

# Modellering av flyttfågelkollisioner, Tetom vindkraftsdelgeneralplan

Ramboll Finland

Jussi Mäkinen

16.10.2019

## Material och metoder

Kollisionsdödligheten för flyttfåglar vid kraftverken i Tetom vindkraftsdelgeneralplan bedömdes för de viktigaste arterna som flyttar via området. Viktiga arter ansågs vara stora arter vilkas regionalt eller nationellt viktiga flyttstråk enligt utgångsinformation går via planeringsområdet eller i dess närhet, eller arter som har setts i stort antal i Lovisaregionen då fågelflyttningen har studerats.

Kollisionsrisken för genomflyttande fåglar bedömdes enligt s.k. Bands modell (Band m.fl. 2007, Scottish Natural Heritage 2010) och korrigerades med artspecifika väjningsfaktorer. Bedömningsmetoden består av tre steg: Utgående från flyttflödet som observerats vid studier i terrängen bedöms sannolikheten för att en fågelart som flyger via planeringsområdet ska möta ett vindkraftverks rotor. Beräkningen beaktar antalet fåglar som flyger på riskhöjd och den totala svepyta som vindkraftverkens rotor bildar. Sedan bedöms sannolikheten för att en fågel som flyger genom rotorn ska träffas av ett rotorblad. Sannolikheten för att träffas påverkas av fågelns flyghastighet och flygsätt, fågelns storlek och vindkraftverkens tekniska egenskaper (rotorns rotationshastighet, rotorbladens dimensioner, bladvinkel). Sannolikheten för kollision beräknades med hjälp av ett Excel-verktyg som kan laddas ned på webben (Scottish Natural Heritage 2014).

Eftersom det har observerats att fåglar lätt tar en omväg kring vindkraftsparkerna och väjer för enskilda vindkraftverk om de flyger genom parken, korrigerades modellens resultat med artspecifika väjningsfaktorer. Som väjningsfaktorer användes uppgifter från de nyaste undersökningarna om fåglarnas verkliga väjningar. Dessa har fått bl.a. genom jämförelse av antalet fåglar som kolliderar med kraftverken med prognoserna enligt Bands modell och genom att undersöka fåglarnas beteende före och efter att en vindkraftspark har byggts.

Modelleringen gjordes med två olika rotortyper. I det första scenariot är rotortypen en av de största modellerna som för närvarande finns att få för landbaserade vindkraftverk, Vestas v162, och i modelleringen användas de tekniska egenskaper som tillverkaren hade uppgett. I det andra scenariot är rotorn en sådan rotor som planen möjliggör, med 200 meters diameter. Sådana rotor finns ännu inte i produktion, så beträffande den är de tekniska värdena delvis spekulationer.

Som rotationshastighet i modelleringen för båda scenarierna användes rotorns maximala hastighet minskad med 10 procent. Det här ligger mycket nära topphastigheten och är högre än den verkliga genomsnittliga rotationshastigheten för de valda rotormodellerna. Till exempel för modellen v162 är rotorns hastighet 4,3–12,1 varv per minut. Kollisionsmodelleringen gjordes alltså med en hastighet som ligger 10 % under topphastigheten, 10,9 varv per minut, vilket innebär att ett varv tar 5,5 sekunder. Det använda värdet ger betydligt högre kalkylerad fågeldödlighet än för rotationshastighetens medeltal, eftersom kraftverken snurrar med topphastighet bara uppskattningsvis 40 % av tiden. I båda scenarierna antogs kraftverken vara i gång i medeltal 98 % av tiden (alltså kraftverken antogs stå stilla 2 % av tiden) (Tabell 1).

**Tabell 1. Kraftverkens tekniska data som användes i kollisionsmodelleringen. Skillnaderna mellan scenarierna har markerats med grå bottenfärg**

	Scenario 1	Scenario 2
Rotordiameter (m)	162	200
Navhöjd (m)	180	180
Riskhöjdens övre gräns (meter över markytan)	261	280
Riskhöjdens nedre gräns (meter över markytan)	99	80
Antal kraftverk	8	8
Kraftverkens driftsgrad	0,98	0,98
Antal rotorblad	3	3
Rotorbladets maximala bredd (m)	4,2	4,2
Bladvinkel (grader)	0	0
Rotorns rotationshastighet (sekunder/varv)	5,5	6

Planeringsområdet ligger nära Finska vikens kust, som styr många fågelarters vår- och höstflyttning. Det är känt hur stora mängder fåglar som flyttar via planeringsområdets näromgivning, eftersom fågelflyttningen vid sydkusten har studerats vid många observationsplatser i årtionden och mängden genomflyttande fåglar har uppskattats bl.a. i samband med Nylands 4:e etapplandskapsplan. I den bakgrundsutredning som Ramboll gjorde för Nylands 4:e etapplandskapsplan 2016 uppskattades antalet fåglar av de vindkraftskänsliga fågelarter som flyttar via Röjsjö utredningsområde. Mängden genomflyttande fåglar anges i nedanstående tabell, likaså en uppskattad andel som antas flytta via den planerade zonen med vindkraftverk i Tetom (cirka en fjärdedel av mängden som flyttar via Röjsjö utredningsområde).

**Tabell 2. Mängden genomflyttande flyttfåglar vid Röjsjö utredningsområde enligt Nylands förbunds 4:e etapplandskapsplan (Ramboll 2016). Tetom planeringsområde ligger på Röjsjö utredningsområde och utgör i förhållande till fåglarnas flyttriktning ungefär en fjärdedel av hela bredden.**

Art	Antal som flyttar via Röjsjö utredningsområde, minimum-maximum	Andel som flyttar genom Tetom planeringsområde, minimum-maximum
sädgås	996-2545	249-636
bläsgås	911-2390	228-598
vitkindad gås	32984-77825	8246-19456
trana	166-202	42-51
kungsörn	10-13	3
bivråk	303-406	76-102
havsörn, hösten	14-23	4-6
ormvråk	406-1007	102-252
fjällvråk	86-150	22-38
sparvhök, hösten	350-700	88-175

Beträffande havsörnen gjordes dessutom en uppskattning av att en havsörn skulle flyga genom vindkraftsparken oftare än vartannat dygn, 200 gånger om året. Med den här uppskattningen ville man modellera konsekvenserna också för de fåglar som inte häckar utan stryker omkring över stora områden vid sydkusten, övervintrande fåglar och andra lokala individer utöver de genomflyttande fåglarna.

I kollisionsmodelleringens scenario 1 uppskattades att 50 % av de modellerade fåglarnas flyttning sker på den riskhöjd som rotorn utgör. För scenario 2 uppskattades att 60 % av flyttningen sker på den riskhöjd som rotorn utgör, för i det fallet är rotorns diameter större.

Fåglarnas längd och vingbredd antogs vara medeltalet av de dimensioner som anges i litteraturen (Beaman & Madge 1998). Fåglarnas flyghastighet antogs motsvara det som framkommit i Alerstams m.fl. (2007) radarmätning. Om det fanns resultat från flera olika undersökningar för någon art användes ett medeltal av dem.

Som artspecifika väjningsfaktorer användes följande värden:

- Gäss 99,8 % (Scottish Natural Heritage 2017)
- Trana 98 % (Scottish Natural Heritage 2017, Granér m.fl. 2011)
- Kungsörn 99 % (Whitfield 2009)
- Bivråk 98 % (Scottish Natural Heritage 2017)
- Havsörn 95 % (Bevanger m.fl. 2010)
- Ormvråk 98 % (Scottish Natural Heritage 2017)
- Fjällvråk 98 % (Scottish Natural Heritage 2010)
- Sparvhök 98 % (Scottish Natural Heritage 2017)

För gäss användes den väjningsfaktor som anges i de nyaste undersökningarna, 99,8 % (Scottish Natural Heritage 2017), vilket är större än vad som använts i de flesta tidigare kollisionsmodelleringar. Pendlebury (2006) konstaterade att den verkliga väjningsfaktorn enligt observationer kan vara ännu större än de 99 % som han har framfört, men mindre än 99,93 % som Fernley m.fl. (2006) har föreslagit. I de nyare undersökningarna har det konstaterats att man som väjningsfaktor för övervintrande Anser-gäss borde använda värdet 99,8 % (Scottish Natural Heritage 2013 & 2017).

För trana, bivråk, ormvråk, fjällvråk och sparvhök användes väjningsfaktorn 98 %, vilket är rekommenderat värde för alla arter i de fall där det inte finns tillgång till noggrannare undersökningar (Scottish Natural Heritage 2017). I norra Sverige i närheten av Umeå har man undersökt läget för tranornas flyttstråk före och efter att en vindkraftspark byggdes. För tranor konstaterades att alla individer tog en omväg kring hela den byggda vindkraftsparken (Granér m.fl. 2011). Därför är det inte motiverat att använda ett lägre värde än det antagna värdet som väjningsfaktor för trana, även om det verkliga antalet väjande tranor skulle vara ännu större än de 98 % som använts i modelleringen.

För havsörn användes i den här modelleringen en ganska låg väjningsfaktor, 95 % (Bevanger m.fl. 2010). Enligt satellituppföljningar kunde det också för havsörn vara motiverat att använda en väjningsfaktor på 97,5 % (May m.fl. 2011).

Som resultat av kollisionsmodelleringen erhöles kollisionernas variationsintervall som är baserat på variationsintervallet av det uppskattade antalet fåglar som flyger på riskhöjd (min-max). När det gäller övriga faktorer är modelleringen baserad på ovan beskrivna värden. Flera värden i kollisionsmodelleringen är baserade på medeltal, så en presentation av varje variabel som ett största eller minsta alternativ skulle ge ett större variationsintervall för det uppskattade antalet kolliderande fåglar. Det är dock inte sannolikt eller ens möjligt att alla möjliga variabler samtidigt intar sitt minimi- eller maximivärde med tanke på kollisionssannolikheten, för exempelvis vid ökad vindhastighet ökar rotnors rotationshastighet (ökar sannolikheten för kollision), men vid medvind ökar fågelns flyghastighet (minskar sannolikheten för kollision). Variationsintervallet för kollisioner som här har uppskattats är baserat på de nyaste tillgängliga forskningsrönen om sannolikheten för fågelkollisioner och de nyaste uppskattningarna av antalet fåglar som flyttar via Lovisa, så resultaten kan anses vara riktgivande.

## Resultat

Av de arter som flyttar genom området skulle enligt kollisionsmodelleringen flest kollisioner ske för **vitkindade gäss** (Tabell 3). För vitkindade gäss skulle det i scenario 2 inträffa kollisioner högst 0,4 gånger per år, eller i praktiken högst varannat år. Den här kollisionsuppskattningen är baserad på att cirka 20.000 individer årligen flyttar via planeringsområdet. Under enstaka flyttperioder, främst till följd av intensiv höstflyttning, är ännu större antal genomflyttande individer möjliga, eftersom planeringsområdet ligger på de arktiska gässens nationella huvudflyttstråk. Beståndet av genomflyttande vitkindade gäss ökar och beståndet som övervintrar inom EU:s område är uppskattningsvis 633.000-804.000 individer (BirdLife International 2017), så den planerade vindkraftsparken i Tetom bedöms inte ha någon inverkan på arten på populationsnivå.

Beträffande **andra gäss** bedöms antalet kollisioner bli högst en per hundra år. För **tranor** uppskattas antalet kollisioner bli 1-2 per hundra år på grund av att arten har sämre väjningsfaktor än gässen.

För genomflyttande rovfåglar bedöms flest kollisioner ske för **ormvråk, bivråk** och **sparvhök**. För de här arterna uppskattas kollisioner ske 2-6 gånger per art per hundra år, beroende på art och scenario.

För genomflyttande **kungsörnar** kan kollisionerna bedömas bli betydelselösa. För genomflyttande **havsörnar** är sannolikheten för kollisioner också mindre än en kollision per hundra år. Då man också beaktar de lokala och kringstrykande havsörnar som rör sig via planeringsområdet bedöms det ske högst en kollision med 7-8 års mellanrum. Det här scenariot bygger på antagandet att 200 individer årligen flyger genom vindkraftsparken, vilket är mera än vad som observerats i de studier som hittills gjorts. För havsörnen är den här uppskattningen i fråga om storleksordning i linje med de studier som gjorts vid Bottenviken 2014-2018: Inom Simo, Ijo, Kalajoki, Pyhäjoki och Brahestad har fem havsörnar som kolliderat med vindkraftverk på ett område med 182 kraftverk hittats (Suorsa 2019).

**Tabell 3. Modellerad kollisionsdödlighet för flyttfåglar (individer/år). Scenario 1 är baserat på Vestas v162 rotoregenskaper och scenario 2 på den maximala rotorstorlek som planen möjliggör.**

Art	Antal individer som flyttar via planeringsområdet/år	Scenario 1, kollisioner/år	Scenario 2, kollisioner/år	Generaliserad uppskattning av kollisioner
sädgås	249-636	0,006-0,015	0,006-0,016	högst en gång på hundra år
bläsgås	228-598	0,005-0,014	0,006-0,014	högst en gång på hundra år
vitkindad gås	8246-19456	0,180-0,425	0,188-0,444	högst vartannat år
trana	42-51	0,013-0,015	0,014-0,017	1-2 gånger per hundra år
kungsörn	3	<0,001	<0,001	mera sällan än en gång på tusen år
bivråk	76-102	0,018-0,024	0,019-0,025	2-3 gånger per hundra år
havsörn (endast höstflyttning)	4-6	0,003-0,004	0,003-0,004	mera sällan än en gång på hundra år
<i>havsörn, 200 genomflygningarna</i>	200	0,13	0,14	en kollision med 7-8 års mellanrum
ormvråk	102-252	0,022-0,056	0,024-0,059	2-6 kollisioner per hundra år
fjällvråk	22-38	0,005-0,009	0,006-0,01	mera sällan än en gång på hundra år
sparvhök (endast höstflyttning)	88-175	0,017-0,034	0,018-0,036	2-4 gånger per hundra år

### Modellerings osäkerhetsfaktorer

I kollisionsmodelleringen enligt Bands modell antas fåglarna alltid flyga vinkelrätt mot rotorn, vilket innebär att fåglarna flyger rakt i medvind eller motvind. Modellen beaktar de olika hastigheterna för mötet med rotorn på grund av medvind eller motvind och beräknar ett medeltal för dem. Eftersom fåglarna i verkligheten ofta flyttar en aning snett i förhållande till vindriktningen, minskar den riskareal som rotorn utgör, då rotorn ligger mera snett i förhållande till mötesriktningen. Å andra sidan i de fall där flygbanan leder till genomflygning genom rotorn, är en genomflygning i sned vinkel riskablare, eftersom det tar längre tid att flyga genom riskzonen.

Bands modell beaktar inte rotorbladets tjocklek, och bladbredden har ingen stor betydelse i modelleringen vid användning av en mycket liten bladvinkel (situationen vid höga varvtal). Fernley m.fl. (2006) visade att Bands modell ger en 10-30 % underskattning av kollisionerna vid genomflygning, eftersom modellen inte beaktar bladtjockleken. Den här felkällans betydelse minskar då man tillsammans med modellen använder de rekommenderade artspecifika väjningsfaktorerna, som är baserade på observationer vid fågelkollisioner jämfört med antalet fåglar som flyttade genom området före vindkraftsprojektet. Väjningsfaktorn beaktar alltså i verkligheten också de matematiska begränsningarna i Bands modell, eftersom väjningsfaktorn är avsedd att korrigera antalet kollisioner enligt Bands modell så att de motsvarar det observerade antalet.

Den använda väjningsfaktorn påverkar modelleringens slutresultat betydligt mera än skillnaderna i den egentliga matematiska kollisionsberäkningen. Till exempel en skillnad på  $\pm 20\%$  i kollisionsberäkningens resultat motsvarar detsamma som skillnaden mellan väjningsfaktorerna 99,80 och 99,76 %. (Fernley m.fl. 2006).

I modelleringen har rovfåglar och tranor modellerats att möta turbinen vid glidflygning, medan övriga artgrupper har modellerats enligt aktiv flygning då de möter turbinen. Skillnaden är liten för slutresultatet. I modelleringen antas en fågel passera turbinen endast en gång under flyttsäsongen.

Modellen beaktar alltså inte att fåglar som stannar på området för att rasta kan flyga genom vindkraftsparken flera gånger, och den beaktar inte heller en situation där exempelvis rovfåglar kan kretsa över området. Modellen beskriver alltså risken för de fåglar som flyttar genom området utan att stanna.

Kollisionsmodelleringens scenario 2, som här har beskrivits, motsvarar påverkan av den största vindkraftverksmodell som planen möjliggör, då alla turbiner är i gång 98 % av tiden med nästan full hastighet (90 % av maximal hastighet). Det är alltså fråga om en uppskattning som ligger mycket nära värsta möjliga situation, vilket sannolikt är en överskattning av de kollisioner som sker under ett år.

## KÄLLOR

Alerstam T., Rosén M., Bäckman J., Ericson, P. G. P. & Hellgren, O. 2007: Flight Speeds among Bird Species: Allometric and Phylogenetic Effects. *PLoS Biol* 5(8): e197. doi:10.1371/journal.pbio.0050197

Band, W, Madders, M. & Whitfield, D. 2007: Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. Teoksessa: Lucas, M., Janss, G. & Ferrer, M. 2007 (toim.): Birds and wind farms. Risk Assessment and mitigation: 259-275.

Beaman, M. & Madge, S. 1998: The Handbook of Bird Identification for Europe and the Western Palearctic. Christopher Helm Ltd., Lontoo. 868 s.

Bevanger K., Berntsen F., Clausen S., Dahl E.L., Flagstad Ø, Follestad A., Halley D., Hanssen F., Johnsen L., Kvaløy P., Lund-Hoel P., May R., Nygård T., Pedersen H.C., Reitan O., Røskaft E., Steinheim Y., Stokke B. & Vang R. 2010: Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway (BirdWind). Report on findings 2007-2010. NINA report 505. 70 s.

BirdLife International 2017: European birds of conservation concern: populations, trends and national responsibilities Cambridge, UK: BirdLife International.

Fernley, J., Lowther, S. and Whitfield, P. 2006: A review of goose collisions at operating wind farms and estimation of the goose avoidance rate. A report by Natural Research Ltd, West Coast Energy and Hyder Consulting. [Http://www.westcoastenergy.co.uk/documents/goosecollisionstudy.pdf](http://www.westcoastenergy.co.uk/documents/goosecollisionstudy.pdf)

Granér A., Lindberg N. & Bernhold A. 2011: Migrating birds and the effect of an onshore wind farm. Posterisitys konferenssissa "Conference on wind energy and wildlife impacts, 2-5 May 2011". Norwegian Institute for Nature Research (NINA).

May, R., Nygård, T., Dahl, E.L., Reitan, O. & Bevanger, K. 2011: Collision risk in white-tailed eagles. Modelling kernel-based collision risk using satellite telemetry data in Smøla wind power plant. - NINA Report 692. 22 pp.

Pendlebury, C. 2006: An appraisal of "A review of goose collisions at operating wind farms and estimation of the goose avoidance rate" by Fernley, J., Lowther, S. and Whitfield, P. A report by British Trust for Ornithology under contract to Scottish Natural Heritage. BTO Research Report No. 455. 31 s.

Ramboll 2016: Tuulivoima-alueiden yhteisvaikutukset muuttolinnustoon, Natura-alueisiin sekä suuriin petolintuihin. Uudenmaan 4. vaihemaakuntakaava. Uudenmaan liitto.

Scottish Natural Heritage 2000: Calculating a theoretical collision risk assuming no avoiding action. Guidance Note Series. 10 s.

Scottish Natural Heritage 2010: Use of Avoidance Rates in the SNH Wind Farm Collision Risk Model. SNH Avoidance Rate Information & Guidance Note. 10 s.

Scottish Natural Heritage 2013: Avoidance rates for wintering species of geese in Scotland at onshore wind farms.

Scottish Natural Heritage 2014: Bird collision risks guidance. <http://www.snh.gov.uk/planning-and-development/renewable-energy/onshore-wind/bird-collision-risks-guidance/>  
Scottish Natural Heritage 2017: Avoidance Rates for the onshore SNH Wind Farm Collision Risk Model. July 2017.

Suorsa, V. 2019: Linnustovaikutusten seuranta suomalaisissa tuulivoimapuistoissa. – Linnutvuosikirja 2018: 148-155.

Whitfield, D. P. 2009: Collision Avoidance of Golden Eagles at Wind Farms under the 'Band' Collision Risk Model. Report to Scottish Natural Heritage. Natural Research Ltd, Banchory, UK.