LiU-ITN-TEK-A--08/056--SE

Fågelskrämma på fyrar

Henrik Ruul

2008-05-05

Linköpings universitet
TEKNISKA HÖGSKOLAN

Department of Science and Technology
Linköping University
SE-601 74 Norrköping, Sweden

Institutionen för teknik och naturvetenskap
Linköpings Universitet
601 74 Norrköping

LiU-ITN-TEK-A--08/056--SE

Fågelskrämma på fyrar

Examensarbete utfört i elektronikdesign
vid Tekniska Högskolan vid
Linköpings universitet

Henrik Ruul

Handledare Mats Palmgren
Handledare Christian Lagerwall
Examinator Ole Pedersen

Norrköping 2008-05-05

LINKÖPING UNIVERSITY
ELECTRONIC PRESS

Upphovsrätt

Detta dokument hålls tillgängligt på Internet – eller dess framtida ersättare – under en längre tid från publiceringsdatum under förutsättning att inga extraordinära omständigheter uppstår.

Tillgång till dokumentet innebär tillstånd för var och en att läsa, ladda ner, skriva ut enstaka kopior för enskilt bruk och att använda det oförändrat för ickekommersiell forskning och för undervisning. Överföring av upphovsrätten vid en senare tidpunkt kan inte upphäva detta tillstånd. All annan användning av dokumentet kräver upphovsmannens medgivande. För att garantera äktheten, säkerheten och tillgängligheten finns det lösningar av teknisk och administrativ art.

Upphovsmannens ideella rätt innefattar rätt att bli nämnd som upphovsman i den omfattning som god sed kräver vid användning av dokumentet på ovan beskrivna sätt samt skydd mot att dokumentet ändras eller presenteras i sådan form eller i sådant sammanhang som är kränkande för upphovsmannens litterära eller konstnärliga anseende eller egenart.

För ytterligare information om Linköping University Electronic Press se förlagets hemsida http://www.ep.liu.se/

Copyright

The publishers will keep this document online on the Internet - or its possible replacement - for a considerable time from the date of publication barring exceptional circumstances.

The online availability of the document implies a permanent permission for anyone to read, to download, to print out single copies for your own use and to use it unchanged for any non-commercial research and educational purpose. Subsequent transfers of copyright cannot revoke this permission. All other uses of the document are conditional on the consent of the copyright owner. The publisher has taken technical and administrative measures to assure authenticity, security and accessibility.

According to intellectual property law the author has the right to be mentioned when his/her work is accessed as described above and to be protected against infringement.

For additional information about the Linköping University Electronic Press and its procedures for publication and for assurance of document integrity, please refer to its WWW home page: http://www.ep.liu.se/

© Henrik Ruul

Sammanfattning

Denna rapport har sökt en lösning till, det av Sjöfartsverket, identifierade problemet med skarvfåglar på Sveriges fyrar. Skarvens träck har en mycket från doft som skapar obehag hos Sjöfartsverkets personal som utför underhållsarbeten på fyrarna. Fågelträcken luktar inte bara illa utan bidrar också till ett utökat behov av rengöring samt målningsarbeten.

Inledningsvis undersöktes framförallt skarvfågeln noggrant med syfte att bidra till ökad förståelse för problemet. Det konstaterades bland annat att skarven nu är en ytterst talrik invånare i våra skärgårdar efter att ha genomgått en stark populationsökning under de senaste decennierna.

En utvärdering av tidigare testade metoder för att skrämma skarvarna utfördes. Denna utvärdering kunde inte finna någon framgångsrik metod utan visade istället på att en tillvänjningseffekt mot skrämmorna ofta uppstod givet att fåglarna fick tid att vänja sig. Tillvänjningseffekten kunde inte påvisas med säkerhet hos alla de utvärderade metoder men mycket pekade på att skarvar förmodligen alltid kommer vänja sig vid utplacerade skrämmor på fyrar.

En hypotes att skarvar verkade undvika att vistas i närheten av basstationer för mobiltelefoni undersöktes. Det visade sig att fåglar innehar ett magnetiskt mineral som mycket väl kan absorbera strålning ifrån master för mobiltelefoni. Dessvärre visade sig osäkerheten om huruvida strålningen på något sätt påverkade fåglarnas beteende vara stor. Om effekten verkligen existerade bedömdes den som alltför ringa för att kunna fungera som en effektiv fågelskrämma.

Avslutningsvis behandlas en för skarvarna hindrande åtgärd som med viss framtida utveckling eventuellt kan visa sig vara en slutgiltig lösning på problemet. Den hindrande åtgärden bestod av spikar konstruerade så att skarven inte kan landa på fyren.

Abstract

This thesis attempts to solve a problem identified by the Swedish Maritime administration. The problem consists of birds, more precisely great cormorants, which stain lighthouses with their faeces. Initially an investigation of the great cormorants is performed. The cormorants thrive in great numbers nowadays in the Swedish archipelago after being extinct only a few decades ago.

The faeces has a very foul smell and is therefore considered as a problem by maintenance personnel working on lighthouses. It also causes an increased need for cleaning and repainting.

An evaluation of previously tested methods for bird deterring was also performed. That evaluation did not discover any methods that had a long lasting effect. Rather it seemed that all methods suffered from habituation.

Information about cormorants that tends to avoid being close to base stations for mobile phones was investigated. The investigation could neither confirm such an effect, nor dismiss one. Further investigation was discontinued since it was assumed that the effect was, if it existed, too weak to function as a bird deterring device.

Finally bird spikes were discussed. Bird spikes were considered as an interesting direction for future work since it was judged to be a conceivable and permanent solution.

Innehållsförteckning

1 INLEDNING 7

Syfte 7
Metod och källor 7
Struktur 7
Avgränsningar 7

2 FÅGLAR 8

2.1 Hörsel 8
2.2 Syn 8
2.3 Ljudkommunikation 8
2.4 Mottaglighet för elektromagnetism 9
2.4.1 Magnetit 10
2.4.2 Fria radikaler 10
2.5 Fåglar på fyrar 11
2.5.1 Skarvar 11
2.5.2 Trutar 14

3 UTVÄRDERING AV TRADITIONELLA FÅGELSKRÄMMOR 14

3.1 Attrapp av rovfågel 14
3.1.1 Användning av attrapper 14
3.1.2 Effekt av attrapper 15
3.2 Gasolkanon 16
3.2.1 Användning av gasolkanoner 16
3.2.2 Effekt av gasolkanon 16
3.3 Ljudskrämmor 16
3.3.1 Användning av ljudskrämmor 17
3.3.2 Effekt av ljudskrämmor 17
3.4 Laser 18
3.4.1 Användning av laser 18
3.4.2 Effekt av laser 19

4 STUDIE I FLINTRÄNNAN 19

4.1 Området 19
4.2 Observationer 20
4.2.1 Ombord på Flintrännan Nordost 20
4.2.2 Ombord på Flintrännan nr6 22
4.3 Fågelskådning via 3G 23
4.3.1 Systembeskrivning 23
4.3.2 Systembegränsningar 24

5 RIKTAT FÖRSÖK MED LJUDSKRÄMMA 24

5.1 Bird Gard Super Pro 24
5.2 Det modifierade systemet 25
5.3 Försökuppställning för modifierad Bird Gard Super Pro 29

6 ALTERNATIVA LÖSNINGAR 30

6.1 Elektromagnetism 30
6.2 Hindrande åtgärder 31

6.3 AVSKJUTNING 33

7 RESULTAT OCH SLUTSATSER 34

7.1 TRADITIONELLA FÅGELSKRÄMMOR 34
7.2 RIKTAT FÖRSÖK MED LJUDSKRÄMMA 35
7.3 FÅGELSKÅDNING PÅ FLINTRÄNNAN NR6 35
7.4 ELEKTROMAGNETISM SOM FÅGELSKRÄMMA 36
7.5 ÖVRIGA METODER 37

8. DISKUSSION OM RESULTAT OCH FRAMTIDA INRIKTNING 39

8.1 ÄR TRADITIONELLA FÅGELSKRÄMMOR HOPPLÖSA? 39
8.2 ÄR DET VERKLIGEN MINDRE ANTAL SKARVAR PÅ FLINTRÄNNAN NR6? 39
8.3 VARFÖR ÄR DET MINDRE SKARVAR PÅ FLINTRÄNNAN NR6? 39
8.4 BYGGA BORT 40
8.5 FRAMTIDEN 41

9 REFERENSER 42

BILAGA 1, INSTRUKTIONER FÖR LJUDSKRÄMMA 43

Figurförteckning

Figur 1, En gråtrut på en fyr i Öresund 9
Figur 2, Phalacrocorax carbo carbo 12
Figur 3, En blöt mellanskarv i karakteristisk torkställning 13
Figur 4. En kobbe täck av skarvspillning utanför Stegeborg i Östergötland 13
Figur 5. En skarvkoloni på averörn i Finland 13
Figur 6, Uvattrapp på fyr 15
Figur 7 En gasolkanon ifrån Nordanvik, modell Triplex S-10 med tillhörande P11 gasolflaska. 16
Figur 8, Desman laserFL R 005 18
Figur 10, Flintrännan Nordost 20
Figur 9, Flintrännan nr 6 20
Figur 11, Färsk träck på flintrännan NO 21
Figur 12, Informationsskylt på fyr NO. 21
Figur 13, Infromationsskylt på fyr nr6. 22
Figur 14, Del av Mobiltelefonmast. 22
Figur 15, Attrapp av berguv på nr6. 22
Figur 16, Övervakningskamera. 23
Figur 17, Bird Gard Super Pro med Marine #2 Chip (se pil i figur) 24
Figur 18, Ontec mini gsm 26
Figur 19, Förenklad skiss av funktionen hos Bird Gard Super Pro. 27
Figur 20, Kopplingsschema 28
Figur 21, Den modifierade fågelskrämman sedd underifrån 28
Figur 22, Data ifrån studien. 31
Figur 23, Bell Rock i Skottland. 32
Figur 24, Spikmattor I förstoring (t.v.) och spikmattor på solceller (t.h). 32
Figur 25 Artförekomst på flintrännan nr6. 36

1 Inledning

Den statliga myndigheten Sjöfartsverket ansvarar för driften och underhållet av de fyrar som finns i våra svenska farvatten. De lite drygt ettusen fyrar som används idag är alla helt automatiserade. Dock behöver fortfarande personal på Sjöfartsverket besöka fyrarna med jämna mellanrum för att utföra ett visst underhåll. Vid dessa besök har ett problem uppmärksammats, orsakat av en viss typ av sjöfåglar. Många fyrar utgör en mycket uppskattad viloplats för, den I Sverige tidigare utrotade, pelikanfågeln storskarven. Problemet som uppkommer beror på den träck som de talrika besökarna lämnar efter sig. Storskarvens träck upplevs på grund av den fräna doften som mycket oangenäm och har länge ansetts som ett problem av personalen. Dessutom måste de mest utsatta fyrarna tvättas och målas om betydligt oftare än normalt på grund av träckens inverkan.

Flera olika typer av försök att bli kvitt storskarven från fyrarna har iscensatts av Sjöfartsverket. Dock har resultaten av dessa försök aldrig blivit en framgång. En önskan om att lösa problemet med skarvarna är det som legat till grund för denna rapport.

Syfte

Rapporten ska samla information om och utvärdera de metoder som tidigare prövats av Sjöfartsverket för att lösa problemet. Vidare ska problemets omfattning undersökas och dokumenteras. Det arbete som utförs ska förhoppningsvis också leda till en slutgiltig lösning.

Metod och källor

Inledningsvis utfördes en litteraturstudie om fåglar och då i synnerhet de aktuella sjöfåglarna. Litteraturstudien skapade en grundläggande förståelse som låg till grund för det vidare arbetet. En fältstudie gjordes också där problemets omfattning dokumenterades. Vidare utfördes en utvärdering av tidigare försök att lösa detta problem.

Information insamlades dels ifrån böcker och vetenskapliga artiklar hämtade ifrån internet. Viss information har också tillförts genom telefonintervjuer av sakkunniga personer.

Struktur

Inledningsvis kommer en teorigenomgång av de aktuella fåglarna att presenteras. På det följer en utvärdering av det som gjorts tidigare inom problemområdet. Vidare finnes de undersökningar, experiment och försök till lösningar som utförts. Avslutningsvis kommer en diskussion om resultat av processen samt förslag på vidare inriktning inom området.

Avgränsningar

Bara de fågelarter som anses mest relevanta blir behandlade i den inledande studien. I utvärderingen av traditionella fågelskrämmor kommer bara en handfull olika metoder att finnas med. Detta på grund av svårigheten att samla in information om ämnet och framförallt att hitta tillförlitliga källor. Det bedöms inte heller finnas tid till att utföra egna försök i den utsträckning som hade varit önskvärd.

2 Fåglar

Detaljerad kunskap om fåglar antogs vara nyttigt för möjligheten att kunna konstruera en så effektiv fågelskrämma som möjligt. Det antogs också nödvändigt med kunskap om de aktuella fåglarnas sinnen för att förstå hur traditionella fågelskrämmor fungerar. Ett grundkrav för att en konventionell fågelskrämma ska fungera antogs vara att den uppfattas av ett eller flera av fåglarnas sinnen. Nedan följer en genomgång av de sinnen som ansågs användbara för att effektivt kunna skrämma fåglar. Det antogs att de sinnen som fåglarna främst använder sig av för att upptäcka faror är syn och hörsel.

2.1 Hörsel

Fåglars förmåga att uppfatta ljud är generellt sett likt en människas. Den övre gränsen för frekvenser som både människor och de flesta fåglar kan uppfatta ligger enligt Catchpole(1979) på omkring 20kHz. Ultraljud, frekvenser över 20kHz, kan alltså inte uppfattas av de flesta fåglar. Vissa fåglar, till exempel ugglor, kan dock uppfatta frekvenser upp till och med 30kHz men bara vid högre ljudintensitet än normalt (Schwartzkopff, 1954). Mottagligheten för ljud med frekvenser över 10kHz är generellt sett väldigt låg (Gilsdorf 2002).

Även fåglars förmåga att urskilja olika toner, alltså deras känslighet, är lik den hos människan. Känsligheten för både fåglar och människor är som störst mellan 1 och 4kHz.(Catchpole, 1979).

2.2 Syn

Synförmågan är väl utvecklad hos fågeln och används därför som det primära sättet att känna av omgivningen på (Blackwell, 2002). Detta är ett komplicerat område och relativt mycket är fortfarande outforskat. Fåglar kan detektera ljus inom ett, jämförelsevis med människan, brett spektrum av våglängder. Den undre gränsen för våglängderna är någonstans runt 650nm (infrarött ljus) och deras förmåga att detektera fotoner slutar inte först en bit in på det ultravioletta ljuset på 320nm.(Zeigler, 1993).

Fåglar har alltså en förmåga att se en liten del UV-ljus samt även infrarött ljus. Denna förmåga kommer av ögats konstruktion. Fåglar har, jämfört med människan, en extra tapp i ögat som ger dem denna förmåga. De har alltså fyra stycken tappar som används för att detektera olika typer av våglängder vilket gör dem tetrakromatiska eller fyrfärgsseende .(Blackwell, 2002).

2.3 Ljudkommunikation

En lång och tidsödande promenad ute i naturen är inte nödvändigt för att förstå att de flesta fåglar använder sig av en mängd olika ljud för att kommunicera. Som tidigare förklarats är fåglar och människors hörsel relativt lika varandra. Detta faktum ger följaktligen att vi uppfattar t.ex. fågelsång på liknande sätt som fåglarna själva gör.

Vanligt i världen av ornitologer är att dela upp de ljud fåglar kan generera i sång och läten. Skillnaden här emellan är ibland omdiskuterad men generellt säger man att sånger är långa och komplexa samt att läten är korta och enkla.(Catchpole, 1979). Här kommer det att fokuseras på läten då det är det som används i en del konventionella fågelskrämmor.

Figur 1, En gråtrut på en fyr i Öresund

Att fåglar sinsemellan låter olika torde inte komma som en större nyhet. Enskilda individers sång kan ofta användas för att särskilja arter ifrån varandra. Även lätena är olika mellan arterna. Inom en art finns dessutom olika läten för olika situationer. T.ex. gråtruten (Larus argentatus, se figur 1) som är vanlig i svenska kustområden har åtminstone sju stycken typer av läten(Catchpole, 1979). Två läten för rent sociala funktioner, ett larmläte för att varna för fara, ett aggressivt, två som har med infångandet av föda att göra samt ett som endast används i samband med kopulation(Catchpole, 1979).

Antalet unika läten varierar ifrån art till art. Hönsfåglar anses kunna ha så mycket som 20 stycken unika läten och sångfåglar brukar ligga mellan 5 och 10 stycken. (Marler, 2004).

2.4 Mottaglighet för elektromagnetism

Huruvida, och hur väl, fåglar kan uppfatta elektromagnetisk strålning eller inte är en omdiskuterad fråga. Som kanske är bekant använder flyttfåglar jordens magnetfält för att orientera sig under sina långfärder. Det är viktigt att förstå att jordens magnetfält inte är det enda verktyget som används vid navigering, långtifrån. Andra verktyg som används är t.ex. solnavigering, stjärnkartor och landmärken (Berthold, 2003).

Anledningen till att fåglars mottaglighet för elektromagnetism överhuvudtaget diskuteras i rapporten står att finna i den eventuella påverkan fälten påstås ha på fåglars vilja att vistas på fyrar. Uppgifter om att fåglar verkar dra sig för att vistas på fyrar med basstationer för GSM-telefoni har erhållits ifrån personal på Sjöfartsverket, mer om detta senare.

Försök som bekräftade förmågan att uppfatta magnetism gjordes av Wiltschko (1968). Vidare forskning på detta område har kunnat fastställa mer precist hur jordens magnetfält används vid navigering. Mycket tyder på att det är lutningen på magnetfältet som används, vilken är 0 grader vid ekvatorn och 90 grader vid de magnetiska polerna (Berthold, 2003). En enkel division av skillnaden i grader med avståndet ger en uppfattning om vilken känslighet som krävs för att uppfatta denna skillnad i lutning. Den blir enligt en ungefärlig beräkning inte mer än 0,009grader/km vilket i sin tur ger en uppfattning om precisionen för fåglarnas magnetiska kompass. Det är alltså konstaterat att vissa fåglar kan uppfatta magnetiskstrålning och att deras känslighet sannolikt är mycket god.

Det finns idag ett flertal teorier och infallsvinklar som alla beskriver fåglars förmåga att uppfatta och använda magnetfält till navigering. Framförallt har två, i grunden helt olika, biofysiska processer identifierats som tänkbara kandidater. (Ritz, 2004).

2.4.1 Magnetit

Magnetit (Fe_3O_4) är ett mineral som är naturligt magnetiskt. Mineralet påträffas vanligen i sten och gruvor men också hos levande organismer, man talar då om biologiskt producerat magnetit. Magnetit har hittills påvisats hos bakterier, urdjur samt djur. (Chang, 1989). Bland de djur som har påvisats kunna framställa och förfoga över magnetit finns till exempel människan. Hos människan har magnetit konstaterats i flera olika typer av vävnad från hjärnan (Kirschvink, 1992). Dock är det fortfarande inte avgjort om detta material har eller har haft någon funktion för oss människor.

Men det magnetiska mineralet magnetit har även konstaterats finnas i vissa fåglars näbb. Och här har försök gjorda med starka magnetiska pulser, avsedda att absorberas av just detta mineral, visat att det är möjligt att påverka fåglarnas navigation. Detta visade i sin tur på att mineralet magnetit spelar en roll i fåglars förmåga att navigera efter magnetfält.(Wiltschko, 1994).

Tack vare ferromagnetisk resonans är magnetit en god absorberare av elektromagnetisk strålning i spektrumet av mikrovågor, från 0,5 till 10GHz (Kirschvink, 1996).

2.4.2 Fria radikaler

Andra försök har visat att magnetit åtminstone inte ensamt kan ta åt sig äran för fåglars magnetiska orienteringsförmåga. Med svaga oscillerande magnetiska fält kunde forskare störa navigationsförmågan hos rödhakar. Speciellt för dessa fält var att det hade dels för låg intensitet samt en för låg frekvens för att kunna påverka den magnetit som tidigare bevisligen använts av fåglar för navigation. (Ritz, 2004).

Förklaringen till detta fenomen löd att fåglar registrerade magnetism tack vare att kemiska reaktioner påverkades av den magnetiska strålningen(Thalau, 2004). För att förstå den föreslagna mekanismen till fullo måste vi bege oss på en resa genom kemins, biologins och kvantfysikens värld. Istället för en promenad med ljus och lykta kommer en något hastigare beskrivning av fenomenet att ske. Modellen som föreslogs innehöll fria radikaler (exciterade elektroner) vars tillstånd av spin konfigureras av jordens magnetfält. De fria radikalerna skapas när elektroner exciteras av inkommande ljusfotoner, denna process är alltså ljusberoende(Ritz, 2004). En förändring av jordens magnetfält leder alltså till en förändring av de fria radikalernas spin som då skulle kunna erbjuda en möjlighet för fåglarna att navigera.

Det statiska magnetfältet, i detta fall jordens magnetfält, ger upphov till ett specifikt energigap mellan de olika tillstånden av spin. Ett statiskt magnetfält ”konfigurerar” alltså radikalerna till ett visst energiavstånd mellan låt oss säga ”spin upp” och ”spin ner”. Detta energiavstånd bestäms alltså utifrån intensiteten på det statiska magnetfält fåglarna befinner sig i. Genom att tillföra just denna specifika energi, utöver det redan närvarande statiska magnetfältet, bör radikalernas tillstånd av spin följaktligen påverkas och fåglarnas förmåga att navigera med denna kompass störas (Ritz, 2004). När den välkände fysikern Albert Einstein i början av 1900-talet förklarade den fotoelektriska effekten visade han att den energi som kan förmedlas av fotoner, inkluderat magnetisks strålning, uteslutande bestäms av fotonernas frekvens (se ekvation 1).

$E = hf$ (ekvation 1, där *h* = Plancks konstant och *f* = fotonernas frekvens)

Detta ger ett samband mellan frekvensen på ett yttre oscillerande magnetiskt fält och det energigap mellan radikalernas tillstånd av spin som bestäms av jordens magnetfält. Försök som stödjer teorin med fria radikaler som metod för fåglar att uppfatta magnetism har utförts på rödhakar. För fallet med jordens magnetfält räknades frekvensen 1,315 MHz ut som den frekvens som motsvarade energigapet mellan spintillstånden. Försöken visade att fåglarnas orienteringsförmåga påverkades precis som förväntat enligt modellen med fria radikaler när de utsattes för just denna frekvens.(Thalau, 2004: Ritz, 2004).

Frekvensen på det yttre pålagda fältet kallas larmorfrekvensen. Som ekvation 2 visar beror larmorfrekvensen på det statiska magnetfältets intensitet och på det ingående elementets magnetiska moment (i detta fall elektronens).

$f_{larmor} = \frac{2\mu_e B}{h}$ (ekvation 2, där μ_e = magnetiskt moment för elektron, B = intensiteten på statiskt magnetfält och h = Plancks konstant)

2.5 Fåglar på fyrar

Det finns gott om fåglar som trivs på Sveriges fyrar. Den mest omtalade gästen storskarven, ses som ett problem av de människor som arbetar med fyrarna på sjöfartsverket. Detta beror till stor del på skarvens träck som lämnas kvar i stora mängder och är mycket illaluktande.

Andra gäster som måste nämnas är de trutar som också använder sig av fyrarna, främst havstrut och gråtrut. Anledningen till att trutar behandlas i rapporten är att de eventuellt kan ha en roll i en effektiv fågelskrämmas framtagning.

Fyrar är tack vare sitt läge och sin utformning en mycket uppskattad plats för sjöfåglar att vistas på. Att många fyrar utgör den enda platsen för en fågel att vila på vid fiske i öppet vatten bidrar givetvis till uppskattelsen. Utformningen av själva fyren gör också att en vilande fågel har mycket god uppsikt över eventuella rovfåglar och dylikt, särskilt om flera fåglar vistas på samma fyr.

2.5.1 Skarvar

Storskarv, *phalarocorax carbo carbo*, har funnits vid Östersjön i över 9000 år (Engström 2001). Den art som har genomgått den stora spridningen på senare år heter egentligen mellanskarv, *phalacrocorax sinensis*. Arterna är mycket lika och därför väldigt svåra att skilja åt. Det är en av anledningarna till att mellanskarven ofta benämns som storskarv även om mellanskarven nu är en vanligare syn i Östersjön. (Johansson 2000).

Figur 2, Phalacrocorax carbo carbo

Någon gång i slutet av 1800-talet fördrevs det sista häckande paret skarv ifrån Sverige. Under en lång period fanns därför inga häckande skarvar alls i Sverige.(Fiskeriverket 1998). Orsaken står att finna i det faktum att förhållandet skarv och människa alltid har varit komplicerat, delvis på grund av den konkurrenssituation över havets resurser som existerar. Massavskjutningar och fördrivning var det som ledde till att skarvarna försvann ifrån vårt land (Jonsson 1977).

Återetableringen påbörjades i slutet av 1940-talet med ett fåtal par i Kalmarsund. Skarvens stora återkomst lät dock vänta på sig fram till mitten av 1980-talet då en ovanligt snabb expansion startade. (Engström 2002). Nu ser populationsökningen ut att ha nått sin topp och antalet skarvar verkar stanna på omkring 25 000-30 000 par i Sverige. Begränsningar i tillgång på föda och lämpliga häckningsplatser har föreslagits som orsaker till den avstannade populationsökningen. (Naturvårdsverket, 2003). Under 2006 har dock Sveriges ornitologiska förening (SOF) utfört en skarvinventering i Sverige och kommit fram till att antalet skarvpar nu är uppe i 45 000, den högsta noteringen i Europa.

Tillgången på föda för skarven är starkt kopplat till övergödningen i Östersjön. Övergödningen är i sin tur är kopplat till mängden fosfor i vattnet, och därför har ett samband mellan mängden fosfor och skarvpopulationen skådats.(Engström, 2001). Detta kan då innebära att en minskad övergödning av Östersjön ger en minskad population av skarv i Sverige (Naturvårdsverket, 2003).

Fågelns latinska namn, phalacrocorax carbo, betyder på svenska svart skallig korp. Nu är dock inte skarv en korpfågel utan en pelikanfågel (Breife, 1993). Skarven är generalist och opportunist och har påträffats äta de flesta arter av fisk vi har i Sverige, såsom till exempel abborre, lake, gädda och i mer sällsynta fall även ål (Sof, 2007). Födoinsamling sker genom att fågeln dyker från vattenytan och fångar fisken antingen nere på havsbotten eller i den fria vattenmassan (Sof, 2007). Fisket sker vanligtvis i vatten som är grundare än 20 meter men uppgifter ifrån forskare Henri Engström på Uppsala universitet avslöjar att skarv kan fiska på djup ner till 60 meter (Naturvårdsverket, 2003).

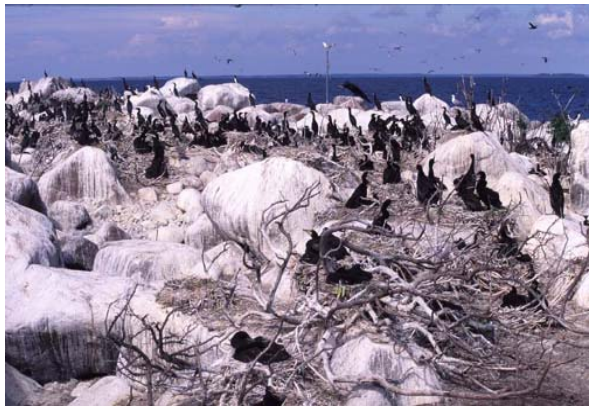
Storskarven, innefattandes även mellanskarven, anses vara en relativt stor fågel. Dess kroppslängd ligger på 80 till 100 cm och vingspannet kan vara hela 160 cm (Jägareförbundet, 2008). Skarvens tår är sammanbundna av simhud och kan därför fungera som paddlar vid jakt under vattenytan. Längden på skarvens ben uppskattas genom granskning av fotografier till någonstans mellan 20 och 30 cm.

Figur 3 visar en vuxen storskarv på fyr nr6 i Flintrännan Öresund. Bilden är fotograferad med den övervakningskamera som installerades i samband med detta projekt. Den till synes märkliga positionen fågeln befinner sig i är mycket karaktäristisk för skarven. Skarven saknar en naturligt vattenavvisande fjäderskrud som andra sjöfåglar är behäftade med. Det gör att den inte kan stanna i vattnet särskilt länge, på grund av nedkylningsrisken, utan måste upp på land för att torka. (Jonsson, 1977). Enligt Henri Engström är skarvfågeln en inte särskilt akrobatisk flygare utan snarare en ganska klumpig sådan. Särskilt klumpig blir skarven när fjäderskruden är blöt.

Figur 3, En blöt mellanskarv i karakteristisk torkställning

Också karaktäristiskt för skarven är effekterna fågelns spillning kan ha på växtligheten. En vuxen mellanskarv förtär dagligen fisk motsvarande 15-25% av den egna kroppsvikten vilket motsvarar ungefär 500 gram fisk om dagen (Naturvårdsverket, 2003). Den spillning som då produceras är näringsrik och, som går att beskåda i figur 4, färgar den bland annat kobbar och öar vita. Förutom att

Figur 4. En kobbe täck av skarvspillning utanför Stegeborg i Östergötland.



Figur 4. En skarvkoloni på Haverörn i Finland.

spillningen är väldigt näringsrik är den också starkt frätande vilket kan resultera i att växtligheten skadas eller dör, se figur 5 (SOF, 2007).

Enligt Naturvårdsverket har en vuxen skarv egentligen bara en naturlig fiende och det är människan. Skarvens ägg och ungar kan dock falla offer för trutar, kråkor, havsörn samt eventuellt berguv. (Naturvårdsverket, 2003). Denna uppfattning är idag på väg att förändras. Studier av havsörnar i Europa och Sverige har visat att skarv, även vuxna individer, utgör en ökande del av födan för havörnen (Sea eagle 2000, Helander). Även doktor Henri Engström stödjer uppgifterna om skarvens nya fiende. Enligt Engström har åtskilliga havsörnar observerats i färd med att plundra skarvkolonier på ägg och ungar men även också på vuxna individer. Skarven har på grund av sin klumpighet, både på land och i luften, svårt att värja sig ifrån havsörnen. Särskilt utsatt är skarven när den ligger i vattnet för att fiska eller som i Figur 3 försöker torka fjäderskruden.

2.5.2 Trutar

Trutar är liksom skarvar en vanlig syn på fyrar i Sverige. De vanligaste trutarterna att skåda i Sverige är gråtruten och havstruten. Gråtruten är förmodligen den vanligaste måsfågeln medans havstruten är mindre mångtalig. Det uppskattas finnas mellan 50 000 och 100 000 häckande par gråtrut och 15 000 par havstrut i Sverige (Sof, 2007). Dessa trutar är inte svåra att skilja ifrån varandra då havstruten har svart täckning över vingarna och gråtruten har just en grå. Storleksmässigt är havstruten den största måsfågeln och normalt mycket större än gråtruten. (Breife, 1993). Den större havstruten är mellan 64-78 centimeter lång och har ett vingspann på uppemot 170 cm (SOF,2007).

Både havstruten och gråtruten kan välja att övervintra i Sverige och fodrar bara öppet vatten (Breife, 1993). Dessa trutar är opportunistiskt lagda när det kommer till att leta efter mat. De drar sig inte för att angripa andra sjöfåglar, deras bon eller ägg. Särskilt havstruten är känd som en aggressiv fågel.(Staav, 1991).

3 Utvärdering av traditionella fågelskrämmor

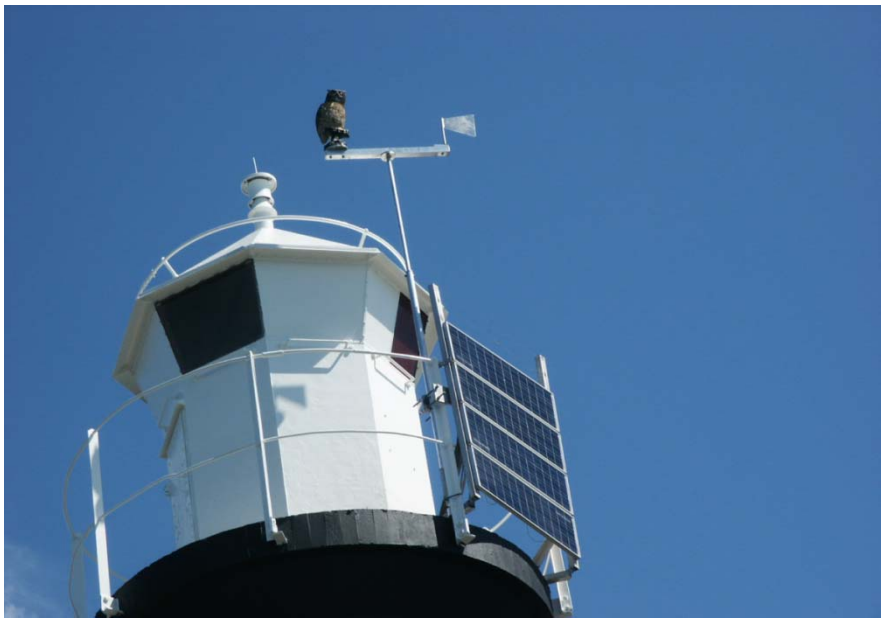
Ett flertal olika sätt att skrämma bort skarvfågel ifrån fyrar har testats under årens lopp av Sjöfartsverket. Denna utvärdering fokuserade på olika typer av, här benämnt, traditionella fågelskrämmor. Med traditionella fågelskrämmor avses metoder som utgör sig till att vara en fara för fåglar, utan att i verkligheten vara det.

3.1 Attrapp av rovfågel

Ett populärt sätt att skrämma fåglar har länge varit att installera attrapper av rovfåglar. Attrapper av rovfåglar såsom örn, falk och hök samt även ugglor marknadsförs som effektiva fågelskrämmor både i Sverige och utomlands.

3.1.1 Användning av attrapper

På Sjöfartsverket inhandlade man attrapper i plast av berguv på Djurbergs Järnhandel AB i Söderköping. Dessa uvar monterades på åtminstone sex stycken fyrar, Svängen, Stötbotten, Sandsänkan, Pinhättan, Flintrännan samt Remmargrund. En del av attrapperna blev delvis modifierade för att om möjligt göra dem mer effektiva. På ett okänt antal av dessa sex hade en mekanism som roterade berguven byggts. I figur 6 nedan kan en roterande plastuv skådas monterad på en oidentifierad fyr.



Figur 5, Uvattrapp på fyr

3.1.2 Effekt av attrapper

Fyrnamn	Läge	Typ av attrapp	Uppskattad effekt
Remmargrund	Kapellskär	Berguv	ingen
Svängen	Sandhamns LS	Berguv	ingen
Stötbotten	Arkösund	Berguv	ingen
Sandsänkan	Arkösund	Berguv	ingen
Pinhättan	Öresund	Berguv	ingen
Flintrännan	Öresund	Berguv	ev. effekt

Tabell 1, Effekt av uvattrapper

En genomgång av uvattrapperna visade klart och tydligt på att de har varit helt oanvändbara när det kommer till att skrämma skarvfågel. Just attrappen i Figur 6 ska dock enligt Mats Palmgren på Sjöfartsverket på ett framgångsrikt sätt peka ut den aktuella vindriktningen, men dessvärre inte skrämma några skarvar. Attrappernas placering och uppskattade effekt kan skådas i tabell 1.

Att berguv valdes som modell för attrapperna kan vid en närmare genomgång tyckas olyckligt. Berguven är visserligen ett möjligt hot emot skarvens ägg och ungar men den är inte en naturlig fiende till de vuxna skarvar som vistas på fyrar. Detta eftersom berguven normalt sett är mellan 20 och 30 centimeter mindre än skarven. Att en berguv därför skulle utgöra ett hot för en vuxen skarv är enligt doktor Henri Engström på Uppsala universitet högst osannolikt.

3.2 Gasolkanon

En gasolkanon kan programmeras för att vid bestämda tidspunkter släppa ut gasol för att kort därefter antända gasen. Skrämman skapar en distinkt knall som kan liknas vid ljudet av ett pistolskott. Gasolkanoner kopplas vanligen till samma typ av gasflaskor som används till husvagnar och grillar. Figur 7 består av ett fotografi på en gasolkanon ifrån företaget Nordanvik.

Figur 6 En gasolkanon ifrån Nordanvik, modell Triplex S-10 med tillhörande P11 gasolflaska.

3.2.1 Användning av gasolkanoner

Gasolkanoner är ett populärt sätt för lantbrukare att skrämma fåglar ifrån bland annat åkrar. Detta eftersom en gasolkanon uppges ha en förhållandevis stor verkningsradie (5-6ha) och inte kräver daglig tillsyn, enligt en undersökning utförd av Viltskadecenter. Sjöfartsverket har använt sig av en gasolkanon för att skrämma fåglar på fyren Svinbådan utanför Helsingborg.

3.2.2 Effekt av gasolkanon

Viltskadecenter har testat gasolkanoner på åkermark i Örebro län för att skrämma bort tranor. Utfallet av testet, som pågick i en månad, uppges ha varit lyckat då det på den aktuella åkern räknades 84 % mindre tranor med gasolkanonen aktiverad. Dessvärre finns inga uppgifter om hur gasolkanonernas effekt ser ut på längre sikt då försöket endast pågick i en månad.

Sjöfartsverkets gasolkanon visade inledningsvis goda resultat genom att framgångsrikt skrämma bort skarvfågel ifrån fyren Svinbådan. På just Svinbådan är förekomsten av skarv synnerligen god över hela året. Enligt Martin Samuelsson, befälhavare på arbetsfartyget Scandica, har dock gasolkanonen monterats ned då den inledningsvis goda effekten helt upphörde efter en tids användning. Christian Lagerwall, projektledningschef på Sjöfartsverket, berättar om hur skarvfåglarna lättade ifrån fyren redan när kanonen släppte ut gas. Dock återvände skarvarna till fyren relativt omgående efter att gasen hade antänts.

3.3 Ljudskrämmor

Det finns på marknaden idag egentligen bara två olika typer av ljudskrämmor. Den ena typen använder sig av så kallat ultraljud, alltså ljud med högre frekvenser (>20kHz) än vad människor ska kunna uppfatta. En ultraljudskrämma utsänder en ton med hög ljudstyrka, upp till 120dB, ofta inom ett varierande frekvensområde (15-30kHz) (SOF, 2008). Ljudet är tänkt att uppfattas som besvärande för fåglar och ska försvåra för dem att kommunicera. Principen tillämpas även mot andra typer av oönskade gäster så som gnagare och mygg.

Den andra typen av ljudskrämmor är de som använder sig av olika typer av skrämselljud. Hit skulle gasolkanoner kunna räknas men definitionen har gjorts till förmån för mer raffinerade användningar av ljud. En populär variant i Sverige är den amerikanska tillverkaren Bird Gards modeller som använder inspelade varningsläten ifrån fåglar. Dessvärre använder merparten av de ljudskrämmor som säljs i Sverige amerikanska fåglars varningsläten. Det finns inte heller ljudskrämmor som är specifikt utvecklade för att skrämma just skarvar, däremot finns för kråkor, måsar och trutar.

3.3.1 Användning av ljudskrämmor

En ljudskrämma ifrån Bird Gard används i Göteborgs hamn för att hålla måsfåglar borta. Tidigare användes här upphängda döda måsfåglar framgångsrikt för att skrämma bort fåglarna. Dock tvingades man, enligt Roy Andersson på Göteborgs hamn AB, att byta taktik till ljudskrämma efter invändningar inkommit på detta sätt att skrämma fåglar.

Lite längre söderut hittar vi Helsingborgs hamn som tidigare fungerade som återförsäljare för Bird Gards produkter i Sverige, återförsäljaransvaret har nu överförts på företaget Secronic teknikprodukter. Enligt Olle Nilsson på Helsingborgs hamn AB finns för tillfället ingen ljudskrämma i drift för tillfället, anledningen till att den tagits ur drift har dock inte framkommit. När den användes kombinerades den med andra åtgärder, bland annat skyddsjägare. I egenskap av återförsäljare berättar Olle att de sålde flertalet anläggningar till nöjda kunder i Sverige, hamnar och flygplatser framförallt.

Även Sjöfartsverket har använts sig av ljudskrämmor för att hålla fyrar fria ifrån skarvfågel. Totalt har 6 stycken ljudskrämmor lokaliserats monterade på fyrar.

3.3.2 Effekt av ljudskrämmor

Ljudskrämman fungerar, enligt Roy på Göteborgs hamn AB, mycket tillfredställande och ingen tillvänjningseffekt har hittills kunnat konstateras.

Enligt Olle Nilsson på Helsingborgs hamn AB fungerade ljudskrämmorna bäst i början sen kunde man ana en avtagande effekt med tiden. För att effekten ska uppehållas verkar det, enligt Olle Nilsson, krävas att skrämman varieras genom att inställningarna ändras. Tillverkaren, Bird Gard Inc, rekommenderar också att skrämman inte används kontinuerligt utan stängs av under slumpmässiga tider för att fåglarna inte ska vänja sig.

Tabell 2 visar de ljudskrämmor som har använts av Sjöfartsverket. Eftersom det inte har rört sig om riktade försök är skrämmornas effekt väldigt svår att sia om med hjälp av tabell 2.

Typ av anordning	Fyrnamn	Plats	Effekt	Tidsperiod	Tillsynsansvar
Ljudskrämma, enklare	Flintrännan nr7	Öresund	Nej	Oklar	Scandica
Ljudskrämma, Birdgard	Fladen	Halland	Oviss	oktober 2007	Scandica
Ljudskrämma, Birdgard	Falsterbo rev	Falsterbo	Oviss	november 2007	Scandica
Ljudskrämma, Birdgard	Revanschen	Sandhamn	Oviss	Oviss	Baltica
Ljudskrämma, Birdgard	Bredgrund	Landsort	Oviss	Oviss	Baltica
Ljudskrämma, Birdgard	Västerbådan	Västervik	Tydlig	november 2007	Arkö 833

Tabell 2, Effekt av ljudskrämmor

Det har i de flesta fall inte varit möjligt att dra några som helst slutsatser om ljudskrämmornas eventuella effekt. Undantaget är på fyren Västerbådan utanför Västervik där Sjöfartsverkets personal som arbetar på farledsbåten Arkö 833 vittnar om en tydlig minskning av skarv efter montering av en ljudskrämma. En uppföljning av skrämmans effekt för att undersöka om någon tillvänjningseffekt kan skådas vore önskvärt. Dock blir det vanskligt att dra bestämda slutsatser då det inte finns dokumenterat om hur mycket skarv som vistades på fyren innan skrämman monterades.

Alla uppgifter om ljudskrämmor som behandlats rör de som använder sig av varningsljud. Inga uppgifter om användning och eventuell effekt av ultraljudsskrämmor har påträffats. Sjöfartsverket ska enligt Christian Lagerwall, projektledningschef, någon gång ha testat en ultraljudskrämma dock utan framgång. Enligt genomgången som utförts av fåglars hörsel bör rimligtvis inte ultraljudskrämmor fungera tillfredsställande. De flesta fåglar uppfattar ultraljud precis lika bra som vi människor, alltså inte alls eller mycket dåligt.

3.4 Laser

Att det är möjligt att skrämma fåglar med hjälp av en laserstråle upptäcktes 1987 av en slump i de franska Pyrenéerna (Köningswartha, 1997). Principen går helt enkelt ut på att peka med en laser så att fåglarna som ska skrämmas ser ljusstrålen. Enligt det franska företaget Desman, som tillverkar och säljer laserskrämmor, är tekniken mest effektiv i dåliga ljusförhållanden och som minst effektiv i dagsljus. Desmans laserskrämma finns fotograferad i figur 8.

Figur 7, Desman laserFL R 005

3.4.1 Användning av laser

Företaget Desman, specialist på laserskrämmor, presenterar på sin hemsida en referenslista med kunder som använt sig av laser för att skrämma fåglar. En förfrågan skickades till Desmans kunder med förhoppningen om att få återkoppling på eventuell effekt av laserskrämman. Två stycken svar inkom på förfrågan, dels ifrån U.S. Department of Agriculture (UDA) samt också ifrån Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (BLL). Gemensamt för de två organisationerna, UDA och BLL, var att de inhandlade en Desman laserskrämma för att på egen hand undersöka dess effektivitet i att skrämma fåglar ifrån fiskodlingar.

3.4.2 Effekt av laser

Doktor Manfred Klein på Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft berättar att försöken med Desmans laserskrämma avbrutits och klassar denna teknik som ineffektiv. Vid sjön Chiemsee (80km^2) i Bayern Tyskland har fiskare använt laserskrämman för att jaga iväg häckande skarvar ifrån deras bon. Försöken ansågs misslyckade då skarvarna helt enkelt inte lämnade sina bon då de blev utsatta för laserljuset.

Andy Radomski, fältbiolog på UDA, bestrider uppgifterna om att skarvarna inte påverkas av laserskrämman, åtminstone på kort sikt. På UDA har laserskrämman använts för att skrämma skarvar ifrån fiskodlingar och tekniken har visats sig fungera. Dock anser UDA inte att laserskrämman är en effektiv lösning då effekten inte är tidsbeständig och alltför lokal.

4 Studie i Flintrännan

Som tidigare konstaterats används Sjöfartsverkets fyrar frekvent av olika sjöfåglar som platser att vistas på. Förekomsten av sjöfåglar på fyrar är särskilt ett problem i landområden som innehar stora kolonier av skarv.

Uppgifter om att fåglarna, och då framförallt skarvar, inte verkar trivas på fyrar med basstationer för mobiltelefoni har florerat bland anställda på Sjöfartsverket. Enlig Mats Palmgren på Sjöfartsverket är fyrar med basstationer befriade ifrån sjöfåglar. Som exempel ges bl.a. en fyr i Öresund. Genom Öresund, och under Öresundsbron, löper en farled för internationell sjöfart som kallas Flintrännan. Farleden är utmärkt med totalt 18st fyrar och är ungefär 8Nm(14,8km) lång. Det är alltså på en av dessa fyrar som en basstation är installerad. Fyren, som går under namnet Flintrännan nr6, har en 1800MHz GSM-sändare ifrån Telia-Sonera.

4.1 Området

För att klargöra huruvida en GSM-sändare kan tänkas ha en effekt på sjöfåglarnas vilja att uppehålla sig på fyren har en undersökning gjorts. Undersökningen gjordes på den del av Flintrännan som sträcker sig norrut, mot Malmö, ifrån Öresundsbron räknat. På den norra sidan av bron är farleden ungefär 3,4Nm (6,4km) lång och där finns nio stycken fyrar varav en med GSM-sändare.

Totalt två turer med båt gjordes under en tidsperiod av två dagar. Under besöken observerades och fotograferades fåglar och fyrar. På två av fyrarna gjordes även landstigning för närmare inspektion och dokumentation. De fyrar som besöktes närmare var dels Flintrännan nr6 samt också Flinrännan nordost, en med GSM-mast och en utan mast.

De båda fyrarna ligger väldigt nära varandra, bara ungefär 2,3Nm (4,2km) ifrån varandra. De ligger också i ett område med en betydande population av bland annat skarv (Engström, 2002). Vidare, som går att skåda i figurerna nedan, är fyrarna mycket lika till utseendet.

Figur 9, Flintrännan nr 6

Figur 8, Flintrännan Nordost

4.2 Observationer

Studien utfördes den 30 oktober till och med den 31 oktober år 2007. Trots den sena årstiden observerades ett stort antal sjöfåglar i området. Den största andelen av de siktade fåglarna tillhörde familjen skarv, det var dessvärre inte möjligt att avgöra om det rörde sig om mellan- eller storskarv. Övriga fåglar som observerades var havstrut, gråtrut, måsar samt även en kråka.

Fem stycken fyrar passerades med båt och fågel observerades på fyra av dem. På dessa fyrar uppehöll sig nästan uteslutande skarv vid de två tillfällena som studien utfördes. Dessvärre var dessa skarvar väldigt skygga och tillät inte båten närma sig tillräckligt för att de skulle kunna fotograferas utan teleobjektiv. Uppskattningsvis uppehöll sig mellan 7-15 stycken skarvar på varje fyr. I bild 2 kan flyende skarvar från Nordostfyren iakttas i bakgrunden.

Vid de två tillfällena, 30/11 och 31/11, som besöks gjordes på Flintrännan nr6 observerades det inte några skarvar alls på den fyren. Vid dessa besök observerades endast en fågel, en trut, på den fyren. De andra fyrar som passerades utgjorde alla en viloplats för skarvfåglar vid besökstillfällena.

4.2.1 Ombord på Flintrännan Nordost

Vid landstigning på Nordost fyren användes skyddskläder i form av skoskydd, overall och handskar. Skyddskläderna var ett krav ifrån kaptenen för att få återvända hem med båten och syfte var att förhindra att fågelträck och lukten av fågelträck från fyren följde med tillbaka ombord.

Nordost fyren visades sig vara ordenligt nersmutsad med fågelträck och en från lukt omslöt fyren. Inga prover har gjorts på träcken men lukt och beskaffenhet tyder på att det till stor del rör sig om träck ifrån skarv. Fyren var till stor del täckt av ett vitt intorkat lager av träck, mycket likt de öar och kobbar som hyser skarvkolonier i skärgården. Trots uppgifter ifrån lotspersonal och data ifrån

Figur 10, Färsk träck på flinträннan NO

Danmarks meteorologiska institut om betydande nederbörd (>10mm) dagen innan besöket fanns det gott om färsk fågelträck på fyren.

Anmärkningsvärt var hur pass vältäckt fyren var av fågelspillningen. Med undantaget av själva fyrglasen, som skyddades av tak, så fanns träck på alla ytor av fyren. Figur 12 föreställer baksidan av fyrens informationsskylt och visar på omfattningen av nedsmutsningen.

Figur 11, Informationsskylt på fyr NO.

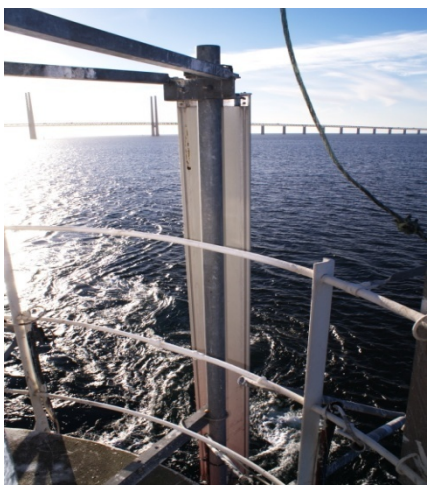
4.2.2 Ombord på Flintrännan nr6

På denna fyr kunde ingen doft av fågelträck uppmärksammas. Det fanns visserligen spår av träck men i betydligt mindre omfattning jämfört med Nordost fyren. Figur 13 visar hur en informationsskylt motsvarande den på nordosten ser ut på fyr nr6.

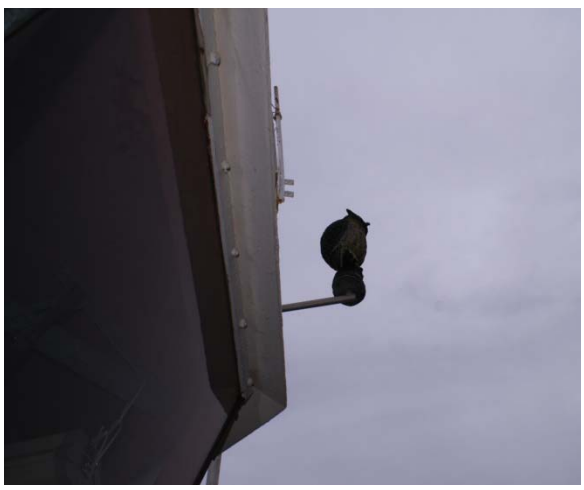
Figur 12, Infromationsskylt på fyr nr6.

Särskilt utmärkte sig ett ställe på fyren, i brist på andra, som en uppskattad plats för fågel. Platsen var Telia-Soneras datorlänk som fanns installerad på fyren. Datorlänken var en metallcylinder, ca 25cm bred och 50cm i diameter, som erbjöd en generös utsikt över Öresund. Denna plats valdes därför som observationspunkt för en övervakningskamera som sattes upp i samband med studien.

Noterade skillnader mellan denna fyr och Nordost fyren var att här fanns en 1800Mhz GSM-mast (se figur 14) med tillhörande datorlänk ifrån TeliaSonera. Dessutom fanns en rovdjursattrapp i form av en uvliknande fågel på toppen av fyren, se figur 15.



Figur 13, Del av Mobiltelefonmast.



Figur 14, Attrapp av berguv på nr6.

Inte heller härifrån togs prover på den träck som hittades, men viss skillnad märktes mellan fyrarna. Här fanns en viss del av den karakteristiskt vita träcken som skarven lämnar efter sig men till största delen fanns här en annan typ av träck.

4.3 Fågelskådning via 3G

Vid studiebesöket på fyr nr 6 i Flinträннan Öresund fanns indicier som tydde på att skarven verkade dra sig för att vistas på just den fyren. För att vidare utforska om så var fallet bestämdes det att en övervakningskamera skulle monteras.

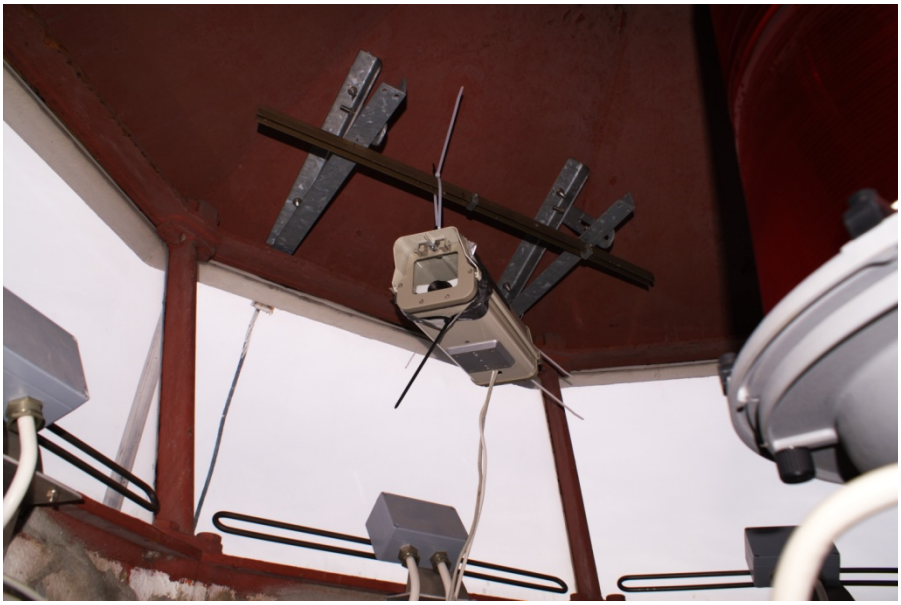
4.3.1 Systembeskrivning

Idén var att montera en kamera som skulle registrera de fåglar som valde att vistas på fyren. Kraven på bildkvalitén var blott att en ungefärlig artbestämning skulle kunna utföras på de bilder som sparades. Ett krav som dock ställdes var att bilderna skulle vara möjliga att komma åt utan att rent fysiskt besöka fyren. På grund av fyrens relativt enskilda och otillgängliga läge ställdes också väldigt höga krav på systemets driftsäkerhet.

Kamerasystemet konfigurerades för att tåla det något ovänliga klimatet en fyr kan erbjuda. Utomhusanpassningen visade sig dock vara en onödig åtgärd då själva kameran i slutändan kunde monteras inomhus, där förhållandena var mer skonsamma.

Den kamera som valdes var en nätverkskamera ifrån Vivotek, närmare bestämt en IP7131. Ett kamerahus för utomhusbruk införskaffades också. Då kamerahuset var av enklaste modell krävdes en del modifieringar innan det ansågs klara det förmodade hårda klimatet på fyren. Ett modem som använde sig av Nordiskmobiltelefonis 3g-nät för att kommunicera med omvärlden köptes också in.

Systemet, som nog får anses vara av mycket enkelt utförande, fungerade trots det helt enligt förhoppningarna. De tekniska svårigheter som systemkonfigurationen medförde omfattade främst utomhusanpassningen samt konfigureringen av 3g-modemet. Som kan skådas i figur 16 behövdes



Figur 15, Övervakningskamera.

inte kamerans utomhusegenskaper testas då det visade sig möjligt att montera inomhus innanför fyrglasen.

4.3.2 Systembegränsningar

Med hjälp av den inbyggda rörelsedetektorn i kameran har bilder tagits och sparats av de fåglar som valde att landa på fyren. Det är viktigt att påpeka att långt ifrån alla fåglar som använt fyren har fotograferats under tiden övervakningen har skett, inte heller kan övervakningen anses ha pågått kontinuerligt under den tidsperiod data har samlats in. Kamerans oförmåga att se i mörker och rörelsedetektorns dåliga tillförlitlighet anses ha bidraget till detta.

Tidsperioden som systemet har varit i drift ger också vissa begränsningar av de slutsatser som kan dras. Data ifrån systemet har bara samlats in under november månad vilket inte avspeglar säsongsvariationerna för artrikedomen i Öresund.

5 Riktat försök med ljudskrämma

Fem stycken ljudskrämmor av fabrikat Bird Gard installerade i början av 2000-talet på fyrar runt om i Sverige av Sjöfartsverket, för exakta uppgifter om position se tabell 2. Modellbeteckning på de installerade ljudskrämmorna var Bird Gard Super Pro. Utfallet av dessa installationer finns det, som det går att läsa om under rubrik *3.2.2 Effekten av ljudskrämmor*, dessvärre endast knapphändiga uppgifter om. På grund av detta bestämdes det att ett riktat försök med samma typ av ljudskrämma skulle utföras. Detta för, att om möjligt, avgöra om denna skrämma är effektiv i att skrämma bort skarvar ifrån fyrar.

5.1 Bird Gard Super Pro

En ljudskrämma med fyra stycken utomhushögtalare (Se Figur 17) inhandlades ifrån det amerikanska företaget Bird Gard Inc via den svenska importören Secronic Teknikprodukter AB.

Figur 16, Bird Gard Super Pro med Marine #2 Chip (se pil i figur)

Skrämman levererades med ett utbytbart EPROM chip specialanpassat för sjöfåglar (amerikanska sjöfåglar), se röd ring I figur 17. EPROM chippet innehöll åtta stycken fågelarters nödliknande skrik, sotvingad mås, ringnäbbad mås, gråtrut, prärietrut, skrattmås, gråvingad trut, öronskarv och blå kärrhök. Som synes finns inte den på fyrar vanligt förekommande storskarven bland alternativen, dock finns den nordamerikanska släktingen öronskarven.

De åtta olika ljuden aktiverades med hjälp av en DIL-multiomkopplare med just åtta olika kontaktspakar. Detta erbjöd friheten att välja vilka ljud som sen används av den monterade skrämman. Ytterligare en DIL-multiomkopplare, denna med sex stycken kontaktspakar, reglerade hur apparaten fungerade. Paustid mellan uppspelningen av ljuden och den tid på dygnet som skrämman var aktiverad ställdes in här. Bird Gard hade ingen timer eller klocka utan använde sig av en fotocell för att avgöra huruvida dag eller natt förelåg.

Även den ordning i vilken högtalarna används hörde till inställningarna som kunde ändras. Antingen användes alla högtalare samtidigt eller bara en åt gången, beroende på valt läge med multiomkopplaren. Som extra finess fanns också en slumpfunktion tillgänglig. Med slumpfunktionen aktiverad slumpades uppspelningsordningen av ljuden och detsamma gällde även för paustiden. Förutsatt att högtalaromkopplaren ställdes på en högtalare åt gången slumpades också turordningen för de enskilda högtalarna. Avslutningsvis fanns också ett vred för att kontrollera ljudvolymen.

5.2 Det modifierade systemet

Systemet inhandlades för att monteras på en fyr i Öresund i syfte att skrämma bort storskarven. Det för väder och vind utsatta läget ställde vissa krav på systemets tålighet. Eftersom detta system redan testats vid fem stycken liknande fyrar tidigare ansågs tåligheten för väder och vind vara god. Centralenheten (se figur 17), som i och för sig är väl inkapslad, kan dessutom monteras inomhus i fyrtornet då högtalarkablarnas längd var väl tilltagen. En nackdel med att montera centralenheten inomhus är att fotocellen möjligtvis får svårare att skilja på natt och dag än om enheten monteras utomhus. Vid en okulärbesiktning av fyren visade sig ljusinsläppet ifrån fönster och dylikt vara väldigt skiftande på de olika våningsplanen i fyrtornet, från inget ljus i botten till fullt dagsljus i toppen.

I sitt originalutförande kan systemet bara användas för ett enklare försök. Det försök som då skulle vara möjligt att utföra är att helt enkelt jämföra antalet fåglar före och efter systemet monterats. Ett bekymmer med den försöksuppställningen som uppmärksammades var svårigheten med att just räkna fåglarna, framförallt före men också efter montage. Eftersom den aktuella fyren är lokaliserad mitt ute i en farled i Öresund ansågs det inte praktiskt genomförbart att visuellt observera och räkna antalet fåglar. Lösningen på problemet att räkna fåglarna blev att använda sig av övervakningskameran som tidigare monterats på Flintrännan nr6 just i syfte att räkna fåglar. Denna övervakningskamera kunde dels övervakas manuellt via en GSM-internetuppkoppling dels kunde den också automatiskt registrera och dokumentera besökande fåglar med hjälp av rörelsedetektor.

I detta utförande kunde systemet alltså registrera antalet besökande fåglar på fyren. Dock registrerades inte alla besökande fåglar utan endast de fåglar som vistades inom det område på fyren som låg i övervakningskamerans synfält. Det planerade antal besök på fyren som installatören av systemet skulle utföra var begränsat till ett. Detta medförde att det inte var möjligt att starta och stänga av ljudskrämman manuellt för att kunna få mätningar på båda fallen. I det ursprungliga

utförandet var det alltså inte möjligt att få statistik på antal fåglar före och antal fåglar efter skrämman.

Lösningen på detta problem blev att inhandla en fjärrströmbrytare som styrdes via GSM-nätet. Fjärrströmbrytaren som inhandlades hette Ontec GSM Mini 9009 (se figur 18)och köptes på Kjell & Company. Strömbrytaren utrustades med ett kontantkort ifrån Telia för att sköta kommunikationen över GSM-nätet. Att Telia valdes som operatör berodde på att det vid ett tidigare besök i området konstaterats att just det nätet hade täckning.

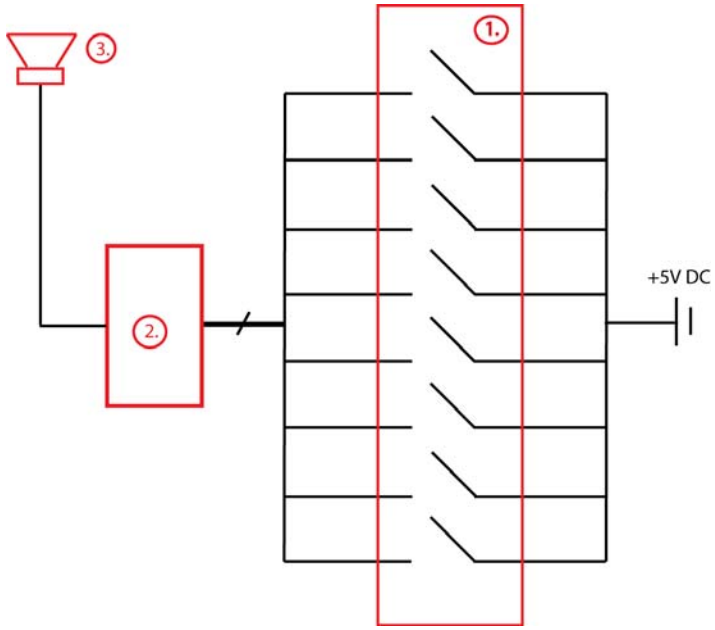
Figur 17, Ontec mini gsm

Systemet kunde efter dessa förändringar aktiveras, avaktiveras och övervakas ifrån valfri dator förutsatt en internet uppkoppling. Det blev nu alltså möjligt att planera och utföra ett försök som kunde påvisa huruvida ljudskrämman har önskad effekt eller inte. Dock innebär detta utförande på systemet en begränsning av möjliga slutsatser. Förutsatt att försöket, efter försöksperioden, visade på mindre antal skarvar med apparaten aktiverad skulle slutsatsen att apparaten skrämmer skarvar vara rimlig att dra. Dock ger ett sådant försök inte så mycket information om varför skarvarna blev skrämda. Enligt tillverkaren av ljudskrämman är det mycket viktigt att rätt typ av ljud används till rätt fågelart, annars pekar deras undersökningar på att skrämman blir ineffektiv (Bird Gard, 2008). För att göra det möjligt att testa om tillverkarens påstående var korrekt bestämdes det att skrämman skulle modifieras ytterligare.

En jämförelse mellan två olika fågelarters specialdesignade skrämselljud ansågs lämpligt att göra, ett avsett för skarv och ett ljud avsett för en annan irrelevant fågelart. Det rådande utförandet på systemet medgav bara att en fågelarts skrämselljud kunde användas i försöket. För att byta skrämselljud var ett besök på fyren nödvändigt, något som inte medgavs i praktiken.

En möjlighet att ändra skrämselljud utan att behöva besöka fyren eftersträvades alltså. Detta medförde att en signal om vilket ljud skrämman ska använda för tillfället måste kunna erhållas via någon form av trådlös kommunikation. Det bestämdes att denna signal skulle erhållas ifrån den övervakningskamera som redan ingick i systemet. Övervakningskameran, en Vivotek IP7131, hade en digital utgång avsedd att driva alarmsignaler och dylikt. Denna del av systembyggandet innebar dock ett visst mått av osäkerhet då övervakningskameran hela tiden befann sig på en fyr i Öresund. Detta hade till följd att inga mätningar och tester som innefattade kameran kunde utföras. Vidare ansågs dokumentationen på den digitala utgången vara något knapphändig. Dokumentationen informerade i alla fall om att utsignalen bestod av en 12volts likströmsignal med upp till 1amperes strömstyrka (I_{DO}).

Bird Gard apparaten demonterades och utsattes för tester och mätningar med syftet att lära sig dess uppbyggnad. En förenklad principskiss av apparatens funktion skapades, se figur 19. Principskissen



Figur 18, Förenklad skiss av funktionen hos Bird Gard Super Pro.

visade på hur apparaten går till väga för att välja vilka ljud som ska spela upp. Undersökningen av Bird Gard apparaten visade att DIL-multiomkopplaren(1) bestämde huruvida signal skulle läggas på något eller några av EPROM-chippets(2) ingångar. Om signal lades på en ingång vid aktivering av apparaten spelades det ljud som ingången motsvarade upp, ljudet fortsatte sen att spelas upp även om signalen togs bort. För att ändra valda ljud för uppspelning krävdes alltså en omstart av apparaten.

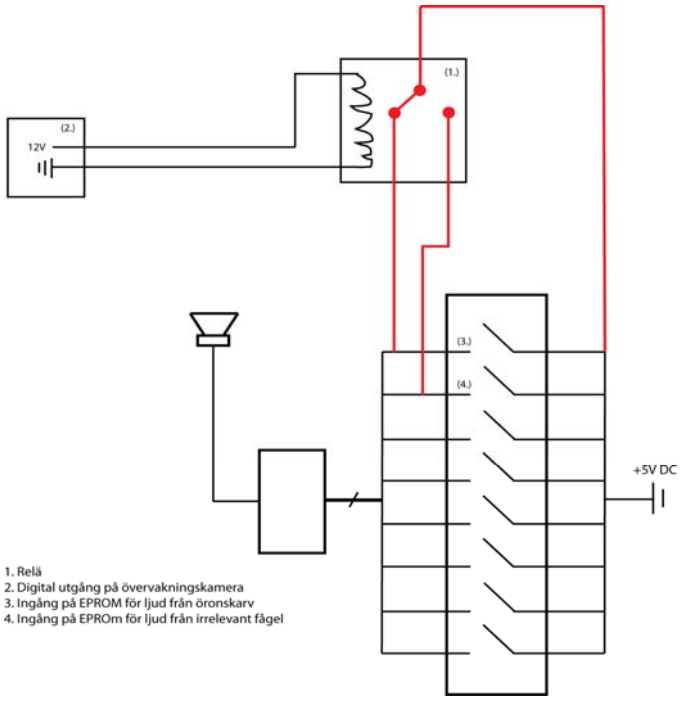
Över DIL-multiomkopplaren kopplades ett enklare relä. Reläets styrspänning blev den digitala utsignalen som övervakningskameran levererade. Det relä som valdes var konstruerat för en styrspänning (U_s) på just 12volt och hade en spolresistans (R_s) på 285ohm. Strömförbrukningen för reläet ges av ekvation 3 nedan:

$$I_{spole} = \frac{U_s}{R_s} = \frac{12V}{285\Omega} = 42mA \text{ , ekvation 3.}$$

$$I_{spole} \ll I_{DO}$$

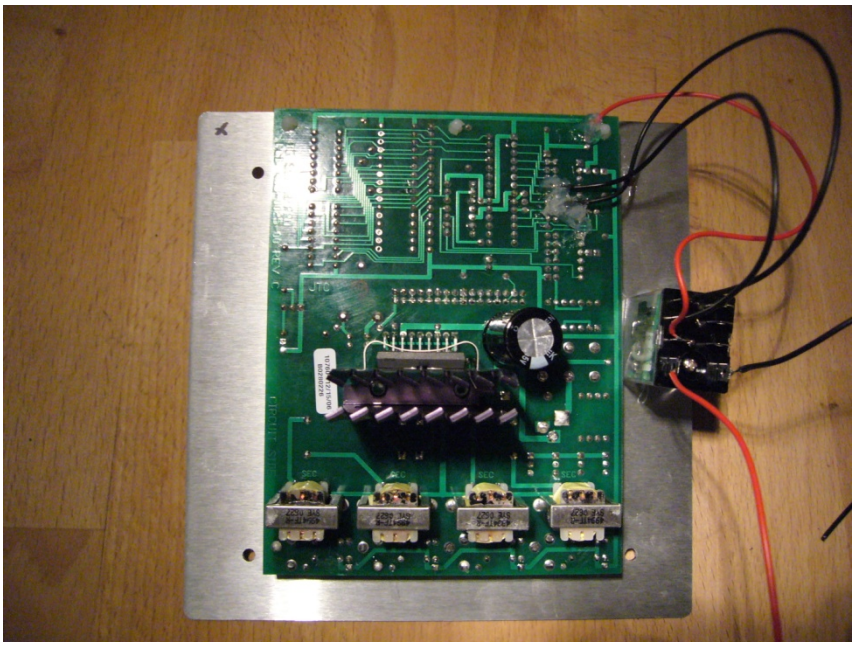
Reläet krävde alltså mindre ström än vad övervakningskamerans digitala utgång klarade av att leverera (I_{DO}) enligt den dokumentation som fanns.

1. DIL-multiomkopplare
2. EPROM-chip Marine med inspelade ljud
3. Högtalare



Figur 19, Kopplingsschema

Figur 20 visar ett kopplingsschema på hur den nya modifieringen realiserades. Utan styrspänning till reläet låg signalen inne i apparaten på EPROM-chippets ingång för skarvljud. När styrspänningen aktiverades via den digitala utgången kopplades istället signalen om till en annan ingång på EPROM-chippet, vilket resulterade i att en annan fågelarts förinspelade ljud skickades till högtalarna.



Figur 20, Den modifierade fågelskrämman sedd underifrån

Figur 21 visar hur reläet kopplades in på fågelskrämman. På framsidan av apparaten monterades en kopplingslist för att möjliggöra anslutning till övervakningskamerans digitala utgång. Avsikten har

hela tiden varit att kunna välja mellan två olika skrämselljud från distans, ett ljud avsett för skarv och ett ljud som storskarven i Sverige inte har en naturlig relation till. Det lyckades inte fullt ut då de två ljud som valdes dels blev ett ifrån skarv dels ett ifrån gråtrut. Att varningsljud ifrån gråtrut, som är vanligt förekommande i skarvens omgivning, valdes och inte en mera främmande fågel berodde på att fel ledning löddes dit på fel ställe . Misstaget bedömdes dock inte som tillräckligt allvarligt för att fordra en åtgärd.

5.3 Försökuppställning för modifierad Bird Gard Super Pro

Modifieringen av ljudskrämman erbjöd ett något mer utstuderat försök vad som var möjligt med original systemet. Med de tre olika inställningarna tyst, varningsljud öronskarv och varningsljud gråtrut var förhoppningen att kunna samla in tillräckligt mycket data för att avgöra om fågelskrämman fungerar. Insamlad data utgjordes av stillbilder fotade av övervakningskameran efter att rörelsesensorn triggats. Stillbilderna överfördes via 3G-modemet med automatik för lagring på en ftp-server. Detta förfarande var identiskt med det vid den tidigare utförda fågelskådningen på fyr Flintrännan nr6.

Systemet har vidare konstruerats för att göra det möjligt undersöka en eventuell tillvänjningseffekt för skarvfåglarna mot ljudskrämman. Den ursprungliga tanken var att använda den inställningen på systemet som i den inledande delen av studien visade sig ha störst skrämseleffekt kontinuerligt under en längre tidsperiod. Efter en längre tids kontinuerlig användning av ljudskrämman kan sen antalet besökande fåglar återigen räknas av övervakningskameran för en jämförelse med de inledande resultaten.

På grund av tidsbrist kunde inte försöket inledas innan arbetet med rapporten avslutades.

6 Alternativa lösningar

I detta kapitel presenteras och analyseras det som här kallas alternativa metoder. Gemensamt för dessa metoder är att det inte tidigare testas på fyrar av sjöfartsveket. Också gemensamt är att de inte bygger på principen att skapa en skrämseleffekt hos fåglarna, förutom möjligen metoden med avskjutning.

6.1 Elektromagnetism

Uppgifter om att fyrar med basstationer för mobiltelefoni inte uppskattades av skarvar inspirerade vidare undersökning av detta område. En litteraturstudie om elektromagnetismens eventuella påverkan på fåglars beteende utfördes. Som tidigare berättats använder fåglar magnetiska fält för att navigera. Uppgifter om att magnetiska eller elektriska fält skulle påverka fåglars beteende på något annat sätt än vid navigering påträffades dessvärre inte. Dock bedömdes denna gren av forskning som långtifrån fullständig.

Den eventuella effekten av basstationer som fågelskrämma observerades på en fyr i Flintrännan. Denna fyr var vid tillfället utrustad med en mobiltelefonisändare på 1800MHz med maximal sändareffekt på 49dBm (79,4W) och en antennhöjd av 10meter. På fyren satt också en radiolänk som användes för att förbinda basstationen med det övriga GSM-nätet på fastlandet. Tillverkare av radiolänken var det norska företag Nera Networks AS. Dock blev inte någon modellbeteckning identifierad. På grund av detta kunde inte radiolänkens exakta sändningsfrekvens fastställas. En jämförelse med liknande produkter indikerade att sändningsfrekvensen låg på 4GHz eller högre. All utrustning på fyren som användes för GSM-kommunikation ägdes och opererades av teleoperatören Telia-Sonera.

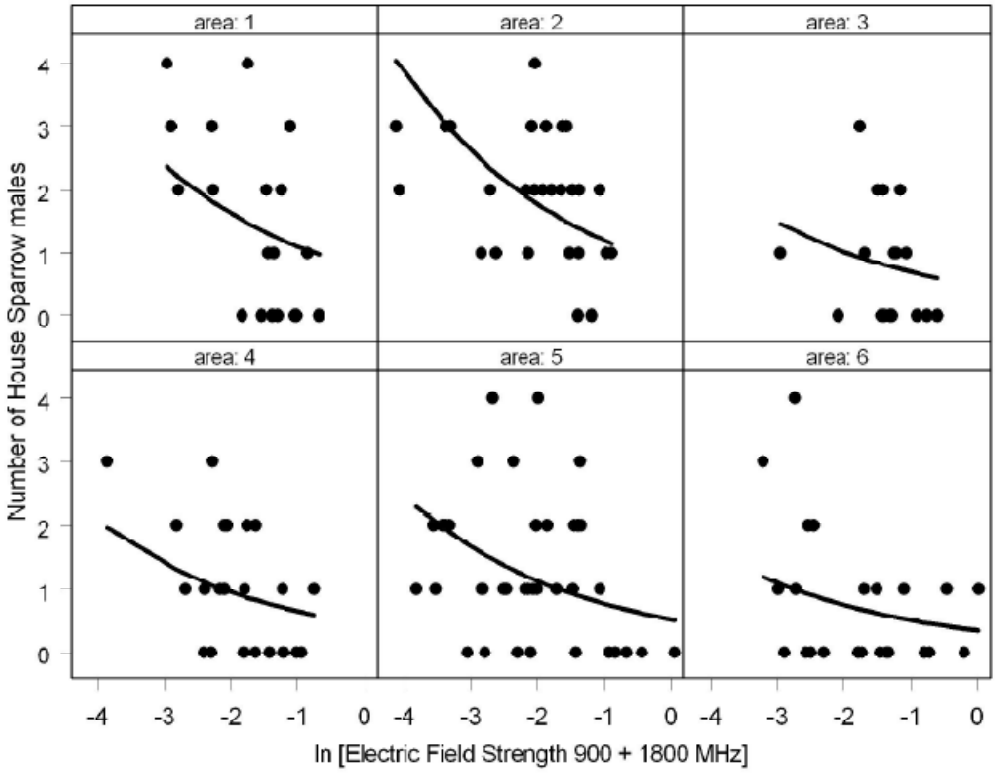
Med verktyget *Field strength and power estimator* (FSPE) från Rhode&Schwarz gjordes en uppskattning av det elektriska och det magnetiska fältets styrka vid den aktuella basstationen. Enligt FSPE är det elektriska fältet 125V/m och det magnetiska fältet 332mA/m på ett avstånd av 0,5meter ifrån masten. Dessa världen skall tas med stor försiktighet och är bara ungefärliga uppskattningar. Flera faktorer bidrog till osäkerheten i uppskattningen. Till de faktorerna hör dels sändarantennens spridningsvinkel som dessvärre var okänd, här antogs att spridningsvinkeln låg nära 180grader. Viktigt att notera är också att dessa värden grundar sig på sändarens maxeffekt vilket sällan eller aldrig uppnås då effekten kontinuerligt anpassas efter behovet.

Vid e-postkontakt med Thorsten Ritz, teoretisk biofysiker på University of California, framkom det att hans forskarlag lyckats påverka fåglars beteende vid navigering med oscillerande magnetiska fält i just spektrumet för radiofrekvenser. Detta experiment utfördes för att bekräfta deras teori om att kemiska reaktioner som involverar fria radikaler används av fåglar för navigering. Intresse väcktes här då basstationer för mobiltelefoni ger upphov till, bland annat, just oscillerande magnetiska fält i spektrumet av radiofrekvenser. Sådana magnetiska fält skapas dels av masten och dels även av radiolänken som sitter på fyren. Enligt Thorsten Ritz har stora ansträngningar gjorts för att konstruera ett experiment som även kan visa på att andra typer av beteende påverkas när fåglar utsätts för frekvenser som påverkar de fria radikalerna. Ett sådant experiment har ännu inte påträffats.

Men därmed inte sagt att fåglar inte påverkas av elektromagnetiskstrålning. Radiovågor ifrån basstationer för mobiltelefoni, 900 och 1800Mhz uppges i en spansk studie orsaka minskad

reproduktion av vit stork (Ciconia ciconia). Storkar som häckade nära basstationer (<200m) uppvisade en signifikant minskad reproduktion än storkar som häckade längre ifrån basstationer (>300m). (Balmori, 2005). I denna studie framkom inga uppgifter som tydde på att storkar inte skulle föredra att bygga bon nära basstationer.

I en annan studie utförd av Joris Everaert uppmärksammades en möjlig effekt på fåglars beteende i samband med basstationer. I studien räknades antalet gråsparvar på sex stycken förutbestämda områden. I samband med räkningen mättes också den elektriska fältstyrkan för frekvenserna 900 och 1800Mhz i vart och ett av områdena.



Figur 21, Data ifrån studien.

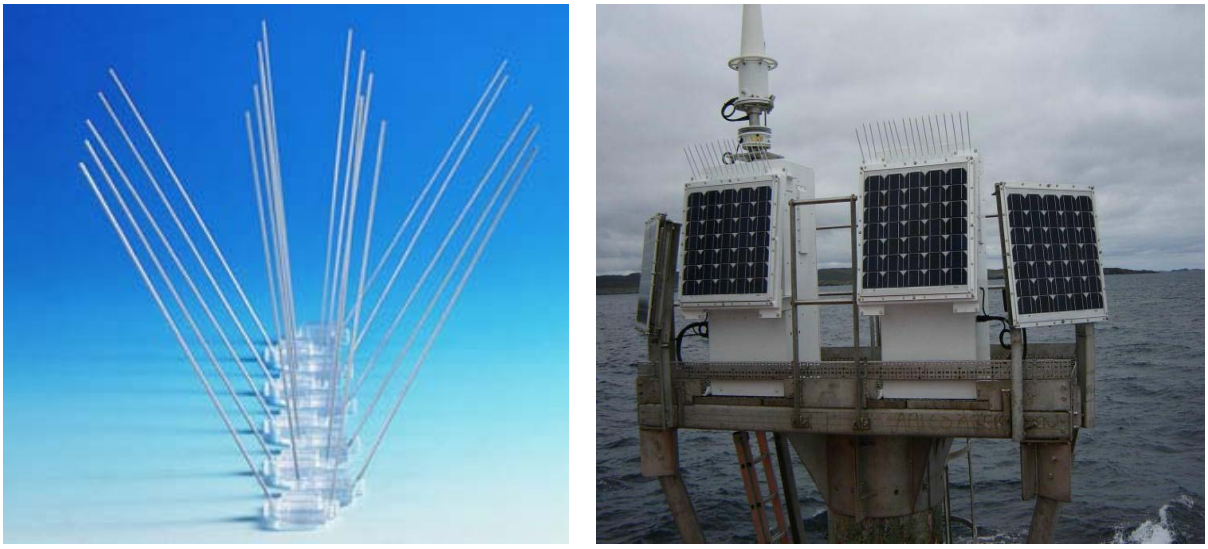
Figur 22 den av studien insamlade data med antalet gråsparvar på Y-axeln och den naturliga logaritmen av den sammantagna elektriska fältstyrkan på X-axeln. En signifikant negativ korrelation mellan den elektriska fältstyrkan och antalet gråsparvar utföll i analysen av data enligt Joris Everaert. Dock påpekades det i studien att resultaten är något osäkra då undersökningen inte var tillräckligt omfattande, vidare studier utav denna effekt ansågs nödvändiga. (Everaert, 2007).

6.2 Hindrande åtgärder

Denna metod innebär här att konstruera fysiska hinder som omöjliggör eller förhindrar fåglar ifrån att vistas på, i detta fall, fyrar. Metoden har prövats av Northern Lighthouse Board (NLB) som ansvarar för underhåll och drift av fyrar i Skottland och på Isle of man. På fyren Bell Rock utanför Skottlands östra kust monterades ett stort nät över övre delen, se figur 23.

Figur 22, Bell Rock i Skottland.

En annan produkt som testades av NLB var något som kan liknas vid spikmattor, designade för att förhindra fåglar ifrån att landa. Spikmattorna köptes ifrån det engelska företaget Jones & Son. Konstruktion utgjordes av mellan 20 och 28 cm långa spikar som monterats på ett spår av mjukt silikon (se figur 24). Längden och material (plast eller metall) på spikarna varierade mellan olika modeller. Tillverkaren, Jones & Son, hävdar att spikmattorna inte på något sätt skadar fåglarna och därför är att betrakta som ofarliga.



Figur 23, Spikmattor I förstoring (t.v.) och spikmattor på solceller (t.h).

Enligt Bob McIntosh, projektledare på NLB, finns det gott om fågelträck på Bell Rock trots att den är täckt med ett nät. Förhoppningen är att det är mindre träck än vad som hade funnits utan nätet,

även om ingen med säkerhet vet detta, säger Bob McIntosh. Vad det gäller spikmattorna så finns det dessvärre ingen information om dess eventuella effekt enligt McIntosh. Av NLB har spikmattorna främst använts för att skydda speciellt känslig utrustning, till exempel solcellerna i figur 24.

6.3 Avskjutning

Skarvfåglar är skyddade i Sverige till följd av EU:s fågelskyddsdirektiv (79/409/EEG). Detta medför att allmän jakt på skarv inte är tillåten. Undantag för så kallad skyddsjakt kan beviljas av länsstyrelserna och då ofta i närhet till exempelvis fiskodlingar. Enligt EU:s fågelskyddsdirektiv får undantag endast beviljas om skarven utgör allvarlig skada på gröda, boskap, skog, fisk och vatten eller om skarven utgör ett hot emot människors hälsa och säkerhet.

Att med hjälp av jakt skapa en skrämseleffekt hos skarven så att den håller sig borta ifrån fyrar bedöms av skarvforskare Henri Engström som fullt möjligt. Återkommande insatser skulle dock vara ett krav för att uppehålla effekten. Effekten blir troligtvis också, enligt Henri Engström, högst lokal och skulle därför kräva insatser på i stort sett varje aktuell fyr.

En annan möjlighet att minska antalet skarvar på fyrar är att införa allmän jakt på skarvar i Sverige. En allmän jakt skulle då ha som syfte att minska populationen av skarvar och då följaktligen minska antalet som vistas på fyrar. Dock tror Henri Engström att populationsminskningen förmodligen blir obetydlig i områden som idag är gynnsamma för skarven.

7 Resultat och slutsatser

Denna del av rapporten inleds med en presentation av resultaten ifrån utvärderingen av traditionella fågelskrämmor. Två ytterliga metoder behandlas på liknande sätt nämligen avskjutning och fysiska hinder.

Undersökningen av det påstådda fenomenet att basstationer för mobiltelefoni skrämmer fåglar sammanfattas efter utvärderingen. En ansats att avfärda alternativt att bekräfta fenomenet utförs här.

7.1 Traditionella fågelskrämmor

Den utvärdering som genomfördes av traditionella fågelskrämmor visade att det finns gott om sätt att skapa skrämseleffekt hos fåglar. Gasolkanoner, rovdjursattrapper och lasrar är exempel på tekniker som utvärderades. Givetvis finns det en uppsjö andra tekniker som inte ingick i utvärderingen så som flygande plastdrakar, vindsnurror och robotar men principen bakom skrämmorna är oftast, men inte alltid, densamma. Principen som de flesta lösningarna är uppbyggda kring är att skrämman utger sig för att vara en fara för fåglarna, antingen genom att till exempel likna ett rovdjur eller bjuda på ett överraskande ljud.

Metoderna är ofta inledningsvis mycket effektiva då de flesta arter av fåglar enkelt låter sig skrämmas. Dock observerades i regel en tillvänjningseffekt för skrämmorna. Detta antogs bero på det faktum att skrämmorna inte utgjorde ett reellt hot emot fåglarna och att de innehar en förmåga att anpassa sig till det. Att åtminstone skarvfåglar har denna förmåga stöds av doktor Henri Engström på Uppsala universitet. Engström påstår vidare att det är osannolikt att en traditionell fågelskrämma, oavsett typ, kommer kunna ”överlista” en skarv under en längre tidsperiod.

Hur som helst konstaterades tillvänjningseffekten definitivt i utvärderingen för gasolkanoner och laserskrämmor. Användningen av dessa metoder visade inledningsvis på att önskad effekt uppnåddes, det vill säga att fåglarna flög iväg. Efter en tids monotont användande upphörde dock fåglarna, i dessa fall skarvarna, att påverkas av skrämmorna. Av detta drogs slutsatsen att skarvar har en förmåga att ”lära sig” huruvida en skrämma utgör ett reellt hot eller inte. En fråga som då ställdes var i fall skarvar *alltid* kommer att ”lära sig” detta, givet att de får gott om tid, *oavsett* skrämselmetod. Är traditionella metoder att skrämma fåglar på förhand dömda att misslyckas på grund av en ”universell tillvänjningseffekt”?

För ett eventuellt konstaterande av denna universella tillvänjning bör effekten åtminstone skådas i alla de metoder som ingått i utvärderingen. En metod som inte visar en tillvänjningseffekt utesluter givetvis ett sådant konstaterande. I fallet med attrapperna av berguv utgjorde de inte en skrämseleffekt på skarven vid tidpunkten för utvärderingen. Utvärderingen utfördes dock en obekant tid efter att attrapperna monterades, det fanns alltså inga uppgifter om hur lång tid som förflutit mellan montering och utvärderingen. Det fanns inte heller uppgifter om huruvida attrapperna hade haft en inledande effekt eller om de varit verkningslösa under hela perioden. Eftersom det inte var möjligt att fastställa om attrapperna någon gång har haft en effekt som sedan avtagit gav utvärderingen av attrapper inget utökat stöd åt den universella tillvänjningseffekten.

Utvärderingen av de på Sjöfartsverket testade ljudskrämmorna lämnade ett magert resultat. Det visade sig svårt att ta fram tillförlitliga uppgifter om dess möjliga effekt som fågelskrämmor. Denna

del av utvärderingen kunde därför varken ge stöd åt eller avfärda teorin om den universella tillväjningseffekten.

I utvärderingen påträffades alltså ingen metod som tydligt uteslöt en universell tillvänjningseffekt. Men det fanns heller inte tillräckligt med underlag för att fastslå den universella tillvänjningseffekten, alltså att skarvar alltid kommer genomskåda alla typer av traditionella fågelskrämmor givna tillräckligt lång tid. Ett behov av att utföra ett riktat försök med ljudskrämma identifierades därför. Riktat på så sätt att antalet fåglar dokumenteras på ett statistiskt signifikant sätt både före och efter monteringen av apparaten. För att undersöka huruvida den universella tillvänjningen gäller för ljudskrämmor krävs att försöket pågår under en längre tidsperiod.

7.2 Riktat försök med ljudskrämma

Det riktade försöket med ljudskrämma kunde på grund av tidsbrist inte inledas. Detaljerade instruktioner till den tekniska utrustningen sammanställdes och presenteras i bilaga 1. Instruktionerna presenteras för att underlätta ett framtida försök av ljudskrämmornas effekt.

7.3 Fågelskådning på Flintrännan nr6

Anekdotiska uppgifter ifrån anställda på Sjöfartsverket i Norrköping gjorde gällande att fyrar med basstationer för mobiltelefoni inte uppskattades av skarvfåglar, detta i klar kontrast till vanliga fyrar. För att utreda dessa uppgifter valdes en fyr med basstation i Öresund ut som undersökningsobjekt.

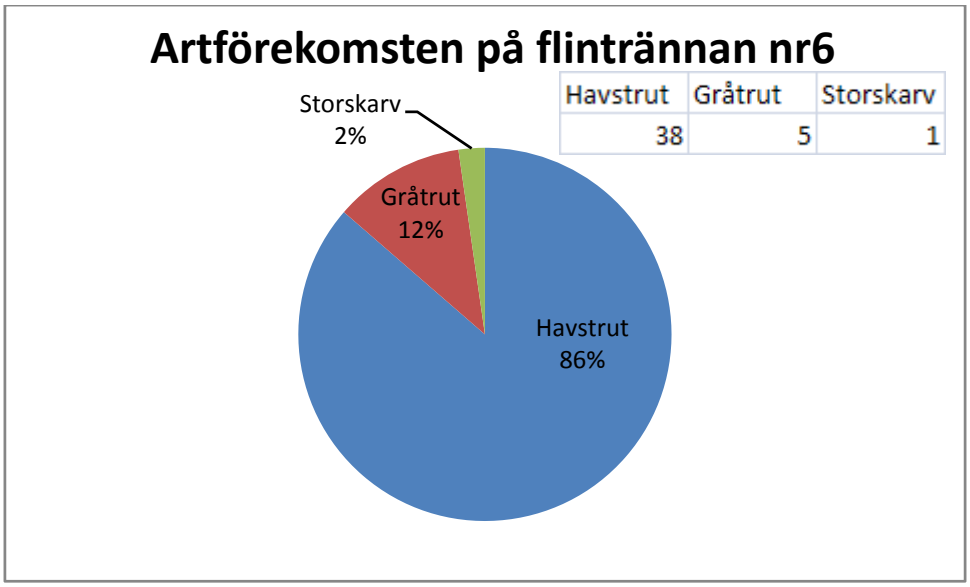
Studiebesöken på fyrarna i Flintrännan gav indikationer på att fyr nr6 besöktes av betydligt mindre skarvar än närliggande fyrar. Stöd för detta fanns dels i skillnaden på mängden träck som registrerades på de olika fyrarna.

Även de visuella iakttagelserna av antalet fåglar gav stöd för att så var fallet. Observationer av skarvar gjordes under de två dagar som studiebesöket sträckte sig över, men bara på fyra av de fem fyrar som passerades med båten. Den enda fyren som det inte observerades skarvar på var just fyr nr6 där inga skarvar observerades under någon av dagarna.

Den trådlösa övervakningsutrustningen som installerades för att räkna antalet besökande fåglar på fyr nr6 visade att det rörde sig om ytterst små mängder besökande skarv här. Sammanställningen av övervakningsutrustningens observerade fåglar bestod nästan uteslutande av trut, endast en skarvfågel. Det som gjorde dessa uppgifter intressanta var det faktum att skarvpopulationen i området annars upplevdes som stor.

För att upptäcka om en viss fågelart helt negligerades eller särbehandlades av rörelsedetektorn gjordes slumpmässiga kontroller manuellt. Det fåglar som skådats under manuell kontroll av kameran har bokförts och sammanförts med de som rörelsedetektorn har registrerat. De manuella kontrollerna har inte visat på någon speciell art som missats av rörelsedetektorn och systemet antas därför ha rapporterat korrekt en korrekt fördelning av de besökande fågelarterna.

De fåglar som registrerades presenteras härunder i ett diagram, figur 25. Bara tre olika arter fåglar registrerades under försöket, viss reservation måste tas till osäkerheten i artbestämningen.



Figur 24 Artförekomst på flintrännan nr6.

Noterbart ifrån fågelskådningen är att endast en storskarv observerades under experimentet på fyr nr6. På grund av tidsbrist har inte ett likadant försök kunnat utföras på en närliggande fyr och resultatet av denna undersökning kan därför inte jämföras rakt av. På grund av att flertalet skarvar observerades visuellt på alla de närliggande fyrarna under studiebesöken blir slutsatsen därför att Flintrännan nr6 faktiskt besöktes av mindre antal skarvar än närliggande fyrar. Dock säger detta konstaterande inte någonting om vad som kan tänkas vara orsaken till detta fenomen.

7.4 Elektromagnetism som fågelskrämma

Ett försök att utreda hur elektromagnetism uppfattas av fåglar och vilka tänkbara effekter som man kan förvänta sig utfördes. Att använda någon form av elektromagnetiskstrålning som fågelskrämma bedömdes inledningsvis som en intressant lösning. Detta eftersom att den eventuella effekten inte antogs komma ifrån en ordinär skrämseleffekt. Effekten borde då sannolikt inte uppvisa en tillvänjningseffekt likt flertalet av de traditionella fågelskrämmorna gjorde.

Den eventuella effekten av elektromagnetsim som fågelskrämma undersöktes vid en fyr utrustad med en basstation för mobiltelefoni. Att skarvar drog sig för att vistas på den fyren konstaterades vara sant, skillnaden från närliggande fyrar var mycket tydlig. Det visade sig dock inte möjligt att utan vidare peka ut basstationen som orsak till detta fenomen då en annan plausibel orsak existerade. Noterade avvikande detaljer på fyr nr6 var basstationen samt en attrapp av berguv. Några övriga plausibla orsaker till fenomenet kunde inte identifieras.

Den attrapp av berguv som fanns på fyren konstaterades helt verkningslös som skarvskrämma i utvärderingen av traditionella fågelskrämmor. Detta gav ett visst stöd till antagandet att det faktiskt var basstationen som ”skrämde” skarvarna.

För att ytterligare kontrollera antagandets giltighet genomfördes en genomgång av forskning om elektromagnetisk påverkan på fåglars beteende. Den avslöjade vissa indicier på att fåglar valde att inte vistas i närheten till basstationer. Forskningsresultaten bedöms dock inte som övertygande bevis för att effekten verkligen existerar. Fortsatt undersökning om denna effekt anses därför som högst nödvändig och önskvärd. Uppgifter som talar emot denna effekt kom ifrån fyren Svinbådan som även

den var utrustad med baststation för mobiltelefoni. På denna fyr, som dock tillskillnad från Flintrännan nr.6 är belägen mera enskilt, är antalet besökande skarvar stort enligt Jonas Svensson på Sjöfartsverket.

För att elektromagnetism skulle vara möjligt att använda som fågelskrämma antogs det som nödvändigt att fåglar kan uppfatta strålningen. Att fåglar kan uppfatta och använda sig av magnetisk strålning konstaterades vara ett väldokumenterat faktum. Det som dock visade sig en aning mer komplicerat och omtvistat var hur det egentligen gick till väga, och vilka typer av elektromagnetism som de kunde uppfatta.

Försök på fåglar har visat att deras navigationsförmåga kan störas med oscillerande magnetiska fält, en hypotes som då uppstod var att även andra typer av beteende kanske kunde förändras av sådana fält. Nedan följer ett försök att jämföra det oscillerande magnetiskafältet ifrån basstationen (1800Mhz) med frekvensen på det oscillerande fält som påvisats störa fåglars navigering. Den specifika frekvensen på det oscillerande magnetiska fältet som fysikern Thorsten Ritz visade hade störst inverkan går att räkna fram och kallas larmor frekvensen. Larmor frekvensen för fyren i Öresund med basstation ges av ekvation 4:

$f_{larmor} = \frac{2\mu_e B}{h} = \frac{2*57{,}9\mu eV*50\mu T}{4{,}136*10^{-15}eV} \sim 1{,}4MHz$, ekvation 4.

Denna frekvens var beroende av intensiteten på det statiska magnetfält som de aktuella fåglarna vistades i, i detta fall intensiteten av jordens magnetfält i Öresund. Då larmor frekvensen för det statiska magnetfältet i Öresund var 1,4Mhz <<1800Mhz (frekvensen hos basstationen) antogs detta inte kunna vara orsaken till den eventuella effekten att fåglar undvek att vistas på fyren.

Det andra sättet som fåglar använder för att uppfatta magnetism är det magnetiska materialet magnetit. Detta material konstaterades vara en mycket god absorberare av fotoner med frekvenser från 0,5Ghz till 10Ghz, alltså mikrovågor. Då strålningen från basstation (1800Mhz eller 1,8Ghz) väl rymdes i just detta spektrum kan det inte uteslutas att fåglar uppfattar strålningen ifrån basstationer.

7.5 Övriga metoder

Att använda någon form av jakt för att skrämma skarvar anses inte vara en bra idé. Den ansenliga arbetsmängden som skulle krävas är sannolikt inte försvarbar för att uppnå den önskade effekten. Dessutom är skarvfågel skyddad av EU:s fågelskyddsdirektiv och det skulle därför krävas ett av länsstyrelsen beviljat undantag. Motiv för ett beviljande av undantag bedöms som svåra att finna då skarven inte anses uppfylla de av EU satta kraven.

Att fysiskt hindra skarvar ifrån att landa på fyrar är en metod som testats i Skottland. Metodens eventuella framgång var dessvärre inte dokumenterad. Fördelar med denna metod, förutsatt att den fungerar, är att risken för tillvänjning inte existerar samt att den kräver ett minimum av underhåll och återkommande insatser.

Att med spikar hindra fåglar att landa hör till en av de metoder som testats i Skottland. De fåglar som orsakade problem i Skottland var enligt Bob McIntosh främst fiskmåsar eller trutar. Om spikarna verkligen fungerade som avsett visade sig dock inte möjligt att säkerställa. I Sverige är det just skarvar som orsakar de flesta problem vilket bör ses som en fördel för spikmetoden. Detta eftersom analysen av skarvfåglarnas anatomi visade är det en ganska stor fågel som ska byggas bort. Skarvens

ben visade sig också vara relativt korta och utrustade med stora fötter som mest kan liknas vid paddlar. Att skarvens dessutom är en klumpig flygare talar också det till fördel för möjligheten att utrusta fyrar med spikar för att hålla skarvarna stången.

8. Diskussion om resultat och framtida inriktning

Här följer först en diskussion om de resultat som framkommit under arbetsprocessen. Avslutningsvis finns sedan förslag på var framtida arbetsinsatser ska fokuseras för att åstadkomma en slutgiltig lösning på problemet.

8.1 Är traditionella fågelskrämmor hopplösa?

Skarven är av naturen en väldigt skygg fågelart som instinktivt reagerar med flykt på minsta störning. Det kan då tyckas som rimligt att problemet med att skrämma den ifrån fyrar bör vara av ringa omfattning. Dessvärre har arbetet med denna rapport inte uppbringat någon ny eller redan beprövad metod som med säkerhet fungerar. Utvärderingen av traditionella fågelskrämmor visade till exempel på att skarvarna verkade ha en förmåga att vänja sig vid skrämmorna.

Ett försök att konstatera en så kallad universell tillvänjningseffekt utfördes därför. Ett konstaterande av en sådan effekt hade inneburit det är utsiktslöst att försöka hitta nya sätt att skrämma skarvar ifrån fyrar. Dock kunde inte den universella tillvänjningseffekten varken konstateras eller avfärdas. Detta på grund av för liten mängd tillförlitliga data.

8.2 Är det verkligen mindre antal skarvar på Flintrännan nr6?

Den sjöfart som använder sig av den internationella farleden Flintrännan ledsagas av flertalet fyrar. Farleden korsas numera av Öresundsbron vars högbrodel byggdes just för att tillåta en tillräcklig seglingsfri höjd över Flintrännan. På den norra delen av farleden, från högbron räknat, finns nio stycken fyrar inom ett avstånd av 3,4Nm (6,4km). Eftersom Öresund hyser en stor population av skarvfågel är dessa fyrar i regel välbesökta av skarvfåglar. Detta bekräftas dels av egna och dels av personal på sjöfartsverkets gjorda observationer .

Detta bekräftades vid det utförda studiebesöket i området då skarv observerades sitta på 4 av 5 förbiseglade fyrar. Stora mängder träck och en tydlig odör skvallrade om att skarvarnas besök inte var en tillfällighet. Lotspersonal på Malmö lotsstation som dagligen besöker området bekräftade också att fyrarna var ett populärt tillhåll för skarvfågel .

Det som är anmärkningsvärt med detta är den fyr som det inte observerades skarv på, nämligen Flintrännan nr6. Vid landstigning på denna fyr observerades visserligen spår av träck ifrån skarv men mängden var påfallande mindre än på grannfyren. Träcken tvättas normalt sett inte bort av nederbörd och skvallrar därför om antalet besökande fåglar från en längre tidsperiod. Övervakningssystemet som installerades visade också den på att skarvar inte verkade vilja vistas på just denna fyr. Dessa uppgifter tyder sammanvägt att storskarven inte verkar vilja vistas på denna fyr.

Osäkerhet i detta konstaterande står att finna dels i att de visuella observationerna enbart utgjordes av två besök och av fem stycken fyrar. Vidare är jämförelsen av mängden träck bara utförd mellan två fyrar, Flintrännan nordost samt nr.6. Denna jämförelse är också en subjektiv bedömning då mängden träck inte lät sig mätas med en vedertagen metod. Trots osäkerheten anses antagande att det är mindre skarv på Flintrännan nr6 än vad det *borde* vara rimligt. Det är alltså något med den specifika fyren som gör att skarvarna väljer andra platser att vara på.

8.3 Varför är det mindre skarvar på Flintrännan nr6?

Frågan som ställdes var, varför skarven valde bort denna fyr? En jämförelse mellan två närliggande fyrar utfördes, varav den ena konstaterats besökas flitigt av skarvfåglar. Till det yttre ansågs de som

snarlika, både till konstruktion och till färg. De uppenbara skillnader som uppmärksammades var att det på Flintrännan nr6 fanns en attrapp av berguv samt även en mast för mobiltelefoni.

Attrappen av berguv antogs på förhand som den rimligaste förklaringen till fenomenet. Syftet med attrappen var ändå att just skrämma bort skarvarna. Dock visade resultatet ifrån utvärderingen av traditionella fågelskrämmor att denna typ av skrämma inte skrämmer skarvar. Utvärderingen visade på ineffektivitet vid 5 av 6stycken fyrar som utrustats med attrapp av berguv, undantaget var just Flintrännan nr6. Att attrappen skulle fungera här men inte någon annanstans bedöms som mycket osannolikt.

Vidare ansåg också skarvexpert Henri Engström det som osannolikt att en attrapp av berguv utgör en skrämseleffekt på skarven. Detta eftersom arterna inte utgör naturliga fiender, åtminstone inte som vuxna individer.

Men om det nu inte var berguvsattrappen som skrämde skarvarna, var anledningen då istället masten för mobiltelefoni? Först och främst gjordes ett försök att utreda om fåglar överhuvudtaget var kapabla att uppfatta eller absorbera just den strålning som sändes ut av masten i fråga. Det visade sig att den magnetit som fåglar använder för att navigera med hjälp av magnetfält var en utmärkt absorberare av den strålning som masten sände ut. Att just magnetiten absorberar energin ifrån mobiltelefonimasten öppnar för möjligheten att fåglar kan förnimma strålningen på ett sätt som till exempel vi människor inte kan. Men om det betyder att fåglars beteende därmed skulle påverkas är inte på något sätt givet.

För att kolla upp detta gjordes en genomgång av forskning inom området elektromagnetism och påverkan på djur. Den erbjöd inte några övertygande bevis för att en sådan effekt skulle kunna vara möjlig. Endast en forskningsrapport påträffades som visade på en beteendeförändring hos fåglar orsakad av elektromagnetism, men studien bedöms inte som särskilt väl underbyggd och ett behov av utökade studier finns här. Denna studie indikerade dock på att strålning från mobiltelefonimaster hade en negativ inverkan på fåglar vilja att vistas i närheten.

Detta fenomen kan tänkas passa in på området i Öresund som var föremål intresse i denna rapport. I detta område finns flertalet fyrar i närheten som föredras av skarvarna framför fyren med mobiltelefonimast. Men att en mobiltelefonimast skulle fungera som en effektiv fågelskrämma avfärdades av fyren Svinbådan som också den var utrustad med mobiltelefonimast. Denna fyr ligger, till skillnad från Flintrännan nr6 mycket mera enskilt och här fanns det gott om skarvfåglar.

Så slutsatsen blir att, om effekten av elektromagnetism verkligen existerar, är den för svag för att kunna användas som fågelskrämma på fyrar. Detta att effekten i så fall är svag skulle kunna förklara varför inte detta fenomen är bekräftat i experiment av folk med lite mera expertis inom detta område.

8.4 Bygga bort

Att bygga bort skarvar ifrån fyrarna med spikar är en intressant möjlighet som bör undersökas närmare. Då huvuddelen av fyrens yta är vertikal och inte möjlig för skarvar att sitta på blir antalet spikar som behöver monteras relativt få. Det som också minskar antalet behövda spikar är skarvarnas anatomi och flygfärdighet. Skarvar bör sannolikt få svårt att landa på fyren även med glest monterade spikar, alternativt monteras spikarna så tätt att det blir omöjligt för dem att landa.

För att möjligöra service och underhåll av fyren bör inte spikar monteras på de galler som tjänstgör som gångbroar runt fyrkroppen. Dock används dessa galler som sittplaster för skarvarna vilket utgör något av ett problem för spikmetoden.

Men möjligen kan spikarna, tack vare skarvarnas storlek och klumpighet, monteras så att detta problem går att undvika.

8.5 Framtiden

Intressant för framtiden är att genomföra och utvärdera det riktade försöket med ljudskrämma. Antagandet är att ljudskrämman kommer fungera som planerat inledningsvis men för att med tiden uppvisa samma tillvänjningseffekt som redan konstaterats hos andra traditionella sätt att skrämma fåglar. Det som talar emot att denna effekt kommer att observeras är att ljudskrämmans är konstruerad för att spela upp ljud slumpmässigt. Skulle dock tillvänjningseffekten konstateras även här rekommenderas det att avbryta alla försök att skrämma skarvarna. Detta eftersom det mesta då talar för att skarvarna kommer uppvisa samma tillvänjningseffekt oavsett hur pass finurlig metod som används. Mycket tyder alltså redan på att försöken med fågelskrämmor på fyrar dessvärre måste liknas vid att sätta pengarna i sjön.

En tänkbar framtida lösning kan ligga i att använda sig av spikmattor. Fördelarna med en sådan typ av lösning blir dels att den är helt underhållsfri samt dels att den inte riskerar att uppvisa en tillvänjningseffekt. Detta förutsätter givetvis att det är möjligt att placera spikarna på så sätt att skarvfåglarna inte kan landa på fyren.

9 Referenser

- Helander, Björn. (2000). Sea eagle 2000, Proceedings of the international sea eagle conference in Björkö, Sweden.
- Zeigler, Harris Phillip. (1993). Vision, brain and behavior in birds.
- Breife, Bertil. (1993). Sjöfågelboken ISBN:91-88124-04-5.
- Staav, Roland. (1992). Nordens fåglar ISBN: 9119131429.
- Marler, Peter. (2004). Bird Calls, Their Potential for Behavioral Neurobiology, Behavioral Neurobiology of Birdsong Volume 1016.

- Wiltschko, Wolfgang. (1968). Über den Einfluss statischer Magnetfelder auf die Zugorientierung der Rotkehlchen,
- Wiltschko, Wolfgang. (2002). Magnetic compass orientation in birds and its physiological basis.
- Johansson, Klas-Rune. (2000). Skärgårdens djurliv, ostkust och västkust.

- Fiskeriverket rapport. (1998). Skarv.
- Jonsson, B. (1977). Skarvarna och yrkesfisket. Stockholm.
- Ritz, Thorsten. (2004). Resonance effects indicates a radical-pair mechanism for avian magnetic compass.
- Kirschvink, Lynn (m.fl.). (1992). Magnetite Biomineralization in the Human Brain.
- Kirschvink, Lynn. (1996). Microwave absorption by magnetite: a possible mechanism for coupling nonthermal levels of radiation to biological systems.
- Engtström, Henri. (2001). Effects of Great Cormorant Predation on Fish Populations and Fishery.
- http://www.sofnet.org/index.asp?lev=699&typ=1. Sveriges ornitologiska förening. (Hämtat 2008-03-25). Högfrekvens- och ultraljud
- Balmori, Alfonso. (2005). Possible Effects of Electromagnetic Fields from Phone Masts on a Population of White Stork (Ciconia ciconia).
- Everaert, Joris. (2007). A Possible Effect of Electromagnetic Radiation from Mobile Phone Base Stations on the Number of Breeding House Sparrows (Passer domesticus).
- http://www.jagareforbundet.se/viltvetande/artpresentation/storskarvkannet.asp. (Hämtat 2008-02-18). Jägareförbundet. Storskarv.

Bilaga 1, Instruktioner för ljudskrämma

Dessa instruktioner gäller systemet med en Bird Gard ljudskrämma som omtalas i rapporten.

I systemet ingår en övervakningskamera som kan bevakas via ett webbgränssnitt. En webbläsare som klarar av att hantera active-x protokoll krävs för att använda webbgränssnittet, ett exempel på sådan webbläsare är Microsoft Internet Explorer.

Adressen till övervakningskameran är: http://skarvcam.dyndns.org:1000/ (Port 10000 används för att det trådlösa internet modem på fyren är inställt för att dirigera den trafiken till kameran.) Användarnamn/lösenord är guest/guest. På grund av att det trådlösa modemet bara kan hantera trafik via http krävs det att man byter till ett sådant protokoll via menyn ”client-settings” till vänster.

I menyn till vänster finns det möjlighet att byta läge på kamerans digitala utgång. Detta medför ett byte av fågelljud på ljudskrämman, från skarvskrik till gråtrut.

En fjärrströmbrytare som kan styra till- och frånslag av ljudskrämman via sms finns också tillgänglig. Instruktioner för hur fjärrströmbrytaren fungerar finns i den av tillverkaren bifogade instruktionsboken.

Vidare finns också möjlighet att konfigurera övervakningskameran att ladda upp och spara bilder via ftp till en valfri dator. Bilder kan fotograferas antingen med hjälp av den inbyggda rörelsedetektorn eller med tidbestämda intervaller.