

Hinderljus

Kompletteringsformulering

Samhällsbyggnadsnämnden behöver följande för att kunna yttra sig i ärendet; Redogörelse över konsekvenserna för placeringen av ljus på höjder över 150 meter för boende på 1000 meters avstånd.

Bakgrund

Enligt transportstyrelsens föreskrifter ska alla föremål som har en totalhöjd på mer än 150 meter markeras med högintensivt vitt ljus. I en vindkraftpark är det de yttersta verken i parken som skall markeras med högintensivt blinkande ljus, övriga verk skall markeras med lågintensivt rött fast sken.

Hinderljusen är till för att uppmärksamma luftfarten på det aktuella hindret och det finns alltså ingen anledning att rikta ljuset neråt. Belysningen placeras på vindkraftverkets högsta fasta punkt (på maskinhuset/nacellen). Om belysningen placeras på en höjd över 151 meter så är ljusstrålens huvudriktning i horisontalplanet (rakt ut från vindkraftverket), medan lägre placerade belysning skall riktas svagt uppåt, se Figur 1. Vid en placering lägre än 92 meter skall riktningen vara 3° uppåt från horisontalplanet.

I bild 1 visas ljusets spridningsriktning med olika färger på ljusstrålen. Färgerna ska illustrera att intensiteten är högst centralt i ljusstrålen och avtar ut från centrum av strålen. Ju större ljusets vinkel är från huvudriktningen och ju längre avståndet är till ljuskällan desto lägre är ljusintensiteten och därmed belysningens styrka när det når ett föremål.

Ljusstyrkan vid ljuskällan mäts i candela, vilket förkortas cd. Den ljusstyrka som föreskrivs av Transportstyrelsen är att det vita ljuset i huvudriktningen ska ha en styrka av 2 000 ±25% cd på natten, och på dagen 100 000±25% cd.

Hinderljus Bruzaholm

Oavsett vilken totalhöjd vindkraftverken kommer ha, över 150 meter, så kommer således markeringen av de yttersta ca 10 verken ske med högintensivt vitt ljus. Övriga verk inom parken kommer ha fast rött lågintensiv hinderbelysning. I exempellayouterna presenteras vindkraftverk för layout A med navhöjd 174 meter (riktning uppåt 0° från horisontalplanet) och för layout B med navhöjd 144 meter (riktning uppåt 1° från horisontalplanet).

En ljuskälla syns på långt avstånd nattetid, vi kan exempelvis se stjärnor trots att de befinner sig flera ljusår bort. För att konkretisera och mäta ljuset vi kan se har vi valt att förhålla oss till hur starkt ljuset är som belyser marken.

Den övre bilden i Figur 1 visar ett scenario med en ljusstråle som går ut med 0° från horisontalplanet. Här illustreras att bostäder inom ca 3 km från ett vindkraftverk med vit hindermarkering inte kommer att träffas direkt av någon del av ljuskäglan. Ljuset når marken först på ca 3,5-4 km avstånd och har då en ljusstyrka som är mycket låg och som ger en belysningsstyrka långt under 0,0002 lux nattetid. Belysningens styrka är alltså då så svag att det inte längre kan räknas som att den har förmågan att belysa något.

I Bruzaholm är det ca 3-4000 meter mellan de yttersta vindkraftverken inom vindkraftsområdet. Därtill är det 1000 meter mellan närmsta verk och bostad. För de hus som ligger närmast vindkraftsparken så kommer alltså ljuskäglan från de flesta vindkraftveken att "passera" över. Det är bara där avståndet är tillräckligt stort som ljuskäglaens yttersta strålar skulle kunna nå något hus. Det stora avståndet och den svaga intensiteten ger där ett ljus som är långt ifrån vad som kan belysa något.

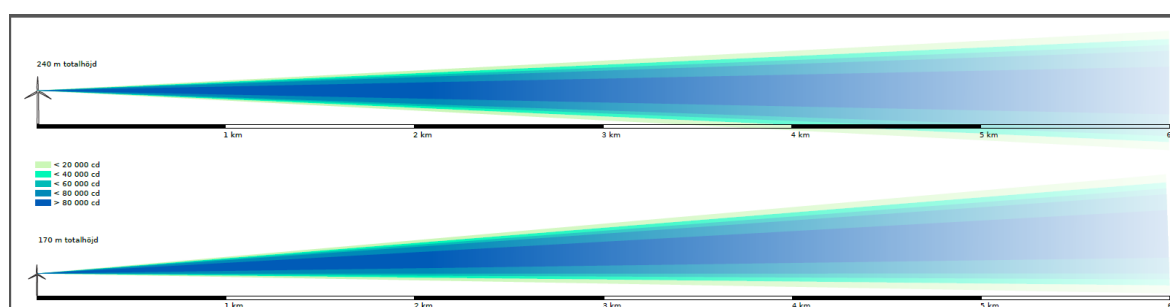
Jämförelse med ljuskällor i vår omgivning

För utformningen i Bruzaholm kommer ca 10 av de yttre verken förse med blinkande högintensiv vit belysning. Resten kommer ha lågintensiv fast röd belysning. För att kunna förstå vad olika belysningsstyrkor innebär har vi i tabellen nedan refererat till vanliga ljuskällor i vår omgivning. De 2000 cd som är kravet för den vita hinderbelysning nattetid i Bruzaholms vindkraftspark är i ljusintensitet jämförbar med en spotlight för tavelbelysning hemma. På 20 m avstånd ger det ca 4 lux i belysningsstyrka.

Från PM;et Tabell 1. Jämförelse av ljusintensitet (i candela) för olika ljuskällor och belysningsstyrka (lux) på olika avstånd från dessa (*vid 4°spridningsvinkel-Stena Renewables PM 2014, **enligt enkel omräkning med rapidtables¹).

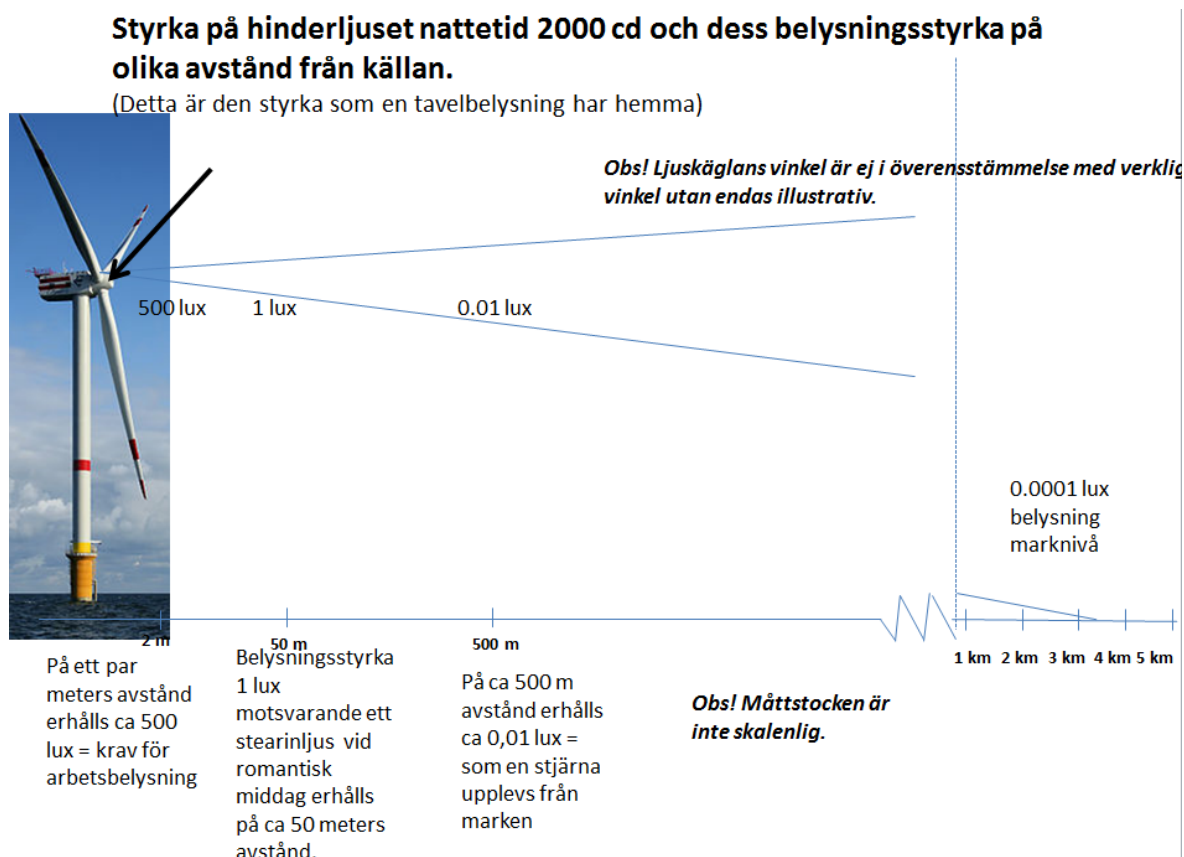
Art\ljusstyrka	100 000 cd	20 000 cd	2000 cd	1 cd	Stjärnor
Hinderbelysning krav styrka vit högintensivt	Dagtid ±25%	Gryning skymning ±25%	Natt ±25%		
Referens ljuskälla styrka	Stark spotlight i klädbutik	Infälld spotlight i hemmiljö (upp till ca 16 000 cd)	Spotlight för tavelbelysning hemma.	Ett stearinljus	
Sedda från jordens yta					0,01 lux
1 meters avstånd				1 lux	
20 meters avstånd*	180 lux		4 lux		
500 meters avstånd*	1 lux		0,01 lux		
3000 meters avstånd**	0,011 lux	0,002 lux	0,0002 lux		
4000 meters avstånd**	0,0062 lux	0,001 lux	0,0001 lux		

Vi kan även från denna tabell utläsa att ett vanligt stearinljus sett på en meters avstånd har ljuskällan intensiteten 1 cd samt belysningsstyrkan 1 lux.



Figur 1. Bilden beskriver hinderljusens ljusintensitet dagtid och utgår från 100 000 cd, den visar hur ljuset avtar i styrka med avståndet från ljuskällan samt hur ljusets strålar sprider sig med avståndet från ljuskällan och avtar ytterligare i styrka. För att vara i centrum av ljuskällan där belysningen är som starkast måste man således befinna sig på samma höjd som ljuskällan.

¹ <http://www.rapidtables.com/calc/light/candela-to-lux-calculator.htm>



Figur 2. Styrka på hinderljuset nattetid 2000 cd och förhållandet till belysningsstyrka på olika avstånd.

Figur 2 beskriver styrkan i belysningen nattetid 2000 cd, mätt i lux som träffar ett föremål, återigen är det klart att vi kan se ett ljus på väldigt långt avstånd men den belysning som ljuskällan ger upphov till avtar väldigt snabbt då vi rör oss från ljuskällan. Den belysning som i detta fall når marknivå efter ca 3,5-4 km är långt svagare än för de stjärnor vi ser från jordens yta.

Slutsatser

Ljuskäglorna från de flesta av Bruzaholms vindkraftverk går över och träffar inte de hus som ligger inom 1000 meter från vindkraftparken. Eftersom ljuskäglans yttersta svagaste strålar når marken först på 3,5 till 4 km avstånd så är det bara de hus som ligger på detta avstånd som kan nås av direkta ljusstrålar. Ljusintensiteten är då så försvagad att ljuset syns men ej kan belysa någonting. Ljuset kommer också kunna vara indirekt synligt när det belyser och reflekteras mot rotorblad eller belyser och bryts i vattendroppar eller partiklar i luften. När de når fram till huset eller betraktaren är då ännu svagare än de strålar som går direkt från vindkraftverket mot huset.

Dagtid kommer vindkraftverken vara mer synliga i sig själv än vad hinderljuset är på dessa avstånd.

Den subjektiva uppfattningen om vad som är störande eller ej beror av många faktorer som ligger utanför denna tekniska beskrivning.