan det inte konstateras att en viss typ av hinderbelysning upplevs som mer störande än den andra. Typen av belysning är en av flera faktorer som kan påverka störningsgraden.

7.3. Hur påverkas störningsgraden av olika parametrar?

Här diskuteras vidare hur olika parametrar påverkar den relativa störningsgraden utifrån de frågeställningar som presenterats i kapitel 3.2.

2.1 Påverkas störningsgraden av om fastighetsägaren är permanentboende eller fritidshusägare?

För både medelintensiv och högintensiv belysning kan det konstateras att permanentboende i något högre grad upplever hinderbelysningen som mer positiv. Fritidshusägare upplever i högre grad medelintensiv belysning som lite störande och högintensiv belysning i högre grad som lite eller mycket störande.

Fritidshusägare har sin permanenta bostad och försörjning någon annanstans, ofta i en urban miljö, och deras koppling till bygden består i många fall huvudsakligen av naturupplevelser och friluftsliv. För permanentboende är natur och friluftsliv naturligtvis också viktiga faktorer i den lokala inbäddningen, men permanentboende har också en stark inbäddning i och ett beroende av den lokala ekonomin. Lokal sysselsättning och skolans och butikens överlevnad är frågor som de permanentboende är inbäddade i, men som fritidsboende har svagare kopplingar till (Bolin, Hammarlund et.al. 2021). Permanentboende får också i högre grad ta del av de av eventuella ekonomiska nyttor som vindkraftsparkerna ger upphov till på lokal nivå genom till exempel bygdepeng. Detta kan förklara skillnaden i störningsgrad mellan de olika typerna av bostadsägare.

Andelen fritidshusägare i ett område ser dock inte ut att vara avgörande för hur hinderbelysningen uppfattas av befolkningen i stort. Den parvisa jämförelsen visar att andelen fritidshusägare inte alltid kan kopplas till den upplevda störningsgraden av en vindkraftsparks hinderbelysning.

2.2 Påverkas störningsgraden av avstånd mellan vindkraftverk och bostad?

I Figur 17 illusteraras hur störningsgraden för respondenter som ser hinderbelysningens från sin bostad skiljer sig mellan olika zoner, fördelat mellan medelintensiv och högintensiv belysning. För den medelintensiva belysningen tenderar störningsgraden vara lägst i zon 1, 2 och 3 för att öka i zon 4 och 5 och sedan minska igen i zon 6. För den högintensiva belysningen ses motsatt mönster, med högst störningsgrad i zon 1, 2 och 3, en kraftig minskning i zon 4 och 5, och en ökning igen i zon 6. Utifrån detta resultat kan inget tydligt mönster urskiljas. Det kan alltså konstateras att det inte finns något uppenbart samband mellan störningsgrad och avstånd till bostäder. Detta stämmer överens med en internationell studie som kommit fram till ett liknande resultat (Pohl et al. 2021). I stället tyder variationerna i de olika zonerna på att det kan finnas ett samband mellan var tätorter är belägna och i vilken zon dessa tätorter finns. Detta diskuteras vidare nedan.

2.3 Påverkas störningsgraden av hur tätbefolkad omgivningen är?

I Tabell 21 listas hur upplevelsen av störning från hinderbelysningen står i relation till befolkningstätheten. Parkerna har placerats i fallande ordning med lägst störning först och högst upplevd störning längs ned. Bortsett från Hedbodberget, som har ett positivt block på 90,4 % bland respondenter som ser belysningen från sin bostad och samtidigt har låg befolkningstäthet, ses ett samband mellan ökande störning och minskande befolkningstäthet.

Hedbodberget och Högkölen är lokaliserade i liknande landskapstyper, med gles bebyggelse och ytterst få tätorter. Ändå återfinns de på varsin ände av skalan för upplevd störning. Detta kan tyda på att typen av hinderbelysning har större betydelse för störningsgraden i glesbefolkade områden med låg förekomst av andra artificiella ljus. I denna typ av miljöer kan den högintensiva belysningen möjligtvis medföra en högre störningsgrad än den medelintensiva. Det kan dock inte uteslutas att andra faktorer, som inte utretts inom ramen för denna studie, påverkar den mycket låga störningen vid Hedbodberget. Exempelvis lokal förankring, upplevd lokal nytta från etableringen, delägarskap, modell för arrendefördelning och liknande.

I Figur 18 illustreras störningsgraden för respondenter som ser hinderbelysningen från sin bostad sorterat efter på vilket avstånd från vindkraftsparken de bor och uppdelat mellan de olika parkerna. När dessa diagram granskas och jämförs med kartorna och zonindelningen så framträder ett mönster för fyra av parkerna. I de zoner där störningsgraden är minst återfinns också tätorter (samlad bebyggelse, byar eller städer). Detta mönster är tydligast för Årjäng, Östra Herrestad och Stengårdsholma. Samma mönster kan antydas för Hedbodberget, men underlaget här är för litet för att dra slutsatser. Vid Högkölen finns inga tätorter och underlaget är även här för litet för att slutsatser ska kunna dras. Brattön är den enda parken som avviker med högst störningsgrad i zon 2 och 3 där tätorten Hedekas är belägen. Att den upplevda störningen i flera av fallen är lägre från tätorter kan sannolikt kopplas till förekomsten av andra artificiella ljus i närmiljön.

När både den generella befolkningstätheten och förekomsten av tätorter i specifika zoner sammanvägs ses ett samband mellan dessa parametrar och störningsgraden. Det finns dock undantag vad gäller befolkningstätheten vid Hedbodberget och tätorter vid Brattön.

2.4 Påverkas störningsgraden av tid på året, dygnet eller väderlek?

Av samtliga respondenter har 88,8 % angett att de inte anser att tiden på året har någon betydelse för graden av en eventuellt upplevd störning. 80,5 % menar att tiden på dygnet inte har någon betydelse och 90,1 % anser att väder inte har någon betydelse. En övervägande majoritet anser alltså att dessa faktorer inte påverkar störningsgraden.

Av dem som anser att dessa parametrar har betydelse finns ett likartat mönster mellan samtliga parker. Vinter och mörker upplevs som den tid på året och dygnet då belysningen i högre grad är störande. Detta skulle kunna ha ett samband med att lövens skymmande effekt saknas på vintern och att en större del av dygnet är mörkt under denna årstid. Människor är i högre grad vakna och aktiva under dygnets mörka timmar när belysningen framträder tydligast.

Mörker upplevs som den tid på dygnet då belysningen i högre grad är störande trots att ljusstyrkan i samtliga fall ställs ned så långt som Tranportstyrelsens föreskrifter tillåter. Trots nedställningen är belysningen mer framträdande mot en mörk bakgrund än mot en ljusare (gryning, skymning, dag).

Avseende väder pekar resultatet tydligt på att de som upplever att väder har betydelse anser att störningen påverkas mest vid klart väder (81,5 %). Vid klart väder är också sikten god vilket innebär att ljuset syns över längre avstånd. Vid moln, dimma eller snöfall kan i stället reflektioner av belysningen uppstå, men sikten är samtidigt mer begränsad.

2.5 Påverkas störningsgraden av hinderbelysningens tekniska specifikationer såsom nedställning av ljusstyrka eller avskärmning?

Från Tabell 7 kan det utläsas att alla sex parker har mycket likartade tekniska specifikationer för hinderbelysningen. Vid flera av parkerna har försök gjorts att avskärma belysningen nedåt. Dessa försök har dock inte lyckats och att begränsa synligheten från närområdet har visat sig vara i princip omöjligt. Samtliga parker har idag enbart en typ av avskärmning som är inbyggd i lampans utformning. Detta innebär att ljusstrålen riktas utåt/något uppåt, men belysningen syns trots det i alla riktningar. I samtliga parker syns belysningen i zon 1, vilket innebär att ingen egentlig avskärmning sker.

Nedställning av ljusstyrkan sker enligt Trasportstyrelsens föreskrifter med hjälp av automatiserad mätning av bakgrundsbelysning. För Brattön används i stället ett årsur som reglerar ljusstyrkan efter solens beräknade upp- och nedgång. Där ställs ljusstyrkan ned (till samma nivå som övriga parker) 2 timmar efter solnedgången och ställs upp igenom 2 timmar före soluppgången. Detta skall motsvara nedställningen vid mörker. Det kan inte uteslutas att tekniken för ljusreglering vid Brattön innebär viss skillnad i ljusstyrka vid olika bakgrundluminans jämfört med övriga parker. Det är dock inte sannolikt att denna skillnad påverkar resultatet avsevärt.

2.6 Påverkas störningsgraden av landskapstyp?

Parkerna som ingår i denna undersökning ligger i varierande typer av landskap. Från glesbefolkade, storskaliga landskap i Mellansverige till flackt skogs- och slättlandskap i Sydöstra Sverige. Att landskapstypen kan påverka störningsgraden kan inte uteslutas. Men på grund av det begränsade underlaget i denna studie kan inga slutsatser dras när det gäller ett generellt samband mellan upplevd störningsgrad och typ av landskap.

2.7 Påverkas störningsgraden av lokalisering i landet?

Utifrån resultatet kan det inte ses något direkt samband mellan lokalisering i landet och störningsgrad från hinderbelysning. Indirekt kan det finnas ett samband genom att befolkningstätheten har ett samband med störningsgraden och denna varierar avsevärt i olika delar av landet. Däremot är underlaget även i detta fall för begränsat för att slutsatser ska kunna dras i denna fråga.

7.4. Felkällor och avgränsningar

Studien har inte tagit hänsyn till respondenternas eventuella ekonomiska vinning av vindkraftsparkerna. Arrendefördelning, eventuell bygdepeng och/eller lokalt delägarskap etc. kan variera mellan olika parker och påverka den allmänna attityden till vindkraft. Även hur väl ett projekt har förankrats under utvecklingsfasen kan påverka närboendes upplevelse av tillhörighet till och kunskap om verksamheten.

Studien omfattar vindkraftsparker med liten eller medelstor omfattning. Resultatet kan inte självklart omsättas till betydligt större anläggningar.

Studien omfattar vindkraftsparker på land, i södra och mellersta Sverige. Resultatet kan inte självklart omsättas till vindkraftparker till havs, i norra Norrland eller i fjällmiljö.

Undersökningen omfattar fastighetsägare inom 6 km från de aktuella vindkraftverken. Resultatet kan inte självklart omsättas på större avstånd.

Resultatet kan ha påverkats av den mänskliga faktorn, exempelvis om respondenter missuppfattat frågor i enkäten eller kryssat i fel svarsalternativ. Manuell inmatning av enkäter via brev innebär också en källa till eventuella feltryck. Den mänskliga faktorn bedöms dock inte ha påverkat resultatet i stort.

8. SLUTSATS

Den slutsats som med säkerhet kan dras från projekt Kunskapslyft Hinderbelysning är att belysningen på vindkraftverk till övervägande del upplevs som inte störande. Bland ägare till bostadsfastigheter som ser medelintensiv belysning från sin bostad upplever i snitt 81,4 % belysningen som positiv eller inte störande. Motsvarande siffra för högintensiv belysning är 77,8 %. Från andra platser i landskapet upplever 82,4 % av fastighetsägarna att medelintensiv belysning är positiv eller inte störande. Motsvarande siffra för högintensiv belysning är 79,7 %. Den högintensiva belysningen upplevs alltså som något mer störande än den medelintensiva både från bostäder och andra platser i landskapet. För båda typerna av belysning upplevs en något större störning från bostäder än från andra plaster i landskapet. Skillnaderna är dock marginella och kan påverkas av andra parametrar.

De parametrar som enligt denna studie har störst påverkan på den upplevda störningen från bostad är befolkningstätheten och i viss mån förekomsten av tätorter med artificiella ljus. Hinderbelysningen upplevs i flera fall som mindre störande från platser med förekomst av artificiella ljus. Dock förekommer undantag. Resultatet visar indikationer på att typen av hinderbelysning kan ha större betydelse för störningsgraden i glesbefolkade områden, med högre upplevd störning från högintensiv belysning. Omfattningen på studien är dock för liten för att fastställa detta samband.

Avståndet mellan bostad och vindkraftverk är enligt denna studie inte av betydelse för störningsraden inom 6 km. Detta resultat har stöd i en internationell studie från samma år.

Den upplevda störningen från hinderbelysning vid bostad är något högre bland fritidshusägare än bland permanentboende. Detta kan ha sin grund i att bostäderna används på olika sätt och att permanentboende ofta upplever en starkare koppling till bygden och de eventuella fördelar som vindkraftverken kan ge i form av till exempel arbetstillfällen och bygdepeng. Dock kan det inte ses att en hög andel fritidshusägare i ett område orsakar en högre störningsgrad i populationen som helhet.

En övervägande majoritet av respondenterna anser inte att störningsraden påverkas av vilken årstid, tid på dygnet eller vilket väder det är. Av dem som anser att dessa parametrar har betydelse anser huvuddelen att hinderbelysning upplevs mest störande i mörker, samt vintertid och vid klart väder.

Det kan konstateras att ett flertal parametrar och komplexa samband påverkar den upplevd störningen från hinderbelysning. Högintensiv belysning kan i sig upplevas som något mer störande. Dock kan inte typen av hinderbelysningen ensamt användas för att bedöma omgivningspåverkan från hinderbelysning.

Resultatet lämnar utrymme för att undersöka många frågor djupare. Nedan listas ett antal förslag på fortsatta studier för att öka förståelsen för omgivningspåverkan från hinderbelysning:

- Fördjupning med fokus på vid vilka avstånd störningen avtar och vilken betydelse artificiella ljus har för den upplevda störningen.
- Fördjupning med fokus på havsbaserad vindkraft inklusive ljusmakeringar för sjösäkerheten,
- Fördjupning med fokus på stora vindkraftsparker och/eller glesbefolkade områden,
- Fördjupning med fokus på hur störningsgraden påverkas av demografi, ekonomisk nytta, attityder och förankringsprocesser.

9. REFERENSER

Bolin, Hammarlund et.al. (2021) ***Vindkraftens påverkan på människors intressen -uppdaterad syntesrapport 2021***. VindVal Rapport 7013.

Boverket (2012). ***Vindkraftshandboken-Planering och prövning av vindkraftverk på land och i kustnära vattenområde***. Solna: Boverket. Vindkraftshandboken Planering och prövning av vindkraftverk på land och i kustnära vattenområden (boverket.se) [2021-09-06]

Transportstyrelsen (2021). ***Hindermarkering***. Hindermarkering - Transportstyrelsen [2021-09-06]

OX2 (u.å.). ***Högkölen***. Högkölen - OX2 [2021-09-07]

Metria (2021). ***Fastighetsuppgifter***. [Opublicerat material]

Vindbrukskollen (2021). ***Vindbrukskollen***. Vindbrukskollen (lansstyrelsen.se) [2021-09-07]

Pohl, J., Hubner, G. & Mohs, A. (2012). Acceptance and stress effects of aircraft obstruction markings of wind turbines. *Energy Policy.* 50, 592-600.

Pohl, J., Rudolph, D., Lyhne, I., Clausen, N.E., Aaen, S., Hubner, G., Kornov, L. & Kirkegaard, J. (2021). Annoyance of residents induced by wind turbine obstruction lights: a cross-country comparison of impact factors. *Energy Policy.* 156, 112437.

Svevind (2011). ***Tornhöjd 138 m och hinderbelysning***. Umeå: Svevind & Energimyndigheten.