

Sammenlignende undersøgelse af floraen på øer og holme i Isefjorden og Roskilde Fjord



Strand-annelgræs tue , foto L. Løvendahl 2007

Specialerapport af Lisbet Løvendahl

Vejleder: Lektor Henning Adsersen

Sektion for Økologi og Evolution, Biologisk Institut, Københavns Universitet,
Universitetsparken 15, 2100 København Ø

oktober 2008

Tak

Pelle Andersen-Harild fortjener stor tak for sin indsats, som skipper på Den Grimme Ælling, sekretær, og medbotaniker under feltarbejdet. Hans hjælp har været uvurderlig.

Erik Hansen var også behjælpelig under feltarbejdet. Bl.a. med at skaffe adgang til Svaleøen, som ligger på Forsøgsstation Risøs område.

Henning Adsersen har vejledt mig kyndigt og velvilligt, opmuntret og tilskyndet samt kommet med ideer undervejs.

Søren, min mand, har sørget for at hjem og familie har fungeret trods min begrænsede indsats.

Katrine Petersen var behjælpelig med perspektiv fra livet udenfor og konstruktiv kritik i redigeringsfasen.

Stor tak til jer og mange flere som beredvilligt har svaret på spørgsmål og givet ideer undervejs.

Resumé.....	2
Formål.....	3
Introduktion.....	4
Andres undersøgelser - kronologisk	4
Lignende undersøgelse.....	6
Turnover.....	8
Surtsey, primær succession.....	8
Hirsholmene, sekundær succession	8
Svenske øer	9
Kvælstof til naturen.....	10
Kvælstof i Isefjordsystemet	13
Betydning af kvælstofdeposition	13
Tålegrænser.....	14
Naturtyper	15
Andre emissioner	20
Materialer og metoder.....	23
Øernes beskaffenhed.....	23
Feltarbejde.....	28
Databehandling	30
Arealopgørelse	33
Resultat	34
Nye arter:	35
Forsvundne:.....	36
Invasive arter.....	37
Naturtyper	38
Ellenberg-værdier	38
Skalaer.....	39
Temperatur	41
PH	41
Kvælstof.....	41
Salttolerance.....	42
Arts-/arealrelation	42
Turnover.....	45
Ordinationsanalyse.....	46
Retning.....	49
Korrelation mellem miljøparametre.....	50
Diskussion.....	53
Turnover.....	53
Pseudoturnover	54
Betydende miljøvariable	55
PH	57
Arts-/arealrelation	58
Ellenberg kvælstof	59
Tålegrænse overskredet?.....	60
Konklusion.....	61
Hvad kan man gøre?	62
Litteraturliste.....	65

Resumé

Isefjordsystemet udgøres af Isefjorden og Roskilde Fjord. Tilsammen er der godt og vel 30 øer i fjordsystemet. Til brug for dette speciale er de fleste af disse øer blevet undersøgt floristisk.

Der er lavet ordinationsanalyse på de indsamlede data, som også er bearbejdet på anden vis. En lignende floristisk undersøgelse blev lavet for 20-30 år siden. De dengang indsamlede data blev behandlet i 2003. Det er nu muligt at sammenligne de 2 resultater og danne et billede af den udvikling, der er sket i området.

De undersøgte øer udgør ca. 100 ha. Der indgik 30 øer i analysen af de gamle undersøgelser og blev fundet 253 arter. Der indgår 28 øer i nærværende undersøgelse og der blev fundet 279 arter.

Det miljøparameter, der har størst indflydelse på antallet af arter på en ø, er øens areal. Der er 25,6 % flere arter i gennemsnit pr ø. Med tallene 253:297 er den samlede artsrigdom på holmene steget med 17,4 %. Den artsfattigste ø har 7 arter, den rigeste 154 arter. Middelværdien for turnover er på 43.

En del af den betydelige forøgelse af artsantallet på øer og holme, må tilskrives pseudoturnover.

Der er stærke indikationer for, at der er sket en forøgelse af mængden af tilgængeligt kvælstof på øerne, som har betydning for hvilke arter, som er indvandret.

Formål

Det er nærværende undersøgelses formål at kortlægge floraen på øer og holme i Roskilde Fjord og Isefjorden. Dernæst er det formålet at sammenligne med den kortlægning, der fandt sted her ved 28 år tidligere og vurdere årsagerne til de ændringer, der har fundet sted. Undersøgelserne vil herefter blive refereret til som nærværende undersøgelse og gamle undersøgelser. Gamle undersøgelser dækker over to separate undersøgelser, der har fundet sted på Roskilde Fjords holme i 1979 (Hansen, Mølgaard et al. 1984) og på Isefjordens holme i 1988 (Hansen, Mølgaard et al. 1990).

Indsamlede data for de gamle undersøgelser var genstand for en øbiogeografisk behandling i 2003 (Adsersen og Mølgaard 2003). Denne omfattede konventionelle øbiogeografiske regressionsanalyser (f.eks. arts/areal ligninger). Ved at gentage analyserne på nye data vil systemets stabilitet blive afprøvet. Den tidligere behandling inddrog gennem ordinationsanalyser også holmenes artssammensætning. Disse analyser vil blive udvidet med nye miljøparametre og gentaget.

De floristiske undersøgelser suppleres med pH-måling af jordbunden, ligesom resultaterne fra årets fugletællinger bliver inddraget. Endvidere undersøges det, om økogeografiske faktorer som areal, kystlinjelængde og geografisk placering har indflydelse på artsrigdom og artssammensætning. Fordeling af saltkrævende, salttolerante og saltsky arter vil blive kortlagt.

Introduktion

Øerne i Isefjordssystemet udgør et unikt stykke dansk natur. De fleste øer er stort set ubenyttede af mennesker. En stor del af øernes areal udgøres af strandeng, som jævnligt overskylles med saltvand. Vegetationen består derfor af planter, der i et eller andet omfang tåler saltpåvirkning. Med jævnlig overskylning menes ikke nødvendigvis ofte, der kan være tale om få gange om året. Afhængig af øernes størrelse og topografi findes også en række overdrev. Overdrev er græsdomineret vegetation på veldrænet bund uden anden kulturpåvirkning end græsning. Græsning finder dog kun sted på få af øerne i Isefjordssystemet. Øernes beskaffenhed vil blive beskrevet nærmere under materialer og metoder.

Som det fremgår, er de undersøgte øer på mange områder en heterogen gruppe. De har dog en nogle fællestræk: De udgør et afgrænset område og de har hver en vis artspulje, som har begrænset kontakt med andre populationer. Begrænsningen består dels i afstanden til anden vegetation, dels i den spredningsbarriere saltvandet udgør for mange arter.

Det er interessant at undersøge, i hvilken tilstand øerne befinder sig og hvad der sker på sådanne øer i løbet af 20-30 år. Ved at gentage undersøgelsen i samme omfang og efter samme principper – så godt som – er det muligt at opnå et ganske godt mål af sammenlignelighed. Undersøgelsen er unik, da der ikke kendes ikke tilsvarende undersøgelser af samme omfang i Danmark. Med i overvejelserne er de resultater andre har fået af undersøgelser af lignende områder. En komparativ analyse gør det endvidere muligt at gøre status over retningen af den udvikling, der har fundet sted.

Andres undersøgelser - kronologisk

Forskellige dele af den kystnære vegetation i regionen er undersøgt for år tilbage. Den danske botaniker Peder Kylling udgav i 1688 den første og i 100 år eneste danske flora, *Vividarium Danicum* (Kylling 1688). Den beskriver 1103 planter. Af bogen fremgår, at Peder Kylling bl.a. har besøgt Elleøre i Roskilde Fjord. I hans floraliste står: Strand-peberrod fundet på Elhorn ved Roskilde. Plantens latinske navn er anført som *Raphanus marinus*. I flg. Smith (1799) er *Raphanus marinus* et pseudonym for

Cakile quibufdam og *Eruca marina*. Beskrivelse og illustrationen (Smith 1799) viser Østersø-strandsennep, i dag *Cakile maritima*. Peder Kylling fandt altså Østersø-strandsennep på Elleore i 1688, der var ingen i 2007.



Figur 1 Østersø strandsennep Foto L. Løvendahl 2007

En af de mest grundige undersøgelser er foretaget af Valdemar M. Mikkelsen under Anden Verdenskrig og publiceret i 1949 (Mikkelsen 1949). Mikkelsen undersøgte strandene langs hele Isefjordsystemet. Han undersøgte saltholdigheden i vandet i rodzonen og konkluderede, at netop saltholdigheden var den afgørende faktor for udbredelsen af plantearter langs Isefjordsystemet. Han anerkendte vigtigheden af andre faktorer, som f. eks. passende fugtighed, for en plantes trivsel. Hvor en art ikke fandtes, hvor saltholdigheden tillod det, begrundede Mikkelsen dens fravær med upassende fugtighed. Mikkelsen målte også jordens surhedsgrad og konkluderede, at pH havde ringe eller ingen indflydelse på hvilke arter, der var tilstede. Han tog dog forbehold for rigtigheden af de målinger han foretog, og tillagde ikke sine fund nogen betydning.

Hans Henrik Bruun undersøgte i 1996 vegetationen på en række gravhøje og overdrev i Hornsherred, en del af dem i kystnære områder (Bruun 2000). Der kan drages paralleller fra denne undersøgelse til den overdrevsvegetation, der findes på nogle af øerne i Roskilde Fjord og Isefjorden. Bruuns undersøgelser viste, at artsrigdommen var stærkt afhængig af habitatets omkreds (perimeter), som igen er afhængig af områdets størrelse. Dernæst spillede habitatets heterogenitet en rolle.

Frederiksborg amt har i 2001 udgivet en delområdeplan for Horns Herred (Falkentorp, Jensen et al. 2001). I planen er udarbejdet forslag til udlægning af naturprojektområder langs en stor del af Hornsherreds kyst. I forbindelse med udarbejdelse af planen fik Frederiksborg Amt i 2000 lavet lokalitetsbeskrivelser og botaniske undersøgelser af udvalgte overdrev, gravhøje, strandenge og engarealer (Falkentorp, Jensen et al. 2001). Kun 3 øer indgik dog i amtets undersøgelse: Øksneholm, Stenø og Eskilsø. Disse 3 indgår i nærværende undersøgelse. Kun Eskilsø indgår direkte i de forslag, amtet udarbejdede til pleje og beskyttelsestiltag.

Øerne i Isefjordsystemet har haft forbavsende ringe bevågenhed. Det er kun Eskilsø, Stenø, Øksneholm, Kølholm i Roskilde Fjord samt Lindholm og Sømer holme i Isefjorden der er undersøgt i DEVANO regi i 2005. DEVANO står for DEcentral VAnd og NaturOvervågning og understøtter miljømålsloven fra Miljø- og Energiministeriet 2003 og er en væsentlig aktivitet i forbindelse med opfyldelse af forpligtigelserne i vandrammedirektivets operationelle overvågning og Natura2000-direktivernes behov (Bijl, Boutrup et al. 2008). Vegetationen på de undersøgte øer er kun undersøgt i 5 m dokumentationscirkler. Der er ikke udarbejdet komplette floralister for den enkelte ø. Kølholm undtaget, er de undersøgte øer klassificeret som strandenge for 90-100% af det undersøgte areals vedkommende. Kølholm er klassificeret som kalkoverdrev her udgørende 100 %. De undersøgte øer adskiller sig i nogen grad fra de øvrige øer i fjordsystemet. Stenø og Sømer holme kan man vade til. Eskilsø, Øksneholm og Lindholm græsses. Kølholm er heller ikke en typisk ø (hvis en sådan findes), idet den med sin topografi skiller sig ud. Kølholms flora har desuden et vist antropomorft præg.

De undersøgelser, der er nævnt her, er langt fra dækkende for Isefjordsystemets øer og holme. Andre har undersøgt strandenge langs kysten, enkelte øer eller fragmenter af natur med karakteristiske træk, der minder om øernes,

Lignende undersøgelse

De første tilbundsgående floristiske undersøgelser af Isefjordsystemets holme fandt sted i 1979 på Roskilde Fjords holme og i 1988 på Isefjordens. Undersøgelsen af ø-floraen i Roskilde Fjord blev til i forbindelse med, at man ønskede et overblik over

ynglefuglebestanden i fjorden. Under arbejdet med at kortlægge fuglebestanden stod det klart, at der ikke fandtes fredningstiltag, som beskyttede fuglene. Undersøgelsens fokus drejede sig derfor i retning af, at skabe debat og at komme med forslag til beskyttelse af livet på holmene. Først herefter opstod ønsket om også at inddrage holmenes botanik i arbejdet. Den samlede rapport om tilstanden i Roskilde Fjord indgik som dokumentation i en fredningssag (Hansen, Mølgaard et al. 1984). Ønsket om kortlægning var også drivkraften bag undersøgelsen af floraen på Isefjords holmene (Hansen, Mølgaard et al. 1990). Rapporter om begge undersøgelser blev efterfølgende udgivet af og Skov- og Naturstyrelsen (tidl. Fredningsstyrelsen).

Turnover

Til belysning af den floristiske ændring på en ø mellem 2 undersøgelser, kan turnover beregnes. Det absolutte turnover er: forsvundne arter + nye arter. For at få et mål, der er sammenligneligt mellem øer, bruges nedenstående formel, som giver et billede af udskiftningen af arter *relativt* til det samlede antal arter på den pågældende ø.

$$R_t = (\text{extinction} + \text{immigration}) / (\text{antal arter v 1. undersøgelse} + \text{antal arter v 2.}) * 100$$

(Nilsson og Nilsson 1985)

Relativt turnover for forskellige øer kan sammenlignes uanset øernes størrelse.

Relativt turnover vil fremover blot blive omtalt som turnover og vil blive inddraget i diskussionen af tilstanden på de undersøgte øer og holme.

Surtsey, primær succession

På den islandske vulkanø Surtsey, som opstod i 1965, er der foretaget årlige artsoptællinger. Der kan beregnes et relativt turnover på 77 over en 28-årig periode fra 1971 til 1999 (Friðriksson 1994) samt (Magnusson og Magnusson 2000, pers. com.). På Surtsey er der tale om primær succession, et artsfattigt kontinent og en jordbundstype, der adskiller sig væsentligt fra den man finder på øer og holme i Isefjordsystemet. Undersøgelsen er interessant, bl.a. fordi det er et af de få komplette datasæt, som findes over succession over en lang årrække. Om Surtsey er det værd at bemærke at øen, som blev dannet i årene 1964 – 1967, nu er skrumpet til omkring halvdelen af sin oprindelige størrelse (Ritzau 28. juli 2005).

Hirsholmene, sekundær succession

På Hirsholmene (Hirsholm og Græsholm), som ligger i Kattegat udfor Frederikshavn, er der mindst 3 gange inden for de sidste godt 100 år lavet floralister (Lægaard 2007). Græsholm er en ubeboet holm, som blev græsset i hvert fald til 1920'erne. Den er på 21,4 ha. Græsholm ligner derfor på en del områder de største af holmene i Isefjordsystemet. Hirsholm er beboet og delvist beplantet, der findes en del vedplaner. Holmen er 15,2 ha.

	absolut turnover	relativt turnover
Græsholm 1903-1960	45	31
Græsholm 1960-2006	57	31
Hirsholm 1960-2006	108	29

Tabel 1 Turnover for undersøgelser af Hirsholmene (Lægaard 2007)

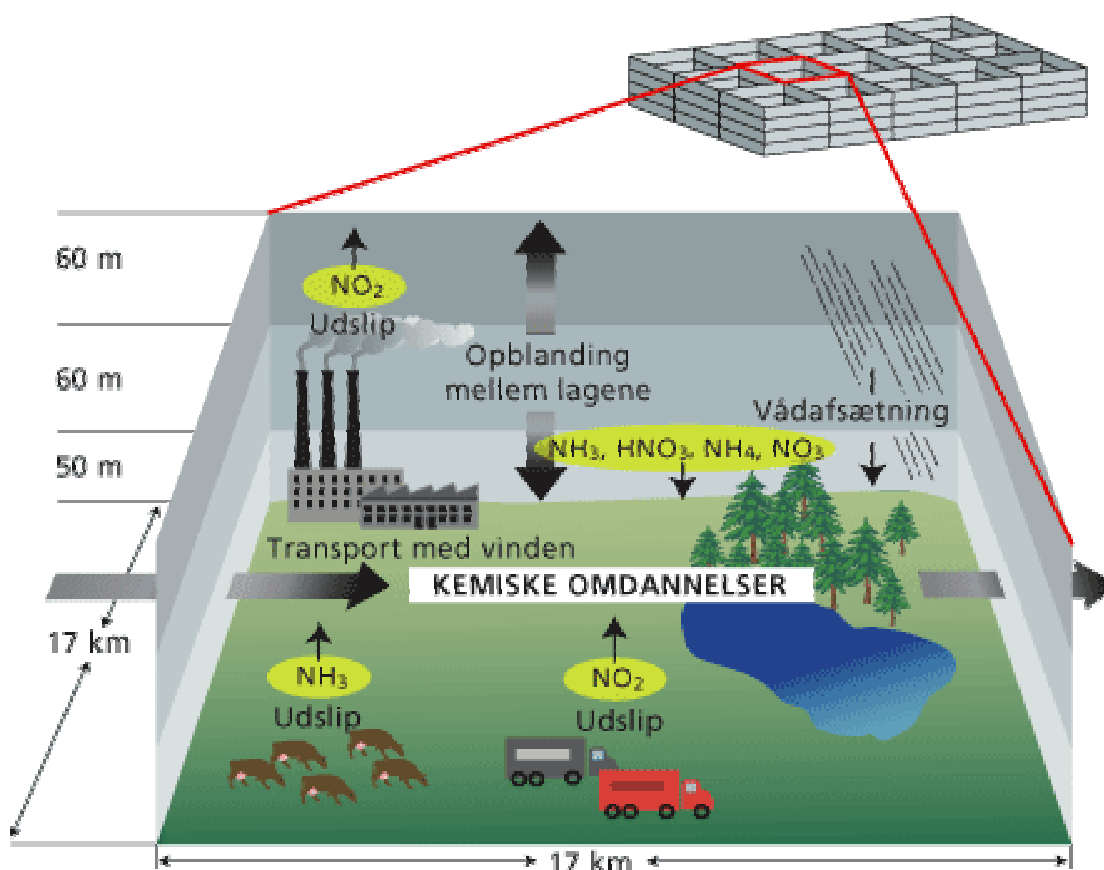
Ovennævnte turnover er beregnet for hhv. 57 og 46 år og kan derfor ikke umiddelbart sammenlignes med turnover for Isefjordsystemets holme.

Svenske øer

I forbindelse med sænkning af vandstanden i søen Hjälmmaren i Sverige, undersøgte Rydin and Borgegård (1998) successionen på de nye øer, der opstod. Her fandtes, at det gennemsnitlige turnover for 40 øer over en 60-årig periode var ca. 30 (Rydin og Borgegård 1988).

Kvælstof til naturen

Der tilføres den danske natur anseelige mængder kvælstof gennem luften. Landbrug, industri og transport bidrager til det naturlige kvælstofkredsløb med emission af forskellige N-forbindelser. Luftens naturlige indhold af aktivt kvælstof er ubetydeligt i forhold til disse emissioner (Bak, Tybirk et al. 1999).



Figur 2 Grafisk fremstilling af kvælstofemission og -deposition, som målt af DanmarksMiljøundersøgelser i 17km x 17 km felter. (Ellermann, Pedersen et al. 2008)

Ifølge det internationale organ EMEP, hvis opgave det bl.a. er at samle oplysninger om luftforurening og beregne modeller for transport af forureningen, blev der i Danmark i 2006 udledt 89.529,9 ton NH_3 (ammoniak) og 185.304,5 ton NO_x (kvælstofilter) (EMEP 2006).

Landbruget står for 99% af emissionen af NH_3 , som blev opgjort til 98.300 ton i 2002 (Mikkelsen, Gyldenkerne et al. 2006). Den øvrige eutrofiering stammer primært fra

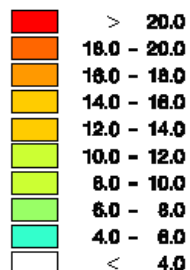
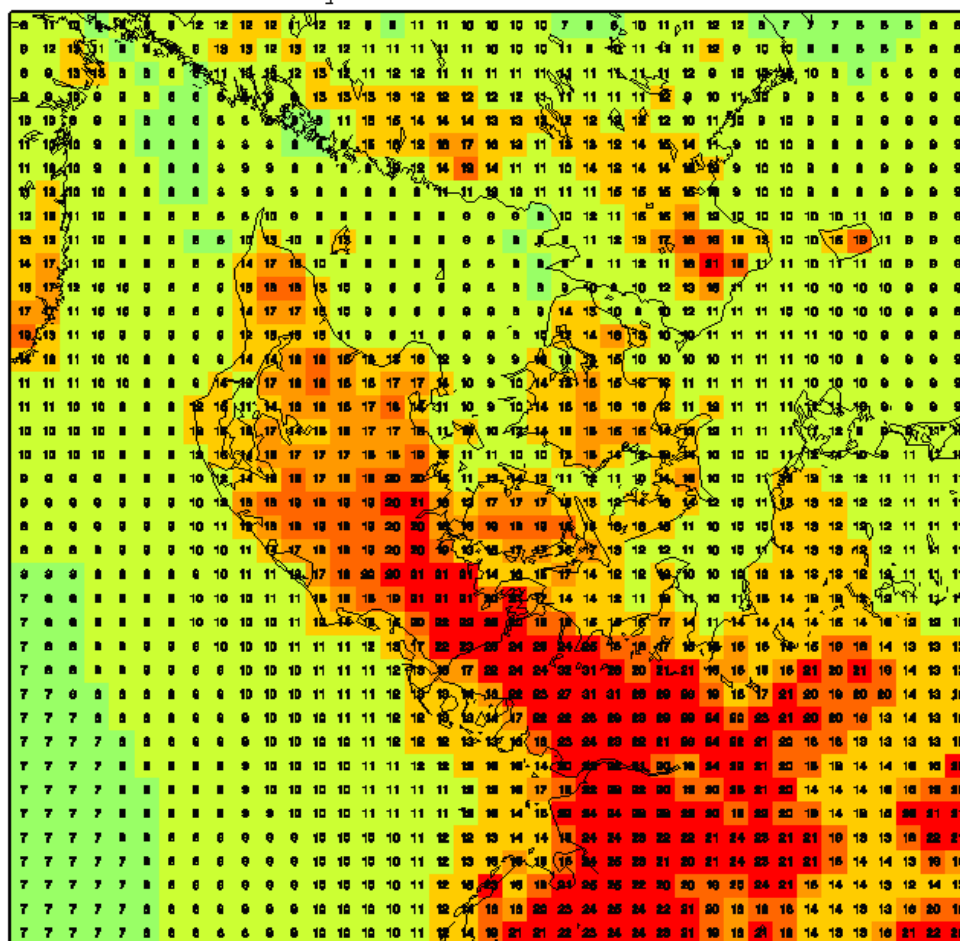
afbrænding i forbindelse med transport, elektricitetsproduktion mv. Herved udledes NO_x (Bak, Tybirk et al. 1999).

Ammoniak deponeres hurtigt og tæt på kilden, 20-60 % indenfor en radius af 2 km. Der er fortrinsvist tale om tørdeposition, dvs. ammoniakken falder ned, eller snarere afsættes på vegetationen, når denne rammes (Bak, Tybirk et al. 1999). En del ammoniak omsættes til NH_4^+ (ammonium), som indgår i partikler. Disse partikler afsættes ved våddeposition, dvs. når der regner. Det gør det i perioder kun ganske sjældent, hvorfor partiklerne kan opholde sig i atmosfæren i op til 10 dage og rejse mere end 1.000 km (Ellermann, Pedersen et al. 2008).

Hvad angår kvælstofoxiderne eller kvælstofilterne NO og NO_2 , så omdannes NO hurtigt i luften til NO_2 , som kan tørafsættes. NO_2 omdannes imidlertid til HNO_2 (salpetersyre). Syren afsættes eller knytter sig til partikler i form af nitrat (NO_3^-) bundet i nitratsalte. Disse afsættes ved våddeposition og kan derfor ligesom ammonium opholde sig længe i atmosfæren og transporteres langt (Ellermann, Pedersen et al. 2008). Deposition af salpetersyre forårsager foruden eutrofiering også forsuring.

Danmark modtager desuden N-bidrag fra vores naboer mod syd. Især den sydlige del af Jylland er påvirket af dette. Som det fremgår af figur 3 er der store lokale forskelle på kvælstofdepositionen.

Total deposition for 2006 of totN



units: kg/ha/year

Figur 3 Depositionen af kvælstof - også kaldet *afsætningen af kvælstof* eller *kvælstof-nedfald* - er beregnet for året 2006. Beregningen er foretaget som led i overvågningsprogrammet NOVANA (program for overvågning af vandmiljøet og naturen). Beregningerne er foretaget med Danmarks Miljøundersøgelses regionalmodel DEHM. Kortet viser den samlede kvælstofafsætning i kgN/ha. Beregningen er foretaget for felter på 17 km x 17 km. Den viste afsætning i hvert felt er et gennemsnit for hele feltet (DMU 2006).

Den gennemsnitlige deposition af kvælstof i Danmark toppede i 80'erne med ca. 21 kg H/ha/år (Bak, Tybirk et al. 1999).

Usikkerheden på bestemmelsen af den årlige kvælstofdeposition vurderes til 12-25% for deposition til vandområderne og 27-43% for deposition til landområderne. Årsagen til den relativt høje usikkerhed er, at den samlede kvælstofdeposition bestemmes som summen af depositionen af en lang række kvælstofforbindelser. Endvidere beregnes tørdepositionen ud fra målinger af luftens indhold af kvælstofforbindelserne samt såkaldte tørdepositions-hastigheder. Der er stor usikkerhed ved denne metode, men det er p.t. den eneste metode, som kan anvendes i forbindelse med overvågningsprogrammet (Ellermann, Andersen et al. 2007), s 16.

Kvælstof i Isefjordsystemet

Ser man på de tabelværdier der hører til figur 3 og som er inddelt i forskellige geografiske områder, blev der i Region Sjælland deponeret 14 kg N/ha/år, Roskilde Kommune 14, Holbæk Kommune på 15 og Frederikssund Kommune 13 kg N/ha/år (DMU 2006). Det må således være rimeligt at anslå depositionen af kvælstof på Isefjordsystemets øer og holme til omkring 14 kg N/ha/år.

Betydning af kvælstofdeposition

I de fleste økosystemer er biologisk tilgængeligt kvælstof en mangelvare (Bak, Tybirk et al. 1999). Når der tilføres kvælstof, vil nogle planter være bedre til at udnytte det, vokse mere og udkonkurrere de planter, som er tilpasset kvælstoffattige vækstbetingelser. Øget kvælstoftilførsel bidrager således til at ændre vegetationssammensætningen. Under de ”forbedrede” vækstforhold vil der produceres mere biomasse, som indgår i puljen af organisk materiale på voksestedet. Herved sker der en forøgelse af den mængde kvælstof, der er i cirkulation det pågældende sted. På et vist tidspunkt vil vegetationen domineres af et begrænset antal arter, som er gode til at udnytte det tilgængelige kvælstof.

<i>Planter, der især påvirkes af N-deposition.</i>			
Typiske konkurrenceplanter, der går frem som følge af N deposition		Typiske nøjsomhedsplanter, der kan gå tilbage som følge af N deposition	
<i>græsser:</i>	<i>urter:</i>	<i>urter:</i>	<i>mosser og laver:</i>
hvene-arter	hindbær	kattefod	renskyrlav-arter
bakkestilkaks	alm. fuglegræs	guldblomme	bægerlav-arter
bølget bunke	stor fladstjerne	soldug	alm. etagemos
fløjlsgræs	stor nælde	visse-arter	trind fyrremos
svingel-arter	gederams	ensian-arter	tørvemosser
blåtop	burrenerre	mælkeurt	
rapgræs-arter		timian	

Tabel 2 (Bak, Tybirk et al. 1999) Hvori det hedder, at ovenstående tabel er uddraget fra Bobbink, R., Hornung, M., Roelofs, J.G.M. (1996): Empirical nitrogen critical loads for natural and semi-natural ecosystems. Mapping Critical levels/Loads. UBA. Berlin, UBA: Annex II, pp 1-54. Det har ikke været muligt at komme i besiddelse af den originale kilde.

Tålegrænser

I Danmark og på europæisk plan er det en målsætning, at naturen ikke må modtage mere luftforurening end den kan tåle (Ellermann, Andersen et al. 2007).

Tålegrænser for eutrofiering defineres som:

- En kvantitativ fastsættelse af det niveau for belastning med N som NH_x og / eller NO_x , under hvilket påviselige ændringer i økosystemstruktur og funktion ikke forekommer, bedømt ud fra den nuværende viden (Grennfelt og Thörnelöf 1992).

I den mest udbredte metode til fastsættelse af tålegrænser anvendes tre (Løkke, Bak et al. 1996):

- en biologisk indikator som er den organisme(gruppe) eller proces, der ønskes beskyttet eller anvendes til at indikere status af økosystemet,
- et kemisk kriterium, hvis størrelse påvirker den biologiske indikator
- en kritisk kemisk værdi, som er den værdi af det kemiske kriterium, hvorunder der ikke sker nogen signifikant skade på den biologiske indikator.

Metoden er fleksibel, idet der kan vælges, hvad der er væsentligt at beskytte i forskellige naturtyper.

I produktionsskove har det typisk været valgt at beskytte tilvæksten af træ, medens målet for hederne traditionelt har været at fastholde landskabets karakter af hede ved at fastholde lyngens dominans. Artsrigdommen og forekomsten af sjældne arter kan være et mål for andre naturtyper (Bak, Tybirk et al. 1999) s 17.

Der er altså ikke tale om tålegrænser for, hvornår der sker forandringer af vegetationen som følge af eutrofieringen, men om grænser for hvor langt vi vil tillade denne udvikling at gå.

Et andet sted har Danmarks Miljøundersøgelsen formuleret sig lidt anderledes, hvilket sætter brugen af tålegrænser i perspektiv:

Tålegrænsen for eutrofiering afhænger dels af et områdes bevaringsstatus, målsætning og påvirkningsgrad, dels af områdets drift / pleje og af naturgivne forhold, der påvirker kvælstofbalancen. At tålegrænsen afhænger af både bevaringsstatus og målsætning hænger sammen med, at der ofte er stor forskel på den tålegrænse, der vil beskytte de mest følsomme arter og den grænse, der vil beskytte områdets overordnede funktion (fx lyngens evne til selvfornyelse på heder). Hvis målsætningen for et område kun er, at funktionen skal bevares eller området allerede er så påvirket, at de mest følsomme arter er forsvundet, eller pga. naturlige forhold måske aldrig har været tilstede, så vil tålegrænsen være relativt høj. Tålegrænsen afhænger desuden direkte af den kvælstoffjernelse der sker ved fx pleje (DMU 1999).

Naturtyper

I Danmark, som i resten af EU, udpeges habitatområder for at beskytte og bevare bestemte naturtyper og arter af dyr og planter, som er af betydning for EU.

Habitatområderne udgør sammen med fuglebeskyttelsesområderne Natura 2000 områderne.

De naturtyper, der skal beskyttes, er dem:

- der er i fare for at forsvinde i deres naturlige udbredelsesområde

- der har et begrænset naturligt udbredelsesområde, fordi de er gået tilbage, eller fordi de fra naturens hånd er begrænsede
- der er karakteristiske for forskellige områder af Europa

Natura 2000-netværket i Danmark består af 254 områder udpeget i henhold til EF-habitatdirektivet og 112 områder i henhold til EFfuglebeskyttelsesdirektivet, som sammen med de 27 områder, der er udpeget i henhold til Ramsar-konventionen, kaldes internationale beskyttelsesområder. For disse områder gælder det generelt, at de skal medvirke til at sikre og beskytte forskellige dele af naturen og den biologiske mangfoldighed både på nationalt og europæisk plan ved at fastholde eller genoprette 'gunstig bevaringsstatus' for de naturtyper og arter, som områderne er udpeget af hensyn til.

For hver naturtype er givet en kort beskrivelse og bevaringsstatus i år 2000, for så vidt den foreligger. Desuden gives en beskrivelse af de kriterier, der skal indgå i vurderingen af gunstig bevaringsstatus på nationalt og lokalt niveau. For hver naturtype angives en række indikatorer, og for hver indikator er angivet et kriterium, eller en grænseværdi, der skal være opfyldt. Indikatorerne relateres til de tre overordnede områder, som habitatdirektivet kræver opfyldt for at sikre gunstig bevaringsstatus. De tre overordnede områder er ifølge Søgaard, Skov et al. (2003):

- areal og udbredelsesområde
- struktur og funktion
- karakteristiske arter

De følgende afsnit er udpluk af Danmarks Miljøundersøgelses rapport om: Gunstig bevaringsstatus fra 2003 (Søgaard, Skov et al. 2003) siderne 30 ff., som gennemgår de aktuelle plantesamfund og deres tålegrænse:

Strandenge

Strandenge omfatter plantesamfund, som jævnligt oversvømmes af havet, f.eks. ved vinterstorme. Vegetationen består af salttålede planter(...)

Naturtypen omfatter mange undertyper, f.eks. strandsump, og den findes langs kyster, der er beskyttet mod bølgepåvirkning og deraf følgende erosion.

Karakteristiske arter er: *harril, kryb-hvene, rød svingel, strand-annelgræs, strand-malurt, alm. kvik, stiv kvik, engelskgræs, kødet hindeknæ, rødbrun kogleaks, slap annelgræs, spyd-mælde, kilebæger-arter, strand-asters, strand-bede, gåse-potentil, strand-kamille, strand-mælde, sandkryb, strandtrehage, strand-vejbred, sumpstrå-arter, udspilet star og udspærret annelgræs.* (...) De vigtigste trusler mod naturtypen er tilgroning, ændrede hydrologiske forhold som følge af dræning og eutrofiering.

Tålegrænsen for strandenge er beregnet til 30-40 kg N/ha/år

Artsrige overdrev eller græsheder på mere eller mindre sur bund (Surt overdrev)

Den del af dansk overdrevsvegetation (inkl. græshede), som er ekstensivt drevet og vokser på mere eller mindre *sur* bund, og som danner sammenhængende (sluttet) grønsvær (domineret af flerårige arter).(...) Med artsrig forstås primært, at lokaliteten ikke er væsentligt forarmet grundet uhensigtsmæssig drift før eller nu. Arealer, som kun rummer almindelige arter kan normalt ikke opfattes som artsrige og de henregnes derfor heller ikke til denne naturtype.

Karakteristiske arter er: *Kattefod, guldblomme, lyng-star, bleg star, hirsestar, fåre-svingel, lyng-snerre, klokke-ensian, prikbladet perikon, plettet kongepen, krat-fladbælg, hvid sækspore, katteskæg, mose-troldurt, bakkegøgelilje, alm. mælkeurt, tormentil, læge-ærenpris og hunde-viol.*(...)

De vigtigste trusler mod naturtypen er tilgroning og eutrofiering.

Tålegrænsen for disse overdrev er fastsat til 10-20 kg N/ha/år

Overdrev og krat på mere eller mindre kalkholdig bund * (vigtige orkidélokalteter) (Kalkoverdrev)

Den del af dansk overdrevsvegetation, inklusive skrænter og krat, som er ekstensivt drevet og vokser på mere eller mindre kalkrig bund.(...) Typen rummer talrige undertyper og defineres bredt.(...)

Floraen er ofte artsrig og omfatter følgende karakteristiske arter: *Rundbælg, stivhåret kalkkarse, bakkestilkaks, stakløs hejre, nøgleblomstret klokke, vårstar, bakketidsel, stor knopurt, dansk kambunke, stivhåret borst, segl-sneglebælg, flueblomst, tyndakset gøgeurt, salep-gøgeurt, stor gøgeurt,*

bakke-gøgeurt, hulkravet kodriver, blodstillende bibernelle, due-skabiose, opret hejre og klit-limurt.

Følgende mere almindelige arter kan endvidere indicere typen: *Blågrøn star, alm. hundegræs, hvid okseøje, alm. brunelle, lav tidsel, dunet vejbred, vild hør, håret viol, mark-bynke, sølv-potentil, hjertegræs, knoldet mjøddurt, alm. ene, humle-sneglebælg og bredbladet timian. (...)*

De vigtigste trusler mod naturtypen er eutrofiering og for lidt eller forkert pleje med deraf følgende tilgroning. (...)

Tålegrænsen for disse overdrev er fastsat til 15-25 kg N/ha/år

(Søgaard, Skov et al. 2003)

Som det ses af Søgaard, Skov et al. (2003), er det vurderet, at strandenge er forholdsvis tolerante, hvad angår tilførsel af kvælstof. Det skyldes, at der allerede er en forholdsvis stor mængde N i omløb. Tålegrænsen for strandenge er beregnet til 30-40 kg N/ha/år. Det skal ses i lyset af, at når strandengene oversvømmes, deponeres der organisk materiale (fortrinsvist planter), og at dette materiale indgår i kredsløbet. De planter, der trives på strandengen, er tilpasset de vilkår, der findes i et forholdsvis kvælstofrigt miljø og tåler derfor yderligere tilførsel uden at det væsentligt ændrer de betingelser, de trives under.

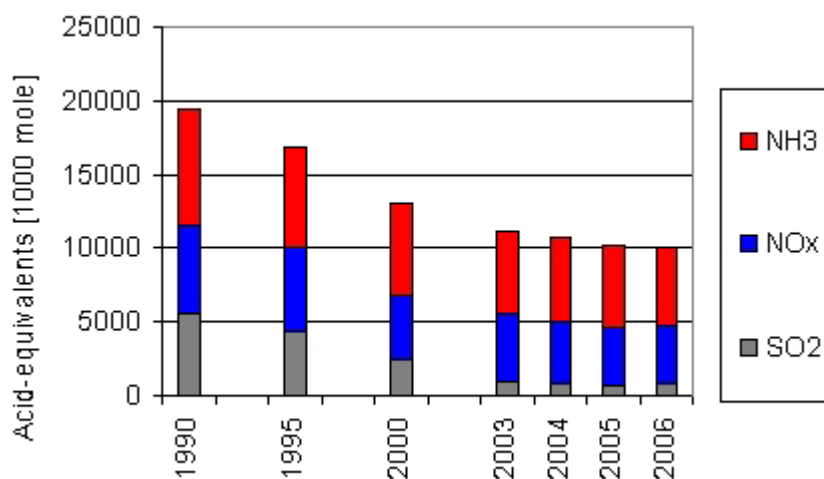
Tålegrænser for sure overdrev på 10-20 kg N/ha/år og for kalkoverdrev på 15-25 kg N/ha/år angiver, at disse er langt mere følsomme overfor kvælstofpåvirkning. Vegetationen her er tilpasset kvælstoffattige forhold, hvorfor vedvarende tilførsel af kvælstof er i fare for at ændre vegetationen ved moderat deposition.



Figur 4 På billedet anes en linje af vegetation der adskiller sig fra den omgivende. Forskelligheden er opstået på grund af en opskylsvold, som er skjult i vegetationen men som giver næringsgrundlag for anden vegetation end i det omgivende eng/overdrevsområde. Foto L. Løvendahl 2007

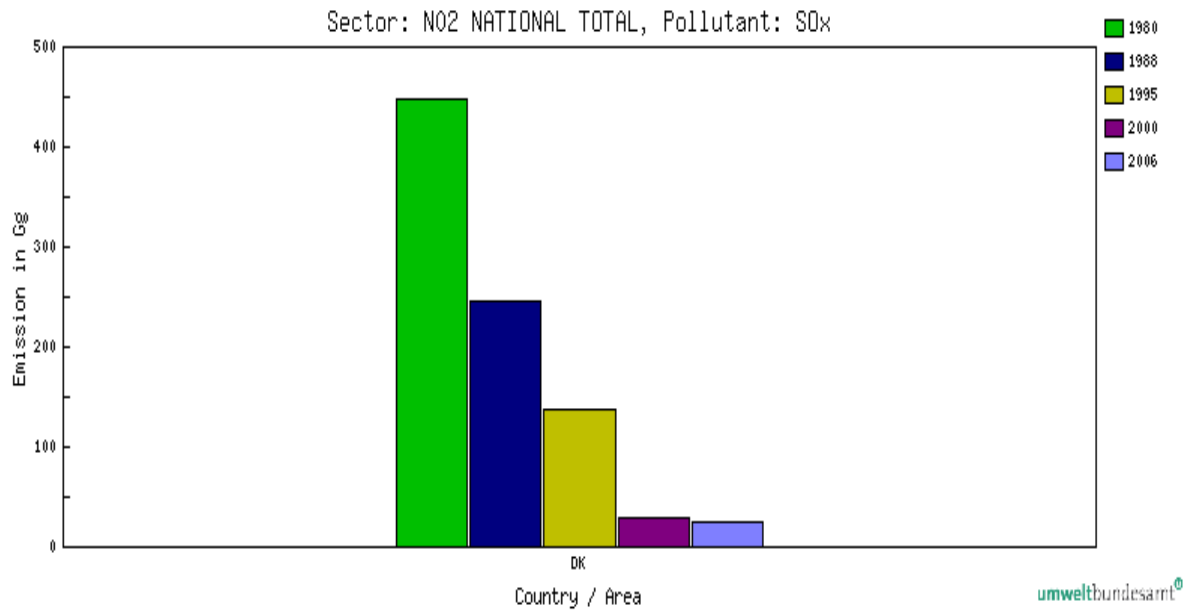
Andre emissioner

Der er andre emissioner, der har indflydelse på vækstbetingelserne på fjordsystemets holme. Et af de store problemer, som det er lykkedes at reducere omfanget af, er svovludledningen. Tidligere tiders skovdød, som følge af syreregn gav anledning til at reducere emissionen af især SO_x. Som det fremgår af nedenstående figur 5, er der sket en kraftig reduktion af emission af syregasekvivalenter i det hele taget i Danmark. I 1990 havde de 3 gasser, som opgøres, en omtrentlig lige stor andel. I 2006 er NH₄⁺ and NH₃, på engelsk samlet under et som ”ammonia nitrogen”, den mest betydende faktor og de relative bidrag for SO₂, NO_x and NH₃ var henholdsvis 8%, 40% and 52% (Danmarks Miljøundersøgelser 2008).

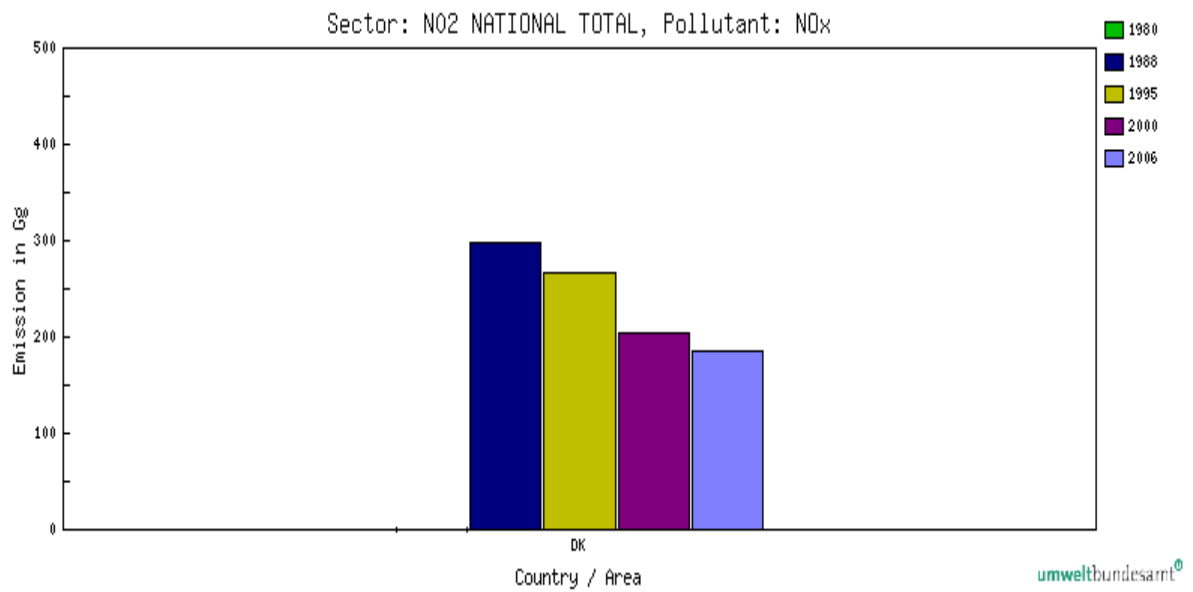


Figur 5 Syreekvivalent udledning i Danmark (Danmarks Miljøundersøgelser 2006)

Størrelsen af den reduktion, der har fundet sted, illustreres også fint af figur 6 og 7, hvor den drastiske reduktion i udledningen af SO_x og den mere moderate reduktion i udledningen af NO_x ses.



Figur 6 Emission af SO_x i Danmark (EMEP 2006)



Figur 7 Emission af NO_x i Danmark (EMEP 2006)

Den sure nedbør kan falde langt fra kilden, så vi er i Danmark afhængige af, at en tilsvarende reduktion finder sted i vore nabolande, især mod syd. Dette er heldigvis

også tilfældet, så vi har i Danmark opnået en drastisk reduktion i såvel emission som deposition af SO_x.

Materialer og metoder

Øernes beskaffenhed

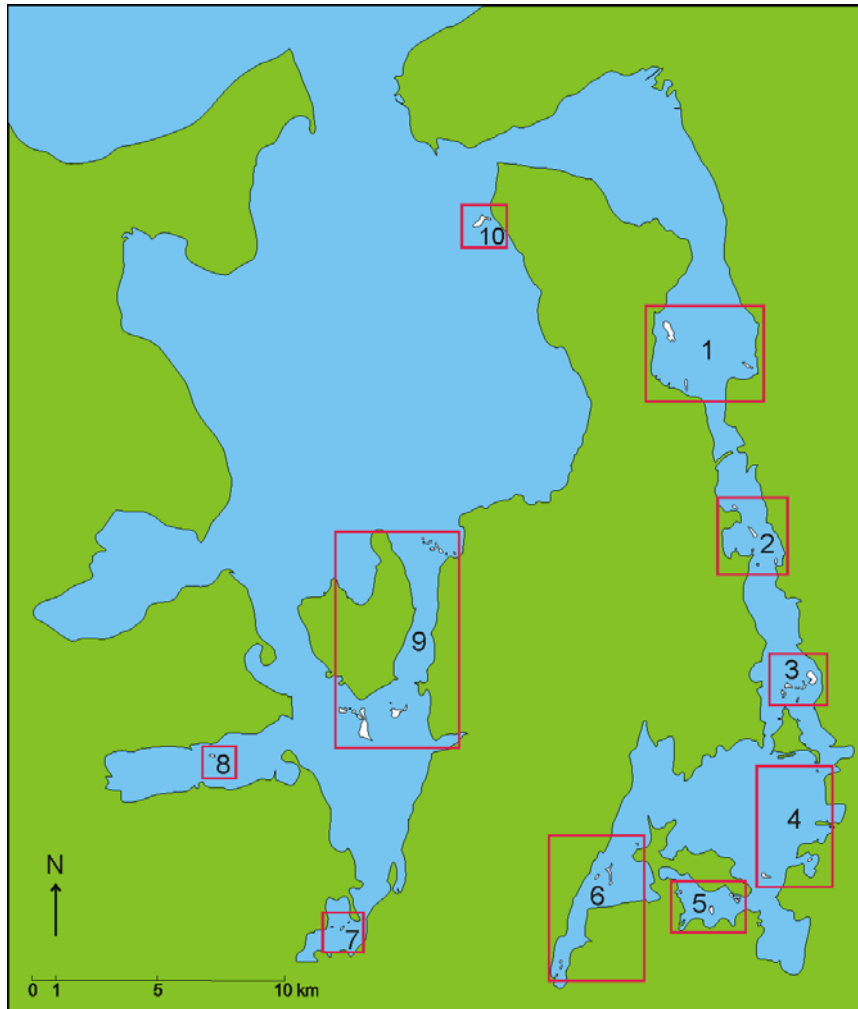
Øerne i Roskilde Fjord og Isefjorden er ubeboede af mennesker. På Elleøre i Roskilde Fjord og på Rønnen i Isefjorden er der regelmæssig menneskelig aktivitet om sommeren. På de øvrige øer er den menneskelige aktivitet begrænset til lejlighedsvis landgang fra fjorden. På Vædderen (Eskilsø) og på Alholm er der rævegrave, og på Kølholm og mindst 1 af Marsvineholmene er der rotter. Flere øer bebos desuden af mosegrise. Øksneholm og Lindholm græsses af kreaturer, Lilleø af får. Der finder jagt sted på en række øer. For at tilskynde andefugle til at ruge på øerne, har jægere lagt gamle juletræer ud som skjul.

Nærværende undersøgelse omfatter 19 øer i Roskilde Fjord og 9 i Isefjorden, se fig 8, 9 og 10. Øernes størrelse går fra de 3 Vådramerholme, der tilsammen udgør 0,06 ha og Ægholm på 0,11 ha til Lindholm, som er på 27,60 ha. Middelværdien for øerne er 3,6 ha. Opgørelse af de undersøgte øers areal gav i de gamle rapporter (Hansen, Mølgaard et al. 1984; Hansen, Mølgaard et al. 1990) et samlet resultat på 86,74 ha. Denne undersøgelses arealopgørelse giver 100,31 ha, altså en tilsyneladende forøgelse på 13,57 ha. Ved udarbejdelse af rapporterne om de gamle undersøgelser er arealet af øerne fundet ved at veje fotokopier af kort, klippet ud i den pågældende øs størrelse (Mølgaard 2007, pers. com.). I nærværende undersøgelse er hver ø og holm målt op vha. orthofotos fra 2006 på www.miljøportal.dk i marts – maj 2008. Her er det muligt, at tegne øens omkreds på luftfotos og derefter få oplyst området størrelse.

Øernes topo- og hydrografi er ikke belyst i nærværende undersøgelse. Fra tidligere undersøgelser (Adersen og Mølgaard 2003) vides, at højde over havet går fra Kølholm med 14 m over en række øer med 4 m til de laveste som kun er 0,5 m over havets overflade. Disse store forskelle afspejles i vegetationens sammensætning, idet nogle øer huser egentlig overdrevsvegetation, mens andre domineres af strandeng evt med rørsump eller fugtige saltpander med især salturt og strandmælde. Det er især de større øer, som giver plads til overdrevsvegetation og saltssky arter. Disse arter indgår i øens totale planteliste og er ikke undersøgt særskilt.

Nogle øer i Roskilde Fjord er udeladt af undersøgelsen. Hesteholmene fordi det ikke var tilladt at gå i land i undersøgelsesperioden. Forbuddet skyldtes en havørnerede på Bognæs i holmenes umiddelbare nærhed. Ammesholm indgår heller ikke i undersøgelsen. Der er ikke længere vegetation at finde pga. hyppige oversvømmelser. Disse 2 indgik i Adsersen og Mølgaards (2003) analyse. Hyldeholm v Skuldelev og Peberholm er udeladt af både 2003 analysen og nærværende, fordi vegetationen her er stærkt præget af menneskehånd. Der er plantet en del træer og områder af i hvert fald Hyldeholm bliver slået som plæne. Vædderen på Eskilsø, som rettelig er en tange, er undersøgt floristisk i nærværende undersøgelse med ikke i gamle og indgår derfor ikke i nogen af analyserne. Det samme gælder 3 af de 5 skovholme.

For sammenlignelighedens skyld er her anvendt de samme regionsinddelinger og forkortelser for de undersøgte øer, som i de gamle rapporter og i den efterfølgende analyse (Adsersen og Mølgaard 2003). Regionsinddelingen fremgår af figur 8, mens identifikation af de enkelte øer nemmest kan foregå på figur 9 og 10.



Figur 8 Isefjordsystemet med regionsinddelinger
(Adersen og Mølgaard 2003)

Roskilde Fjord

Region	benævnelse
1 Øksneholm	ø1
2 Kølholm	k4
2 Stenø	st3
2 Gadekærsholmen	g6
3 Lilleø	li7
3 Langholm Jyllinge	la8
3 Flængholm	f9
3 Yderste Holm	y10
3 Tobaksholm	t11
3 Våddragerholmene	v12
4 Blak	b14
4 Svaleøen	sv15
4 Elleore	el16
5 Ringøen	r18
5 Sivholm	si19

6 Ægholm	æ20
6 Langholm Lejre Vig	l21
6 Hyldeholm	h22
6 Skovholmene	sk23

Isefjorden

Region	benævnelse
7 Langholm Tempel	la24
7 Marsvineholmene	ma25
8 Rønne	rø 26
9 Eskildsholm	es 27
9 Lindholm	li28
9 Langø Orø syd	la30
9 Rønø	rø31
9 Sømer Holme (Langø)	la32
10 Alholm	al33

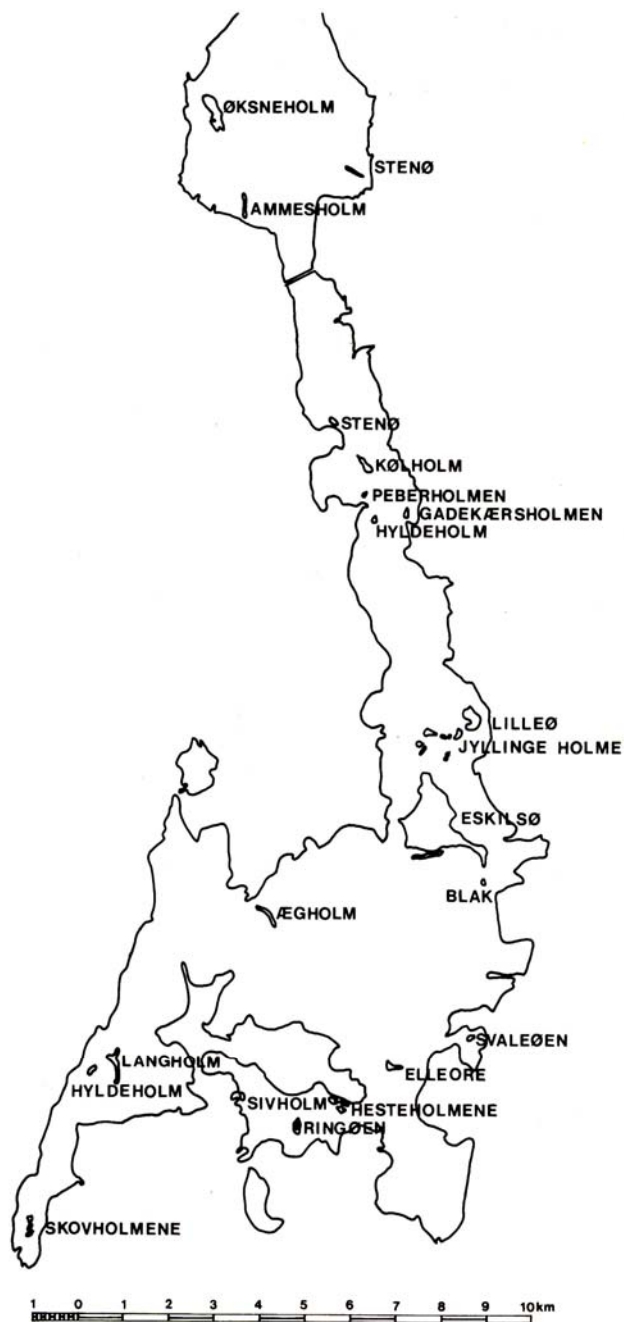


Figur 9 Isefjorden (Hansen, Mølgaard et al. 1990)

Isefjorden

Region	benævnelse		
7 Langholm Tempel	la24	9 Lindholm	li28
7 Marsvineholmene	ma25	9 Langø Orø syd	la30
8 Rønnen	rø 26	9 Rønø	rø31
9 Eskildsholm	es 27	9 Sømer Holme (Langø)	la32
		10 Alholm	al33

Ø-navne



Figur 10 Roskilde Fjord (Hansen, Mølgaard et al. 1984)

Roskilde Fjord

Region	benævnelse		
1 Øksneholm	ø1	3 Våddragerholmene	v12
2 Kølholm	k4	4 Blak	b14
2 Stenø	st3	4 Svaleøen	sv15
2 Gadekærsholmen	g6	4 Elleøre	el16
3 Lilleø	li7	5 Ringøen	r18
3 Langholm Jyllinge	la8	5 Sivholm	si19
3 Flængholm	f9	6 Ægholm	æ20
3 Yderste Holm	y10	6 Langholm Lejre Vig	l21
3 Tobaksholm	t11	6 Hyldeholm	h22
		6 Skovholmene	sk23

Feltarbejde

De floristiske undersøgelser blev udført af undertegnede med hjælp fra skipper. Alle øer blev besøgt to gange. Der blev sejlet mellem øerne, ankret op og roet i land i en jolle. Første gang i tidsrummet 22. – 28. maj 2007, samt enkelte dage først i juni på Stenø og Alholm, som blev besøgt fra land. Anden gang fra 16. juli til 16. august 2008.

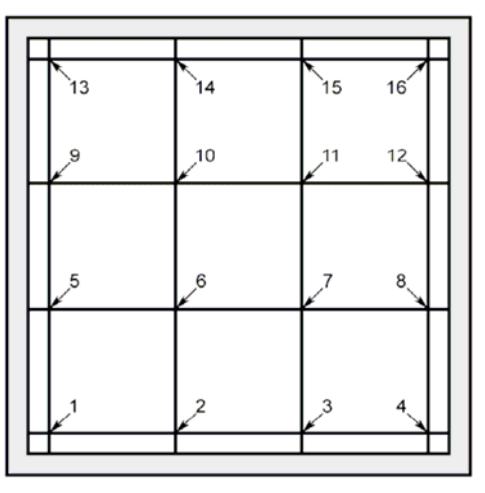
Første besøg fandt sted i forbindelse med den årlige optælling af ynglende fugle i området. For at forstyrre fuglene mindst muligt, blev den botaniske indsats koncentreret om at finde tidligt blomstrede arter, som kun er at finde i foråret. Undersøgelsen bestod i at gå øen rundt, samt i zigzag hen over den.

Ved andet besøg blev øerne gennemgået på samme måde og alle fundne arter noteret. Da det ikke længere var nødvendigt at tage hensyn til fugle, var det muligt at bruge længere tid på at gennemgå øerne. Med henblik på en eventuel sammenligning med relevante undersøgelser andre steder i landet, blev vegetationen også undersøgt i henhold til Novanas tekniske anvisninger (Fredshavn, Nielsen et al. 2007) NOVANA er Det Nationale program for Overvågning af Vandmiljøet og Naturen. NOVANA er en revideret udgave af det tidligere National Overvågningsprogram af Vandmiljøet. Inden for NOVANAS rammer opfyldes de nationale behov for, og internationale forpligtelser til, natur- og miljøovervågning (DanmarksMiljøundersøgelser 2004).

NOVANAs anvisninger er fraveget på 3 områder. Det foreskrives, at prøvefelters placering bestemmes tilfældigt hjemmefra og at de placeres i henhold til Det Danske Kvadratnet (Fredshavn, Nielsen et al. 2007). I denne undersøgelse er tilfældigheden ikke systematiseret og placeringen af prøvefelterne bestemt i felten. De jordbundsundersøgelser, der indgår i NOVANAs anvisninger, er udeladt på nær pH måling – som er foretaget i felten og ikke i laboratorium. I håb om at opnå en komplet artsliste, blev NOVANAs regel om at afbryde undersøgelsen i 5 m cirklen, når der var gået 30 sek. siden sidste nye art blev fundet, ikke overholdt.

Til brug for vegetationsundersøgelsen anvendtes en 0,5 m x 0,5 m aluminiums-pinpointramme, hvori der var udspændt snore således, at der var seksten kryds.

Rammen var forsynet med justerbare ben, som fortrinsvist blev brugt i en højde af 0,7 m.



Figur 11 Illustration af pin-pointrammen (Fredshavn, Nielsen et al. 2007)

Rammen blev placeret et tilfældigt sted på hver ø, uden at dette dog blev sat i system. Der ligger derfor muligvis en vis subjektivitet, og et implicit ønske om at få et repræsentativt billede, bag rammernes placering. På nogle øer blev rammen udlagt tilfældigt 2 gange. Vegetationens højde blev målt på rammens 4 sider. Ved hvert kryds i rammen, førtes en pind lige ned mod jordbunden, hvorved der blev lavet 16 stik. Det blev noteret for hvert stik hvilke planter, der blev ramt og hvor mange gange. Endvidere noteredes planter, som var rodfæstede i rammen men ikke ramt. Med centrum i rammen blev der placeret en pløk med et 5 m langt reb. Med rebet blev der markeret en cirkel med 5 m i diameter. Alle arter, som ikke var registreret i rammen men blev fundet i cirklen, blev noteret. Ved rammens 4 ben blev udtaget jordprøver som blev blandet og derefter fortyndet 1:1 med destilleret vand. Efter min. 20 minutters henstand med indikatorpapir blev pH aflæst. Rammens centrum blev derefter afmærket med et metalsøm og GPS koordinater taget for at gøre det muligt at genfinde stedet. Data, der blev registreret fra pinpointrammerne og 5m cirklerne, er ikke bearbejdet særskilt i nærværende analyse. I det omfang der forekommer beskrivelser af øerne, som ikke er forsynet med kildeangivelse, er der tale om egne observationer.



Figur 12 Feltarbejde på Kølholm

Foto L Langer 2007

Databehandling

De indsamlede data for såvel 1. som 2. besøg blev indtastet og placeret i en matrix.

	æ20	al33	b14	e16	es27	f9
acepse	0	0	0	0	0	0
achmil	0	1	0	0	0	1
achpta	0	0	0	0	0	0
argig	0	1	0	0	0	0
argjun	0	0	0	0	0	0
agrep	1	1	1	1	1	1

Tabel 3 Uddrag af matrix, art/ø tilstede eller ikke tilstede

Der er lavet ordinationsanalyse på de indtastede data i PC-ORD 5.0 (McCune og Mefford 1999) Der er valgt NMS, Nonmetric Multidimensional Scaling. NMS er et af de få ordinationsprogrammer, hvor der ikke forudsættes noget om arternes fordeling i forhold til økogeografiske parametre. Det er samtidig velegnet til at analysere datasæt, hvor man har binære (tilstede/ikke tilstede) data.

NMS beregner, på baggrund af den valgte matrix, Sørensen afstandene mellem alle øerne indbyrdes. Sørensen similaritet beregnes som:

$$\frac{2 \times \text{antal arter, som er fælles for 2 øer}}{\text{antal arter på den ene ø} + \text{antal arter på den anden ø}}$$

Sørensen-afstanden er så $1 - \text{Sørensen similariteten}$.

NMS placerer da øerne *med tilfældige* koordinater i et koordinatsystem med et vist antal akser. Afstanden mellem hvert par af øer måles i dette system, og disse afstande sammenlignes (ved en rank korrelationsanalyse) med Sørensen afstandene mellem øerne.

Programmet har en procedure, hvorved punkterne flyttes rundt trinvist, så der opnås bedre og bedre tilpasning til de indbyrdes Sørensen-afstande. Kvaliteten af tilpasningen måles ved, mængden af stress i systemet. Efter et vist antal trin (iterationer) vil stressværdien stabiliseres på et vist niveau, såfremt der *er* et karakteristisk mønster i Sørensen-afstandene. Når stressværdien ikke kan reduceres yderligere, standser dette "run". Hvor små udsving der skal til, for at "stabilt" er nået, er brugerdefineret. Opnås den ønskede stabilitet ikke, standser "run'et" efter et brugerdefineret antal "iterations".

Nu køres 50 "runs" efter samme opskrift. Det sæt koordinater, der ud af de 50 runs har lavest stressværdi, benyttes. Stress er et mål for graden af overensstemmelse mellem programmets anbringelse af øerne i forhold til hinanden, og deres indbyrdes Sørensen afstand.

Herefter bytter programmet tilfældigt om på øernes artssammensætning 50 gange – og beregner 50 nye Sørensen-matricer. Hver matrix afprøves med et "run", så man får 50 stress-værdier baseret på de tilfældige data.

Hvis analysen af de rigtige data giver en stressværdi lavere end alle disse 50 randomiserede værdier, er sandsynligheden for, at den lave stressværdi skyldes tilfældigheder $< 1/51$ eller 0,02 - eller, der er mindst 98% sandsynlighed for, at resultatet skyldes de sammenhænge, der findes mellem øernes indbyrdes placering og deres artssammensætning.

Antallet af akser kan defineres af brugeren, efter endt databehandling vil programmet anbefale et hensigtsmæssigt antal. For så vidt brug af en yderligere akse ikke nævneværdigt mindsker stressværdien, er det ikke formålstjenligt at tilføje den. Metoden giver som primært resultat den indbyrdes placering af de punkter, som repræsenterer øerne. Aksernes orientering er vilkårlig, så det er langt fra sikkert at 1. akse er den, der forklarer mest af variationen. Man kan imidlertid dreje koordinatsystemet, så at man får førsteaksen orienteret i en ønsket retning. I ordinationsanalysen indgår også en række miljøvariable. Når analysen er kørt, er det muligt se, hvor stor en del af variationen i talmaterialet, der kan tilskrives de enkelte miljøparametre. Derved fås et fingerpeg om hvad akserne kan repræsentere. I forhold til den tidligere analyse (Adsersen og Mølgaard 2003), udført på data fra de gamle undersøgelser, vil rækken af miljøparametre blive udvidet.

Beregning af miljøparametrene består primært af målinger og evt. transformationer af disse. Det eneste parameter, som kræver en nærmere forklaring, som ikke gives andet steds, er FM – fuglemasse i kg og FMT – fuglemasse i kg/areal. For at opnå sammenlignelige mål er der anvendt den samme beregningsmetode som i (Adsersen og Mølgaard 2003). Det antages, at mængden af fæces, som er det, der gør en forskel kvælstofmæssigt, er direkte proportional med fuglenes vægt. Vægtene er anslået til: Svaner 10 kg, ænder 2 kg, sølvmåger 1 kg, stormmåger 0,4, hættemåger 0,3 kg, terner 0,15 kg. Det er disse fugle, der yngler flest af i området. Ynglende individer, optalt på øerne, ganges med ovenstående vægte og summeres for hver ø – dette mål betegnes FM. FMT beregnes ved at dividere FM med øens areal.



Figur 13 1. Fældende svaner på Blak efterlod sig andet end fjer. 2. Effekten af fuglenes tilstedeværelse er umiddelbart synlig, her en forladt svanerede på Ringøen. Foto L. Løvendahl 2007

Arealoppgørelse

Der er forholdsvis store afvigelser mellem resultaterne af ny og gamle undersøgelser. I de gamle rapporter er arealet af de undersøgte holme 86,74 ha. I nærværende undersøgelse er arealet opgjort til 100,31 ha. De sammenlignede holme skal altså være blevet 13,6 ha større. Forskellene er størst for de store øer, hvor Lindholm i Isefjorden tilsyneladende er blevet 4,2 ha større (+18%) og Alholm samme sted, som er vokset med 2,7ha (+56%). Nogle øer er blevet mindre.

Årsagerne til den tilsyneladende forøgelse af landmassen kan være flere; Et resultat af, at pålejninger har oversteget erosionen, at der har fundet marskdannelse sted nogle steder langs kysten, at der har været lav vandstand, da luftfotos blev taget og de pågældende øer derfor *var* større lige den dag. Det kan også være, at der ingen forøgelse har fundet sted, men at de gamle målemetoder gav et upræcist resultat.

Ifølge kystdirektoratets Højvandsstatistikker 2007 har der i Isefjordsystemet i perioden 1891 – 1990 været en relativ vandstandsstigning på 7 cm. Denne stigning er som minimum fortsat frem til i dag (Sørensen 2008, pers. com.) Dvs. at den relative vandstand på 28 år er steget med ca. 2 cm. Da mange af holmene er ganske lave, vil selv en så beskedne stigning have betydning. Stigningen kan være årsag til observationer af, at Strand-annelgræs tuer i bølgeslaget på flere øer er forsvundet. Dette er observeret af Pelle Andersen-Harild, som har færdes i område regelmæssigt i en længere årrække. Betydningen af vandstandsstigningen for øvrige arter er ikke bearbejdet nærmere men er formentlig til at overskue. Ammesholm i den nordlige del af Roskilde Fjord har måttet udelades af undersøgelsen, da den nu oversvømmes for ofte til at huse vegetation.

Den tilsyneladende forøgelse af landmassen stemmer dårligt overens den relative vandstandsstigning. Det var forventet, at øernes areal var blevet mindre. Årsagen til det modsatte resultat skal sandsynligvis søges i en kombination af de ovennævnte faktorer, men især i de forskellige målemetoder i de gamle rapporter og nærværende.

Resultat

Undersøgelserne i de 2 fjorde i '79 og '88 omfattede 30 øer og gav en artsliste på i alt 253 arter, se bilag 3. I nærværende undersøgelse blev der undersøgt 31 øer og en tange. Det er dog kun de sammenfaldende 28 øer der indgår i nærværende analyse. Her blev der fundet 297, se bilag 1. Der er 83 nye og 51 forsvundne arter.

På nedenstående lister er anført arter, som er nye på øerne eller som er forsvundne. Bemærk at arter, som er forsvundet på en af de 28 øer, men findes på en af de andre undersøgte, ikke er registreret som forsvundne. Hvis randfrø fandtes tidligere på Alholm, i nærværende undersøgelse fandtes den i store mængder, men kun på Vædderen (Eskilsø). Nomenklaturen er i henhold til Dansk flora (Frederiksen, Rasmussen et al. 2006). Visse taxa lod sig ikke bestemme til art. Det gælder især mælder, som derfor for en dels vedkommende er registreret som mælde sp. Disse medregnes, når der tales om antal arter.

Nye arter:

Alm. brunelle	<i>Prunella vulgaris</i>	Kortstilket filt-rose	<i>Rosa sherardii</i>
Alm. havre	<i>Avena sativa</i>	Liden burre	<i>Arctium minus</i>
Alm. kamgræs	<i>Cynosurus christatus</i>	Mark-rødtop	<i>Odontites verna</i>
Alm. mangeløv	<i>Dryopteris filix-mas</i>	Mirabel	<i>Prunus cerasifera</i>
Gold hejre	<i>Anisantha sterilis</i>	Moscus-katost	<i>Malva moschata</i>
Bjerg-fyr	<i>Pinus mugo</i>	Nyse-røllike	<i>Achillea ptarmica</i>
Bjerg-rørhvene	<i>Calamagrostis epigejos</i>	Opret hejre	<i>Bromopsis erecta</i>
Blågrøn rose	<i>Rosa dumalis</i>	Pastinak	<i>Pastinaca sativa</i>
Bølget bunke	<i>Deschampsia flexuosa</i>	Peberrod	<i>Armoracia rusticana</i>
Bredbladet mangeløv	<i>Dryopteris dilatata</i>	Pigget star	<i>Carex pairaei</i>
Enbo galdebær	<i>Bryonia alba</i>	Pyrenæisk storkenæb	<i>Geranium pyrenaicum</i>
Eng-kabeleje	<i>Caltha palustris</i>	Rank forgelmmigej	<i>Myosotis stricta</i>
Eng-klaseskærm	<i>Oenanthe lachenalii</i>	Rød Tandbæger	<i>Ballota nigra ssp. nigra</i>
Eng-rævehale	<i>Alopecurus pratensis</i>	Rubladet rose	<i>Rosa obtusifolia</i>
Feber nellikerod	<i>Geum urbanum</i>	Rynket stenfrø	<i>Lithospermum arvense</i>
Finbladet mangeløv	<i>Dryopteris expansa</i>	Salomons lysestage	<i>Lepidium campestre</i>
Gærde-snerle	<i>Calystegia sepium</i>	Samel	<i>Samolus valerandi</i>
Glansbladet hæg	<i>Prunus serotina</i>	Sandkarse	<i>Cardaminopsis arenosa</i>
Glat burre	<i>Arctium lappa</i>	Skovarve	<i>Moehringia trinervia</i>
Gold byg	<i>Hordeum murinum</i>	Solsikke	<i>Helianthus annuus</i>
Grøn høgeskæg	<i>Crepis capillaris</i>	Spidskapslet star	<i>Carex spicata</i>
Haremad	<i>Lapsana communis</i>	Stikkelsbær	<i>Ribes uva-crispa</i>
Håret star	<i>Carex hirta</i>	Stinkende karse	<i>Lepidium ruderalis</i>
Havtorn	<i>Hippophae rhamnoides</i>	Stivhåret ranunkel	<i>Ranunculus sardous</i>
Hjertegræs	<i>Briza media</i>	Stolthenriks-gåsefod	<i>Chenopodium bonus-henricus</i>
Hjortetrøst	<i>Eupatorium cannabinum</i>	Storblomsteret hønsetarm	<i>Cerastium arvense</i>
Hulsvøb	<i>Chaerophyllum temulum</i>	Strand-bede	<i>Beta vulgaris ssp. maritima</i>
Hunde-rose	<i>Rosa canina</i>	Stivhåret kalkkarse	<i>Arabis hirsuta</i>
Hvidgran	<i>Picea glauca</i>	Sump-skræppe	<i>Rumex palustris</i>
Kæmpe-bjørneklo	<i>Heracleum mantegazzianum</i>	Tigger-ranunkel	<i>Ranunculus sceleratus</i>
Kantet dueurt	<i>Epilobium tetragonum</i>	Tusindfryd	<i>Bellis perennis</i>
Knoldet mjøduert	<i>Filipendula vulgaris</i>	Tykbladet mælde	<i>Atriplex glabriuscula</i>
Kølle-valmue	<i>Papaver argemone</i>	Udspærret vinterkarse	<i>Barbarea vulgaris ssp. Arcuata</i>
Kommen	<i>Carum carvi</i>		
Kornblomst	<i>Centaurea cyanus</i>		
Korn-valmue	<i>Papaver rhoeas</i>		

Tabel 4 Nye arter

Forsvundne:

Ager-gåseurt	<i>Anthemis arvensis</i>	Klæbrig hønsetarm	<i>Cerastium glutinosum</i>
Ahorn	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Knæbøjet rævehale	<i>Alopecurus geniculatus</i>
Aks-ærenpris	<i>Veronica spicata</i>	Knude-firling	<i>Sagina nodosa</i>
Alm. hanekro	<i>Galeopsis tetrahit</i>	Krat-viol	<i>Viola riviniana</i>
Alm. hvidtjørn	<i>Crataegus laevigata</i>	Lav tidsel	<i>Cirsium acaule</i>
Bakke-knavel	<i>Scleranthus annuus</i> ssp. <i>polycarpus</i>	Liden tvetand	<i>Lamium amplexicaule</i>
Bakke-svingel	<i>Festuca brevopila</i>	Mark-hindeknæ	<i>Spergularia rubra</i>
Dansk astragal	<i>Astragalus danicus</i>	Mursennep	<i>Diplotaxis muralis</i>
Drue-hyld	<i>Sambucus racemosa</i>	Nyrebladet tvetand	<i>Lamium confertum</i>
Dun-birk	<i>Betula pubescens</i>	Rød arve	<i>Anagallis arvensis</i>
Dunet vejbred	<i>Plantago media</i>	Rød-el	<i>Alnus glutinosa</i>
Eng-brandbæger	<i>Senecio jacobaea</i>	Skov-springklap	<i>Cardamine flexuosa</i>
Engelsk kokleare	<i>Cochlearia officinalis</i> ssp. <i>anglica</i>	Slap annelgræs	<i>Puccinellia distans</i> ssp. <i>borealis</i>
Engriflet Hvidtjørn	<i>Crataegus monogyna</i>	Spæd kløver	<i>Trifolium micranthum</i>
Eng-svingel	<i>Festuca pratensis</i>	Strand-stenkløver	<i>Melilotus dentata</i>
Fliget brøndsel	<i>Bidens tripartita</i>	Svaleurt	<i>Chelidonium majus</i>
Flipkrave	<i>Teesdalia nudicaulis</i>	Tandbælg	<i>Danthonia decumbens</i>
Galtetand sp.	<i>Stachys</i> sp.	Toradet star	<i>Carex disticha</i>
Gul evighedsblomst	<i>Helichrysum arenarium</i>	Tormentil	<i>Potentilla erecta</i>
Gul okseøje	<i>Chrysanthemum segetum</i>	Tykbladet fladstjerne	<i>Stellaria crassifolia</i>
Hamp-hanekro	<i>Galeopsis speciosa</i>	Udspærret annelgræs	<i>Puccinellia distans</i> ssp. <i>distans</i>
Hvid okseøje	<i>Leucanthemum vulgare</i>	Vår-brandbæger	<i>Senecio vernalis</i>
Italiensk rajgræs	<i>Lolium multiflorum</i>	Vår-potentil	<i>Potentilla tabernaemontani</i>
Kær-tidsel	<i>Cirsium palustre</i>	Vår-vikke	<i>Vicia lathyroides</i>
Kål-tidsel	<i>Cirsium oleraceum</i>	Vindaks	<i>Apera spica-venti</i>
Kiddike	<i>Raphanus raphanistrum</i>		

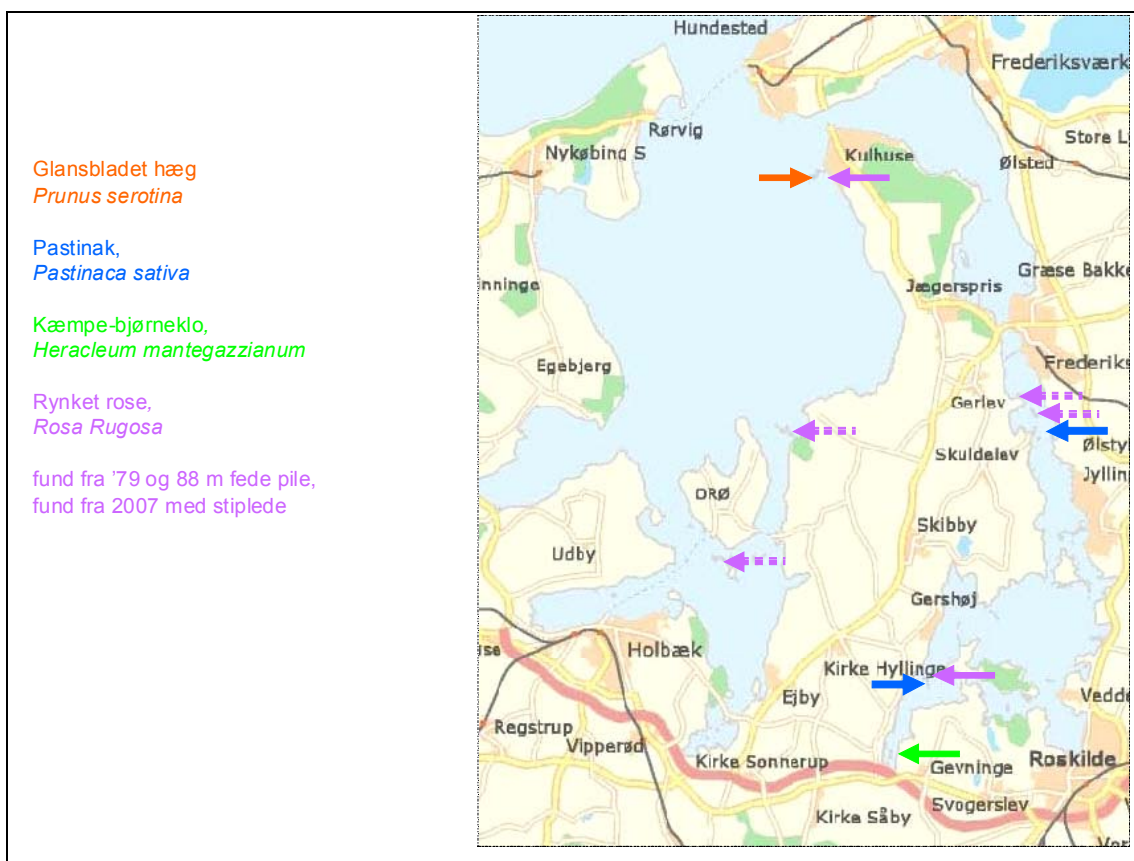
Tabel 5 Forsvundne arter

I de gamle rapporter er det anført, om en art var dominant i en plantesamfund på lokaliteten, men der er ikke angivet noget egentligt kvantitetsmål. I nærværende undersøgelse er det udelukkende noteret, om en art var tilstede på lokaliteten. Det blev vurderet at være uforholdsmæssigt tidskrævende at estimere brugbare, sammenlignelige kvantitetmål.

Invasive arter

Blandt de arter som står på Skov- og Naturstyrelsens liste over invasive arter (Skov- og Naturstyrelsen 2008), er der kommet 3 nye til på øer og holme i Isefjordsystemet. Pastinak med fund på 2 øer, Glansbladet Hæg 1 fund, Kæmpe Bjørneklo ligeledes med 1 fund. Sidstnævnte blev bortskaffet efter registrering og har ikke vist sig igen på lokaliteten dette forår (2008). Der er dog ”gode” spredningsmuligheder, idet der findes en betragtelig bestand i bunden af Lejre Vig i umiddelbar nærhed af lokaliteten.

I gamle undersøgelser fandtes Rynket Rose på to lokaliteter. I nærværende undersøgelse blev den fundet på yderligere 4 – og det med stor geografisk spredning. Gl. undersøgelser: Alholm og Langholm, Lejre. Nærværende undersøgelse også Søndre Stenø, Kølholm, Eskilsholm og Langø (Sømer holme).



Figur 14 Fund af invasive arter i '79, '88 og 2007 (Arealinformation 2008)

Naturtyper

Det har ikke været en del af denne undersøgelse at klassificere naturtyperne på de undersøgte lokaliteter. Derfor er der kun belæg for at definere dem bredt som strandeng, overdrev mv. Det kan imidlertid konstateres, at en række arter, der nævnes som karakteristiske for de 2 slags overdrev defineret under Natura2000, er fundet i undersøgelsen.

Surt overdrev:

Fåre svingel
Prikbladet perikon
Hundeviøl

Kalkoverdrev:

Due-skabiose
Opret hejre

Også nogle af de mere almindelige arter, som kan være med til at indicere overdrevstypen, er fundet:

Bølget bunke
Hvene sp.
Svingel sp.
Sand-star

Alm. hundegræs
Alm. brunelle
Markbynke
Sølv-potentil
Hjertegræs
Knoldet mjødurt
Humle-sneglebælg

Blandt de arter, der er forsvundet mellem de 2 undersøgelser, er en karakteristisk:

Tormentil

og nogle af de almindelige arter som nævnes for habitattypen:

Hvid Okseøje

Dunet Vejbred
Lav Tidsel

Ellenberg-værdier

Den tyske biolog og botaniker Heinz Ellenberg (1913-1997) udførte et meget stort arbejde med at kortlægge indikatorværdier for en omfattende del af det europæiske

kontinentets flora (Ellenberg 1979). Indikatorværdierne angiver intervaller for, under hvilke klimatiske og jordbundsmæssige forhold en given plante kan vokse.

Hans arbejde er baseret på floraen i Centraleuropa, som var hans hjemegn. Visse af Ellenbergs indikatorværdier kan dog fint anvendes for vegetationen på Isefjordsystemets øer. Af de forhold Ellenberg interesserede sig for, er her medtaget indikatorværdier for temperatur, pH og kvælstofbehov.

Alle 253 arter i gl. undersøgelser er identificeret i Ellenbergs lister. Af 279 arter i nærværende undersøgelse er 274 fundet hos Ellenberg. Det er dog langt fra alle arter, der har både temperatur, pH og N-værdi. Ellenberg har udeladt værdier, hvor en art enten vokser på tværs af hans skala eller hvor det ikke har været muligt at angive en pålidelig værdi.

Skalaer

Temperaturskalaen går fra 1 til 9. Forsvundne planter i Isefjordsystemet har fortrinsvist værdier fra 5-7. der er dog en 4 og en 8. Nye planter har værdier på 5-7, en enkelt 4.

- 4 er fortrinsvist bjergarter, som foretrækker forholdsvist køligt klima
- 5 ligeså, blot lavere forekommende i sub-montant til tempereret klima
- 6 er en mellemværdi
- 7 repræsenterer temperaturer i et lavere liggende nordligt Mellemeuropa
- 8 nærmer sig middelhavsklima

PH-skalaen går fra 1 til 9. Hele skalaen bruges for de forsvundne arters vedkommende. De nye har en 3'er, øvrige ligger på 4-8.

- 1 er værdien for planter, som vokser på stærkt sur bund og aldrig på alkalisk
- 2 mellemværdi
- 3 planter på sur, gående mod neutral bund
- 4 mellemværdi
- 5 fra sur til neutral bund sjældent på alkalisk
- 6 mellemværdi
- 7 svagt sur til svagt basisk, aldrig på stærkt sur bund

- 8 mellemværdi, dog mest på kalkrig bund
- 9 voksende på basisk/kalkbund

Kvælstofskalaen går ligeledes fra 1-9. Forsvundne arter har værdierne 1-8 og nye 2-9

- 1 kvælstof fattig(ste)
- 2 mellemværdi
- 3 hyppigere på kvælstoffattig bund end middel til rig
- 4 mellemværdi
- 5 hyppigst på middel kvælstofrig bund. Sjældnere på mager eller rig bund
- 6 mellemværdi
- 7 hyppigere på kvælstofrig bund end på fattig til middelrig
- 8 udtalt kvælstofkrævende
- 9 stærkt kvælstofrige voksesteder

(Ellenberg 1979 egen oversættelse)

Ellenberg-indikatorværdierne giver således i kombination en detaljeret beskrivelse af på hvilke voksesteder, man kan forvente at finde den enkelte plante. Som det fremgår af skalaerne, er der stor variationsbredde inden for den enkelte værdi. Nedenstående resultater skal derfor ses, som det de er - indikationer.

	gamle undersøgelser	nærværende undersøgelse	Forsvundne		nye arter	
	middel	middel	middel	spredning forsvundne	middel	spredning nye
temp	5,48	5,47	5,56	1,45	5,50	0,70
pH	5,75	6,48	5,90	2,50	6,55	1,48
N	5,22	6,12	4,35	2,09	5,77	2,13

Tabel 6 Tre Ellenberg indikatorværdier

Temperatur

Temperatur-indikatorværdierne er stort set uændrede, fra gamle til nærværende undersøgelse. Heller ikke nytilkomne eller forsvundne arter viser udsving, der giver anledning til yderligere bearbejdelse.

PH

PH-indikatorværdierne er steget med 12,7% fra gamle til nærværende undersøgelse og nye arters pH-indikatorværdier er 21,5% højere end forsvundnes ditto, hvilket giver stof til eftertanke. Der skulle således have fundet en stigning i jordbundens pH sted. PH indikatorværdierne kan ikke sammenlignes med de *målte* pH-værdier, da der er tale om to helt forskellige skalaer. De målte pH-værdier, går fra min. 5 til max 8,5 og middel 6,9. På de øer, hvor der er taget mere end en prøve, ses det tydeligt, at der er meget store lokale variationer. På Lilleø, hvor der blev taget to prøver, var værdierne hhv. 5 og 8. Det er den lave værdi, der indgår i beregningerne, hvilket er tilfældigt. Selve resultatet af pH målingerne anses for rigtigt, men prøvetagningsmetoden giver et utilstrækkeligt billede af forholdene på den pågældende ø. PH-indikatorværdierne vil blive inddraget i vurderingen af udviklingen af vegetationen.

Kvælstof

Kvælstofallene viser en markant stigning med 17,2 % fra gamle til nærværende undersøgelse og nye arters værdier er 32,6 % højere end forsvundnes. Bemærk at forsvundne arter ligger 20,0 % under middelværdien for gamle undersøgelser. Nye arter ligger højere end tallet for gl. undersøgelser, men under den samlede middelværdi for nærværende undersøgelse. Kvælstofbelastningen i området vil blive diskuteret nærmere.

Salttolerance

Det er undersøgt, hvorledes fordelingen af saltsky contra salttolerant/-krævende arter er i forhold til i de gamle undersøgelser. De saltsky arters andel af den samlede flora er uændret. Der er lidt færre saltkrævende og de salttolerantes andel er steget med 2,3 procentpoint. En fordeling der ikke giver anledning til at antage, at der er sket nogle mærkbare ændringer i salinitetsforholdene i jordvandet på øerne.

Salttolerance	gamle undersøgelser		nærværende undersøgelse	
		%		%
Saltsky	173	68,4	187	68,2
Salttolerante	44	17,4	54	19,7
Saltkrævende	36	14,2	33	12,0
	253		274	

Tabel 7 Fordeling af salttolerante arter på grupper. Visse taxa er udeladt, da der ikke er ens salttolerance for alle medlemmer af en familie *Atriplex* sp. f.eks.

Man kunne forvente, at den hævede relative vandstand ville give anledning til hyppigere oversvømmelser, og dermed saltpåvirkning længere inde på øer og holme. Denne effekt kan ikke aflæses af vegetationens sammensætning, hvad angår andel af salttolerante arter.

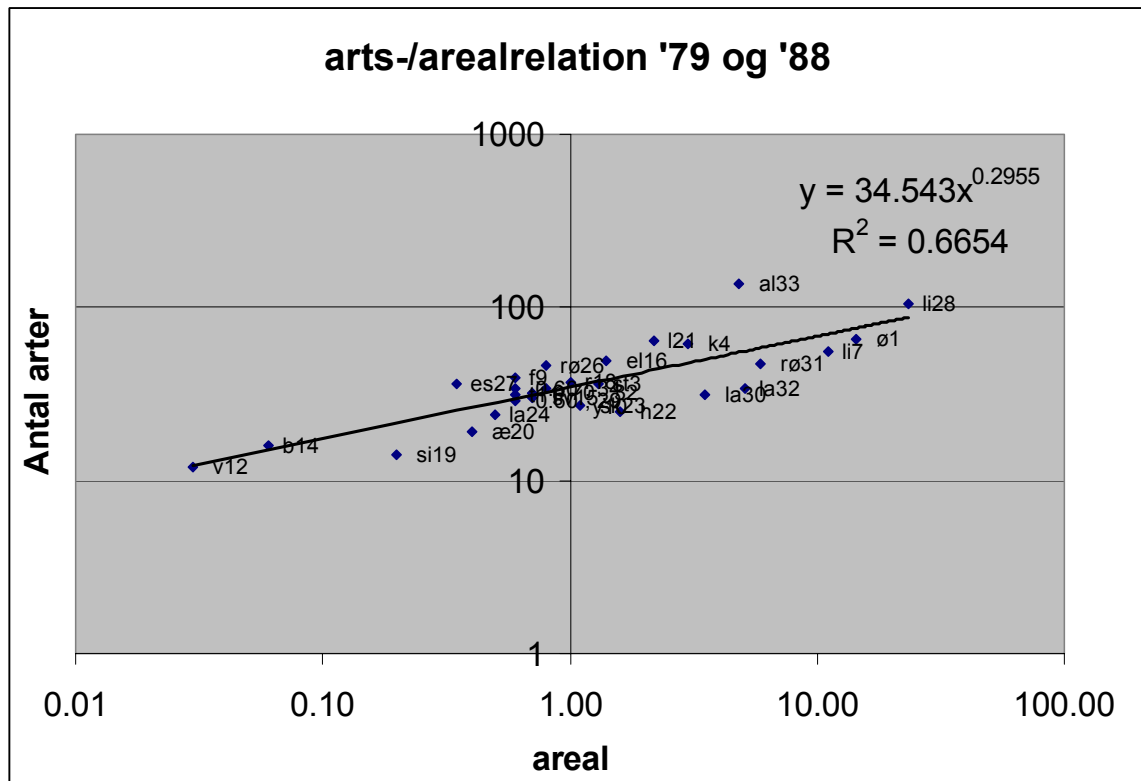
Arts-/arealrelation

Det gennemsnitlige antal arter pr ø er steget fra 41,8 til 52,5 altså med 25,6 procent. Arealet er tilsyneladende også forøget. For at opnå et matematisk udtryk for arts-/arealrelationen før og nu, er data for både ny og gamle undersøgelser præsenteret i et dobbeltlogaritmisk koordinatsystem, se figur 15 og 16.

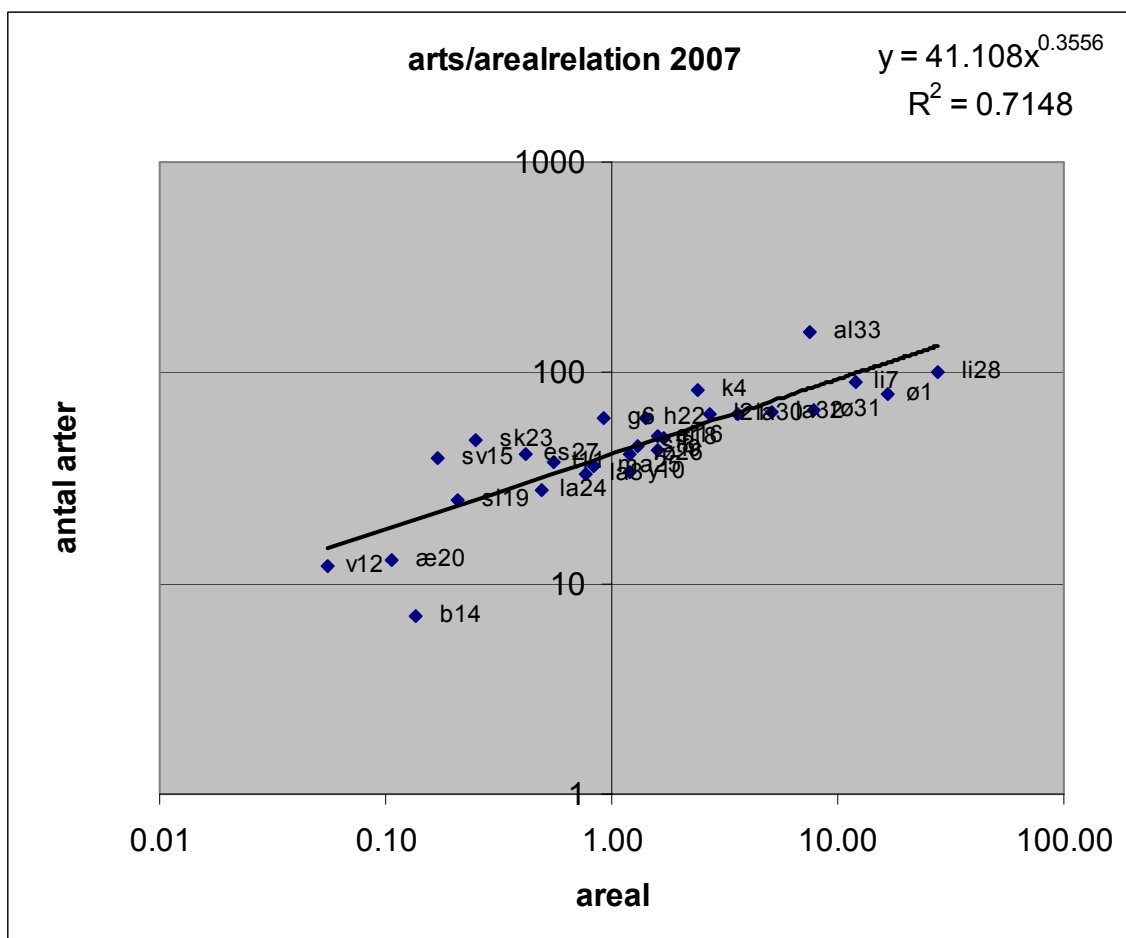
Øernes placering i koordinatsystemet beskrives ved ligningen $Y=C \cdot X^z$ også kaldet potens-modellen. Denne formel er valgt fordi det ofte er den, der bruges i litteraturen og derfor umiddelbart kan bruges til sammenligning. Endvidere er det den, der er tilgængelig i Excel. Beregning af udtrykket for sammenhængen foregår ved at indlægge en trendline i et Excel regneark. C repræsenterer det antal arter, man må forvente at finde på 1 ha, X er den pågældende øs areal og z ændringen i $\ln(\text{artsantal})$

pr ændring i $\ln(\text{areal})$. Det er også linjens hældning i den logaritmiske fremstilling af data.

(Rydin og Borgegård 1988) opnår bedre R^2 værdier ved at anvende en logaritmisk ligning, $S = C + z \log A$. Deres resultater giver dog ikke anledning til at anvende eksponentialligningen i dette tilfælde.



Figur 15 Relation mellem antal arter og øernes størrelse, gamle undersøgelser



Figur 16 Relation mellem antal arter og øernes størrelse, nærværende undersøgelse

I gamle undersøgelser sås: $y = 34,543 * X^{0.2955}$ $R^2 = 0,6654$

Nærværende undersøgelse: $y = 41,108 * X^{0.3556}$ $R^2 = 0,7148$

Med en forklaringsprocent på 66,5, var antal arter på 1 ha i gamle undersøgelser 34,5. I nærværende undersøgelse er tallet steget til 41,1 med en forklaringsprocent på 71,5. Forklaringsprocenterne angiver, hvilken variation af artsantal, der kan forklares med den opgivne ligning.

For at teste betydningen af den eventuelle arealførøgelse, er arts-/arealrelationsberegningen også udført med *gammelt* areal og *nye* arter. Resultatet ligger ganske tæt på relationen for 2007, hvorfor det kan sluttes, at de forskelle, der findes, primært skyldes forskelle i artsrigdommen og ikke forskel i arealet fra gamle til ny undersøgelse. Arts-/arealrelationerne vil blive behandlet yderligere i diskussionen.

Turnover

I perioden fra hhv. 1979 og 1988 til 2007 ses følgende turnover. Det er værd at bemærke, at der er tale om to øjeblikksbilleder. Der kan være sket svingninger i begge retninger i løbet af den årrække, der er gået. Perioden mellem undersøgelserne af Roskilde Fjords holme er 10 år længere end perioden mellem undersøgelserne af Isefjordens holme. Resultaterne er imidlertid ens.

Fælles turnover			Roskilde turnover			Isefjord turnover		
	Absolute	relativt		absolut	relativt		absolut	relativt
min	9	31	min	9	31	min	24	32
max	92	58	max	65	58	max	92	51
middel	39	43	middel	34	43	middel	48	43

Tabel 8 Turnover beregnet for gamle undersøgelser fælles og separat

Turnover vil blive inddraget i diskussionen om udviklingen af floraen i området.

Om Kølholm, som ligger i Roskilde Fjord, hedder det i rapporten om undersøgelserne fra 1979, at øens vegetation knapt er kommet sig efter en omfattende brand 3 år tidligere, hvor en stor del af øens vegetation forsvandt. Det kan derfor være interessant at se nærmere på Kølholm. Med et artsantal på 82 i 2007 mod 61 i 1979 er artsantallet steget med 34,4%, hvilket er mere end middelværdien for alle undersøgte øer på 25,6%. Hvad relativt turnover angår, er forskellen til de øvrige mindre markant med 45 mod middelværdi 43 for Roskilde Fjord. Kølholm skiller sig ud ved sin topografi og ved at være under indflydelse af både fugle og rotter.



Figur 17 Landgang på Køhlholm

Foto L. Løvendahl 2007

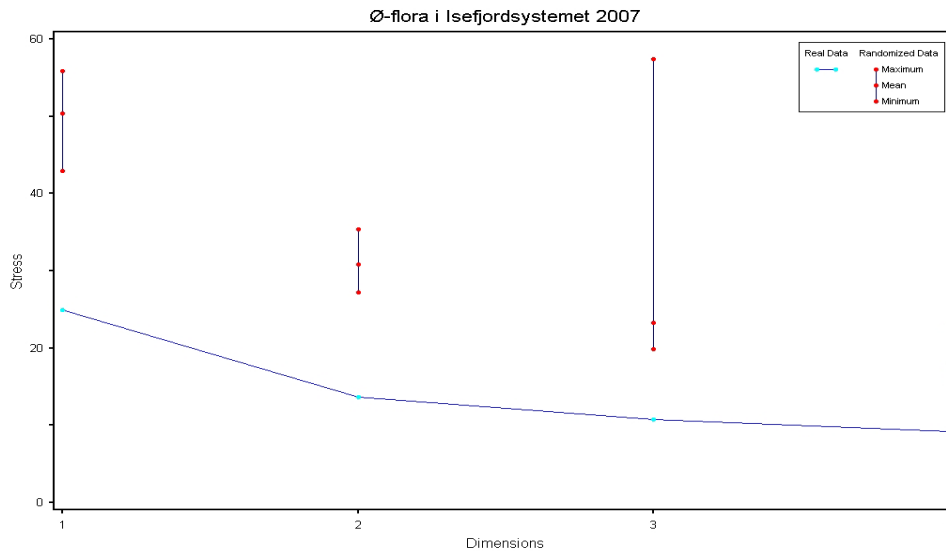
Ordinationsanalyse

Analysen er kørt med PC-ORDS autopilot opsætning. Det vil sige:

Parameter (hurtig og beskidt, medium eller grundig)	Medium
Maximalt antal trinvis flytninger	200
Stabilitetskriterium, maksimal standardafvigelse i stress de sidste 10 flytninger	0,00001
Antal akser i udgangspunkt	4
Antal runs med rigtige data	50
Antal runs med tilfældige data	50

Tabel 9 Opsætning af analyseparametre i NMS autopilot

PC-ORD anbefaler, med de foreliggende data, at bruge et koordinatsystem med 2 akser, se figur 18. Herved opnås en determinationskoefficient på 88,8. Analysen er også lavet med 3 akser, determinationskoefficienten forøgedes kun med 1 til 89,8. Miljøparametrenes forklaringsandel blev blot fordelt på de 3 i stedet for 2, uden at tilføje yderligere information af betydning.



Figur 18 Valg af antal akser i ordinationsrummet, PCORD

Foruden de miljøparametre, der indgik i ordinationsanalysen af de gamle undersøgelser (Adersen og Mølgaard 2003) er her tilføjet: målt pH; afstand til fastland; Ellenbergværdier for temperatur og pH samt Ellenberg kvælstofkrav for alle fundne arter samt for hhv. saltsky, salttolerante og saltkrævende arter.

De parametre, som ses af figur 19, har alle signifikant betydning (5% signifikansgrænse, 26 frihedsgrader, $r = 0,374$ ($r^2 = 0,140$)). Det er: artsantal, $\ln(\text{arter} + 1)$, antal saltarter, $\ln(\text{saltsky arter} + 1)$, $\ln(\text{saltarter (både tålende og krævende)} + 1)$, salttolerante arters Nsnit(Ellenberg værdi), Nsnit generelt, $\ln(\text{areal})$, kystmeter (længden af øens kystlinje), kyst/areal.

En række af disse er imidlertid indbyrdes korrelerede. Artsantal og $\ln(\text{antal arter} + 1)$ er selvsagt ikke af hinanden uafhængige parametre. De 2 forskellige udtryk er brugt for at kunne vurdere, om en transformation af data giver et bedre billede af sammenhængene.

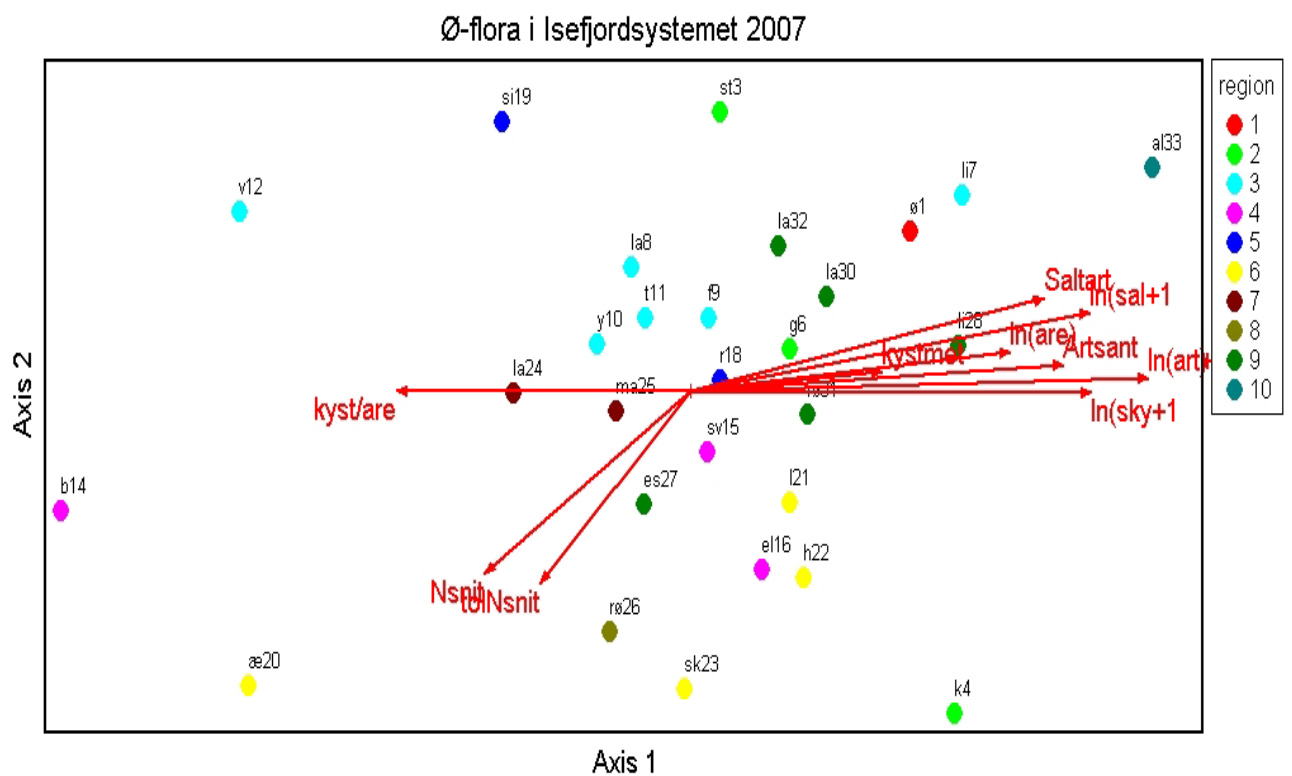
At tilføje 1 før logaritmetransformation sker for at undgå $\ln(0)$, som er udefineret.

Antal saltarter(dvs. både tålende og krævende), $\ln(\text{saltsky arter} + 1)$ er også indbyrdes afhængige.

For $\ln(\text{areal})$, kystmeter (længden af øens kystlinje), kyst/areal gælder, at arealet har afgørende betydning for kystlinjens længde – og for forholdet mellem de to.

Gennemsnittet af alle fundne, og hos Ellenberg klassificerede, arters N-krav, er delt i to grupper; Salttolerante arters Nsnit (Ellenberg værdi), saltsky arters Nsnit (Ellenbergværdi), deraf korrelationen.

Der er ingen signifikant sammenhæng mellem artssammensætning og tilstedeværelsen af ynglende fugle på øerne.



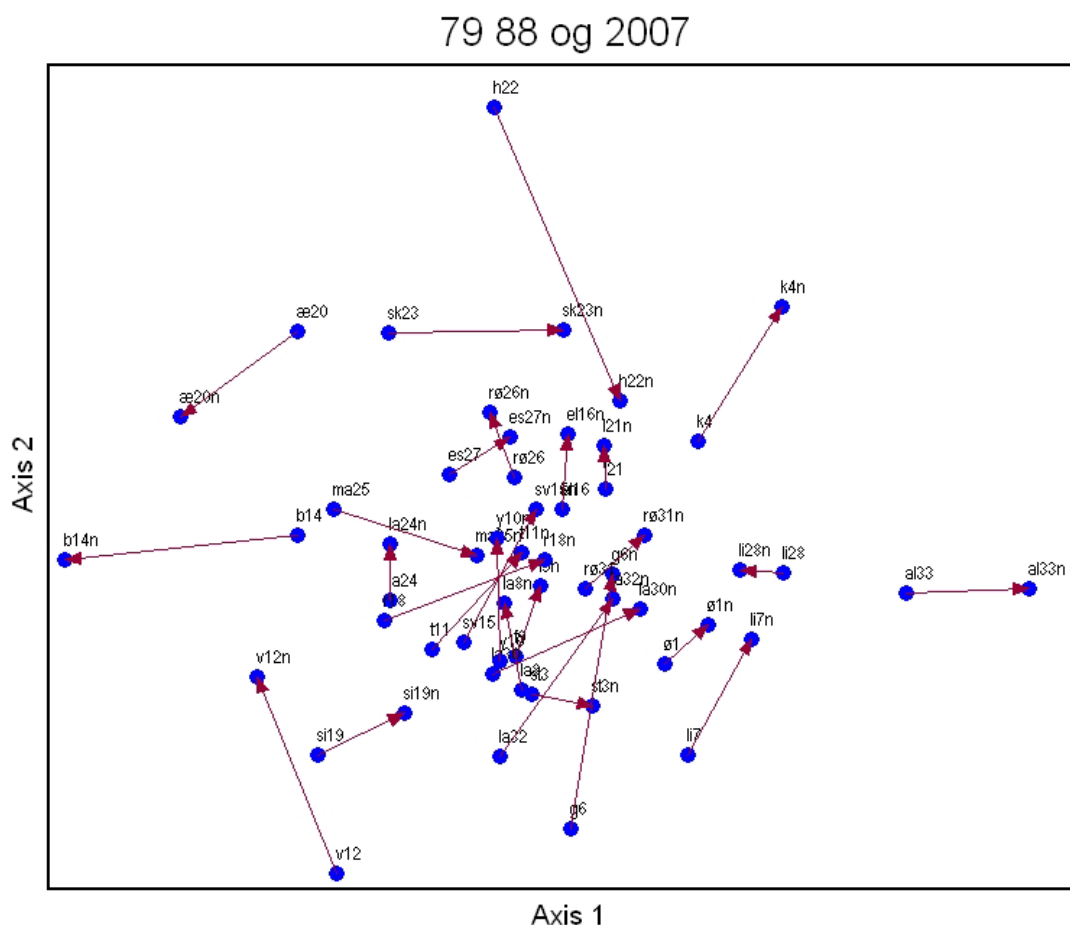
Figur 19 Ordinationsanalyse, se fig 8 for inddeling i regioner

Retning

Det er undersøgt, om der er en generel tendens i den bevægelse, øerne har foretaget i ordinationsrummet i perioden fra gamle til nærværende undersøgelse. Det er ikke tilfældet, hverken hvad angår længde og retning. Bevægelsen foregår i et koordinatsystem med 2 akser, som hverken har benævnelse eller skala. Øernes placering er betinget af deres artssammensætning ved gamle undersøgelser og i 2007.

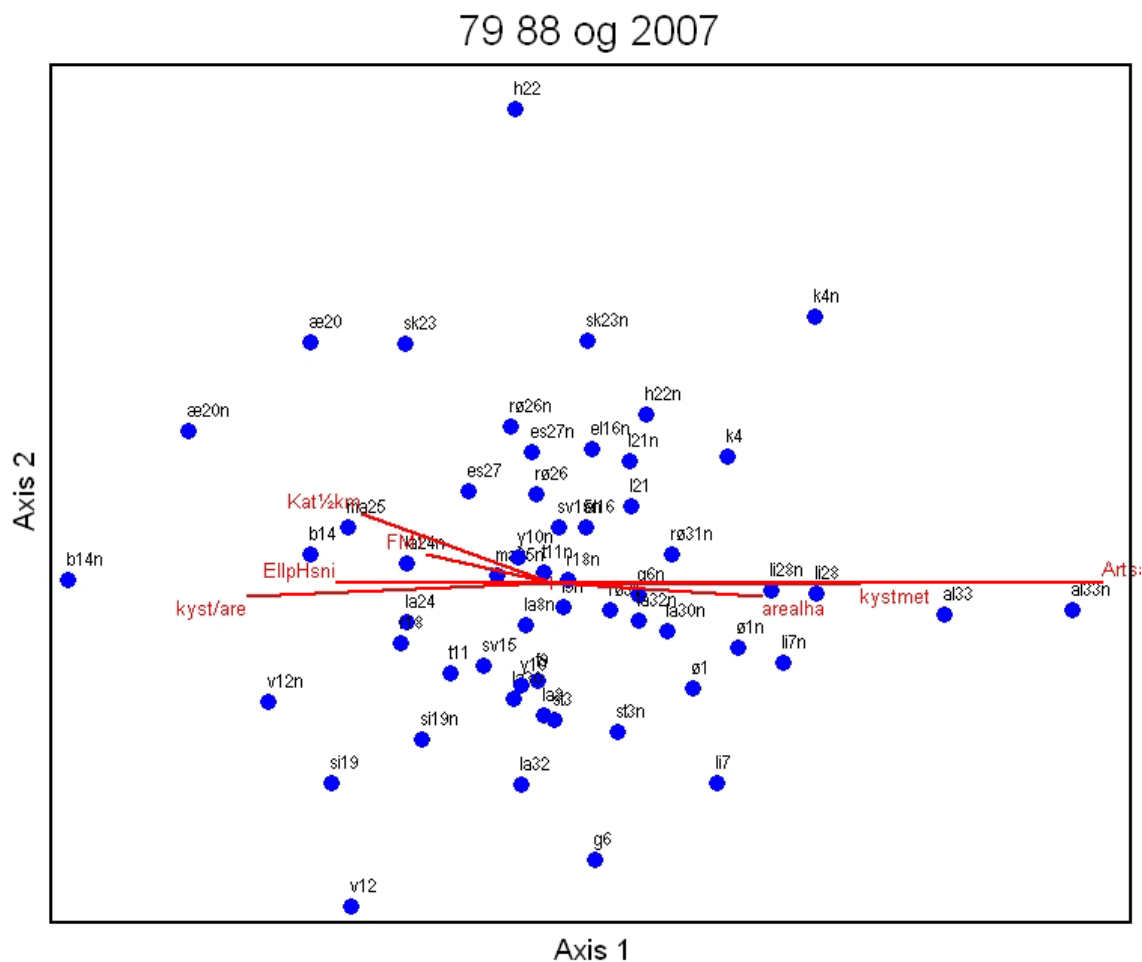
Minimal bevægelse	0,17	Lindholm Isefjord
Maksimal bevægelse	1,29	Hyldeholm Lejre Vig
Middel	0,53	

Det er undersøgt, om der er korrelation mellem øernes areal og længden af deres bevægelse i koordinatsystemet. Denne korrelation er ikke signifikant (-0,33; signifikansniveau 0.37). Korrelationen mellem bevægelse i ordinationsrummet og antallet af arter på øerne er ligeledes negativ og langt fra signifikant (-0,13)



Figur 20 Grafisk fremstilling af forandringen i artssammensætningen på fjordsystemets holme fra gamle undersøgelser til 2007. Koordinatsystemet er drejet, så artsantallet er parallelt med x-aksen.

Der er brugt de samme benævnelser for øerne, som introduceret på figur 8. V12 er således Våddragerholmene gammel undersøgelse og V12n repræsenterer 2007 artssammensætningen. Den gennemsnitlige bevægelse er på -27^0 . På figur 21 ses det samme koordinatsystem, her er de signifikante miljøvariable vist i stedet for bevægelsen i artssammensætning.



Figur 21 Grafisk fremstilling af forandringen i artssammensætningen på fjordsystemets holme Både placering ud fra '79 og '88 samt 2007 undersøgelser er vist. En række signifikante miljøvariable er indlagt.

Korrelation mellem miljøparametre

Der er udført korrelationsanalyse mellem de forskellige miljøparametre. 5% signifikansgrænsen er $r = 0,374$ ($r^2 = 0,140$) der er 26 frihedsgrader. Alle signifikante koefficienter er anført i tabel 10. Ikke signifikante er mærket ns (non significant).

Som just beskrevet, er signifikante korrelationer ikke nødvendigvis udtryk for kausalitet, men kan være udtryk for, at der er tale forskellige udtryk for det samme forhold, eller forhold der er afhængige af hinanden. Det gælder f.eks. regionsinddelingen, som har stærk negativ korrelation m breddegrad – i øvrigt som den eneste parameter, region korrelerer med. Det er ikke uventet, da der er en nord/sydgående gradient i regionsinddelingen. Disse parametre, og flere med dem, er blot indbyrdes korrelerede, og har ikke signifikant betydning for øernes placering i forhold til hinanden i ordinationsanalysen.

Diskussion

Turnover

Ud fra en forudsætning af, at naturlig succession, på de fleste jordbundstyper i Danmark, er en proces hen imod et klimakssamfund af skov (Aude, Hansen et al. 2002), vil der hele tiden ske en løbende artsudskiftning hen imod dette klimaks. Dette forløb kan strække sig over en særdeles lang årrække. Ud fra denne forudsætning, og uden udefra kommende påvirkninger, kan man forvente, at jo længere tid der går mellem undersøgelser, jo højere bliver turnover.

På Surtsey ved Island er vegetationen undersøgt årligt siden øens opståen, hvilket giver en unik mulighed for at iagttage turnover. Surtsey adskiller sig fra fjordsystemets holme ved jordbundstype og placering ved et artsfattigt kontinent. Der er tale om primær succession, kolonisation, hvor immigrationsraten er høj hvert fald i den indledende periode. Artsantallet er stigende i hele perioden fra 1965 til 1999. Det er derfor forventet, at successionsraten på Surtsey er højere end på Isefjordsystemets holme.

På Hirsholmene (Lægaard 2007), som også er undersøgt løbende, er tidsrummet mellem undersøgelser, i runde tal dobbelt så langt som i nærværende undersøgelse. Alligevel er turnover omkring 31 her, dvs. 39 % lavere end i Isefjordsystemet. Hirsholmene og Isefjordsystemets holme adskiller sig blandt andet ved deres geografiske placering. En følge heraf er, at kvælstofdepositionen på Hirsholmene er og har været mindre end på Isefjordsystemet øerne. I Kattegat er N-depositionen 9 kg/ha/år og i Frederikshavn Kommune 15 kg/ha/år. Depositionen på Hirsholmene ligger et sted der imellem og er altså omkring halvt så stor som depositionen i Isefjordsystemet. Denne forskel i N-tilførsel gør det plausibelt, at eutrofieringen har en andel af årsagen til det turnover, der ses på Isefjordsystemets øer og holme.

Lægger man hertil (Rydin og Borgegård 1988)s observation af et turnover på ca. 30 på 40 svenske øer over en periode på 60 år, understøttes tanken om kvælstoffets betydning på Isefjordsystemets holme yderligere. N-depositionen på de pågældende svenske øer er ikke kendt, men formodes at være markant lavere end i Danmark.

Pseudoturnover

Relativt turnover er det mål, der bruges, når ændringen i øers artssammensætning over tid skal sammenlignes. Beregningen af turnover er baseret på de floralister, der er indsamlet på en lokalitet før og nu. Det er imidlertid langt fra sikkert, at disse lister tegner et fuldstændigt billede af vegetationen på den pågældende ø på det pågældende tidspunkt - hverken første gang data indsamles eller anden gang.

Nilsson og Nilsson (1985) undersøgte dette forhold og konstaterede at med deres standardundersøgelse, fandt botanikerne max. 79% af det antal arter, der estimeres at være. Estimerterne bygger på ekstra grundige undersøgelser af de pågældende øer. Til dette kan nævnes, at NOVANAs tekniske anvisninger går på, at stoppe registreringen af nye arter i 5 m cirkelen, når der er gået 30 sekunder siden den sidste blev opdaget. Derved håber man at registrere 75% af de tilstedeværende arter.

Forskellen på relativt turnover og virkeligt turnover kaldes pseudoturnover. (Nilsson og Nilsson 1985) fandt, at pseudoturnover var negativt korreleret med øernes størrelse. Dette skyldes formentligt, at der på en større ø er flere individer af den enkelte art og dermed større sandsynlighed for at blive opdaget. Flere individer eventuelt fordelt på flere forekomster af de samme plantesamfund.

(Nilsson og Nilsson 1985) ønskede belyse omfanget af pseudoturnover og har opstillet følgende formel:

$$PT = (A + B) / (S_a + S_b) \times 100$$

Formelen gælder, hvor to hold undersøger vegetationen på den samme ø på samme tid. A og B er de arter, kun *et* hold finder og S_a og S_b er det totale antal arter, hver hold finder. Nilsson og Nilsson (1985)s undersøgelse viser et gennemsnitligt pseudoturnover på 11,4% ved undersøgelse af enogfyrre øer af to forskellige hold af botanikere. Desuden estimeres det, at maksimalt 1 %, af de arter, der er tilstede på en ø, forsvinder i løbet af et år.

Formelen for pseudoturnover kan ikke anvendes i nærværende undersøgelse, idet der jo netop *er* forskel i tid, så tallene også indeholder ”virkeligt” turnover. Sætter vi alligevel værdierne ind fås:

$$PT=(51 + 83)/(297+253)*100= 24$$

24 er så ikke udtryk for reelt pseudoturnover i denne sammenhæng, men det vækker stof til eftertanke hvis mellem 11 og 24 af et turnover på 43 skulle vise sig at være pseudoturnover.

Pseudoturnover på Isefjordsystemets holme kan tilskrives flere faktorer: Der var forskel i den primære målsætning bag de 2 undersøgelser, idet botanikerens opgave (Hansen, Mølgaard et al. 1984; Hansen, Mølgaard et al. 1990) nok var at kortlægge floraen, men med henblik på fredning snarere end med henblik på total registrering – som det var tilfældet i 2007 undersøgelsen. Undersøgelserne er endvidere foretaget af forskellige personer med forskellige forudsætninger. Et vist pseudoturnover er derfor forventeligt. Hvilken andel af det beregnede turnover, der blot er pseudoturnover, er det – i sagens natur - ikke muligt at beregne. Det må blot konstateres, at turnover ikke er et eksakt mål for forskellen i en øs flora før og nu. Dette må tages med i betragtning, når størrelsen af turnover vurderes.

Betydende miljøvariable

Beregning af signifikansen af miljøparametres korrelation, er det bedste redskab, vi har til at vurdere deres betydning. I de data, der ligger til grund for beregningerne, er der imidlertid så store usikkerheder, at det ikke giver mening at skelne skarpt mellem signifikante sammenhænge og ikke signifikante. Derfor er en række sammenhænge behandlet her, skønt de ikke er matematisk signifikante. Se tabel 10.

Artsantallet er afhængigt af øernes areal. Den bedste relation findes mellem $\ln(\text{art})$ og $\ln(\text{areal})$, 0,81. Det er ingen overraskelse i dette forhold. Større areal giver mulighed for nicher til flere forskellige plantesamfund. Det være sig forskelle i substrat, eksponering, fugtighed, saltpåvirkning mv. Jo større øen er, jo større er puljen af ressourcer.

Jo større ø, jo længere er kystlinjen for de fleste øers vedkommende. De to variable er korrelerede med en koefficient på 0,92. Heraf følger korrelationen mellem artsantal og kystlinje i meter på 0,72.

Negativ korrelation mellem artsantal og afstand til Kattegat, -0,58 skyldes, at flere af de store øer ligger i Kattegat-enden af fjordsystemet, det er samtidig den nordlige ende, altså også korreleret med længdegrad (North) om end positivt.

Artsantallet er korreleret med antallet af saltarter. Saltarterne indgår i det samlede artsantal. Korrelationskoefficienten er i øvrigt den samme som i den tidligere analyse 0,88 (Adersen og Mølgaard 2003). Denne overensstemmelse ses også af tabel 7. Saltpræget, altså forholdet mellem saltkrævende samt -tålende og saltsky arter, er negativt korreleret med artsantallet. Denne sammenhæng er dog ikke signifikant, værdien er -0,372, signifikansgrænsen er 0,374. Sammenhængen er medtaget, fordi den står i modsætning til den tidligere analyse, hvor der var en positiv korrelation mellem arter og saltpræg på 0,70. Sammenhængen kan forklares med, at jo større ø, jo flere arter, og med større ø også bedre vækstbetingelser for saltsky arter. De salttålandes andel af artspuljen (saltpræget) bliver mindre på en stor ø med mange arter.

Middelværdien for Ellenberg N-værdien for alle arter (Nsnit) er signifikant negativt korreleret med artsantallet, -0,79 og dermed areal, -0,64. Det er ikke umiddelbart muligt at give en forklaring herpå. Især ikke fordi de nytilkomne glycofytters Ellenberg N-værdier er undersøgt. Af 83 nye arter kunne 40 forsynes med Ellenbergværdi. Middelværdien for nytilkomne glycofytter er 6,16 mod den samlede undersøgelses 6,12. Man kunne forvente, at nye saltsky arter var med til at hæve det samlede N-indikatorværdi middeltal. Det er blot ikke tilfældet.

De negative korrelationer mellem artsantallet og pH, både Ellenberg, -0,66 og målt, -0,62 er signifikant men ikke umiddelbart gennemskuelig.

Relativt turnover er negativt korreleret med arealet $-0,35$ hvilket ikke er signifikant. Sammenhængen kan forklares med at absolut turnover nok er påvirket af en øs størrelse, men ikke proportionalt hermed.

En anden sammenhæng, der ikke er signifikant, er mellem artsantal og tilstedeværelsen af ynglende (og defækerede) fugle. Korrelationskoefficienten er $0,36$ for FM (fuglemasse) og $-0,36$ for FMT (fuglemasse i kg/areal). Den negative korrelation skyldes, at areal indgår i størrelsen. Den manglende signifikans kan skyldes, at de aktuelle beregninger ikke i tilstrækkelig grad afspejler, den indflydelse fugle og deres fæces har på øernes vegetation. Der bør tages højde for de relevante arters forskellige adfærd, når det beregnes, hvor meget kvælstof de efterlader på ynglepladsen. Der er også, hvad FM og FMT angår, tale om øjebliksbilleder. Til et fuldstændigt billede hører et længere perspektiv. Den nordlige del af Kølholm plejer f.eks. at være hjemsted for en hættemågekoloni. Kolonien var der også i 2007, men der var ingen rugende fugle, fordi de var blevet forstyrret/dræbt af rotter. Området var tæt bevokset med Stor nælde, så kvælstofpåvirkningen var tydelig, se tabel 2. Kølholm opnår selv uden hættemågekoloni et anseeligt FM, idet der er ynglende svaner på den sydlige del af øen. Her er kvælstofpåvirkningen dog langt mindre tydelig.

At fuglenes indflydelse ikke kan ses på artsrigdommen, kan også skyldes, at den ikke er der. Den store N-deposition fuglenes tilstedeværelse medfører, har nok snarere betydning for artssammensætningen og kan endda føre til et lavere artsantal, idet det vil være få kvælstofelskende arter, der dominerer. Denne indflydelse på artssammensætningen ses ikke af ordinationsanalysen, hvilket så igen kan skyldes utilstrækkelige beregninger. Såfremt de relevante øer blev behandlet mere detaljeret, ville fuglenes betydning for vegetationen sandsynligvis træde frem.

PH

Der findes en signifikant sammenhæng mellem målt pH og Ellenberg pH på $0,62$. Der er altså en signifikant grad af overensstemmelse mellem de 2 mål. Der fandt ikke pH målinger sted under de gamle undersøgelser, så den eneste måde at vurdere en eventuel udvikling, er ved at se på Ellenberg-indikatorværdierne. Disse viser en

stigning på 12,7 % fra gammel til nærværende undersøgelse. Værdien for nye arter ligger 13,9% over middelværdien for gammel undersøgelse. Det ser ud til, at der har fundet en hævnning af pH værdien sted på fjordsystemets holme. Årsagen hertil kan søges i den drastiske reduktion, der har fundet sted i emissionen af især SO_x i perioden mellem gamle og nærværende undersøgelse. Se figur 5, 6 og 7 (Mikkelsen 1949) nævner ikke indenfor hvilket interval, hans pH målinger på strandene omkring fjordsystemet lå. Noget kunne dog tyde på, at han tog fejl, da han antog, at pH er uden betydning for vegetationens sammensætning. Hvordan pH-forholdene er nu i forhold til på Mikkelsens tid, er det ikke muligt at afgøre, men det er sandsynligt, at der har fundet en pH-stigning sted siden de gamle undersøgelser i 1979 (Hansen, Mølgaard et al. 1984; Hansen, Mølgaard et al. 1990).

Arts-/arealrelation

Potens-modellen $Y=C \cdot X^z$, der er anvendt til at beskrive forholdet mellem antal arter og arealet på fjordsystemets holme, giver, med en stigning fra 34,5 til 41,1 i C-værdien, et tydeligt fingerpeg om, at der er flere arter pr. arealenhed på Isefjordssystemets øer og holme i 2007 i forhold til 1979 og 1988. Det er ikke muligt at pege direkte på en årsag til stigning. Der er da sandsynligvis også tale om en kombination af flere forhold. Den tilsyneladende stigning i artsrigdommen kan for en del vedkommende skyldes pseudoturnover. Altså at flere arter er blevet overset i '79 og '88 end i 2007. Det er umuligt at afgøre omfanget af dette. Det er imidlertid også sandsynligt, at der *har* fundet en forøgelse af artsrigdommen sted på øerne. Den kvælstofberigelse, der har fundet sted gennem de sidste 50 år, har sandsynligvis tilladt kvælstofkrævende arter, at indvandre på øer, hvor der ikke tidligere var de rette vækstbetingelser. Trods den langvarige og relativt kraftige kvælstoftilførsel, er processen dog endnu ikke nået dertil, hvor de kvælstofkrævende arter har udkonkurreret de mere nøjsomme.

Hvorvidt den registrerede stigning i artsrigdommen på holmene er signifikant, har været genstand for undersøgelse. Ved at undersøge den sammenhæng, der er mellem *forholdet* mellem $\ln(\text{antal gamle arter} / \text{antal nye arter})$ og $\ln(\text{areal})$, er det konstateret, at forskellen i størrelsen af z , mellem gamle og nærværende undersøgelse *ikke* er

signifikant. Man må således påregne den samme stigning i $\ln(\text{artsantal})$ pr. ændring i $\ln(\text{areal})$ i de 2 undersøgelser.

Ellenberg kvælstof

Ellenbergs indikatorværdier angiver et interval af kvælstoftilgængelighed, indenfor hvilket man kan forvente at finde en given plante. Den gennemsnitlige værdi, for de arter, der blev fundet i de gamle undersøgelser, er 17,2% lavere end gennemsnittet for de planter, der blev fundet i 2007. Værdier for forsvundne arter er 20% lavere end gennemsnittet for de gamle undersøgelser, hvori de indgik. Gennemsnittet for de planter, der blev fundet i nærværende undersøgelse, er 17,2% højere end gennemsnittet af værdierne for de gamle undersøgelser. Ellenbergværdierne tyder på, at der var mere kvælstof til rådighed for vegetationen på Isefjordsystemets holme i 2007, end der var ved de 2 gamle undersøgelser.

	gamle undersøgelser	Nærværende undersøgelse	Forsvundne	nye arter
N	5,22	6,12	4,35	5,77

Uddrag af tabel 6

Af ordinationsanalysen ses det endvidere, at korrelationen mellem 1. aksens og N-beregningerne er høj; 61,7 %. Kvælstoftilgængelighed er altså en betydende faktor for holmenes vegetationssammensætning.

Strandene har i forvejen en anseelig mængde N i omløb og betragtes som robuste i forhold til N-depositioner. Det er derfor interessant at undersøge, hvad der er sket på de ikke saltpåvirkede områder, hvor den mængde kvælstof, der er i omløb, er betragteligt mindre. Er der sket en indvandring/udskiftning hen imod mere kvælstofkrævende arter her? De saltsky arters Ellenberg N-værdier er undersøgt. Af 83 nye arter kunne 40 forsynes med Ellenbergværdi. Middelværdien for nytilkomne glycofyter er 6,16 mod den samlede undersøgelses 6,12. Forskellen mellem saltsky arters N-indikatorværdier og værdierne for den samlede flora er ubetydelig. Det tyder derfor ikke på, at det forholdsvist store turnover skyldes en artsudskiftning på især de ikke saltberørte dele af Isefjordsystemets øer og holme. Eller med andre ord kan den

gennemsnitlige stigning i Ellenberg N-værdier ikke tilskrives en stigning blandt glycofytterne især.

Tålegrænse overskredet?

For strandengenes vedkommende er den fastsatte tålegrænse for N-deposition ikke overskredet for Isefjordsystemet. For så vidt der er tale om sure overdrev, som defineret under NOVANA, er de aktuelle 14 kg N/ha/år over den forsigtige ende af tålegrænseintervallet. Det eneste overdrev på fjordsystemets øer, som er klassificeret, er et kalkoverdrev. For disse er depositionen meget tæt på den fastsatte grænse på 15-25 kg N/ha/år. Da både størrelsen af depositionen og af tålegrænsen er behæftet med store usikkerheder er der grund til at frygte, at de overdrev, der findes i området, er i fare.

Den danske natur har været udsat for N-belastning i mange år. For 50-60 år siden begyndte man at producere kunstgødning og derved gøre inaktivt kvælstof tilgængeligt (Bak, Tybirk et al. 1999). Det vil sige, at den påvirkning, der allerede havde fundet sted inden de gamle undersøgelser i hhv. 1979 og 1988, kan have fjernet en del af den karakteristiske overdrevsflora. Hvorvidt det er tilfældet, er det ikke umiddelbart muligt at afgøre. Det er dog overvejende sandsynligt at kvælstofdepositionen på holmene havde haft en betydende effekt på udviklingen af vegetationen allerede inden de gamle undersøgelser.

Nu blev der i 2007 kun fundet få af de arter, der er karakteristiske for de nævnte overdrevstyper (Se under naturtyper i resultatafsnittet). Det kan skyldes forarmning eller, at de karakteristiske arter ikke har været på lokaliteterne. For at be- eller afkræfte tidligere tilstedeværelse vil det være nødvendigt at opspore eventuelle gamle floralister, som ikke umiddelbart har været tilgængelige.

Konklusion

Vegetationen på øer og holme i Isefjordsystemet har forandret sig i løbet af de år, der er gået mellem de 2 undersøgelser. På trods af de nævnte forbehold for rigtigheden af det turnover, der er beregnet mellem nærværende og gamle undersøgelser, anses det for overvejende sandsynligt, at der i perioden har været et forholdsmæssigt stort turnover i vegetationen på Isefjordsystemets holme. Dette understøttes af de resultater, andre har fået ved undersøgelse af succession på øer.

Ellenbergindikatorværdier for N viser, at vegetationens N-krav er steget mellem de 2 undersøgelser. Konklusionen herpå må være, at der var mere N tilgængeligt i 2007 end ved gamle undersøgelser. Den forøgede N mængde har haft betydning for både turnover og artssammensætning.

Opgørelser af Ellenbergindikatorværdier for pH tyder på, at der har fundet en hævnning af pH sted mellem gamle og nærværende undersøgelser. En eventuel hævnningen skyldes formentlig reduktion i emission af syreekvivalenter i Danmark og de lande vi modtager nedbør fra.

Det er ikke vist, at tilstedeværelsen af ynglende fugle har betydning hverken for artsrigdom eller for artssammensætning. Dette skyldes formentlig, at beregningen af fuglenes påvirkning er utilstrækkelige.

Det er beregnet, at der ikke er signifikant forskel på eksponenten i potens-modellen $Y=C \cdot X^z$ som angiver stigning i $\ln(\text{artsantal})$ pr ændring i $\ln(\text{areal})$. Forvisningen om at artsrigdommen er steget slår således ikke igennem for z 's vedkommende.

Forøgelsen af artsrigdommen både på den enkelte ø, men også på den samlede artsliste, giver anledning til at tro, at plantesamfundene befinder sig på et mellemstadium mellem en uberørt N-begrænset tilstand og dominans af konkurrencearter. Større generel artsrigdom udelukker ikke, at der har fundet forarmning sted i nogle sårbare plantesamfund. For at vurdere om dette er tilfældet, er det nødvendigt at se på de enkelte plantesamfund for sig, hvilket ikke har været muligt

i denne analyse. Opmærksomheden kunne i første række rettes mod de overdrev der findes på øerne. Her er det n-depositionen tæt på om ikke over de tålegrænser der er fastsat med henblik på bevarelse af habitattypen.

Er vegetationen på fjordsystemets holme i fare for at forandres, forarmes henimod et samfund domineret af få kvælstof-elskende arter? De opstillede tålegrænser tyder på at i hvert fald overdrevene på øerne er ved at ændres.

Hvad kan man gøre?

Ophobningen af kvælstofholdigt organisk materiale kan i nogle naturtyper reduceres ved at slå vegetationen og fjerne materialet. Græsning kan være en anden mulighed. På Isefjordssystemets holme vil græsning på grund af øernes ringe størrelse ikke være en praktisk løsning, undtagen hvor det allerede finder sted. Slåning og især fjernelse af materialet vil være kostbart, idet det skal sejles væk. En enkelt slåning kan dog fjerne, hvad der svarer til flere års kvælstofdeposition. Et slet på enge og overdrev i begyndelsen af juni kan fjerne ca. 103 kg N/ha og et sent slæt ca. 90 kg N/ha (Damgaard, Strandberg et al. 2007). Af hensyn til ynglende fugle vil det kun være muligt at foretage sene slet, dvs. efter 15. juli. Der er imidlertid også ulemper ved slet, f.eks at det er en uselektiv måde at fjerne materiale fra området på.

Slåning med intervaller af nogle år kunne være en mulighed. Græsning og slåning er dog kun symptombehandling og kan på lokalt plan afværge eller i hvert fald udsætte konsekvenserne af eutrofiering.

Såfremt der skal findes en permanent løsning på eutrofieringsproblemerne, må der forandringer til, som i stedet forhindrer eutrofieringen. Det er nødvendigt at sætte ind i Danmark, men da forurening krydser landegrænser, er vi i Danmark afhængige af, at især Tyskland reducerer deres N-emission.

I EU lovgivningen er indført begrebet Best Available Technology (BAT). Begrebet anvendes i direktiv 96/61/EC september 1996 angående integreret forebyggelse og kontrol af forurening (De Europæiske Fællesskaber 2008). Direktivet pålægger medlemslandene at sørge for, at BAT finder anvendelse i en række industrier. Det

gælder energifremstilling, metalproduktion, udvindelse af mineraler, kemisk industri og affaldsbehandling. BAT er den mest effektive og højest udviklede form for aktivitet, som passer bedst til at forhindre eller reducere emission og miljøeffekter i det hele taget (De Europæiske Fællesskaber 2008).

BAT-princippet er siden indarbejdet i Miljøbeskyttelsesloven i Danmark, her i uddrag:

Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse ¹⁾ ²⁾ (Miljøbeskyttelsesloven)

(...)

Den bekendtgjorte lovtekst gælder først fuldt ud fra den 1. januar 2007.

Kapitel 1

Formål m.v.

§ 1. Loven skal medvirke til at værne natur og miljø, så samfundsudviklingen kan ske på et bæredygtigt grundlag i respekt for menneskets livsvilkår og for bevarelsen af dyre- og plantelivet.

Stk. 2. Med denne lov tilsigtes særligt

- 1) **at forebygge og bekæmpe forurening af luft**, vand, jord og undergrund samt vibrations- og støjulemper,
- 2) at tilvejebringe hygiejnisk begrundede regler af betydning for miljøet og for mennesker,
- 3) at begrænse anvendelse og spild af råstoffer og andre ressourcer,
- 4) at fremme anvendelse af renere teknologi og
- 5) at fremme genanvendelse og begrænse problemer i forbindelse med affaldsbortskaffelse.

§ 2. Loven omfatter

- 1) **al virksomhed, som gennem udsendelse af faste, flydende eller luftformige stoffer**, gennem udsendelse af mikroorganismer, der kan være til skade for miljø og sundhed, eller ved frembringelse af affald kan medføre forurening af luft, vand, jord og undergrund,
- 2) rystelser og støj,
- 3) produkter eller varer, som i forbindelse med fremstilling, opbevaring, anvendelse, transport eller bortskaffelse kan medføre forurening,
- 4) transportmidler og andre mobile anlæg, som kan medføre forurening, og
- 5) **dyrehold**, skadedyr og andre forhold, som kan medføre hygiejniske problemer eller væsentlige ulemper for omgivelserne.

Stk. 2. Loven omfatter tillige virksomhed, som vedrører risikobetonede processer, samt oplagring af stoffer med farlige egenskaber, således at driftsforstyrrelser eller uheld kan medføre nærliggende fare for forurening som nævnt i stk. 1.

§ 3. Ved lovens administration skal der lægges vægt på, **hvad der er opnåeligt ved anvendelse af den bedste tilgængelige teknik**, herunder mindre forurenende råvarer, processer og anlæg og de bedst muligt forureningsbekæmpende foranstaltninger. Ved denne vurdering skal der lægges særligt vægt på en forebyggende indsats gennem anvendelse af renere teknologi.

Stk. 2. Ved bedømmelsen af omfanget og arten af foranstaltninger til forebyggelse og imødegåelse af forurening skal der lægges vægt på

- 1) de ydre omgivers beskaffenhed og forureningens sandsynlige virkning på disse og
- 2) hele det kredsløb, som stoffer og materialer gennemløber, med henblik på at begrænse spild af ressourcer mest muligt.

(Folketinget 2008)

Anvendelse af BAT-princippet er gældende for virksomheder, der ønsker at etablere en produktion, der kan forurene og for virksomheder, deriblandt landbrug, som ønsker at udvide deres produktion. Der er således skabt lovmæssig baggrund for at opnå yderligere drastiske reduktioner i bl.a. N-emissionen.

Tilbage er fortsat forskning og udvikling af emissionshæmmende tiltag – og viljen til at implementere dem.

Det kunne også have været interessant at se på:

Dobbelt undersøgelser med henblik på at fastslå pseudoturnover

Kvælstofindhold i jorden

Substratsammensætning, udvaskning

Kvantitative mål for arters udbredelse

Den mellemliggende periode, der findes floralister som dog/måske ikke er komplette

Inddeling af øer efter størrelse og beskaffenhed, hver sin analyse.

Mere detaljeret analyse af fuglenes betydning

Ellenberg's salttal

Undersøgelse af spredningsbarrierers betydning, sammenligning med ikke-øers turnover i samme periode

Hvilke plante(arter) er det især, der har bragt N op?

Litteraturliste

- Adsersen, H. og P. Mølgaard (2003). "Floraen på Isefjordens småholme i øbiogeografisk belysning." Flora og Fauna **109**(3+4): 9.
- Aude, E., D. N. Hansen, et al. (2002). Naturnær skovrejsning - et bæredygtigt alternativ?, Danmarks Miljøundersøgelser: 47.
- Bak, J., K. Tybirk, et al. (1999). Natur- og miljøeffekter af ammoniak, Dansk JordbrugsForskning, Danmarks Miljøundersøgelser og Forskningscenteret for Skov og Landskab
64.
- Bijl, L. v. d., S. Boutrup, et al. (2008). DEVANO. Decentral Vand- og Naturovervågning, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet: 34.
- Bruun, H. H. (2000). "Patterns of species richness in dry grassland patches in an agricultural landscape." Ecography **23**(6, december 2000): 10.
- Damgaard, C., B. Strandberg, et al. (2007). Forvaltningsmetoder i N-belastede habitatnaturtyper: 45.
- Danmarks Miljøundersøgelser (2006). Kort over kvælstofdeposition (afsætning af kvælstof), Danmarks Miljøundersøgelser Box 358 Frederiksborgvej 399 4000 Roskilde T: 4630 1200.
- Danmarks Miljøundersøgelser, A. U. (2008, 09.05.2008). "Air pollutants." from <http://www.dmu.dk/Luft/Emissioner/Air+pollutants/>
- DanmarksMiljøundersøgelser (2004). NOVANA. Det nationale program for overvågning af vandmiljøet og naturen: 48.
- De Europæiske Fællesskaber, -. (2008). "European Integrated Pollution and Prevention Bureau." from <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/pages/FActivities.htm>
http://europa.eu/index_da.htm.
- DMU. (1999, 19. november 2003). "Tålegrenser for luftforurening." from http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Miljoe-tilstand/3_luft/4_taalegreenser/default.asp.
- DMU. (2006, 13. december 2007). "Deposition af kvælstof." from http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Miljoe-tilstand/3_luft/4_spredningsmodeller/5_Depositionsberegninger/depositionables.asp?period=2006&Stof=Ntot&water=amt&Select=Vis+tabel.
- DMU (2006). Kort over kvælstofdeposition (afsætning af kvælstof).
- Ellenberg, H. (1979). Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Göttingen, Erich Goltze KG, D-3400 Göttingen.

- Ellermann, T., H. V. Andersen, et al. (2007). Atmosfærisk deposition 2006 NOVANA, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet: 62.
- Ellermann, T., J. C. Pedersen, et al. (2008, 24. januar 2008). "Nedfald af kvælstof." Retrieved 8. september 2008, from <http://www.dmu.dk/foralle/Luft/Kvaelstof/Nedfald/>.
- EMEP. (2006, 17. september 2008). "Convention on long-range Transboundary Pollution." Retrieved 28. september 2008, from <http://www.emep-emissions.at/emission-data-webdab/emission-as-reported-by-parties/>.
- Falkentorp, T., K. Jensen, et al. (2001). Horns Herred Delområdeplan: 122.
- Folketinget. (2008, 1. oktober 2008). "Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse." Retrieved 1. oktober 2008, from <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=13072>.
- Frederiksen, S., F. N. Rasmussen, et al. (2006). Dansk flora, Gyldendal, Fagbogsredaktionen, Klarboderne 3, 1001 København K, 33 75 55 55.
- Fredshavn, J., K. E. Nielsen, et al. (2007). Tekniske anvisninger til overvågning af terrestriske naturtyper, Danmarks Miljøundersøgelser, Fagdatacenter for Biodiversitet og Terrestriske Naturdata
- Friðriksson, S. (1994). Surtsey. Reykjavik, Hið íslenska nátturufræðifélag, Surtseyjarfélagið.
- Grennfelt, P. og E. Thörnelöf (1992). Critical loads for nitrogen: a workshop report, Nordic Council of Ministers, St. Strandstræde 18, DK-1255 København K og The Nordic Council, P.O. Box 19506, S-104 32 Stockholm.
- Hansen, E., P. Mølgaard, et al. (1984). Holmene i Roskilde Fjord. København, Miljøministeriet, Fredningsstyrelsen, Amaliegade 13, 1256 København K.
- Hansen, E., P. Mølgaard, et al. (1990). Holmene i Isefjorden. København, Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen, Slotsmarken 13, 2970 Hørsholm.
- Kylling, P. (1688). Viridarium Danicum. København, Hafnia, uden ang. af trykker.
- Lægaard, S. (2007). "Hirsholmenes flora gennem hundrede år." Flora og Fauna **113**. Årgang(hæfte 3): 55-66.
- Løkke, H., J. Bak, et al. (1996). "Critical Loads of Acidic Deposition for Forest Soils: Is the Current Approach Adequate?" Ambio Vol. **25**(No. 8 (Dec., 1996)): 510-516.
- Magnusson, B. og S. H. Magnusson (2000).

McCune, B. og M. J. Mefford (1999). PC-ORD Multivariate Analysis of Ecological Data., MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.

Mikkelsen, M. H., S. Gyldenkærne, et al. (2006). Emission of ammonia, nitrous oxide and methane from Danish Agriculture 1985 - 2002. Methodology and Estimates, National Environmental Research Institute, Denmark. Danmarks Miljøundersøgelser: 90

Mikkelsen, V. M. (1949). Ecological Studies of the Salt Marsh Vegetation in Isefjord, Dansk Botanisk Forening.

Mølgaard, P. (2007). Lektor, ph.d. (agro), Københavns Universitet, Det Farmaceutiske Universitet.

Nilsson, I. N. og S. G. Nilsson (1985). "Experimental Estimates of Census Efficiency and Pseudoturnover on Islands - Error Trend and between-Observer Variation When Recording Vascular Plants." Journal of Ecology **73**(1): 65-70.

Ritzau (28. juli 2005). Vulkanøen Surtsey skrumper. B.T., B.T.
Kr. Bernikows Gade 6
Postboks 200
1006 København K
Telefon: 33 75 75 33.

Rydin, H. og S. O. Borgegård (1988). "Plant-Species Richness on Islands over a Century of Primary Succession - Lake Hjälmaren." Ecology **69**(4): 916-927.

Skov- og Naturstyrelsen. (2008, 19-09-2008). "Invasive plantearter - Landskabsukrudt." Retrieved 1. oktober 2008, from <http://www.skovognatur.dk/Natur/invasivearter/Landskabsukrudt/>.

Smith, J. E. M. D. F. R. S. (1799). Coloured Figures of British Plants with their Essential Characters, Synonyms, and Places of Growth. London, J. Davis Chancery-Lane.

Søgaard, B., F. Skov, et al. (2003). Kriterier for gunstig bevaringsstatus. Faglig rapport fra DMU nr 457, 2. udgave, Danmarks Miljøundersøgelser: 462.

Sørensen, C. S. (2008). Kysttekniker Kystdirektoratet
Postboks 100
Højbovej 1
DK-7620 Lemvig.