

Bilaga 7

Vindkraftpark på Fladengrund. Studie av undervattensbuller från vindkraftpark på Fladen.



Vindkraftspark på Fladengrund

Projekt	Studie av undervattensbuller från vindkraftspark på Fladen
Rapport	11-00148-02022700
Uppdragsansvarig	Hans Lindell
Göteborg	2002-02-27

Ingemansson Technology AB
Box 276, SE-401 24 Göteborg, Sweden
Phone +46 31 774 74 00
Fax +46 31 774 74 74
www.ingemansson.com

Projekt: 11-00148
Rapport: 11-00148-02022700
Datum: 2002-02-27
Antal sidor: 10
Bilagor:
Sida 2 (10) Rapport



INGEMANSSON

Vindkraftspark på Fladengrund

Projekt Underlag till MKB för störning av fiskar från vindkraftverk.

Uppdragsgivare: Göteborg Energi AB
Bengt Yngve

Box 53
SE-401 20 GÖTEBORG

Sammanfattning:

Vid en utbyggnad av en vindkraftspark på Fladen kommer ljudnivån under vatten att öka inom området. Vilken påverkan detta kan komma att få på djurlivet är mycket svårt att veta men i jämförelse med vattenmassor som utsätts för buller från fartygstrafik och från järnvägsbroar förfaller ljudnivåerna i en vindkraftspark att ligga betydligt lägre. Uppskattningen av ljudnivån på Fladen är baserad på mätdata från ett mindre vindkraftverk av äldre modell eftersom mätresultat saknas från de aktuella 3,5 MW vindkraftverken varför slutsatserna om ljudnivån på Fladen får tolkas utifrån dessa förutsättningar.

Handläggare: Hans Lindell

Kvalitetskontroll: Erik Rudolphi



11-00148

Innehåll

1. Inledning	3
2. Ljud från vindkraftverk	3
2.1. Mätning av undervattensbuller	3
2.2. Ljudets uppkomst	4
2.3. Spridning	4
2.4. Fundamentets betydelse	4
2.5. Ljudnivå från vindkraftverk	4
2.6. Ljud från stora vindkraftverk	7
2.7. Jämförelse med ljud från broar och fartyg	7
2.8. Effekter av flera vindkraftverk.	8
3. Referenser	10

1. Inledning

Ingemansson har fått i uppdrag att undersöka ljudproblematiken under vatten vid placering av vindkraftverk på Fladen. Denna rapport utgör underlag för Miljökonsekvensbeskrivningen för vindkraftpark Fladen.

En litteraturstudie har genomförts tillsammans med överslagsmässiga beräkningar för att erhålla en uppskattning av den förväntade ljudnivån vid en exploatering.

Det har visat sig att det endast finns ett fåtal ljudmätningar utförda under vatten på havsbaserade vindkraftverk och inga på vindkraftverk av den aktuella storleken på 3,5 MW. De mätningar som finns är alla utförda på vindkraftverk < 500 kW. Uppskattningen av ljudnivån på Fladen är baserad på mätdata från ett mindre vindkraftverk av äldre modell eftersom mätresultat saknas från de aktuella 3,5 MW vindkraftverken varför slutsatserna om ljudnivån på Fladen får tolkas utifrån dessa förutsättningar.

2. Ljud från vindkraftverk

2.1. Mätning av undervattensbuller

Ljud uppkommer p g a tryckvariationer i ett media. Vanligtvis är detta media luft men kan även vara vatten. Vid mätning ovan vatten anges vanligtvis ljudet uttryckt i dBA relativt 20 μ Pa och vid mätning under vatten uttrycks ljudet i dB relativt 1 μ Pa. Detta innebär att mätetalen inte enkelt går att jämföra med varandra dels p g a olika relativnivåer och dels p g a att i luftljud vanligtvis A-vägs för att återspegla människans uppfattning om ljud.

Resultatet är att 30 dBA relativt 20 μ Pa mäts upp som en tyst bakgrunds nivå i t ex en skog medan 60 dB relativt 1 μ Pa är en tyst bakgrunds nivå under vatten.

Det är därför viktigt att inte blanda ihop mätetal ovan vatten med de under vatten.

2.2. Ljudets uppkomst

Ljud som alstras från ett vindkraftverk av uppströmstyp härrör huvudsakligen från aerodynamiskt bredbandigt brus från turbinbladen samt från mekaniskt ljud från växellådan. Det aerodynamiska ljudet kan betraktas som bredbandigt medan ljudet från växeln huvudsakligen består av toner.

Ljudets utbredningsväg från vindkraftverket till vattnet kan spridas via två vägar, dels via luften ner till vattnet och dels som stomljud genom tornet ner till fundamentet och ut i vattnet.

Eftersom luften och vattnet har mycket olika akustisk impedans kommer den övervägande delen av det luftburna ljudet att reflekteras mot vattenytan varför endast en mycket liten del av energin kommer att orsaka undervattensljud vilket också har uppmätts vid vindkraftverk i Uffe Dongs rapport [1]. Även beräkningar har visat att det luftburna ljudet endast kan uppnå låga värden i en teoretisk betraktelse [2].

För det stomljudstransmitterade ljudet är den akustiska kopplingen till vattnet god vilket innebär att merparten av ljudet är stomljudstransmitterat via tornet och fundamentet ut i vattnet. Detta innebär att det utstrålade ljudet under vatten huvudsakligen härrör från vibrationer i maskineriet.

2.3. Spridning

Eftersom havsbaserade vindkraftverk placeras på måttliga djup och att det intressanta avstånden från vindkraftverken är betydligt större än vattendjupet kan man anta en tvådimensionell spridningsmodell. Detta innebär att ljudtrycksminskningen minskar med 3 dB vid en fördubbling av avståndet vilket också mätningar har indikerat utförda av Westerberg på Fiskeriverket [6]. Innebörden blir att avståndet skall fyrdubblas för att ljudtrycket skall halveras och att ljudet klingar av hälften så fort som det gör ovan vatten där ljudet kan breda ut sig i tre dimensioner.

2.4. Fundamentets betydelse

Det finns huvudsakligen två typer av fundament, monopile och gravitationsfundament. Valet av fundament kommer att påverka ljudutstrålningen. Ett gravitationsfundament har en betydligt större massa som verkar dämpande men erbjuder samtidigt en större effektiv ljudöverförande yta mot vattnet än ett fundament av typ monopile som är ett nerstuckt rör.

I en dansk undersökning har ljudet jämförts mellan en monopile och ett betongfundament. Resultatet visade att monopile alstrade en större andel av ljud mellan 50 – 500 Hz medan betongfundamentet alstrade mer under 50 Hz [1].

2.5. Ljudnivå från vindkraftverk

En av få relevanta mätningarna som utförts är gjorda på Svante 1 utanför Gotland av Fiskeriverket i början på 90-talet [6]. Vindkraftverket är en 220 kW Windword A/S med en tornhöjd på 35 m. Turbinen är trebladig med en bladpassagefrekvens på ca 2 Hz.

Tornet består av en tripod av betong.

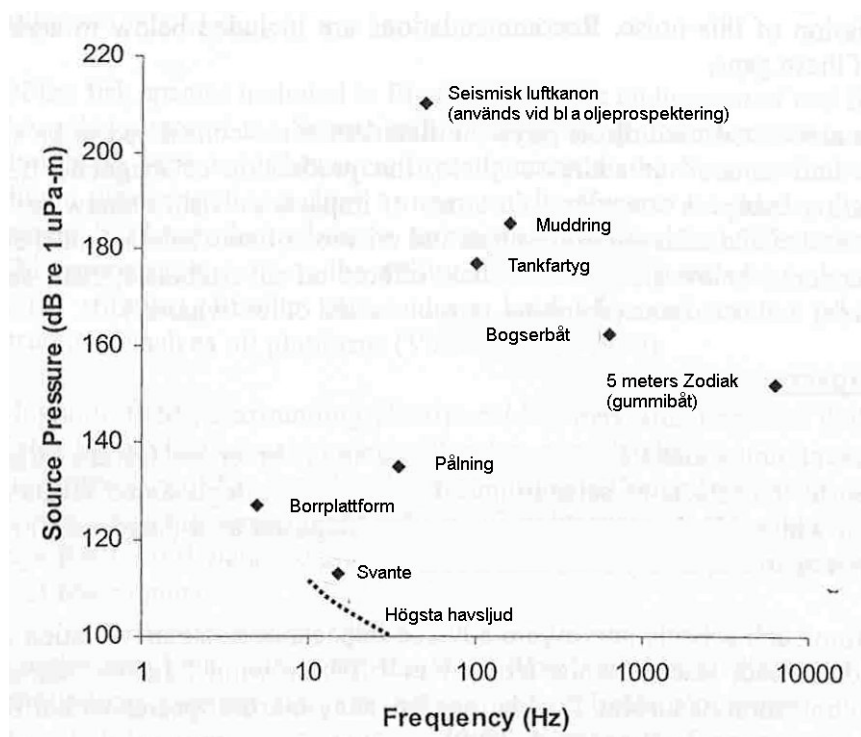
Dessa visar att ljudtrycket har ett maximum i tersbandet 16 Hz vilket motsvarar 8:e övertonen till bladpassagefrekvensen. Detta tersband har en nivå på 113 dB re 1μPa, 1 m vid en vindhastighet på 12 m/s².

Ljudets frekvensinnehåll är lågfrekvent och över 500 Hz är bidraget försumbart i jämförelse med bakgrundsnoise [1,3].



INGEMANSSON

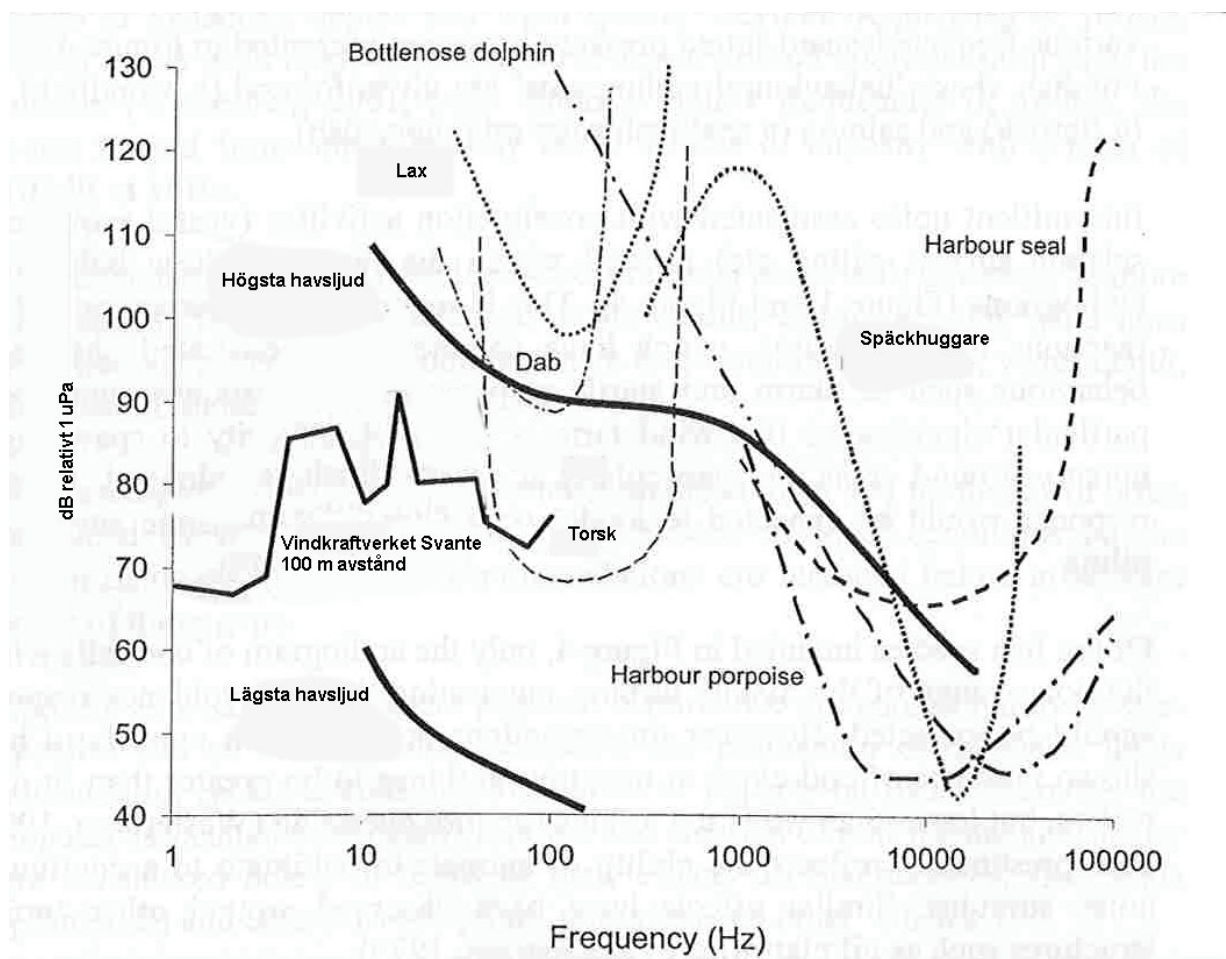
En jämförelse av ljudeffekten med andra typer av förekommande störningar presenteras i figuren nedan som är hämtad från en engelsk rapport [4]. Dock verkar det föreligga ett fel i denna och "Svantes" nivå skall vara 113 dB enligt källdata [6]. Figuren nedan är korrigerad m a p detta. 20 dB innebär en faktor 10.



Vad som framgår är att ljudeffekten från olika sorters fartyg är 40 - 60 dB högre än från ett vindkraftverk.



En jämförelse med djurs hörseltröskel och det avgivna ljudet från "Svante" visas i figuren nedan. Den är hämtad från samma engelska undersökning som i den tidigare grafen [4] men nivåerna från Svante är i denna 10 dB för höga jämfört med källan [4]. Figuren nedan är korrigerad för detta.



Vad som framgår är att ljudet från Svante på 100 meters avstånd endast vid ca 100 Hz överskrider torskens hörseltröskel. Lägre ner i frekvens kan torsken inte uppfatta ljudet.

2.6. Ljud från stora vindkraftverk

Jämförelserna i denna rapport är gjorda utifrån de enda relevanta mätdata som finns tillgängliga vilket är Fiskeriverkets mätningar på Svante ett 220 kW Windword [6].

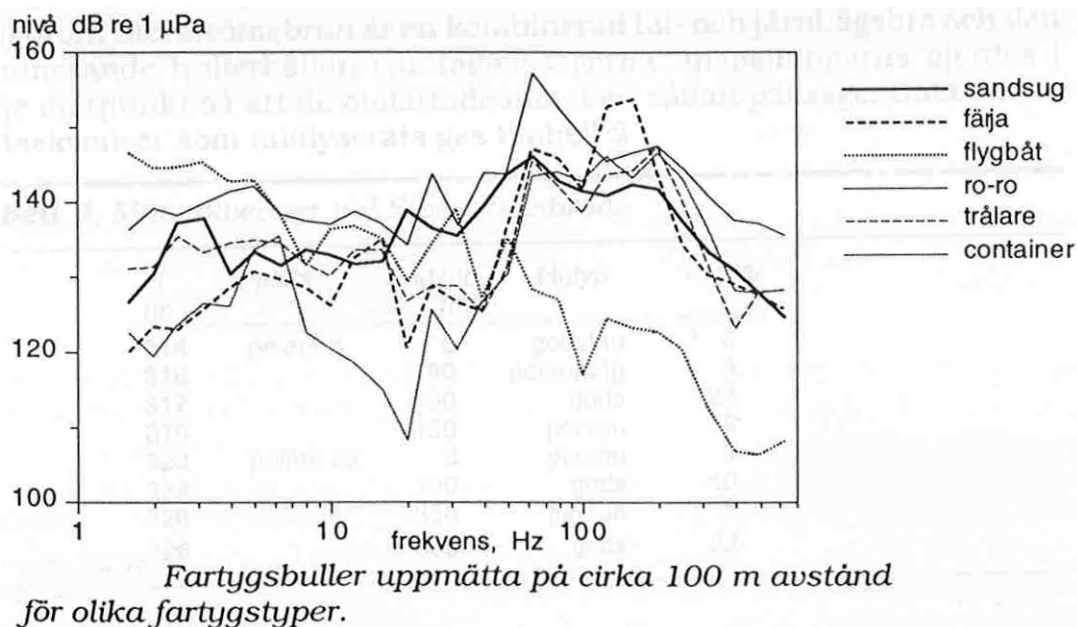
De för Fladen aktuella vindkraftverken är på 3,5 MW vilket är betydligt mycket större och skiljer sig avsevärt från Svante. Ljudnivån från ett på 3,5 MW kommer troligen att vara högre än Svante p g a större massor i rörelse men samtidigt kommer fundamentens vikt vid val av gravitationsfundament verka dämpande på ljudet i synnerhet inom de högre frekvenserna.

Ett försök till uppskattning av större vindkraftverks ljudutstrålning har utförts av Ödegård&Danneskiöld-Samsöe A/S på uppdrag av danska SEAS [1]. I detta arbete mättes ljudnivåer under vatten samt fundamentvibrationer för två 500 kW vindkraftverk, ett med monopilefundament och ett med gravitationsfundament. Sedan mättes fundamentvibrationerna upp på ett 2 MW landbaserat vindkraftverk. Därefter skalades undervattensljudet upp till ett 2 MW havsbaserat vindkraftverk. Resultatet visar att ett 2 MW gravitationsfundament ger en ljudeffekt på 140 dB rel 1 μ Pa 1m och ett 2 MW på monopile ger 126 dB rel 1 μ Pa 1m. att jämföras med Svantes 113 dB rel 1 μ Pa 1m.

Bristerna i detta arbete är att man inte tagit hänsyn till frekvenser under 10 Hz samt att skalningsantagandena inte är redovisade varför resultaten skall tolkas med stor försiktighet.

2.7. Jämförelse med ljud från broar och fartyg

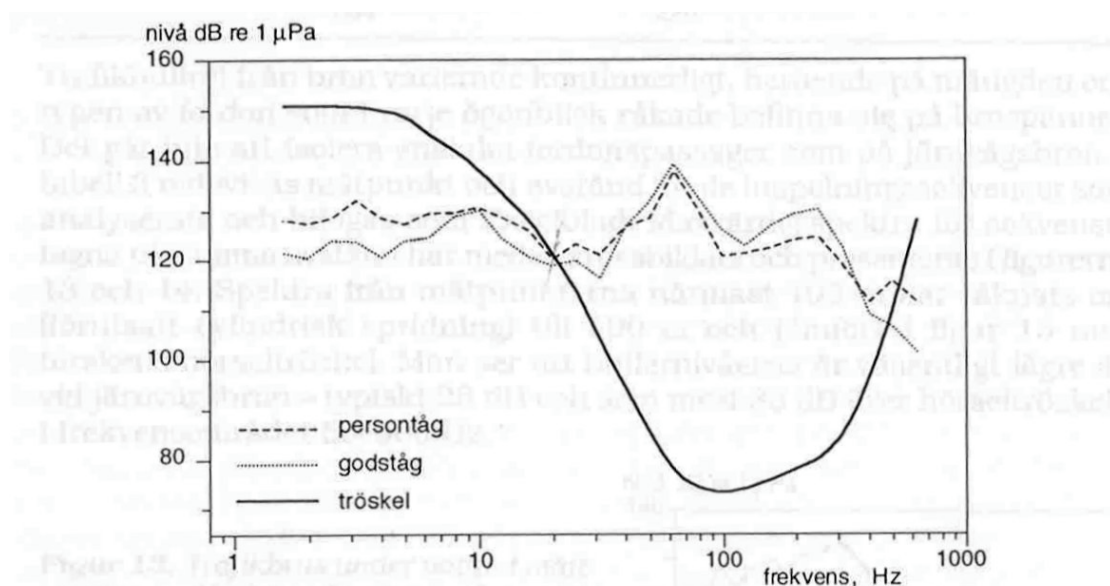
I en studie gjord av Fiskeriverket har ljud från broar och fartyg utförts [5]. Det är intressant att jämföra dessa ljudnivåer med de från vindkraftverk eftersom de långsiktiga effekterna på fiskar från dessa ljud är betydligt bättre kända än vad är fallet med de från vindkraftverk.





Figuren ovan visa fartygsbuller på 100 m avstånd från denna undersökning. I en jämförelse med Svante ligger denna med en maximal nivå på 93 dB vid 16 Hz vid samma avstånd 100 m. Skillnaden 40 dB motsvarar en faktor 100 ggr.

Figuren nedan visar ljudtrycket på 100 m avstånd vid mätning på Storströmsbron också denna hämtad från samma undersökning [5].



Jämförelse mellan typiska bullerspektra på 100 m avstånd från Storströmsbron i samband med tågpassager och hörseltröskeln hos torsk.

Vid en jämförelse med Svante framgår även här att ljudtrycket är ca 30 – 40 dB lägre vid samma avstånd.

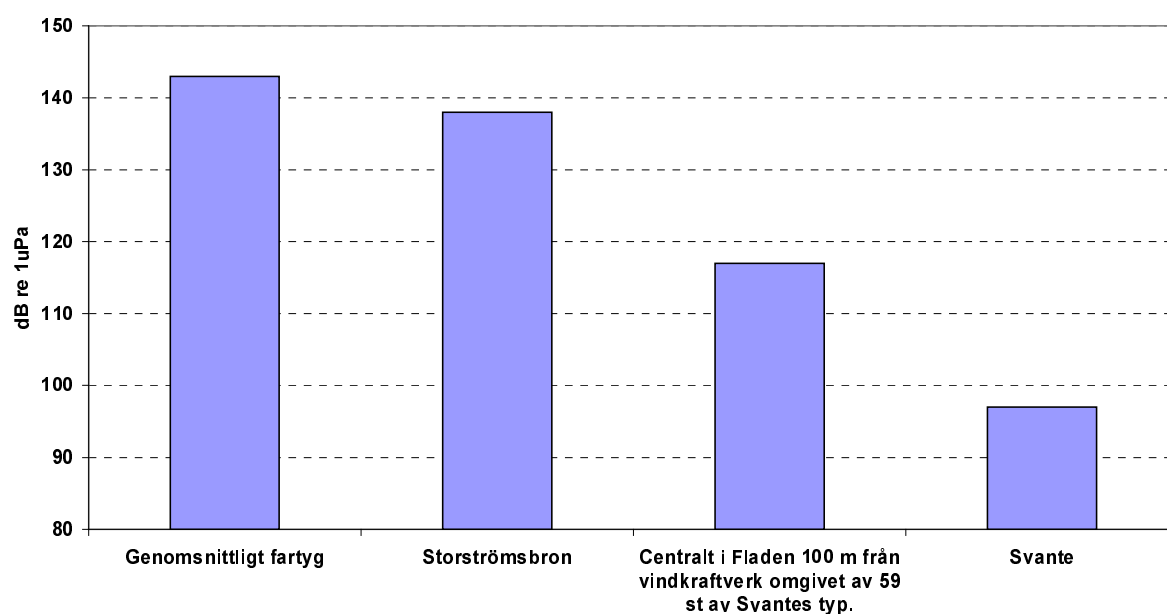
2.8. Effekter av flera vindkraftverk.

Genom att placera flera vindkraftverk intill varandra läggs ljudnivån samman i en given punkt från alla i parken förekommande kraftverk. I detta fall består parken av 59 vindkraftverk utspridda på en yta ca 12 x 8,5 km. En mycket grov uppskattning av effekten på Fladen som bygger på endast geometrisk dämpning med 3 dB per dubblat avstånd ger att på 100 m avstånd från ett centralt placerat kraftverk skall ca 20 dB adderas till ljudtrycksnivån för att ta hänsyn till de omgivande verkens bidrag.



Figuren nedan visar den sammanlagda ljudtrycksnivån i frekvenserna 1 – 100 Hz baserat på mätningarna i [5-6].

Ljudtrycksnivå på 100 m avstånd
Sammanlagd ljudtrycksnivå i tersbanden 1 - 100 Hz



Beräkningen av Fladens ljudnivå är gjord utifrån mätdata från Svante vilket är ett relativt litet vindkraftverk.



INGEMANSSON

3. Referenser

1. Deng Uffe "Havvindmøller – VVM", Ödegaard & Danneskiold-Samsøe A/S, rapport 00.792 rev 1,(2000).
2. Finnveden S. "Vindkraft - buller. Undervattensbuller. Transmission av buller från vindkraftverk till ljud i vatten" Underlagsmaterial till SOU 1998:32. Bostadsdepartementet, pp14. (Vindkraftsutredningen rapport 4) Avd:3.Acc-nr:3/88/LC.(1988)
3. Morén Per et al, FOI, "Acoustic and Electromagnetic noise induced by wind mill – implications for underwater surveillance systems Pilot study", (2001).
4. Vella G et al "Assessment of the effects of noise and vibration from offshore wind farms on marine wildlife", Univeristy of Liverpool, Centre for marine and costal studies enviromental resesarch and consultancy, (2001)
5. Westerberg H "Ljud och vibrationsmätningar vid broar", Fiskeriverket, (1996)
6. Westerberg H, "Fiskeriundersökningar vid vindkraftverket Svante 1 1990-1993", Fiskeriverket, (1994).
7. Westerberg H, "Impact studies of sea-based windpower in Sweden", Fiskeriverket, Lecture held at Technische Eingriffe in marine Lebensräume, Bundesamt fur Naturschutz Internationale Naturschutzakademie Insel Vilm 27-29.10.1999.