

Rapport om

Lysmarkering af vindmøller

Indhold

Ikke teknisk resumé	3
Baggrund for arbejdet	4
Gældende bestemmelser og praksis	4
Samlet vurdering	12
Anbefalinger	14

Bilag

Bestemmelser for Civil Luftfart BL 3-10

Kommissorium for arbejdsgruppen

Ikke teknisk resumé

Som led i aftalen om etablering af et nationalt testcenter i Østerild er der nedsat en tværministeriel arbejdsgruppe bestående af Transportministeriet, Forsvarsministeriet, Klima- og Energiministeriet, Risø DTU og Miljøministeriet (Formand). Arbejdsgruppen har med ekspertbistand fra Trafikstyrelsen og Vindmølleindustrien undersøgt og vurderet lysmarkering til luftfart i både en national og international kontekst. Søfartsafmærkning er ikke undersøgt i denne rapport og er omfattet af andre regler. Erfaringer fra Risø DTUs prøvestation ved Høvsøre indgår som bidrag i arbejdsgruppens arbejde med lysmarkeringsproblematikken.

Arbejdsgruppens formål og opgave har været at beskrive det eksisterende grundlag for lysmarkering af vindmøller, at inddrage internationale erfaringer og den nyeste viden på området, og at komme med anbefalinger til det fremtidige arbejde med lysmarkering af vindmøller.

Lysmarkering af vindmøller på land har til formål at fremhæve og tydeliggøre tekniske anlæg, således at piloter i luftfartøjer har tilstrækkelig tid til at foretage de nødvendige manøvrer for at undgå en kollision. Med lysmarkering af vindmøller skabes der en visuel effekt, så sigtbarheden for piloter forbedres, hvilket hjælper piloten til at kunne afgøre møllens placering og omfang og undgå kollision.

For vindmøller på 150 meter eller højere er Danmarks krav til afmærkning, herunder lysintensitet, på linje med de internationale standarder og anbefalinger fra ICAO (International Civil Aviation Organization).

Lysmarkeringen til testcenteret ved Østerild skal som udgangspunkt overholde disse internationale standarder.

Det skal her understreges, at der med de nugældende afmærkningsregler i videst mulig omfang tages hensyn til beboelse ved disse store anlæg. Konkret sker det ved, at lysintensiteten dæmpes kraftigt ved nattetide. Ligeledes er afmærkningen justeret, så den visuelt peger mod himlen og ikke mod de nærmeste naboer.

Arbejdsgruppen har undersøgt alternative løsninger, herunder muligheden for radarstyret lysmarkering. Det er imidlertid Trafikstyrelsens klare indstilling, at et sådant system ikke er egnet til testcenteret i Østerild bl.a. på grund af nærheden til Thisted lufthavn. Der er erfaringer fra udlandet, men disse bygger på anlæg, der er etableret under særlige vilkår bl.a. ved luftledningsspænd over fjorde i Norge, og Trafikstyrelsen mener ikke disse anlæg kan danne baggrund for ændrede regler i Danmark.

Alternativt kunne man belyse den enkelte mølle med lys på nacellen eller vinger. Det ville imidlertid ikke fjerne behovet for bardunerede lys/ meteorologimaster i begge ender af anlægget, da disse indgår som en del af den samlede aftale for etablering af det nationale testcenter i Østerild, idet de muliggør meteorologimålinger for Risø DTU.

Arbejdsgruppen må konstatere, at de sparsomme erfaringer med andre systemer i Danmark og behovet for en klar, entydig og sikker lysmarkering af vindmøller ikke efterlader nogen alternativer i forhold til Østerild, som kan godkendes af Trafikstyrelsen.

Samlet set er den anbefalede løsning i VVM redegørelsen for det nationale testcenter, den mest skånsomme i forhold til lysbelastning af området. Fra prøvestationen på Høvsøre har Risø DTU erfaringer med, at master placeret på begge sider af anlægget giver den største sikkerhed for luftfarten, de mindste gener for de omkringboende og skaber det største råderum for testmøllerne, som løbende skal kunne udskiftes.

Baggrund for arbejdet

Den 28. maj 2010 blev der indgået en aftale mellem Regeringen, Socialdemokraterne, Dansk Folkeparti og Socialistisk Folkeparti om etableringen af et nationalt testcenter for store vindmøller i Østerild Klitplantage i Thy. Aftalen rummer ud over etableringen af et testcenter en række konkrete tiltag, hvoraf denne rapport er udmøntningen af arbejdet i den tværministerielle arbejdsgruppe om lysmarkering af vindmøller.

Arbejdsgruppens formål og opgave er beskrevet i et kommissorium, jf. bilag 1, der er godkendt af forligskredsen.

Ifølge kommissoriet for gruppens arbejde er formålet

1. *at beskrive det eksisterende krav og grundlag for lysmarkering af vindmøller*
2. *at beskrive erfaringer fra andre lande om lysmarkering af vindmøller*
3. *at inddrage den nyeste ekspertviden inden for området*
4. *at fremkomme med anbefaling om de fremtidige regler og retningslinjer, herunder forslag til hvordan dette udmeldes til kommunerne.*

Partierne bag Østerild-aftalen besluttede som en del af aftalen at få undersøgt muligheden for en mindre markant lysmarkering på vindmøller over 150 meter.

I VVM redegørelsen for det nationale testcenter ved Østerild fremgår følgende om lysmarkering af vindmøllerne.

”Statens Luftfartsvæsen kræver med udgangspunkt i den nuværende lovgivning og de nuværende internationale regler, at der skal opstilles to lysmaster, som markerer henholdsvis den nordlige og sydlige ende af rækken af vindmøller. Afstanden mellem lysmasterne må ikke overskride 5 km. Højden af lysmasterne skal være op til højeste punkt på møllerne dvs. 250 meter svarende til øverste vindespids. Lysene skal være synkroniseret, blinkende hvide lys, placeret på toppen af lysmasten og i en eller flere højder ned langs lysmasten. Intensiteten af lysene kan reguleres automatisk efter lysforholdene, for eksempel vil de lyse væsentligt svagere om natten end om dagen.”

Gældende bestemmelser og praksis

Fundamentet for den danske luftfartslovgivning er Lov om Luftfart, Lovbekendtgørelse nr. 731 af 21. juni 2007, som danner rammerne for reguleringen af civil luftfart i Danmark. Loven bemyndiger transportministeren til at fastsætte nærmere bestemmelser for den civile luftfart, og denne bemyndigelse er videregivet til Trafikstyrelsen, jf. Bekendtgørelsen om henlæggelse af opgaver til Statens Luftfartsvæsen, bekendtgørelse nr. 110 af 3. februar 2009.

Lov om Luftfart og delegationsbekendtgørelsen udgør tilsammen Trafikstyrelsens hjemmel for regulering af dansk luftfart.

Trafikstyrelsen udsteder dels ”Bestemmelser for Civil Luftfart (BL)” og dels bekendtgørelser. Bestemmelsen er opdelt i 11 serier, som tilsammen dækker de forskellige flyvesikkerhedsmæssige aspekter ved det samlede luftransportsystem.

I kraft af Danmarks medlemskab af De Forenede Nationer er Danmark også medlem af FN’s luftfartsorganisation, ICAO (International Civil Aviation Organization), jf. Chicago konventionen fra 1944. ICAO vedtager løbende mindstekrav i form af SARP’s (Standards and Recommended Practices) indeholdt i annekser til konventionen, omfattende alle operationelle og tekniske aspekter af international civil luftfart.

Når det angår definitionen af hindringer og luftfartsafmærkning af sådanne, bliver SARP's fastsat i ICAO Annex 14, Volume I, Aerodrome Design and Operations. For at understøtte ensartethed i forbindelse med design og installation af visuelle hjælpemidler har ICAO publiceret manualen "Aerodrome Design Manual - Part 4, Visual Aids".

SARP's i ICAO Annex 14 er generelt indarbejdet i den danske luftfartslovgivning.

Under BL 3-serien findes "Bestemmelser om luftfartshindringer, BL 3-10". Denne BL fastsætter bestemmelser om luftfartshindringer (benævnt hindringer i det følgende) på dansk område, og afmærkning af sådanne. (BL 3-10 er vedlagt som bilag).

Hindringer er bl.a. bygningsanlæg eller vindmøller, som befinder sig i luftrum, der er beregnet til flyvning. Ser man bort fra områder nær godkendte flyvepladser, hvor der er særlige krav til hindringsfrihed, vil civil flyvning påbegynde fra ca. 150 meter over terræn (500 FT). Flyvning i disse lave højder foretages i overensstemmelse med de visuelle flyveregler (VFR-DAG eller VFR-NAT) og uden for områder med tæt bebyggelse. Flyver man efter de visuelle flyveregler, foregår navigation ved udvig gennem flyets ruders.

Med vindmøller på højder op til 250 meter over terræn opstår hensynet til sikring af flyvesikkerheden for den civile lufttrafik. I BL 3-10 anføres, at "Enhver genstand med en højde over terræn eller normal vandstand (DVR90) på 150 m eller derover betragtes som en hindring og skal afmærkes".

Grundlæggende har afmærkning af hindringer til formål, at fremhæve anlægget, så hindringens visuelle afstand er mindst den samme som den krævede minimums sigtbarhed. Hindringen fremhæves i sådan en grad, at piloten i et luftfartøj i tilstrækkelig tid forinden kan foretage nødvendige manøvreringer for at undgå kollision.

Visuel flyvning (VFR flyvning) kan finde sted, når vejret opfylder specifikke krav, kaldet VMC-minima (minimumskrav). VMC-minima indeholder krav til jordsigt, skyhøjder og særligt flyvesigtbarhed. Flyvesigtbarhed må være ned til 3 km i dagperioden og 8 km i natperioden.

Advarselssystemer skal primært advare og informere. For at sikre dette under alle meteorologiske forhold er følgende krav til afmærkning af hindringer fastlagt i **Danmark**:

Hindringer med højde på 150 meter over terræn eller højere skal etableres med højintensivt hvidt lys, type A.

Lysintensiteten er dog tilpasset, så den varierer i forhold til omgivelsernes baggrundsluminans. *Luminans: mål for lystæthed for en flade; findes som lysstyrken pr. tilsyneladende fladeareal set i en specificeret retning og måles i candela pr. kvadratmeter (cd/m^2). Luminanser er det indtryk af lys, vor synssans opfatter. Omgivelsernes luminanser er derfor det vigtigste begreb i forbindelse med projektering af belysningsanlæg.* Dermed sikrer man den fornødne synlighed over for piloten samtidig med at omgivelserne generes mindst muligt. Krav til regulering af lysintensiteten i forhold til omgivelserne er fastlagt på følgende måde:

Baggrundsluminans		Lysintensitet
Over 500 cd/m ²	Typisk i dagperioden med høj sol	200.000 cd (+/- 25 %)
50 – 500 cd/m ²	Typisk i dagperioden med overskyet vejr eller ved tusmørke	20.000 cd (+/- 25 %)
Under 50 cd/m ²	Typisk i natperioden eller ved en meget mørk dag	2.000 cd (+/- 25 %)

Endvidere er der krav til den maksimale lysintensitet ved givne vinkler når lysafmærkningen er justeret ud fra en vandret flade. I en vinkel på -10 grader i forhold til horisontalplanet må den maksimale intensitet være maksimal 3 procent af ovennævnte lysintensiteter. Ved -1 grad vil den maksimale intensitet være 75 procent af ovennævnte lysintensiteter.

Lysafmærkningen blinker med en frekvens på mellem 40-60 blink i minuttet for at signalere fare og henlede opmærksomheden over for piloten.

For at piloten kan bestemme placering og omfang af hindringen, skal der etableres lysafmærkning på øverste punkt og på mellemste punkt.

Særlig for vindmøller vil det medføre, at lysafmærkning skal etableres på vingetip eller på en mast opstillet i umiddelbar nærhed af vindmøllen.

Der skal etableres lysafmærkning på mellemniveau med indbyrdes afstand på maksimal 105 meter. På hvert mellemniveau rettes hovedstrålen over det horisontale niveau i retning mod luftrummet, hvor luftfartøjet befinder sig. Dette vil samtidig nedsætte generne for nærliggende beboelse.

For vindmøller med en højde på over 150 meter vil det indebære mindst ét mellemniveau med hindringslys på selve mølletårnet.

Antallet og placering af hindringslysene på hvert niveau skal fastsættes således, at afmærkningen er synlig fra alle horisontale retninger.

Ved etablering af mere end et niveau af blinkende hindringslys skal disse være synkront blinkende for at undgå forstyrrelse af pilotens opfattelse af hindringen. Det har den sideeffekt, at det nedsætter generne for omkringliggende beboelse.

Hvis der opstår fejl på lysafmærkningen skal udbedring påbegyndes omgående af driftsansvarlige. For så vidt angår hindringer, der har en højde på 150 m eller derover, skal der etableres et kontinuerligt fungerende overvågningssystem af hindringsafmærkningen.

I Danmark er det primært antennemaster til udsendelse af landsdækkende tv og skorstene på større kraftvarmeværker, som har en anlægshøjde på mere end 150 meter over terræn. Bro pylonerne på Storebælt og masterne på Prøvestation Høvsøre er ligeledes højere end 150 meter over terræn eller normal vandstand. På disse anlæg er etableret samme form for højintensive hvidt blinkende hindringslys.

I november 2009 indførte FNs luftfartsorganisation ICAO de første anbefalinger for afmærkning af vindmøller. Anbefalingerne til afmærkning er dog baseret på traditionelle løsninger med farveafmærkning, hindringslys og placering. Der indgår ikke stillingtagen til vindmøllens højde i anbefalingerne.

ICAO's anbefalinger ændrer ikke på den praksis, som Danmark har ført siden 2005, hvor retningslinjer til lysafmærkning på vindmøller med højder på mellem 100 og 150 meter blev præciseret. Præcisering af retningslinjerne blev foretaget, da Forsvarsministeriet i 2004 pegede på en række potentielle lempelser af gældende praksis i forsvarets krav til afmærkning af hindringer. "Arbejdsgruppen vedrørende afmærkning af vindmøller" blev nedsat på initiativ af Forsvarsministeriet med repræsentanter fra forsvaret, Skov- og Naturstyrelsen, Energistyrelsen, Farvandsvæsenet og Statens Luftfartsvæsen.

Det skal endvidere anføres, at alle projekter med anlægshøjde på 100 meter eller højere vurderes i forhold til den civile luftfarts flyvesikkerhed. Særligt for vindmøller med en højde på mellem 100 og 150 meter indgår den geografiske placering, den aktuelle højde og topografien i vurderingen.

For vindmøller på 150 meter eller højere er Danmarks krav til afmærkning, herunder lysintensitet, på linje med de internationale standarder og anbefalinger fra ICAO.

Kravet til afmærkning af øverste punkt for vindmøller er vanskelig pga. møllevingernes bevægelighed. Der er to vindmølleprojekter, hvor højden på de opsatte vindmøller er over 150 meter. Det er testcenter Høvsøre og to vindmøller ved Avedøre Holme. Til afmærkning af øverste punkt, gældende for møllerne i testcenter Høvsøre, er der opstillet to master, hver med en højde på 165 meter. Dermed kan der opsættes vindmøller af varierende højde inden for målemasternes område, uden at der skal tages stilling til luftfartsafmærkning ved hver ændring af højde eller antallet af møller mellem de to master. Dette er en fordel, idet der løbende udskiftes mølledele og møller.

I projektet med Avedøre Holme blev det vurderet, at der i dette særlige tilfælde var mulighed for at anvende en nærliggende skorsten som erstatning for den manglende afmærkning af øverste punkt på de to vindmøller. Vindmøllerne er begge 154 meter høje og etableret i forlængelse af kraftvarmeværket Avedøre Holme.

Da der er væsentlige forskelle på de enkelte landes regulering af afmærkning på vindmøller har GASR (Group of Aerodrome Safety Regulators) nedsat en arbejdsgruppe til identifikation og harmonisering af landenes regulering inden for afmærkning af vindmøller.

Internationale regler

I Europa er det dels JAA (Joint Aviation Authorities), og dels EU-agenturet EASA (European Aviation Safety Agency), som forestår arbejdet med harmonisering af de flyvesikkerhedsmæssige regler og standarder inden for EU. EASA har anvendt GASR til at danne grundlaget for regelarbejde inden for flyvepladser herunder hindringer. Med EU forordning 1108/2009 har EASA fået hjemmel til at udarbejde regler inden for området med flyvepladser og hindringer. Tidshorisonten for regeludarbejdelsen forventes at blive afsluttet i slutningen af 2013.

Udvalget under GASR identificerede problemstillinger med, at

- farvemarkering på møllevingerne ikke kunne ses fra alle vinkler og dermed antageligvis mindre effektive end forventet,
- farvemarkeringens klarhed nedsættes væsentligt i områder hvor møllen udsættes af betydelige mængder sol. Det anføres, at det kan betyde opmaling af farvemarkering 2-3 gange over en vindmølles levetid (antaget til 20 år),
- øverste punkt er vanskeligt at lysafmærke. Hovedsageligt er det ikke af tekniske grunde, men af miljømæssige forhold ved en høj grad af blinkende lys.

På grund af forskelle i nationale bestemmelser er strategien at udvikle et fælles minimum til grundlag for den fremtidige harmonisering af bestemmelserne. Minimum baseres på nuværende anbefalinger fra FNs luftfartsorganisation ICAO, hvor det enkelte land fortsat kan kræve yderligere afmærkning.

I nedenstående beskrivelse af andre landes nationale lovgivning er anført de væsentlige forskelle, der er beskrevet i forhold til danske bestemmelser.

Nuværende bestemmelsesgrundlag i **Sverige** er angivet i TSFS 2010:155 – Serie GEN "Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om markering av föremål som kan utgöra en fara för luftfarten".

I foreskriften angives, at vindmøller med højde på 150 meter over terræn eller højere, skal markeres med hvid farve samt blinkende højintensive lys.

Lysafmærkningen kan etableres på vindmøllens højeste faste punkt.

Højintensive lys skal være hvid blinkende lys med en frekvens på 40 til 60 gange i minuttet. Lysintensiteten er opdelt i følgende perioder:

Baggrundsluminans	Lysintensitet
Dage	100.000 cd (+/- 25 %)
Tusmørke	100.000 cd (+/- 25 %)
Nat	2.000 cd (+/- 25 %)

Bestemmelsesgrundlaget i **Norge** er fastlagt i BSL E 2-2 "Forskrift om merking av luftfartshinder".

I bestemmelsen anføres, at vindmøller skal markeres med hindringslys. Hvis møllevingen er højere end selve nacellen (møllehuset), skal møllevingen have lys, farve eller anden anordning, som gør møllevingerne tilstrækkeligt synlige.

Hindringer på 150 meter over terræn eller højere skal markeres med højintensive lys på toppen og lavintensive lys på mellemniveau, hvis afstanden mellem lysene ikke overstiger 75 meter.

Højintensive lys skal være blinkende med en frekvens på 40-60 gange i minuttet.

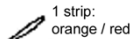
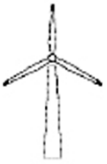
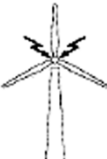
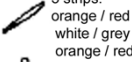









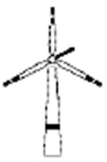


Baggrundsluminans		Lysintensitet
Over 500 cd/m ²	Typisk i dagperioden med høj sol	Mindst 100.000 cd
50 – 500 cd/m ²	Typisk i dagperioden med overskyet vejr eller ved tusmørke	20.000 cd
Under 50 cd/m ²	Typisk i natperioden eller ved en meget mørk dag	2.000 cd

I **Tyskland** er udgivet DFS Deutsche Flugsicherung " NfL I 143 / 07 Nachrichten für Luftfahrer – Teil 1".

Heri anføres at hindringer på 150 meter over terræn eller højere skal dagafmærkes og/eller lysafmærkes.

Lysafmærkning skal placeres på øverste punkt, men hvis dette ikke er muligt, så skal den uoplyste del ikke overstige 50 meter.

Dagafmærkning af vindmøller over 150 meter skal udføres efter nedenstående figur.

Explanation	Marking and Lighting of Obstacles at Daytime	
	Standard	Alternative
 1 strip: orange / red		
 3 strips: orange / red white / grey orange / red		
 Colours: orange / red		
 Medium-intensity lights white-flashing		
 Medium intensity or W red		
 60° turn-on phase		
 Rotor blade-tip marking or lighting of obstacles		
 Coloured marking of the power house		
FBP Reference point of the aerodrome	> 150 m	

Dagafmærkning af vindmøller

Etableres middelintensivt hvidt blinkende lys i dagperioden, vil dagafmærkningen kunne udelades.

Hvis sigtbarheden er mere end 5000 meter, vil lysintensiteten reduceres til 30 procent og er sigtbarheden mere end 10 km reduceres intensiteten til 10 procent. Sigbarheden måles efter særlige retningslinjer.

Om natten kan vindmøllen afmærkes med hindringslys såkaldte "hazard" beacons, vingetip hindringslys eller "W, red" hindringslys.

Etableres vingetip hindringslys, skal der fortsat være hindringslys på nacellen. Særlige krav til lys og position af møllevinge er påkrævet for at undgå lys under hele rotationen.

Hindringslysene de såkaldte "hazard" beacons er kun muligt, når den ubelyste del ikke er højere end 15 meter over lyset.

Brug af "W, red" hindringslys, hvor hindringslyset blinker med en særlig blinksekvens, kan benyttes i tilfælde, hvor den ubelyste del ikke er højere end 65 meter over hindringslyset.

	Lighting of Obstacles at Night		
	Rotor blade-tip lighting		Alternative
	U<50% of low nominal speed of rotation	U>50% of low nominal speed of rotation	Medium-intensity, Type B or W red
<= 100 m outside of 5 km round FBP			
<= 100 m inside of 5 km round FBP			
> 100 m up to 150 m			
> 150 m			

Natafmærkning af vindmøller

Regulering af lys	Lysintensitet
Sigtbarhed > 10km	10 % af 20.000 cd (+/- 25 %)
Sigtbarhed > 5km	30 % af 20.000 cd (+/- 25 %)
Under 50 cd/m ²	2.000 cd (+/- 25 %)

Opsummering af de enkelte landes krav til lysintensitet for vindmøller

	Baggrundsluminans		
	Over 500 cd/m ² Typisk i dagperioden med høj sol	50-500 cd/m ² Typisk i dagperioden med overskyet vejr eller ved tussmørke	Under 50 cd/m ² Typisk i natperioden eller ved en meget mørk dag
ICAO Annex 14, Vol. I	200.000 cd (+/- 25 %)	20.000 cd (+/- 25 %)	2.000 cd (+/- 25 %)
Danmark	200.000 cd (+/- 25 %)	20.000 cd (+/- 25 %)	2.000 cd (+/- 25 %)
Sverige	100.000 cd (+/- 25 %)	100.000 cd (+/- 25 %)	2.000 cd (+/- 25 %)
Norge	Mindst 100.000 cd	20.000 cd	2.000 cd
Tyskland 1)	10 % af 20.000 cd (+/- 25 %)	30 % af 20.000 cd (+/- 25 %)	2.000 cd (+/- 25 %)

1) Det skal bemærkes, at sænkning af lysintensiteten er baseret på sigtbarhed i stedet for den anbefalede baggrundsluminans fra ICAO.

Over 500 cd/m²: Typisk i dagperioden med høj sol: Danmark er på linje med ICAOs anbefalinger på 200.000 cd (+/- 25 %). Sverige med 100.000 cd (+/- 25 %). Norge med mindst 100.000 cd. Tyskland anvender sigtbarheden i beregningen af krav.

50-500 cd/m²: Typisk i dagperioden med overskyet vejr eller ved tussmørke: Danmark, ICAO og Norge har enslydende krav på 20.000 cd (+/- 25 %). Sverige har et skærpet krav på 100.000 cd (+/- 25 %). Tyskland anvender sigtbarheden i beregningen af krav.

Under 50 cd/m²: Typisk i natperioden eller ved en meget mørk dag: Her er der enslydende krav på 2000 cd (+/- 25 %)

Samlet set er Danmark på linje med de internationale retningslinjer udmeldt af FNs luftfartsorganisation ICAO.

Alternativer til gældende luftfartsafmærkning

I de senere år er der udviklet enkelte alternativer til den traditionelle lysafmærkning. I det følgende er kort beskrevet alternativer, som er anvendt til lysafmærkning af vindmøller m.m.

For at kompensere for den manglende lysafmærkning på øverste punkt er brugen af lysafmærkning med en særligt blinkfrekvens (omtalt som "W, red" hindringslys) mulig i Tyskland, jf. tidligere omtalte bestemmelser. Denne form for afmærkning kan benyttes i tilfælde, hvor den ubelyste del er under 65 meter over hindringslyset, og placeringen ikke er i nærheden af flyvepladser.

Til minimering af lysafmærkningens påvirkning af omgivelserne findes et system, hvor lysafmærkningen først aktiveres i forbindelse med flyvninger i nærhed af luftfartshindringer. I det seneste årti indførte Norge en række krav til landets energiforsyninger om, at luftledningsspænd skulle registreres og afmærkes om nødvendigt.

For at tilgodese de ofte tætliggende byer til luftledningsspændene indførtes et krav om benyttelse af et særligt system udviklet til formålet, kaldet Obstacle Collision Avoidance System (OCAS). Konceptet består i, at lysafmærkningen er slukket, så længe der ikke er fly i retning mod luftledningsspændet. Systemet benytter en radar, som skal opdage fly inden for en defineret

radius, og systemet aktiveres først ved flybevægelser mod luftledningsspændet, som vurderes at være kritiske.

Systemet OCAS benyttes fortrinsvis i områder med væsentlig begrænset beflyvning, normalt i form af lokaltrafik. Anvendelse af OCAS ved testcentret i Østerild anses ikke for egnet med den internationale beflyvning over landegrænserne til Danmark samt den nære placering til Thisted Lufthavn.

Erfaringer med OCAS-systemet

OCAS-systemet er godkendt som lysafmærkningssystem i USA, Canada og Norge, og det er under godkendelse i både Sverige og Tyskland. OCAS radarsystemet kræver ikke, at der er installeret en transponder i flyet. (*Transponder – Elektronisk udstyr, der udsender impulser, som opfanges af radarer med henblik på identifikation af flyet. Impulsen anvendes til at fastlægge bl.a. fly position og højde.*)

- Talbot Wind Farm i Canada tilsluttede i december 2010 de sidste møller i en park med ca. 40 møller. Møllerne har en max højde på ca. 130 meter. OCAS er brugt som lysafmærkningssystem for parken. Der er ikke lysafmærkning i form af master. <http://www.talbotwindfarm.com/index>
- Nadrensee Wind Farm i Tyskland har i februar 2010 gennemført et demonstrationsprojekt med OCAS-systemet. Der er 13 møller i parken, hvoraf nogle er over 150 meter.
- Der er planer om et demonstrationsprojekt på en vindmøllepark i Sverige. Vindmølleparken består af møller med en total højde under 150 meter over terræn. Endvidere er vindmølleparkens placering i det nordlige Sverige. De svenske myndigheder meddeler, i lighed med andre luftfartsmyndigheder, individuel godkendelse af hver enkelt vindmøllepark. Godkendelsen baseres ud fra møllernes totalhøjde samt placering i forhold flyvningsmønstre, flyvepladser, topografiske forhold. Myndighederne har ikke taget stilling til OCAS i forhold til vindmøller over 150 meter.

Night Vision Goggles betydning for lysmarkering.

Under natflyvning med militære luftfartøjer anvender piloter lysforstærkende udstyr – NGV (Night Vision Goggles) for at kunne navigere, flyve og observere optimalt i mørke. NVG materiellet er følsomt over for lys i spektret indenfor bølgelængderne 645 nanometer (nm) til 905 nm. De fleste hindringer afmærkes med et LED-lys, som opfylder de internationale standarder for "Aviation Red" ICAO har defineret standarder for, hvilke farver der skal anvendes til forskellige formål indenfor luftfart. "Aviation Red" er betegnelsen for de røde nuancer, der opfylder ICAO standard for farven rød. Endvidere er defineret "Aviation White", "Aviation Yellow" m.fl. I enkelte tilfælde (udenfor Danmark) har det imidlertid vist sig, at LED-lysets bølgelængde var udenfor det spektrum, der er defineret for NVG, og derfor ikke synligt under anvendelse af NVG. Da NVG ofte anvendes af luftfartøjer under flyvning i meget lav højde, er det meget vigtigt, at LED lysets bølgelængden falder i det ovenfor anførte spektrum.

Samlet vurdering

Lysmarkering af vindmøller har en meget vigtig sikkerhedsmæssig funktion, i forhold til luftfart. I forbindelse med at der stilles krav om lysmarkering, søges det i videst muligt omfang at tage hensyn til påvirkningen af omgivelserne. For at tage hensyn til bl.a. beboere i området omkring vindmøller arbejdes der med differentiering af intensiteten af lysmarkering på vindmøller. Den differentierede lysmarkering har til formål at tilgodese både hensynet til flysikkerheden og de omkringliggende omgivelser.

I korte træk handler differentieringen om at rette lyset i retning af de luftfarende, det vil sige i retning af himlen og at afpasse lysintensiteten til baggrundsbelysningen. Afhængig af lysets højde over jorden vil det således i større eller mindre grad være rettet opad. Afhængig af om det er dag, tusmørke eller nat, vil lysmarkeringens intensitet være større eller mindre. Der stilles også krav til, at lysmarkeringen skal blinke i takt. Det præciseres, at de gældende regler for synkronisering af blinkende lys skal følges. Det gør det både mere sikkert for de luftfarende, der har lettere ved at identificere det afmærkede område, og mere skånsomt for omgivelserne, der bliver udsat for færre blink.

Da der imidlertid er væsentlige forskelle på de enkelte landes regulering af afmærkning på vindmøller, har GASR (Group of Aerodrome Safety Regulators) nedsat en arbejdsgruppe til identifikation og harmonisering af landenes regulering inden for afmærkning af vindmøller. I Europa er det dels JAA, og dels EU-agenturet EASA, som forestår arbejdet med harmonisering af de flyvesikkerhedsmæssige regler og standarder inden for EU.

EASA har anvendt GASR (Group of Aerodrome Safety Regulators) til at danne grundlaget for regelarbejdet inden for flyvepladser herunder hindringer. Med EU forordning 1108/2009 har EASA fået hjemmel til at udarbejde regler inden for området med flyvepladser og hindringer.

På grund af forskelle i nationale bestemmelser er strategien at udvikle et fælles minimum til grundlag for den fremtidige harmonisering af bestemmelserne. Minimum baseres på nuværende anbefalinger fra ICAO, hvor det enkelte land fortsat kan kræve yderligere afmærkning.

Arbejdsgruppen kan på baggrund af de erfaringer, der er indsamlet under udarbejdelsen af denne rapport, ikke anbefale, at de gældende regler i Danmark ændres på nuværende tidspunkt. Det er arbejdsgruppens vurdering i forhold til det nationale testcenter i Østerild, at den i VVM redegørelsen valgte løsning er den bedst tænkelige set i lyset af erfaringerne fra Høvsøre og de hensyn, der skal tages til både beboerne i området og luftfartssikkerheden.

Anbefaling

- Det anbefales, at Risø DTU jf. Østerild aftalen løbende overvåger den teknologiske udvikling og afrapportere løbende, således at den mest skånsomme teknologi til enhver tid anvendes, og med henblik på, at alternativ til bardunerede master indføres, så snart det bliver teknisk muligt. Det er endvidere afgørende, at nuværende krav til luftfartsafmærkning bibeholdes, såfremt nye afmærkningsformer afprøves.
- I forbindelse med udarbejdelse af VVM redegørelse for de kommende fabrikanttestpladser, overvejes det at anvende og teste ny lysmarkering. Trafikstyrelsen vil vurdere om og hvordan test af nye former for lysafmærkning kan tilpasses med de gældende internationale regler for luftfartsafmærkning for sikre at det er flyvesikkerhedsmæssigt forsvarligt.
- For såvel luftfarende, vindmølleindustri og bygherrer vurderes der at være væsentlige fordele forbundet med etableringen af fælles europæiske regler. Det anbefales derfor, at Trafikstyrelsen tilpasser spørgsmålet om en eventuel revision af de danske regler for lysmarkering af vindmøller til harmoniseringsarbejdet inden for EU's luftfartssikkerhedsagentur EASA, hvilket forventes at blive afsluttet i slutningen af 2013.

Bilag

*Bestemmelser for Civil Luftfart BL 3-10
Kommissorium for arbejdsgruppen*