



Staffan Engström

På uppdrag av  
Svensk Vindkraft

PM  
2021-12-21

## **Svensk Vindkraft synpunkter på Transportstyrelsens utredning om behovsstyrd hinderbelysning för vindkraftverk**

### **Sammanfattning**

Transportstyrelsens utredning om behovsstyrd hinderbelysning visar att samtliga studerade europeiska länder tillåter någon typ av behovsstyrd hinderbelysning på vindkraftverk. Tekniken uppmuntras av den internationella flygorganisationen ICAO och av standardiseringsorganet IEC. Försvarmakten har framfört en rad krav och efterlyser en standard för hur behovsstyrd hinderbelysning ska utföras. Svensk Vindkraft har funnit att Försvarmaktens krav kan uppfyllas och välkomnar att en standard utarbetas. Transportstyrelsen bör därför få i uppdrag att utarbeta grundläggande bestämmelser för behovsstyrd hinderbelysning i svenska vindkraftverk.

Det andra problemområdet i Transportstyrelsens utredning är frågan om vilken typ av hinderljus som Sverige ska använda på de största vindkraftverken. Sverige valde 2008 högintensiva hinderljus medan ICAO sedan 2009 rekommenderar medelintensiva ljus. Idag följer de allra flesta vindkraftverken i världen ICAOs rekommendation. Försvarmakten föreslår att ICAOs krav ska tillämpas. Även IEC och EU-organet EASA förordar medelintensiva hinderljus. Beräkningar i promemorian underbygger ICAOs ståndpunkt. Transportstyrelsen bör därför få i uppdrag att harmonisera de svenska bestämmelserna för hinderbelysning av vindkraftverk med ICAOs bestämmelser.

Mellan EASA och Transportstyrelsen föreligger det en konflikt beträffande utmärkning av vindkraftverk inom flygplatsers närområden. Denna kommer att lösas av sig självt om Sverige antar ICAOs bestämmelser på området.

## Innehåll

1	Behovsstyrd hinderbelysning .....	3
1.1	Inträffade haverier och tillbud vid hinder .....	4
1.2	Transportstyrelsens argument .....	4
1.3	Försvarmaktens argument .....	5
1.3.1	Risk för spridning av information rörande Sveriges säkerhet .....	5
1.3.2	Flygsäkerhetsmässiga samt operativa skäl .....	5
1.3.3	Påverkan på riksintressen för Totalförsvarets militära del .....	5
1.3.4	Utarbetande av standard för behovsstyrd hinderbelysning .....	6
1.4	Landytor som undantas från vindkraftsutbyggnad på grund av Försvarmaktens anspråk .....	6
1.5	Slutsatser .....	7
2	Hur hinderbelysning i Sverige förhåller sig till ICAOs rekommendationer .....	8
2.1	Transportstyrelsens argument .....	10
2.2	Försvarmaktens rekommendation .....	10
2.3	Fördelning av vindkraftsproduktionen på olika typer av hinderbelysning .....	10
2.4	Konflikt mellan Transportstyrelsens bestämmelser och EASA .....	11
2.5	Slutsatser .....	12

# 1 Behovsstyrd hinderbelysning

I Sverige infördes under perioden 2010-2013 behovsstyrd hinderbelysning i form av aktiv radar (se nedan) i tre vindkraftsparker sedan Transportstyrelsen beviljat undantag för dessa. Därefter har inga ytterligare installationer tillåtits till följd av Försvarmaktens negativa inställning. De tidigare tillåtna är fortfarande i funktion.

I början av december 2021 redovisade Transportstyrelsen det regeringsuppdrag beträffande behovsstyrd hinderbelysning för vindkraftverk som regeringen förelagt myndigheten i senaste regleringsbrev. Rapporten<sup>1</sup> går igenom läget beträffande behovsstyrd hinderbelysning i Danmark, Norge, Finland, Nederländerna, Storbritannien, Tyskland och Frankrike. Transportstyrelsen finner att sådan tillåts i samtliga dessa länder, enligt rapporten ungefär lika fördelad mellan radarstyrning och system baserade på transponder. Det framgår att Transportstyrelsen med ”radarstyrning” avser aktiv radar. Totalförsvarets forskningsinstitut FOI publicerade tidigare under året en rapport<sup>2</sup> om möjligheter till samexistens mellan Försvarmakten och vindkraften. I denna skilde FOI mellan aktiv och passiv radar och noterade därtill att anläggningar för siktstyrning av vindkraftverk finns i både Tyskland och Finland. Försvarmakten publicerade vid halvårsskiftet en skrivelse<sup>3</sup> som sammanfattar dess syn på behovsstyrd hinderbelysning. En tidigare rapport<sup>4</sup> i samma ämne publicerades 2016. I Tabell 1 har Transportstyrelsens och FOIs uppgifter förts in. Därtill har nya uppgifter om siktstyrning i Norge tagits med.

	Aktiv radar	Passiv radar	Transponder	Siktstyrning
Danmark	<b>X</b>			
Norge	<b>X</b>			x <sup>5</sup>
Finland	<b>X</b>			x
Nederländerna	<b>X</b>		<b>X</b>	
Storbritannien			<b>X</b>	
Tyskland	<b>X</b>	x	<b>X</b>	x
Frankrike			<b>X</b>	
<b>Antal länder</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>

Här följer en kortfattad beskrivning av dessa olika tekniker:

<sup>1</sup> Behovsstyrd hinderbelysning för vindkraftverk – en jämförelse mellan nationella och internationella krav. Transportstyrelsen TSL 2021-5732. November 2021.

<sup>2</sup> Möjligheter till samexistens mellan Försvarmaktens verksamhet och utbyggd vindkraft – en delrapport. FOI Memo 7609. 2021-09-15.

<sup>3</sup> Försvarmaktens ställningstagande avseende behovsstyrd hinderbelysning. Försvarmakten 2021-06-28. FM2021-15034:3.

<sup>4</sup> Försvarmaktens ställningstagande avseende begäran om undantag enligt 33 § i TSFS 2010:155 avseende hinderbelysning. Försvarmakten. Yttrande. 2016-06-23. FM2016-10926:1.

<sup>5</sup> Siktstyrning medges i Norge för vindturbiner under 150 m totalhöjd, se <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2020-10-16-2068> [https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2014-07-15-980#KAPITTEL\\_3](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2014-07-15-980#KAPITTEL_3)

**Aktiv radar** är den vanligaste typen av radar och innebär att samma radarantenn används för att både sända ut signaler och ta emot reflexer från exempelvis flygplan. Inga haverier eller tillbud har rapporterats från de tre svenska vindkraftsparker som använder denna teknik.

**Passiv radar** innebär att man använder sändningen från vanliga tv-sändare för att detektera om det finns flygplan eller helikoptrar i området. Denna teknik skiljer sig väsentligt från konventionell aktiv radar. Den godkändes för ändamålet i Tyskland 2018 och används idag i omkring 200 vindkraftverk. Ytterligare anläggningar är på väg i Nederländerna, Norge, Spanien och Österrike.

**Transponderbaserad hinderljusstyrning** utnyttjar de transpondrar som finns i flertalet flygplan. Tekniken används i stor utsträckning i Tyskland och har demonstrerats flera gånger i Sverige.

**Siktstyrd hinderbelysning** har innebörden att ljusstyrkan anpassas efter sikten. Anläggningar finns i Tyskland och Finland samt medges numera även i Norge.

### 1.1 Inträffade haverier och tillbud vid hinder

En genomgång av samtliga haverirapporter<sup>6</sup> som Statens Haverikommission publicerat sedan sin tillkomst 1978 visar att luftledning respektive telemaster varit inblandade i alla haverier och tillbud mot byggda flyghinder. Däremot förekommer inga vindkraftverk, skorstenar eller torn bland utredda händelser. Senaste haveri mot ett flyghinder med ett militärt luftfartyg inträffade 1983 och med ett civilt 2016. Flertalet fall inträffar mot luftledningar som är lägre än 45 meter och enligt gällande bestämmelser inte behöver markeras. Med ett enda undantag (en varmluftsballong som kolliderade med en mast) inträffar kollisionerna med telemaster mot stagen, vilka endast behöver markeras på nytillkommande master. Såväl luftledningar som maststugor kännetecknas av att de omarkerade är svåra eller omöjliga att upptäcka från luften.

Under perioden har 25 personer dödats och 48 skadats medan 70 flygplan och helikoptrar fått betydande skador vid haverier mot nämnda master och kraftledningar. Enligt Trafikverkets beräkningssätt skulle det vara motiverat att investera 921 Mkr för att i framtiden undvika motsvarande nya haverier.

### 1.2 Transportstyrelsens argument

Förutom att hänvisa till de synpunkter som förs fram av Försvarmakten framför Transportstyrelsen även ett resonemang som grundas på påståendet att det svenska samutnyttjandet av luftrummet för civila och militära ändamål skulle skapa särskilda problem. Nedan visas att det går att klara de militära kraven med nu föreslagna system för behovsstyrd hinderbelysning. Dessa krav måste givetvis uppfyllas inom hela luftrummet. Därutöver är den svenska ordningen knappast unik utan gäller också i exempelvis övriga nordiska länder. Det är därför svårt att inse att Transportstyrelsens resonemang skulle ha någon betydelse, särskilt som Försvarmakten inte nämner detta argument i sina dokument.

---

<sup>6</sup> S. Engström. Hindermarkering av vindkraftverk. Svensk Vindenergi. Februari 2018.

### 1.3 Försvarsmaktens argument

Här återges Försvarsmaktens argument enligt 2021 års rapport (se not 2) och hur dessa kan bemötas. Den aktuella tekniken avser passiv radar.

#### 1.3.1 Risk för spridning av information rörande Sveriges säkerhet

Försvarsmakten framför att möjligheten att avgöra om ett luftfartyg är militärt kan utgöra en hemlig uppgift och likaså uppgifter om dess position, uppträdande och prestanda. Det i ansökan föreslagna systemet (passiv radar) baserar avgöranden om att tända respektive släcka hinderljus på uppgifter, som gör att det inte går att avgöra identitet eller typ av luftfartyg. Det går inte heller att fastställa position, kurs eller hastighet, vilket innebär att uppträdande och prestanda inte kan kartläggas.

Av flygsäkerhetsskäl kan Transportstyrelsen besluta att uppgifter om systemets funktion ska samlas i en logg, vilken enligt ovan inte kommer att innehålla säkerhetsmässigt känsliga uppgifter. En sådan logg behöver inte nödvändigtvis kunna överföras elektroniskt. Alternativt kan systemet utföras så att överföring får ske manuellt genom att ett minneskort vid behov tas ut ur utrustningen vid vindkraftverken.

#### 1.3.2 Flygsäkerhetsmässiga samt operativa skäl

Försvarsmakten för fram att ett radarsystem för behovsstyrd hinderbelysning måste ha sådan kapacitet och täckning att Försvarsmakten fortsatt kan operera utan att radarn begränsar handlingsfriheten. I enlighet med amerikanska och tyska bestämmelser är det föreslagna systemet utfört så att det kan registrera föremål som har en tvärsnittsarea om minst en kvadratmeter, vilket är mindre än flertalet aktuella luftfartyg. Enligt utförda prov i Tyskland klarar det denna uppgift.

JAS-plan flyger på aktuella höjder med hastigheter upp till 1 000 km/h. Tändning av hinderljusen på ett avstånd av 5,6 kilometer ger en förvarning i god tid (20 sekunder). Notera att 5 km är den minsta sikt som gäller för flertalet luftfartyg såväl civilt som militärt. Vid vägtrafik rekommenderas avstånd, som innebär några sekunders tidsavstånd till framförvarande.<sup>7</sup>

Helikoptrar får undantagsvis flygas i ned till 800 meters sikt. Därvid anger såväl ICAO som svenska civila och militära bestämmelser att hastigheten ska sänkas så mycket som krävs för att undvika kollisioner.

#### 1.3.3 Påverkan på riksintressen för Totalförsvarets militära del

Vindkraftverkens egenskaper av fysiska hinder följer av de grundläggande lokaliseringsbesluten enligt Miljöbalken, till vilka Försvarsmakten rutinmässigt yttrar sig. Det här aktuella beslutet om att medge behovsstyrda hinderljus förutsätter att beslut enligt Miljöbalken redan meddelats, vilket också skett. Enligt skrivelsen kan system för behovsstyrd hinderbelysning därutöver påverka Totalförsvarets riksintressen negativt genom emission av elektromagnetisk strålning. Det föreslagna systemet emitterar inte strålning av något slag.

---

<sup>7</sup> <https://trafiko.se/faktabank/fragor/vilket-avstand-ska-jag-halla-till-framforvarande-bil-om-jag-kor-i-90-kmh>

### 1.3.4 Utarbetande av standard för behovsstyrd hinderbelysning

Försvarsmakten nämner att det skulle vara önskvärt med någon form av standardisering avseende vilka tekniker för behovsstyrning som tillåts och hur de ska dimensioneras och installeras. Vid granskning av remisser skulle då Försvarsmakten kunna utgå från att hinderbelysningssystemen följer gällande standard. Det finns anledning att rikta kritik mot att Transportstyrelsen utelämnat denna uppgift i rapporten.

Sammantaget bedöms inte de argument som Försvarsmakten framför i nämnda skrivelser utgöra något hinder. Beträffande den avslutande efterlysningen av en standard för tekniken kan noteras att ICAO Annex 14 nämner möjligheten att använda behovsstyrd hinderbelysning<sup>8</sup> i vindkraftverk och att anvisningar för konstruktion och installation av sådana system införts i ICAO Aerodrome Design Manual.<sup>9</sup>

IEC (International Electrical Commission) publicerade 2005 en standard för vindkraftverk som sedermera följts av ytterligare standarder för olika delområden. Den standard om hinderbelysning som nu utarbetas blir nr 29 i ordningen och kommer att heta IEC 61400-29. Den behandlar även möjligheten att utnyttja behovsstyrd hinderbelysning. IEC-standarderna för vindkraftverk är antagen som en svensk standard.

Grundläggande bestämmelser för behovsstyrd hinderbelysning inarbetas lämpligen som ett avsnitt i Transportstyrelsens författning om hindermarkering.<sup>10</sup> Därvid bör ICAOs anvisningar och om möjligt den kommande IEC-standarderna beaktas. De amerikanska bestämmelserna<sup>11</sup> kan utgöra en lämplig förebild.

## 1.4 Landytor som undantas från vindkraftsutbyggnad på grund av Försvarsmaktens anspråk

På nästa sida visas kartor över områden där Försvarsmakten hävdar förbud mot vindkraftverk. Riksintresse för Försvarsmakten förutsätter att detta kan knytas till försvarets anläggningar i anslutning till området. Av detta skäl hävdar Försvarsmakten sedan 2017 att lågflygområdena i stället utgör ”områden av betydelse” för Försvarsmakten enligt Miljöbalken. Domstolarna har hittills intagit en vacklande hållning till hur detta ska bedömas. Riksintresseområdena omfattar totalt 153 000 km<sup>2</sup> eller 37 % av landytan. Av detta faller 51 % på de södra elområdena och 17 % på de norra. Om även lågflygområdena räknas med tillkommer 70 000 km<sup>2</sup> eller 17 % av landytan. Då omfattar försvarets restriktioner 55 % av landets totala yta, 222 000 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar hela Storbritannien.

FOIs tidigare nämnda rapport (not 2) påpekar även att Sverige skulle kunna följa Storbritanniens exempel och behandla vindkraften som ett ofrånkomligt inslag i den framtida stridsmiljön och därför bedriva övningar i lågflygning inom områden där det förekommer vindkraftverk. Det är uppenbarligen tokigt att undanta mer än hälften av landet från vindkraftsutbyggnad för att Försvarsmakten ska kunna bedriva övningsverksamhet där, när ett

<sup>8</sup> ICAO Annex 14. July 2018. Chapter 6. Visual aids for denoting obstacles. 6.1 Objects to be marked and/or lighted.

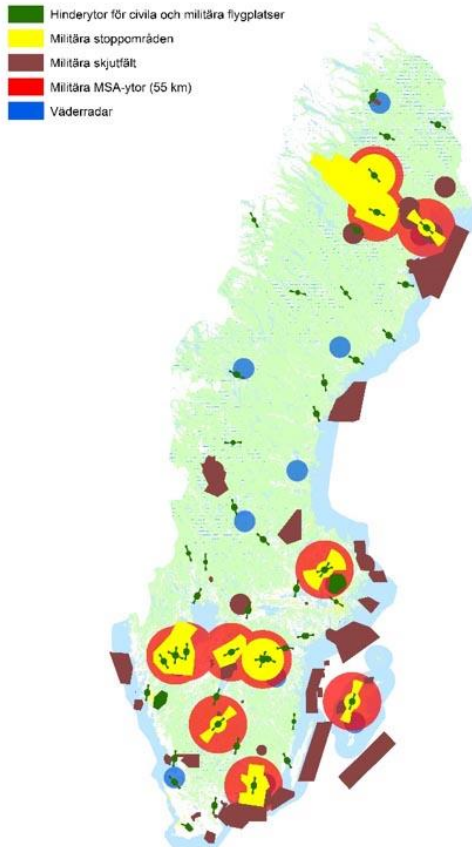
<sup>9</sup> Aerodrome Design Manual (ICAO Doc 9157), Part 4.

<sup>10</sup> Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om markering av föremål som kan utgöra en fara för luftfarten och om flyghinderanmälan. TSFS 2020:88.

<sup>11</sup> Obstruction Marking and Lighting. Federal Aviation Agency (FAA) 2018. Avsnitt gällande Aircraft Detection Lighting Systems.



eventuellt framtida krig i alla fall, helt eller delvis, kommer att utspela sig i de delar av landet där det existerar vindkraftverk. Priset för att uppfylla Försvarmaktens anspråk blir att ytor med sämre vindförhållanden och mer konflikter med civila intressen måste utnyttjas. Med en utbyggnad som kostar hundratals miljarder kronor kommer även en liten procentuell kostnadsökning att få kännbara verkningar.



Restriktioner mot vindkraft betingade av riksintressen för militärt och civilt flyg.



Militära lågflygområden (ej riksintresse)

Till detta ska läggas att Försvarmakten hävdar stopp för i princip all utbyggnad av vindkraft till havs.

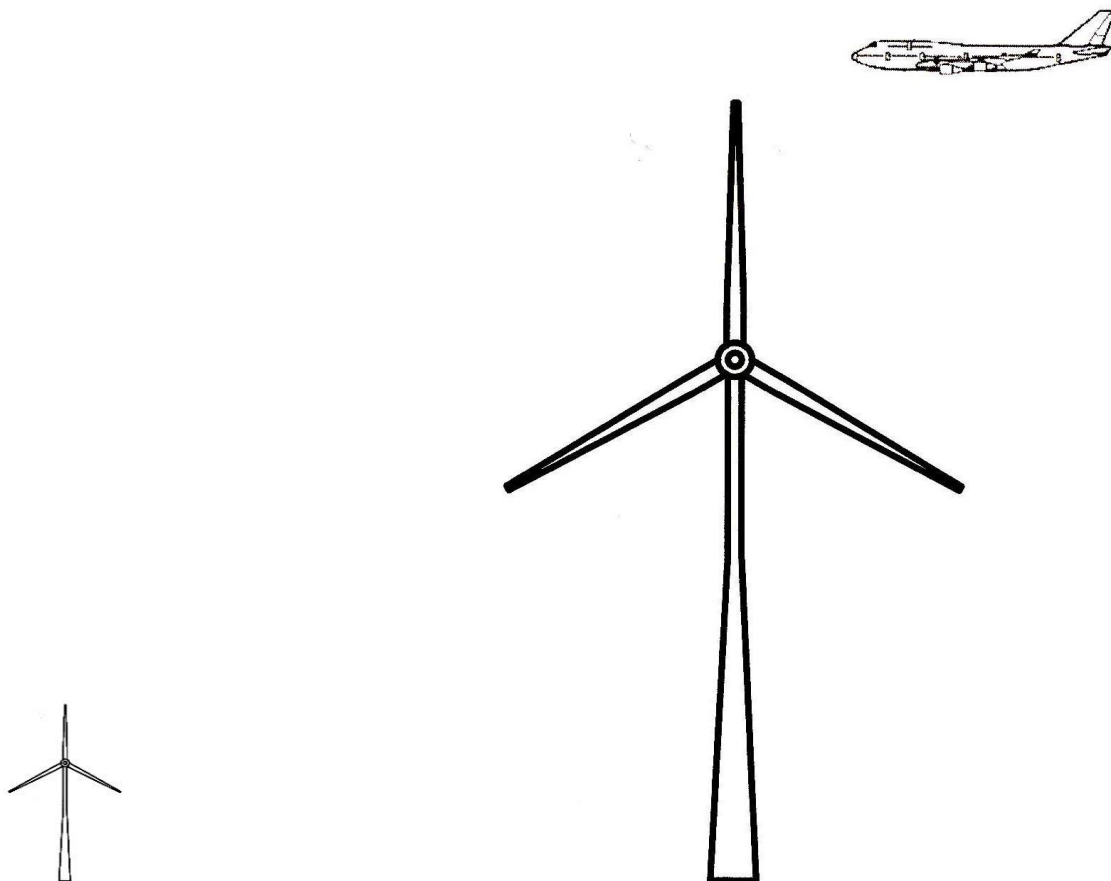
### 1.5 Slutsatser

Transportstyrelsens genomgång visar att samtliga studerade europeiska länder tillåter åtminstone någon typ av behovsstyrd hinderbelysning. Detta har stöd av ICAO och IEC. Försvarmaktens krav och synpunkter är hanterbara. Det är positivt att Försvarmakten efterlyser en standard för hur behovsstyrd hinderbelysning ska utföras. Transportstyrelsen bör få i uppdrag att utarbeta grundläggande bestämmelser för behovsstyrd hinderbelysning i svenska vindkraftverk.

## 2 Hur hinderbelysning i Sverige förhåller sig till ICAOs rekommendationer

Det andra problemområdet i Transportstyrelsens utredning är frågan om vilken typ av hinderljus som Sverige ska använda. Sedan gammalt har den internationella flygorganisationen ICAO skilt på utmärkning av hinder som är högre eller lägre än 150 meter, beroende på att flygplan, som flyger enligt visuella flygregler, normalt ska hålla minst denna höjd över marken. Några särskilda regler för vindkraftverk har inte funnits. Därför var det något av ett pionjärbete när Transportstyrelsen 2008 introducerade regler, som innebar att vindkraftverk med högst 150 meters totalhöjd skulle målas vita och utrustas med medelintensiva hinderljus, vilka inte behövde vara tända på dagen. Högre verk skulle följa de tidigare reglerna, som innebar högintensiva hinderljus tända hela dygnet.

Redan följande år, 2009, introducerade ICAO särskilda regler för vindkraftverk, vilka innebar att medelintensiva hinderljus, vilka inte behöver vara tända på dagen, anges för alla vindkraftverk oavsett höjd.<sup>12</sup> Transportstyrelsen anger i utredningen felaktigt att denna ändring skedde 2010.



Vindkraftverk med totalhöjd 45 respektive 200 m och ett trafikflygplan Boeing 747 (längd 71 m) i samma skala.

<sup>12</sup> ICAO Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation. Fifth edition. March 2009.



De nämnda rekommendationerna från ICAO gäller överallt utom i flygplatsers närhet. Där gäller i stället tvingande EU-bestämmelser utgivna av EUs flygsäkerhetsorgan European Aviation Safety Agency (EASA). Beträffande hinderljus för vindkraftverk har dessa identiskt samma lydelse som ICAOs rekommendationer ovan.<sup>13</sup>

Det är logiskt att strängare bestämmelser gäller i flygplatsers närhet. Därför är det förvånande att Sverige i stället tillämpar strängare bestämmelser utanför dessa områden. Emellertid är det tillåtet för länderna att göra sådana avsteg, vilket gäller sakområden som inte bedöms ha så stor säkerhetsmässig betydelse för flyget.

Som tidigare nämnts utarbetar IEC en standard för hinderbelysning. Denna synes i allt väsentligt komma att följa ICAOs rekommendationer.

Rekommendationerna respektive kraven från ICAO, IEC och EASA på ljusmarkering av olika flyghinder baseras i första hand på hur framträdande ("prominent") dessa är. Idag byggs vindkraftverk som är betydligt större än de största förekommande flygplanen. Se bild på föregående sida. Den atmosfäriska sikten definieras sedan gammalt som det största avstånd som ett framträdande föremål kan urskiljas med himlen som bakgrund. Vindkraftverk upptäcks därför normalt i dagsljus på ett avstånd som överensstämmer med sikten.

Exempel på föremål, som inte är framträdande, är stagade telemaster. Sådana kan vara flera hundra meter höga, men ändå svåra att urskilja, därför att de är uppbyggda av en smal fackverkskonstruktion. Exempelvis de 299 meter höga Nackamasterna utanför Stockholm är bara 1,7 meter breda. För att de säkert ska synas behövs därför en belysning, som är tänd även på dagen.

Fall	Vindkraftverk över 150 m totalhöjd						Telemast över 150 m totalhöjd		
	Högintensiv (TS)			Medelintensiv (ICAO)			Högintensiv (TS)		
Bakgrunds-luminans	Styrka cd	Upptäckt av ljus km <sup>14</sup>	Syns optiskt, km	Styrka cd	Upptäckt av ljus km	Syns optiskt, km	Styrka cd	Upptäckt av ljus km	Syns optiskt, km
Dag, 10 000 cd/m <sup>2</sup>	100 000	3,5	5	0	-	5	100 000	3,5	-
Dag slut, 500 cd/m <sup>2</sup>	100 000	6,3	5	0	-	5	100 000	6,3	-
Skymning början, 500 cd/m <sup>2</sup>	20 000	4,6	5	2 000	2,7 <sup>15</sup>	5	20 000	4,6	-
Skymning slut, 50 cd/m <sup>2</sup>	20 000	6,8	5	2 000	4,4	5	20 000	6,8	-
Mörker, 50 cd/m <sup>2</sup>	2 000	4,4	-	2 000	4,4	-	2 000	4,4	-

<sup>13</sup> Certification Specifications and Guidance Material for Aerodromes Design CS-ADR-DSN. Issue 3. 8 December 2016. European Aviation Safety Agency. Page 171.

<sup>14</sup> Beräknat med ekvation 12 enligt IALA Recommendation E-200-2.

<sup>15</sup> Enligt ICAO Annex 14 behöver inte medelintensiva ljus vara tända under skymning och gryning.

I Transportstyrelsens föreskrifter om hinderbelysning<sup>16</sup> definieras ljusförhållandena som bakgrundsluminansen mätt i cd/m<sup>2</sup>. ICAO använder samma siffervärden. Därtill har i Tabell 2 lagts in ett typiskt värde för dag enligt IALA, som är den internationella organisationen för fyrbelysning och sjötrafik. Transportstyrelsen anger även hur mycket ljusstyrkan för högintensiva ljus får dämpas under olika förhållanden. Medelintensiva ljus behöver inte vara tända vid dagsljus. Upptäcktsavståndet för angiven belysning har beräknats med IALAs metod enligt noten. För vindkraftverk gäller definitionsmässigt att dessa upptäcks optiskt (utan hinderljusets inverkan) på det angivna siktavståndet vid alla ljusförhållanden utom mörker. För fackverksmaster (telemaster) gäller att dessa aldrig kan förutsättas upptäckas optiskt på det avstånd som motsvarar sikten.

En detalj i sammanhanget är att ICAO inte anger att medelintensiva hinderljus behöver vara tända under skymning och gryning medan Transportstyrelsen har detta krav. Förklaringen är att vårt nordliga läge ger så lång skymning och gryning.

En sammanfattande slutsats är att vindkraftverk med medelintensiva ljus syns tillfredsställande under alla ljusförhållanden. Högintensiva ljus förbättrar knappast synbarheten. För telemaster med högintensiva ljus gäller att dessa syns rätt dåligt i dagsljus trots den höga belysningsstyrkan, eftersom optisk upptäckt inte kan påräknas. Det bör noteras att ICAO anger 200 000 cd för denna tillämpning, varvid upptäcktsavståndet under dag förbättras till 4,1 km.

## 2.1 Transportstyrelsens argument

Transportstyrelsen för ett märkligt resonemang som går ut på att myndigheten menar att samtliga hinder över 150 meters höjd ska märkas ut på samma sätt. Myndigheten har alltså inte förstått att det är skillnaderna i synbarhet för olika hindertyper som ligger bakom ICAOs och IECs rekommendationer respektive EASAs bestämmelser. I rapporten nämns också att man frångått ICAOs rekommendationer för utmärkning av kraftledningar, trots att det är dessa som dominerar de svenska flyghaverierna mot fasta hinder.

## 2.2 Försvarsmaktens rekommendation

I skrivelsen enligt not 3 rekommenderar Försvarsmakten att ICAOs bestämmelser tillämpas. Det finns anledning att rikta kritik mot att Transportstyrelsen utelämnat denna uppgift i rapporten.

## 2.3 Fördelning av vindkraftsproduktionen på olika typer av hinderbelysning

I Tabell 3 har de sju europeiska länderna enligt Transportstyrelsens rapport plus USA parats samman med vindkraftsproduktionen under senaste år som fördelats på respektive typ av hinderbelysning. I tabellen noteras att huvuddelen av de tyska vindkraftverken är utrustade

---

<sup>16</sup> Bilaga 3 till Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om markering av föremål som kan utgöra en fara för luftfarten och om flyghinderanmälan. TSFS 2020:88.

med svaga hinderljus av en särskild utformning. Trots detta har det blivit nödvändigt att kräva införande av behovsstyrd belysning på huvuddelen av Tysklands omkring 30 000 stora

**Tabell 3. Vindkraftsproduktion år 2020 i sju europeiska länder samt USA fördelade på typ av hinderljus i vindkraftverk med över 150 m totalhöjd.**

	Produktion i vindkraftverk, TWh/år <sup>17</sup>		Anmärkning
	Medelintensiv belysning	Högintensiv belysning	
Danmark	16,4		
Norge		9,9	
Finland		8,1	
Nederländerna	15,3		
Storbritannien	75,6		
Tyskland	131,0		Specialljus 100 cd
Frankrike	40,6		
USA	340,9		
<b>Summa</b>	<b>603,4</b>	<b>18,0</b>	

vindkraftverk. I tabellen är det slående att övervikten för att använda medelintensiv hinderbelysning enligt ICAOs förslag är så överväldigande (97 %). Om ytterligare länder tas med i jämförelsen ökar sannolikt dominansen ännu mer.

## 2.4 Konflikt mellan Transportstyrelsens bestämmelser och EASA

Det framgår ovan att ICAO har utfärdat rekommendationer för hur hinderljus ska vara beskaffade på vindkraftverk utanför flygplatsers närhet och att Transportstyrelsen för detta fall har fastställt nationella bestämmelser, vilka avviker från ICAO. Detta har Transportstyrelsen rätt att göra.

Inom flygplatsers närområden är det EU-organet EASA som bestämmer hur hinder ska utmärkas, vilket enligt föregående också skett. Emellertid finner man att även Transportstyrelsen gett ut bestämmelser för detta område, TSFS 2019:22<sup>18</sup>, vilka kom ut några år senare än EASA-bestämmelserna. I dessa anges bland annat att ”Krav på markering av vindkraftverk finns i Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2010:155) om markering av föremål som kan utgöra en fara för luftfarten”. De senare har numera ersatts av tidigare nämnda TSFS 2020:88, vilka enligt skrivning i den senare gäller utanför flygplatsers närhet (definierat som ”flygplatsers hinderbegränsande ytor”), men som enligt TSFS 2019:22 tydligen också ska gälla inom flygplatsers närhet. Här föreligger uppenbarligen en konflikt mellan EASA och Transportstyrelsen, vilken åtminstone omfattar vad som gäller beträffande utmärkning av vindkraftverk inom flygplatsers närområden. Denna del av konflikten kommer att lösas av sig självt om Sverige antar ICAOs bestämmelser på området.

<sup>17</sup> <https://bp-stats-review-2021-all-data>

<sup>18</sup> Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om markering och ljussättning av föremål som genomtränger flygplatsers hinderbegränsande ytor. TSFS 2019:22.

## **2.5 Slutsatser**

ICAO, EASA och IEC anvisar användning av medelintensiva hinderljus på vindkraftverk oavsett storlek. Sammanställningar och beräkningar i avsnittet underbygger denna slutsats. Försvarsmakten föreslår att ICAOs bestämmelser ska tillämpas. Transportstyrelsen bör få i uppdrag att harmonisera de svenska bestämmelserna för hinderbelysning av vindkraftverk med ICAOs bestämmelser.