

## Effekter av klimaendringer for havstrand

Arne Follestad  
Marianne Evju  
Frode Ødegaard



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

### **NINA Temahefte**

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

**Norsk institutt for naturforskning**

# Effekter av klimaendringer for havstrand

Arne Follestad  
Marianne Evju  
Frode Ødegaard

Follestad, A., Evju, M. & Ødegaard, F. 2011. Effekter av klimaendringer for havstrand. - NINA Rapport 667, 74 s.

Trondheim/Oslo april 2011

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2251-8

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Arne Follestad

KVALITETSSIKRET AV

Signe Nybø

ANSVARLIG SIGNATUR

Signe Nybø (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Direktoratet for naturforvaltning

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Linda Dalen

FORSIDEBILDE

Makkevika på Giske. Foto: Arne Follestad

NØKKEWORD

Norge, havstrand, naturtyper, klimaendringer, havnivå

KEY WORDS

Norway, seashore, nature types, climate change, sea level

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Sluppen  
7485 Trondheim  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 73 80 14 01

**NINA Oslo**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 22 60 04 24

**NINA Tromsø**

Framsenteret  
9296 Tromsø  
Telefon: 77 75 04 00  
Telefaks: 77 75 04 01

**NINA Lillehammer**

Fakkeldgården  
2624 Lillehammer  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 61 22 22 15

## Sammendrag

Follestad, A., Evju, M. & Ødegaard, F. 2011. Effekter av klimaendringer for havstrand. - NINA Rapport 667, 74 s.

Forventete klimaendringer, i første omgang økt havnivå, men også mildere vintre, økt nedbør og lengre vekstsesong, forventes å kunne gi betydelige effekter i enkelte havstrandtyper i Norge. Havstrand er et samlebegrep for naturområder som med sin nærhet til sjø er sterkt påvirket av salt. Havstrand omfatter således en rekke naturtyper som fjæresonesjøer med undervannsenger av tareskog og ålegress, brakkvannsdeltaer, driftvoller, strandberg, strender med varierende substrat, strandenger og strandsumper så vel som sanddynemark. Flere naturtyper på havstrand er særlig viktige som leveområder for spesielle plante- og insektsamfunn, samt viktige hekke- og rasteplasser for fugl. Det er følgelig et stort artsmangfold knyttet til disse naturtypene, og de inneholder også mange rødlistete arter.

Effekten av ulike typer klimaendringer (endringer i nedbørsmengde, temperatur, vindforhold og havnivå) er vanskelig å forutse. Dette er delvis fordi mange effekter peker i forskjellige retninger slik at de både kan forsterke eller oppheve hverandre. I tillegg vil klimaeffektene samvirke med andre påvirkningsfaktorer. Havstrender er naturlig dynamiske systemer, og lokale forhold, som substrat, topografi, strømforhold og eksposisjon, vil i stor grad avgjøre hvilken effekt økning i havnivå vil ha for utbredelse og endring i utbredelse av naturtyper. Dette gjør det vanskelig å gi en generell vurdering av effekter av havnivåendringer på naturtyper. Imidlertid er det klart at effekter av havnivåendringer vil være avhengig av utformingen og tilstanden for arealene i bakkant av havstranden i dag; der arealet er utbygd, vil arealet med naturlig dynamikk bli redusert, særlig for sandstrender og sanddyner, strandenger, samt brakkvannsdeltaer.

Havstrender er dessuten utsatt for en rekke påvirkningsfaktorer, som kan redusere arealet og endre naturtypenes tilstand, som jordbruk, tekniske inngrep, ferdsel og slitasje, forurensing og fremmede arter. Effekter av klimaendringer på arter og naturtyper vil samvirke med slike påvirkningsfaktorer. Å redusere negative effekter av andre faktorer, vil kunne øke tilpasnings- evnen til arter og naturtyper i forhold til klimaendringer.

Mange av de sjeldne, rødlistete karplantene på havstrand er sørlige varmekjære arter, som kan forventes å øke i utbredelse med økte temperaturer og lengre vekstsesong. Det er rimelig å anta at de største negative endringene i forekomster og bestandsstørrelser gitt et varmere klima vil være for de arktiske strandplantene.

For invertebrater vil effektene av klimaendringer i stor grad bestemmes av status og tilstand for naturtypene etter endring. Det forventes at arter knyttet til åpne og dels vegetasjonsfrie områder i de bakre delene av strandsystemer vil gå tilbake. Særlig utsatt er faunaen knyttet til sanddynekomplekser. Arter som begunstiges av milde vintre og økt vekstsesong forventes å øke forutsatt at leveområdene ikke endres.

For fugler vil klimaendringer medføre endringer i flere arters utbredelse og forekomst. Viktige hekkeplasser og beiteplasser for sjøfugl og andre vannfugler kan bli uegnet en gang i framtida som følge av en økning i havnivået. Dette kan medføre behov for endringer i flere verneplaner, for å sikre at andre egnede lokaliteter er tilgjengelige. Tilsvarende kan skje for hårfellings- og kasteplasser i yngletida for steinkobbe og havert, som ofte er på avsidesliggende områder langt fra land.

Mange land har iverksatt skadeforebyggende tiltak i form av kystbeskyttelse, både for å beskytte bestemte lokaliteter, naturtyper eller viktige samfunnsstrukturer. Kystbeskyttelsestiltak kan svekke naturlig dynamiske prosesser og ødelegge for naturens evne til på lang sikt å tilpasse seg virkninger av klimaendringene. Det anbefales at det relativt raskt utarbeides strategier for å kunne møte de utfordringer bl.a. kystbeskyttelse vil føre med seg på naturtyper og arter en

ønsker å bevare. Det kan være nødvendig å vurdere endringer i lover og forskrifter for å ha kontroll med inngrep som kan være vanskelige å reversere i framtiden.

Rapporten anbefaler videre utredninger knyttet til effekter og tiltak for havstrand basert på nye prognoser for bl.a. havnivåstigning, opp til 2 meter m, deriblant kartframstilling, når en mer detaljert høydmodell for Norge foreligger. Dette kan innebære tilrettelegging av nye leveområder lengre inne på stranda, for eksempel som oppfølging av handlingsplaner.

Rapporten anbefaler også at en vurderer hvorvidt eksisterende overvåkingsprogrammer kan tilpasses overvåking av endringer på havstrand, eller om det er behov for ny overvåking. Nye programmer kan evt. kombineres med overvåking av endringer i våre Ramsarområder, der Norge i dag bare i liten grad følger opp sine forpliktelser gjennom Ramsarkonvensjonen til å gjennomføre regelmessige kontroller av status for disse områdene.

Arne Follestad [arne.follestad@nina.no](mailto:arne.follestad@nina.no)  
Marianne Evju [marianne.evju@nina.no](mailto:marianne.evju@nina.no)  
Frode Ødegaard [frode.odegaard@nina.no](mailto:frode.odegaard@nina.no)

## Abstract

Follestad, A., Evju, M. & Ødegaard, F. 2011. Effects of climate change on seashores. - NINA Report 667, 74 pp.

Projected climate changes, particularly increased sea level, but also increased winter temperatures, increased precipitation and a prolonged growth period, are expected to have considerable effects in some nature types (habitats) in coastal areas in Norway. Seashores, being located closely to the sea, are strongly influenced by salt, and include a variety of nature types, e.g. sand dunes, driftlines, sea meadows and shores on different substrate types, etc. Several seashore nature types are particularly important habitats for communities of plants and insects, as well as breeding areas and stop over places during migration for birds. Accordingly the biological diversity connected to these nature types is great, and they also hold a lot of red listed species.

It is difficult to predict the effect of various climatic changes (changes in precipitation, temperature, wind and sea level) on seashores, partly because different factors may interact to intensify or cancel each other out. Seashores are naturally dynamic systems, and local environmental conditions, such as substrate, topography, currents, and exposure, will affect the occurrence and change in area of different nature types. This complicates a general assessment of effects of sea level rise on seashore nature types. It is clear, however, that the effects of sea level rise will depend on the state of inland areas; where inland areas are developed, the available areas for natural dynamics to occur will be reduced.

Seashore areas are already exposed to impacts, such as agriculture, infrastructure, human traffic, pollution and invading species. Such impacts may reduce area or change the state of the habitats, and climate change will interact with these factors to affect seashore habitats. Reduction of negative effects of human imposed factors will potentially increase the ability for adaptation of species and ecosystems to climate change.

Many of the rare, red listed vascular plants on seashores are southern, thermophile species, and the distribution range can be expected to be increased with increased temperatures and a prolonged growth period. The largest changes in occurrences and population sizes are likely to be in arctic plants with restricted, northern distributions.

For invertebrates, the effects of climate change will be largely determined by the state of the habitats after a change. Species favouring open, partly vegetation free areas in the backshore parts of the seashore habitats will probably decline. Particularly vulnerable are species found in sand dune habitats. Species being favoured by mild winters and a prolonged growth period are expected to increase their abundance, given that the state of the habitats is not significantly changed.

For birds, climate change will affect the distribution and occurrence of several species. This may bring about needs for change in protection plans, as important breeding and feeding areas for sea birds and other waterfowl may become unsuitable with increasing sea levels. This is also valid for moulting sites and breeding sites of Harbour seal and Grey seal, which are often located in remote areas offshore.

Several countries have implemented measures to prevent negative impacts on seashores, such as coastal protection measures, both to protect particular localities, nature types or important social structures. Coastal protection measures may impair natural dynamic processes operating in coastal areas and thus reduce the ability of the ecosystems to adapt to the effects of climate change. It is therefore recommended that strategies are developed relatively quickly in order to meet the challenges that coastal protection measures may result in for nature types and threatened species. An assessment of the necessity of law change may be advisable in order to be able to prevent irreversible interventions in seashore ecosystems.

It is recommended to further investigate the effects on seashores, based on new prognoses for sea level rise, including constructions of digital maps, when more detailed digital elevation models are available for the whole of Norway. This may include preparing for new habitats in backshore or inland areas, e.g. as follow-up of action plans for threatened species or nature types.

It is also recommended to assess how existing monitoring programs may be adapted to monitoring of changes in seashore, or whether the establishment of new monitoring programs is needed. New programs may be combined with monitoring of changes in our Ramsar areas, as Norway today only to a small degree follow up on our obligations through the Ramsar Convention to regularly survey the state of these areas.

Arne Follestad [arne.follestad@nina.no](mailto:arne.follestad@nina.no)  
Marianne Evju [marianne.evju@nina.no](mailto:marianne.evju@nina.no)  
Frode Ødegaard [frode.odegaard@nina.no](mailto:frode.odegaard@nina.no)



# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>5</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>7</b>
<b>Forord</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>10</b>
<b>2 Naturtyper på havstrand</b> .....	<b>11</b>
2.1 Status for kartlegging av naturtyper.....	12
2.2 De viktigste naturtypene på havstrand.....	12
2.2.1 Fjæresonesjø.....	13
2.2.2 Aktivt marint delta.....	13
2.2.3 Driftvoll.....	15
2.2.4 Strandberg.....	15
2.2.5 Stein-, grus- og sandstrand.....	15
2.2.6 Strandenger og strandsumper.....	16
2.2.7 Sanddynemark.....	17
<b>3 Artsmangfold på havstrender</b> .....	<b>18</b>
3.1 Planter.....	18
3.2 Invertebrater.....	19
3.3 Fugler og pattedyr.....	22
3.3.1 Viktige fugleområder i Norge.....	24
<b>4 Klimascenarier og digitale kartmodeller</b> .....	<b>27</b>
4.1 Endringer i havnivå.....	27
<b>4.2 Prognoser for havnivåstigning</b> .....	<b>28</b>
4.2.1 Usikkerhet i prognoser for økning i havnivå.....	29
4.2 Bruk av digitale kartmodeller.....	31
4.2.1 Beregning av arealtap.....	31
4.2.2 Beregning av forekomst av naturtyper.....	33
4.3 Andre påvirkningsfaktorer på havstrand.....	34
4.3.1 Tekniske inngrep.....	34
4.3.2 Landbruksvirksomhet.....	37
4.3.3 Fremmede arter og invasjonarter.....	37
4.3.4 Høsting av tare.....	38
4.3.5 Høsting av skjell.....	39
4.3.6 Uttak av sand.....	40
4.4 Prognoser for biodiversitet.....	40
<b>5 Konsekvenser av klimaendringer</b> .....	<b>42</b>
5.1.1 Naturtyper.....	42
5.1.2 Planter.....	43
5.1.3 Invertebrater.....	43
5.1.4 Fugler og pattedyr.....	44
<b>6 Vurdering av eventuelle avbøtende tiltak</b> .....	<b>52</b>
6.1 Kostnader ved å holde havet tilbake.....	54
6.2 Beskyttelsestiltak mot havnivåstigning og erosjon.....	55
6.3 Tilrettelegging for nydannelse av leveområder i spesielt verdi-fulle naturtyper.....	56

---

<b>7</b>	<b>Anbefalinger for videre arbeid</b> .....	<b>58</b>
7.1	Kartlegging og overvåking.....	58
7.2	Nye utredninger.....	58
7.3	Forskningsbehov.....	59
<b>8</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>60</b>
<b>9</b>	<b>Vedlegg</b> .....	<b>67</b>
	Vedlegg 1. Antall rødlistearter for havstrand.....	67
	Vedlegg 2 - Rødlistede vadefugler:.....	67
	Vedlegg 3 - Rødlistete karplanter .....	68
	Vedlegg 4 - Rødlistearter knyttet til sanddynemark .....	70
	Vedlegg 5 - Ramsarområder i Norge .....	74

## Forord

Klimaendringer vies i dag stor oppmerksomhet, både i forhold til årsaksforhold og potensielle virkninger både for samfunn og naturens mangfold og økosystemer. De siste årene er det gitt ut en rekke internasjonale og nasjonale rapporter, utredninger og vitenskapelige artikler som både diskuterer i hvor stor grad endringene er menneskeskapt, ulike avbøtende tiltak for å motvirke eller begrense negative effekter på samfunn og natur, hvordan vi vil bli påvirket av dem, og hvordan vi kan tilpasse oss endringene som kommer. Dette utgjør et enormt kunnskaps- og erfaringsgrunnlag, som viser at endringer på samfunn og natur allerede merkes, og at endringene kan bli betydelig større i løpet av dette århundret.

Denne rapporten belyser mulige virkninger av forventede klimaendringer i strandsonen. Først og fremst økende havnivå, men også mildere vintrer, økt nedbør og lengre vekstsesong forventes å kunne gi betydelige effekter i enkelte havstrandtyper i Norge, særlig for sandstrender og sanddyner, strandenger, samt brakkvannsdeltaer.

Erfaringer fra tiltak som gjennomføres og beregninger som er foretatt i andre land, viser at kostnadene ved en økning i havnivået kan bli meget store. Dette vil kunne legge føringer på bl.a. hvilke avbøtende tiltak som kan settes inn, og hvilke områder som vil bli prioritert. For å imøtekomme dette foreslås flere videre utredninger for å bedre beslutningsgrunnlaget for å kunne ivareta norsk natur på en god måte med et klima i endring.

Lars Erikstad, Odd Stabbetorp og Per Arild Aarrestad takkes for sine bidrag til rapporten, og Direktoratet for naturforvaltning takkes for økonomisk støtte. Linda Dalen og Else Løbergslid takkes for godt samarbeid i arbeidet med rapporten.

April 2011

Arne Follestad

# 1 Innledning

Forventede klimaendringer kan gi effekter på utbredelsen av forskjellige naturtyper i Norge. Nye projeksjoner viser at havnivået i Norge kan stige med rundt 70 cm langs Sør- og Vestlandet, rundt 60 cm i Nord-Norge og med rundt 40 cm innerst i Oslofjorden og Trondheimsfjorden innen 2100 (Klima i Norge 2100). Nyere publikasjoner viser imidlertid at havnivåstigningen kan bli vesentlig større enn dette. I tillegg til økningen i havnivået vil forventede økninger i temperatur, vekstsesongens lengde og nedbør påvirke naturtyper knyttet til havstrand.

Direktoratet for naturforvaltning har bl.a. gjennom to rapporter, "*Effekter av klimaendringer på økosystemer og biologisk mangfold*" (DN-utredning 2006-2) og "*Klimaendringer – tilpasninger og tiltak i naturforvaltningen*" (DN-rapport 2007-2), satt søkelyset på hvordan naturen i Norge vil påvirkes og hvordan vi skal forholde oss til de forventede endringene i klima. En NOU-rapport, "*Tilpassing til eit klima i endring. Samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane*" (NOU 2010:10), tar derimot hovedsakelig for seg effekter på en rekke sentrale samfunnsområder, og bare i mindre grad på spesifikke naturtyper som havstrand.

I denne rapporten vil vi vurdere konsekvenser av endret klima (økt havnivå, økt temperatur og nedbør, lengre vekstsesong) for havstrand og de artene som lever der, gjennom:

1. En kartlegging av de mest sårbare naturtyper med vurdering av tap av leveområder.
2. En vurdering av konsekvenser for artsmangfold for planter, insekter og fugl, samt truede arter, relatert til havnivåheving, mildere og våtere klima og en lengre vekstsesong.
3. Vurdering av naturens evne til tilpasning til klimarelaterte endringer sett i lys av eksisterende påvirkningsfaktorer.
4. Vurdering av eventuelle avbøtende tiltak.

Det vil bli gitt en beskrivelse av ulike naturtyper knyttet til ulike substrater og tidevannspåvirkning i en sonering fra hydrolittoral til supra-/epilittoral sone, som grunnlag for det videre arbeid. Så langt råd er, er dette samkjørt med det nye systemet for naturtypebeskrivelse "Naturtyper i Norge - NiN".

Det blir videre gitt en vurdering av hvilke naturtyper som blir påvirket av havnivåheving, basert på naturtypenes fordeling i strandsonen. Vi ble av oppdragsgiver bedt om å vurdere dette også på grunnlag av digitale kartmodeller. Det finnes imidlertid ikke kartgrunnlag for hele landet med høydekoter som kan benyttes for å kartlegge arealer ved en havnivåheving på opp til 1 m. Dagens digitale kart har høydemodeller med høydeoppløsning på hhv 5 og 20 meter.

Vi har gått igjennom tilgjengelig høydedata for å se på i hvilken grad man har mulighet til å kartlegge lavtliggende områder som vil bli sterkt påvirket ved en havnivåstigning på under 1 meter. Vi har her tatt utgangspunkt i data med ulik kvalitet med utgangspunkt i ytre Oslofjord der vi i forbindelse med et annet prosjekt har tilgang på detaljerte data for et mindre område.

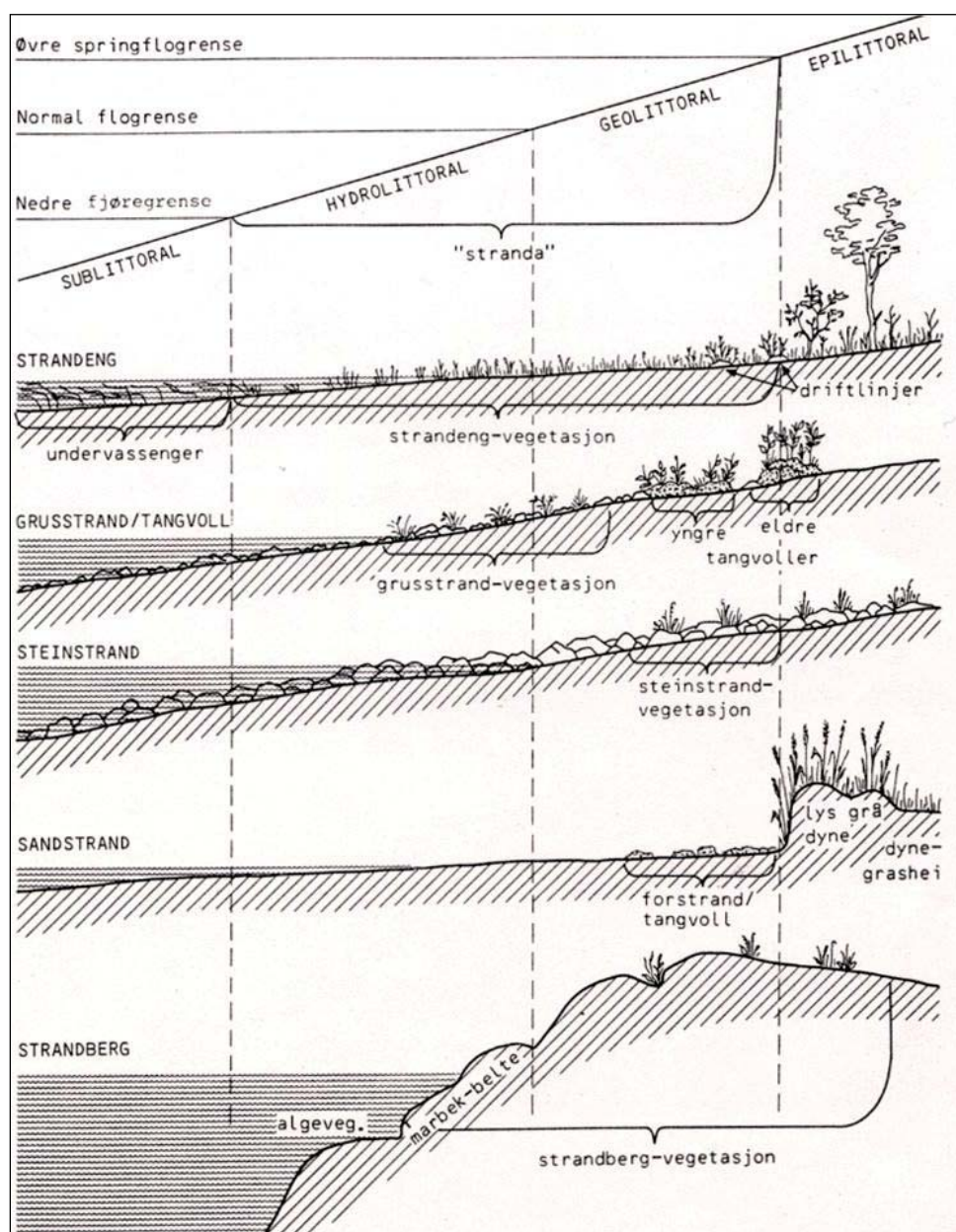
Kartmodellene bidrar ikke til å vurdere effekter i flyvesandområder. Her er det ikke havnivåstigningen som avgjør, men dynamikken mellom erosjon og avsetning av sand.

Graden av sårbarheten for endringer i klima vil trolig variere for ulike naturtyper og ulike organismegrupper, som insekter, planter og fugl. Sårbarhet vurderes derfor separat for de forskjellige organismegruppene. Basert på gjennomgangen av de ulike organsimegruppene vil det bli gitt en samlet helhetsvurdering av effekter på naturtypen havstrand.

## 2 Naturtyper på havstrand

Havstrand er møtestedet mellom hav og land. Havstrandens utforming varierer langs kysten, både lokalt og regionalt, avhengig av faktorer som topografi, eksponering, substrat og klimatiske forhold.

Havstranden deles i vertikale soner basert på oversvømmelsesgrad (Figur 1); den sublittorale sonen er arealet under laveste vannstand (og er alltid oversvømt), littoral sone ("stranda") er arealet mellom nedre tidevannsgrense og øvre springflogrense og deles i to soner, hydrolittoral (mellom lavvann og middels vannstand) og geolittoral (mellom middels vannstand og øvre springflogrense), og epilittoral sone er arealet over øvre springflogrense, men som påvirkes av bølgeslag, saltsprut eller materialtransport fra littoralsonen. Strandsonen mangler tresjikt og er en økologisk nisje for mange lave, lyselskende plantearter. Mange av artene har en spesiell tilpasning til saltholdig miljø (halofytter). Flere økokliner er viktige på havstrender (Boks 1; Halvorsen et al. 2008).



Figur 1. Vertikal sonering på havstrand, bygd på Du Rietz' (1950) oppdeling.

### Boks 1. Viktige økokliner på havstrand.

En rekke økokliner er viktige for utforming av naturtyper i strandsonen (fra Halvorsen et al. 2008).

- Oversvømmelsesvarighet er den viktigste årsaken til variasjon i artssammensetning i den fysiske overgangssonen mellom land og vann, på steder der vannets bevegelsesenergi ikke er så sterk at den virker overstyrende. Langs eksponerte kyststrekninger kan saltspruten nå langt innover land og vegetasjonen få innslag av halofile arter langt innover.
- Vannets bevegelsesenergi virker først og fremst gjennom erosjon av fine kortstørrelser i rennende vann, og bevegelsesenergi er dermed nært knyttet til substratstabilitet. Den viktigste økologiske effekten av bevegelsesenergi er sortering og flytting av mineralmateriale, og selv relativt kortvarige episoder kan ha stor effekt på økosystemene.
- Massebalanse betyr hvorvidt materiale tilføres eller fjernes, og er en svært viktig miljøfaktor i mange økosystemer, spesielt i naturtypen sanddynemark.
- Vannforårsaket forstyrrelse er en økoklin som inkluderer flere forstyrrelsesfaktorer av vann; vann- og iserosjon av substrat og levende/død biomasse, sedimentering og isskuring. Forstyrrelsesintensiteten er dels relatert til bølgevirksomhet.
- Salinitet (saltholdighet) avtar generelt fra det åpne havet og innover i fjordene, men varierer også på lokal skala, f.eks. knyttet til elveutløp, og mange av havstrandtypene har utforminger langs en økologisk gradient fra saltvannstyper til brakkvannspåvirkede typer.
- Kornstørrelse på det uorganiske substratet er en viktig forklaringsvariabel for variasjon i artssammensetning, fordi den styrer en rekke andre faktorer, som evne til å lagre vann, substratstabilitet med mer.

## 2.1 Status for kartlegging av naturtyper

Det er gjennomført kartlegginger av flora og vegetasjon på havstrand i det meste av Norge, inkludert Finnmark (Elven & Johansen 1983), Troms (Fjelland et al. 1983), Nordland (Elven et al. 1988, Elven et al. 1988, Elven et al. 1988, Elven et al. 1988), Midt-Norge (Holten et al. 1986, Kristiansen 1988), Vestlandet (Lundberg 1989) og Sør- og Sørøstlandet (Lundberg & Rydgren 1994, Lundberg & Rydgren 1994).

Naturtyper på havstrand inngår også i kartleggingen av verdifulle naturtyper, jf. DN-håndbok 13 (Direktoratet for naturforvaltning 2006). Verdifulle naturtyper på havstrand inkluderer sanddyner, sandstrender, strandenger og strandsumper, tangvoller, brakkvannsdelta og rike strandberg. En vurdering av kunnskapsgrunnlaget for utbredelse og viktige forekomster av hver naturtype er gjort i forbindelse med evaluering av norske verneområder (Framstad et al. 2010), og blir gjort rede for i kapittel 2.2.

## 2.2 De viktigste naturtypene på havstrand

Vi finner viktige naturtyper både innen saltvannssystemer, fjæresonesystemer og fastmarkssystemer i tilknytning til havstrand (<http://www.naturtyper.artsdatabanken.no/>).

Når det gjelder **saltvannssystemene** har vi valgt å fokusere på landskapsdel-hovedtypene

- 3 Fjæresonesjø, grunntyper poll og littoralbasseng
- 7 Aktivt delta, grunntype aktivt marint delta

Innenfor fjæresone- og fastmarkssystemer har vi fokusert på natursystem-hovedtypene

### **Fjæresonesystemer**

- S3 Driftvoll,
- S5 Strandberg
- S6 Stein-, grus- og sandstrand
- S7 Strandeng og strandsump

### **Fastmarkssystemer**

- G12 Sanddynemark

## **2.2.1 Fjæresonesjø**

Fjæresonesjø omfatter vannforekomster i fjæresonen, som er fysisk avgrenset fra havet, og som regelmessig tilføres havvann. Det finnes to typer av fjæresonesjøer, poll og littoralbasseng. Poller er skilt fra havet av en terskel ovenfor eller like under laveste fjærenivå og har permanent utløp og innløp til/fra havet. Vannutskifting skjer ved flo og fjære sjø, men utskiftingen er begrenset. Naturtypen grenser ofte mot strandeng og strandsump og inneholder ofte ålegrasenger og andre undervannsenger.

Undervannsenger er gjennomgående ganske artsfattige miljøer, men mange av artene som forekommer her er spesialiserte, sjeldne og til dels svært truet. Samtidig har miljøene meget høy biologisk produksjon og er ofte svært viktige næringssøksområder for våtmarksfugl. Her er særlig ålegrasenger viktige. Undervannsenger er utbredt langs hele kysten, men er sjelden i de mest eksponerte områdene og i fjorder med lite løsmasser eller grunne avsnøringer. Miljøene er ofte små og isolerte og er knyttet til svært spesifikke hydrologiske/vannkjemiske forhold (Framstad et al. 2010). For lokaliteter med naturlig lav vannutskifting er vannforurensning fra landbruk og husholdning er alvorlig trussel som kan endre vegetasjonssamfunnene helt. Tekniske inngrep som utfyllinger, avstenging og grusuttak har forringet flere verdifulle lokaliteter. I enkelte tilfeller kan avstenging av viker og grusgraving også skape nye undervannsenger.

Ålegrasenger finns også i mer eksponerte områder, langs strender eller i bukter og våger (Figur 2). Særlig tette bestander er kjent fra Smøla før 1980, der det i flere våger kunne være vanskelig å komme inn med småbåt på fjære sjø. Etter 1980 forsvant mye av dette ålegraset på flere lokaliteter langs kysten fra Smøla og nord til i alle fall Vega, uten at årsaken til dette er kjent (se Follestad 2010). Det førte imidlertid til en storstilt endring i både beiteområder, der gjessene tok i bruk dyrket mark, noe som førte med seg omfattende beiteskader, og en endring i trekktida om høsten fra september/oktober før 1980 til ultimo juli/primus august nå. Bortfallet av ålegras førte også til nedgang i bestanden av overvintrende sangsvaner på Smøla, og et nesten fullstendig bortfall av overvintrende brunnakke, som kan beite på bladresten av det sangsvanene levner etter å ha spist først og fremst røttene på ålegraset.

Littoralbasseng er vannforekomster av varierende størrelse på fast fjell uten permanent utløp/innløp. Littoralbassenger er fysisk avgrenset fra havet og tilføres havvann mer eller mindre regelmessig, og de karakteriseres av periodevis stagnerende vannmasser.

## **2.2.2 Aktivt marint delta**

Deltaer er områder med vekslinger mellom vann og landområder ved munningen av elver. Landområdene består av elvetransporterte avleiringer. Landskapsdelen omfatter elveløpet, den tilgrensende flommarka, samt saltvannssystemer utenfor elvas utløp som er sterkt preget av sedimentasjon. Så sant ikke deltaene er for ødelagt av ulike typer inngrep, er dette noen av de mest produktive og artsrike miljøene vi har. Et stort antall plantearter tilknyttet ulike vegeta-



Figur 2. Ålegraseng på strand i Brønnøy kommune i 2009. Det var her relativt tette bestander av ålegras langs det meste av stranda, og i følge grunneier overvintrer det her årlig 30-40 sangsvaner. (Foto: Arne Follestad).



Figur 3. Gaulosen og Buvika (i bakgrunnen) like sør for Trondheim, en viktig raste- og overvintningsplass for vannfugler. De store leirørene er viktige næringsøksområder for vadere og rasteplass for store flokker med grågås og dels kortnebbgås under høsttrekket. Også for Gaulosen har det vært framlagt planer for industriutbygging og havneterminaler, se kap. 4.3 (Foto: Arne Follestad).



sjonstyper kan forekomme, med spennvidde fra havstrandarter, kulturplanter og fjellplanter. Det er sentrale hekkeplasser for våtmarksfugl i fjordstrøkene og viktig som rasteplass for våtmarksfugl som enten skal lenger sør/nord eller venter på at hekkeplassene i innlandet blir isfrie og tilgjengelige.

Noen av de største deltaområdene forekommer i Østfold, på Nordmøre og i Trøndelag (Figur 3), Vefsn-Rana i Nordland, samt indre Troms og deler av Finnmark (Framstad et al. 2010). Naturtypen er ansett for å være en av de mest truede i Norge (Framstad et al. 2010), med nedbygging og utfylling som en av de viktigste påvirkningsfaktorene. I DNs elvedeltadatabase er det informasjon om 129 brakkvannsdelta over 250 daa, og av disse er 36 områder mer eller mindre vernet (Direktoratet for naturforvaltning 2008). I alt 164 lokaliteter er lagt inn i Naturbase, som vurderes å gi et dårlig til middels godt bilde av utbredelsen til typen. Mange av de viktigste brakkvannsdeltaene er vernet, men det er få forekomster som er vernet i enkelte regioner, spesielt Rogaland og Hordaland.

### 2.2.3 Driftvoll

Driftvoller finnes i øvre del av fjæresonen og opprettholdes ved stor og relativt forutsigbar tilførsel av organisk materiale (tang og tare) fra havet. Driftvollene har svært høy tilgjengelighet av nitrogen og fosfor. Temperaturen i driftvollene er som regel høyere enn omgivelsene, og flere varmekrevende karplanter finnes lengre nord på driftvoller enn i andre naturtyper, f.eks. åkerdylle, smånesle og kveke. Vegetasjonens stabilitet er påvirket av vannforårsaket forstyrrelse, og avhengig av forstyrrelsesintensitet (flere ganger årlig – årvisst – ikke årvisst) er vegetasjonen enten dominert av ettårige urter, av lavvokste ett- og flerårige urter eller av flerårige, høyvokste urter og gras. Råtne tang og tare er også grobunn for store mengder insekter, som igjen er viktig føde for store mengder fugl (Figur 4). Driftvollene opptre ofte i ytterkanten av sanddyner, strandenger og grus- og rullesteinstrender. (DN-håndbok 13: Tangvoll G06). Det finnes ingen evaluering av dekning i Naturbase og Vernebase for denne naturtypen.

Tarevoller er dårlig og ufullstendig kartlagt i dag, jfr. kart i Framstad et al. (2010), som bl.a. ikke har med Makkevika. Ved kommende kartlegging av naturtyper i Norge bør feltarbeidet fange opp hvilke tarevollsstrender i dag som vil være særlig utsatt for endringer som følge av stigende havnivå.

### 2.2.4 Strandberg

Strandberg består av fast fjell og steinblokker i den øvre delen av fjæresonen, og har en gradient i artssammensetning relatert til oversvømmelsesvarighet. I den nedre delen av strandberget dominerer et lite utvalg marine laver (marebek, tanglav, messinglav) mens terrestre lav kommer inn i øvre del. Karplanter vokser hovedsakelig i sprekker og forsenkninger i berget, og det er stor forskjell i vegetasjon på rike og fattige bergarter. Artsrikdom og vegetasjonsdekke varierer også med eksponeringsgrad. (DN-håndbok 13: G09 Rikt strandberg).

### 2.2.5 Stein-, grus- og sandstrand

Naturtypen omfatter sand- og grusstrender, samt sterkt bølgeutsatte steinstrender, og ligger i området mellom laveste lavvann og øvre springflo. Naturtypen er ofte artsfattig, og variasjon i artssammensetning er relatert først og fremst til kornstørrelse og salinitet. Skjellsandstrender er strender på skjellsand, som er konsentrerte kalkrike biogene sedimenter, ofte delvis nedbrutte skall fra muslinger og snegler. Naturtypen inngår ofte som elementer i større, verdifulle havstrandkomplekser, og er ofte viktige raste- og trekkområder for fugl. (DN-håndbok 13: Sand- og grusstrand G04).

Vernebase gir en ganske god oversikt over utbredelsen til sandstrender. I Naturbase er det lagt inn 208 lokaliteter med sand- og grusstrand, de fleste er ganske små, og samlet dekker de et areal på 15 km<sup>2</sup>. Vernedekningen er svært dårlig i Hordaland, Sogn og Fjordane, Sør- og Nord-Trøndelag.



Figur 4. Makkevika på Giske, en viktig rasteplass for mange vannfugler, særlig vadefugler, under høsttrekket. Til høyre på bildet, innerst i vika, ses en velutviklet og gammel tangvoll, gjen-grodd med mange arter som er viktige for frøspisende spurvefugler. Tangvollen har preg av et sumpområde, med mange små dammer og mudderpøler, som er viktige områder for nærings-søkende vadere og ender. Utover neset øverst i bildet ses også en tarevoll som er skylt lenger opp på land. Med et rikt tilbud på insekter er dette et viktig område for mange insektspisende spurvefugler (Foto: Arne Follestad).

### 2.2.6 Strandenger og strandsumper

Naturtypen omfatter bunnsystemer på løs mark i fjæresonen (leire, silt og mudder), og inkluderer leir- og siltstrand og åpne mudderflater uten høyere planter ned mot nedre lavvannsnivå. Strandenger og strandsumper finnes gjerne på beskyttede steder med så lite strøm at finmateriale ikke vaskes bort, men akkumuleres og konsolideres til et fint substrat som danner god grobunn for plante- og dyreliv. Naturtypen finnes i områder med svak helning, slik at den dekker store områder og har en tydelig sonering relatert til oversvømmelsesvarighet. Flere andre økokliner er også viktige, som salinitet, primær suksesjon (forekomst eller fravær av etablert halofyttdominert vegetasjon) og vannmetning. Strandenger er ofte også påvirket fra ferskvannssig fra landsiden. Forekomst av et halofyttbelte (karplantevegetasjon av sumpplanter, som takrør, sjøsvaks og starrarter) er viktig for artsmangfoldet, men miljøfaktorene som betinger et halofyttbelte er dårlig kjent. Forekomst og utbredelse av strandenger er langs store deler av norskekysten betinget av langvarig menneskelig påvirkning som slått og beite. Strandsumper kan ligge lenger ut enn strandenga eller inne i brakkvannsviker og domineres ofte av bestander av enkeltarter, som havsvaks eller havstarr. Takrørsumper opptrer særlig ved bekkeutløp/brakkvannsområder (Figur 5). Store strandengkomplekser forekommer gjerne innenfor større, grunne bukter og brakkvannspoller (DN-håndbok 13: Strandeng og strandsump G05).

I alt 294 forekomster av strandenger og strandsumper er registrert i DN's vernebase, som gir en stedvis god, men noe ujevn oversikt over utbredelsen til naturtypen (Framstad et al. 2010). Få lokaliteter i Troms og Finnmark er registrert i Naturbase, som inneholder i overkant av 1000 lokaliteter av denne naturtypen, med et samlet areal på over 135 km<sup>2</sup>. Vernedekningen er stedvis ganske god, men med mangler i Hordaland, Sogn og Fjordane, Sør- og Nord-Trøndelag.



Figur 5. Takrør i Presterødskilen, Tønsberg. Foto: Arne Follestad.

### 2.2.7 Sanddynemark

Sanddynemark finnes på moderat til kraftig eksponerte steder, på fint og ustabil substrat (sand). Sanddyner dannes der bølger, vind og løsmasser skaper forhold for erosjon, transport og akkumulasjon av sand. Sanden bindes gjennom dynestabilisering, og variasjon i dynestabilisering, massebalanse (vinddeflasjon) og vannmetning bidrar til utforming av fem grunntyper, som danner en gradient fra dynefronten og innover: 1) ustabile (hvite) dyner, 2) stabiliserte (grå) dyner, 3) etablerte (brune dyner), 4) eroderte dyner (deflasjonsdyne) og 5) dynetrau (sanddyne-fuktmark). Dynestabiliseringsgradienten har aspekter av primær suksesjon, vindforstyrrelse, massebalanse og mineralnæringstilgang, og næringsinnhold avtar innover sanddyneene. Etablerte dyner har lang historie som beite- og slåttemark. (DN-håndbok 13: Sanddyne G03).

DN's vernebase og Naturbase gir relativt god oversikt over utbredelsen til sanddyner, med 57 sanddyner registrert innenfor verneområder og 60 sanddyner med et samlet areal på nesten 9 km<sup>2</sup> er registrert i Naturbase (Framstad et al. 2010). I Naturbase er ingen sanddyneområder i Finnmark registrert. Vernedekningen er relativt god, men med en del hull i Hordaland, Sogn og Fjordane, Sør- og Nord-Trøndelag.

### 3 Artsmangfold på havstrender

I norsk rødliste for arter 2010 (Kålås et al. 2010) er det registrert 4475 truede (inkl. kritisk truet (CR), sterkt truet (EN) og sårbar (VU)) og nær truede (NT) arter. I alt 697 av disse artene er knyttet til kyst og fjæresonen (Fjellberg et al. 2010), dvs. om lag 15,6 % av rødlisteartene. Hele 317 arter er knyttet til sanddynemark (Ødegaard et al. 2011, se vedlegg 4). De taksonomiske gruppene domineres av biller, sommerfugler, nebbmunner, veps og karplanter.

#### 3.1 Planter

Havstrender inneholder stor habitatvariasjon på relativt liten romlig skala, og har et stort mangfold av arter. Flere av naturtypene, bl.a. strandenger og etablerte dyner i sanddynemark, er formet i samspill med langvarig hevd, som slått og beite.

Relativt mange rødlistete arter finnes på havstrender, som følge av en kombinasjon av relativt sjeldne habitater og sterk press på kystområdene. I alt 83 rødlistete karplanter er knyttet til fjæresonesystemer og kysttilknyttede fastmarkssystemer (Rødlistebasen; Vedlegg 3).

Flere arter knyttet til havstrender har fått egne handlingsplaner, bl.a. dvergålegras *Zostera noltieri* (Direktoratet for naturforvaltning 2010b) og strandtorn *Eryngium maritimum* (EN) (Direktoratet for naturforvaltning 2010c). En egen handlingsplan for truede karplanter i Rogaland er under utarbeidelse, og inkluderer artene islandsgrønnkurle *Coeloglossum viride* ssp. *islandicum* (CR) og jærflangre *Epipactis helleborine* ssp. *neerlandica* (EN), som vokser i etablerte sanddyner (Direktoratet for naturforvaltning 2010a). En handlingsplan for søtearter på strandeng er også under utarbeidelse, og omfatter artene tusengylde *Centaureum littorale* (EN), dverggylden *C. pulchellum* (VU), jærstøte *Gentianella amarella* ssp. *septentrionalis* (EN), østersjøsøte *G. campestris* ssp. *baltica* (CR) og smalsøte *G. uliginosa* (EN).

#### Driftvoll

Artssammensetningen i driftvoller avhenger i stor grad av forstyrrelsesintensitet, og varierer fra ettårige artssamfunn til flerårige, høyvokste gras og urter. Av sjeldne arter knyttet til driftvoller, er f.eks. den østlige arten kolamelde *Atriplex lapponica* (NT). Kolamelde er en ettårig art knyttet til ustabile tangvoller. Arten spres med havstrømmer og driftsmateriale, og forekommer kun i Øst-Finnmark.

#### Strandberg

Rike strandberg inneholder mange lys- og næringskrevende karplantearter, noen delvis regionalt sjeldne (Direktoratet for naturforvaltning 2006). På rike strandberg i Sørøst-Norge er det innslag av sørlige, varmekrevende arter, mens i nordvest og nord er det ofte innslag av kravfulle fjellarter i denne naturtypen.

#### Stein-, grus- og sandstrand

Flere plantesamfunn knyttet til naturtypen er sjeldne og spesialiserte, med sjeldne karplanter. I Sør-Norge er det et element av sterkt sørlige, varmekjære arter som mangler i andre deler av landet, som gul hornvalmue *Glaucium flavum* (EN), strandkarse *Lepidium latifolium* og strandmalurt *Artemisia maritima*. På rullesteinstrender i Sør-Norge finnes arter som strandkål *Crambe maritimum* og strandvortemelk *Euphorbia palustris*. Strandtorn er knyttet til sandstrender og sanddyneområder, og er avhengig av åpne sandflater for frøspiring og etablering av frøplanter. Gul hornvalmue vokser på sand- og grusstrender på Sørøstlandet, men har hatt en sterk reduksjon i antall forekomster de siste årene (Rødlistebasen). Andre sørlige arter knyttet til havstrand er sodaurt *Salsola kali* (EN), som forekommer på sand- og grusstrender og fordyner, spredt rundt ytre Oslofjord og svært spredt nedover Skagerrakkysten til Lista, på Jæren, Karmøy og Selje.



Strandtorn *Eryngium maritimum* (EN). (Foto: Marianne Evju)

### Strandeng og strandsump

Strandenger er i stor grad en skjøtelselsbetenget naturtype, og flere sjeldne, rødlistete karplanter er knyttet til strandeng, som tusengylden *Centaurium littorale* (EN) og dverggylden *C. pulchellum* (VU). Begge artene er i tilbakegang pga. gjengroing av strandengene etter opphør av beite og slått. Artene er begrenset til Sørøst-Norge (Østfold til Vest-Agder/Rogaland). Nordlige/østlige elementer i denne naturtypen inkluderer finnmarksnøkleblom *Primula nutans* ssp. *finnmarkhia* (NT), som i hovedsak er knyttet til brakkvannspåvirkete strandenger i Troms og Finnmark.

### Sanddynemark

Sanddynemark inneholder mange spesialiserte karplanter (Direktoratet for naturforvaltning 2011), som dverglin *Radiola linoides* (EN), strandtorn, og sandskjegg *Corynephorus canescens* (VU). Sandskjegg finnes i sanddyneområder på Sørlandet, og 99 % av populasjonen forekommer på Lista (Svalheim & Pedersen 2007). Arten blir fremmet av beite, spesielt fordi beite skaper erosjon, og den blir negativt påvirket av gjødsling og leplantinger. Helt øst i Finnmark dukker det opp et markert russisk-sibirsk element i sanddyner, med bl.a. russemjelt *Oxytropis campestris* ssp. *sordida*, silkenellik *Dianthus superbus* og kolamelde *Atriplex lapponica* (NT) på sand-forstranda.

## 3.2 Invertebrater

Tidlige innsamlinger av invertebrater på havstrand har gitt oss forståelsen for at disse naturtypene har spesielle faunaelementer. Det er særlig sandstrender som er viktige og som har vært godt kartlagt. Konservator ved Stavanger Museum, Tor Helliesen fant 514 ulike arter av biller på Jærstrendene i årene 1890-1893 (Helliesen 1890, 1891, 1893), mens Ove Meidell, gjorde en grundig kartlegging av bier og humler i de samme områdene på begynnelsen av 1930-tallet (Meidell 1934).

Bäcklund (1945) gir en grundig gjennomgang av invertebratfaunaen knyttet til driftvoller. Disse undersøkelsene er i dag avgjørende referansepunkter for å avdekke endringer i faunaen på havstrender. For kystsanddyner vet i dag ganske mye om artsmangfoldet av invertebrater og kunnskapsøkningen vært stor gjennom systematiske studier av sandområder i prosjektene ARKO og INVENT-ART som har avdekket en rekke arter nye for landet, til dels også nye for vitenskapen (Ødegaard et al. 2009, Fjellberg 2009). Truete arter, slik som strandmaurløve *Myrmeleon bore* (EN), og naturtypen sanddynemark får nå egne handlingsplaner (Direktoratet for naturforvaltning 2011).

Det finnes ingen overvåkingsstudier som dokumenterer konkrete endringer i artsinventar på havstrand, men for insekter viser rekartlegging på Lista og Jæren (Ødegaard et al. 2009) at flere arter av biller og veps som tidligere var vanlige ser ut til å ha forsvunnet som f. eks. løpebilla *Dyschirius impunctipennis*, rødsandkryper *Aegialia rufa* og flekkjordbia *Lasioglossum sexmaculatum*. Det utvikles nå et overvåkingsopplegg for sandområder inkludert sandstrand i ARKO-prosjektet (Sverdrup-Thygeson et al. 2009).

### Driftvoll

Driftreder som akkumuleres gjennom flere år, kan utvikle en rik fauna av invertebrater. I relativt fersk, fuktig og lite nedbrutt tang er faunaen ofte dominert av tanglopper, tangfluer og fåbørstemark. I mer nedbrutte tangvoller med rikelig hulrom når strandfaunaen sitt største mangfold med et mylder av biller, midd, spretthaler, edderkopper, tovinger, årevinger og andre insekter. Strandflatbukedderkoppen *Haplodrassus minor* (CR) og kortvingen *Remus sericeus* (VU) har sine eneste kjente norske forekomst i slike tangvoller på Tjøme i Vestfold.

### Strandberg

I nedre deler under høyvannslinja finnes ofte fastsittende rur (*Balanus*) og et svart belte av laven marebek *Verrucaria maura*. Forsenkninger og sprekker med akkumulert driftmateriale kan ha store mengder skrukketroll, edderkopper og spretthaler. Den nattaktive børstehalen steinsprett *Petrobius maritimus* er et karakterdyr på strandklipper langs hele kysten. Smådammer på strandberg har mange salttolerante arter som saltfluer (Ephydriidae), spretthalen *Cryptopygus clavatus* og vannkalven *Hydroglyphys geminus*.

### Stein- og grusforstrand

Stein- og grusstrender har et rikt dyreliv. Steinene kan være bevest av blåskjell, rur, børstemark, tang og andre alger som tåler tørkeperiodene under lavvann. En rekke insekter og andre småkryp har spesialisert seg på denne sonen, og tidevannets rytme har en sterk effekt på arter knyttet til fjæra. Spretthaleslekten *Archisotoma* har flere arter som kommer fram og beiter alger ved lavvann, mens de søker skjul under steiner når leveområdet oversvømmes ved høyvann. Flere edderkopper, kortvingen *Micralymma marina* og løpebilla *Aepus marinus* har tilhold under fjæresteiner der de jakter på spretthaler og andre småkryp. Mange krepsdyr, børstemark og andre marine organismer som er aktive ved høyvann og skjuler seg ved lavvann.

### Strandeng og strandsump

Insektfaunaen på strandenger har mange spesialiserte arter som ikke lever i andre naturtyper. Blant planter som takrør, starr og sivaks finnes sivgresshoppa *Conocephalus dorsalis* (NT) og flere arter av tovinger, sikader og sommerfugler, og nede i strandsumpene finnes et rikt insektliv med flere rødlistete arter av f.eks. løpebiller og kortvinger. Tørre takrørstengler fra fjoråret kan også være viktige reirplasser for broddveps. På beitet strandeng finnes mange kortvokste lyskrevende småplanter som fort skygges ut i mer tett vegetasjon. Arter som strandkjempe *Plantago maritima* og smalkjempe *Plantago lanceolata* har flere rødlistete billearter knyttet til seg. På mudderflater som er mer eller mindre dekket av salttolerante planter (halofyttvegetasjon), lever en rekke spesialiserte insekter, som løpebilla *Pogonus luridipennis* (CR) og tunnelgravende predatorer av billeslekten *Bledius*. En slekt av løpebiller *Dyschirius* spp. er spesialiserte rovdyr på disse kortvingene bl.a. ved å ha en sylindrisk kroppsform og typiske gravebein, som gjør at de effektivt kan bevege seg i ganger nede i sanda.

## Sandforstrand og sanddynemark

Sanddynemark omfatter svært viktige naturtyper for invertebrater (Direktoratet for naturforvaltning 2011). Villbiene (Apoidea, Anthophila) er en svært viktig gruppe av broddveps. Disse er planteetere som samler pollen og nektar. For biene er det ikke nok at det finnes rikelig med reirplasser i den åpne sanda, men biene behøver også pollenplanter i nærheten. Særlig viktige planter for biene på sandstrender er krypvier om våren, erteplanter, blåklokke, lyngvekster, og kurvplanter utover sommeren. De ulike biene har tilpasset sin flygetid til blomstringsperioden til sine spesifikke vertsplanter. På sanddyner er det naturlig å trekke fram strandmurerbia *Osmia maritima* (EN). Denne er aktiv på våren og forsommeren og lager reir i de ustabile hvite dynene og kjennes kun fra Lista, Jæren og Jomfruland. Litt lengre utpå sommeren kommer den karakteristiske buksebia *Dasypoda hirtipes* (EN), som finnes på noen få lokaliteter rundt Oslofjorden der den besøker gule kurvplanter. I skjellsand finnes også noen biearter som utnytter gamle sneglehus som reirplass, f.eks. kystmurerbie *Osmia spinulosa*.

Mange broddveps er rovdyr på andre insekter og edderkopper i sanda. Dette gjelder f. eks. gravevepsene (Apoidea, "spheciforms") og veivepsene (Pompilidae). De fleste artene i disse gruppene graver hull i sanda der de lager sine ynglekammer, men også blant disse finnes en rekke gjøkparasitter slik som gullvepsene (Chrysididae) og maurvepsene (Mutillidae). En rekke arter er vanlige på sanddynemark og flere er truet (vedlegg 4) og svært begrenset utbredt, f.eks. gravevepsene *Oxybelus argentatus* (VU) og *Tachysphex helveticus* (VU) (Ødegaard et al. 2009).

Biller er også en stor gruppe med mange rødlistearter på sanddynemark. Mange billearter lever mer eller mindre permanent nede i sanden, bl.a. den lille *Aegialia arenaria* som har benene utformet som formidale skovler, velegnet for å "svømme" gjennom sanden, eller kortvingen *Phytosus balticus* (VU) som finnes mellom sand og tangrester nede på sand-forstranda. De hvite dynene karakteriseres av flere arter av løpebiller f. eks. *Calathus mollis* og *Amara spreta* (NT). Her finnes vi også den karakteristiske stumpbilla *Hypocaccus rugiceps* (VU) og skyggebilla *Phylan gibbus* (EN). Dynetrauene har også sine billearter med innslag av fuktkrevende arter som kortvingen *Ocalea badia* (NT) og løpebilla *Agonum marginatum* (VU).

En rekke rødlistete billearter forekommer litt lenger inne på stranda i etablerte dyner og tørre urterike strandenger eller lynghei. Særlig på Lista og Jæren finnes karakteristiske arter som løpebille *Carabus nitens* (NT) og *Cymindis macularis* (EN) og snutebilla *Sitona griseus* (EN). Oslofjordområdet har også flere rødlistearter som f. eks. skyggebilla *Melanimon tibialis* (EN), snutebilla *Coniocleonus hollbergi* (VU) og smelleren *Agriotes sputator* (EN). Her kan man også påtreffe mycelbiller (Leiodidae) som lever et tilbaketrukket liv nede i sanda der de spiser sopp-hyfer. På varme, lune sommerkvelder kryper de imidlertid opp for å sverme og da kan man finne store mengder av disse rødbrune, små og runde billene. En spesiell billefauna er knyttet til husdyrgjødsel i kystnære sandområder. På Lista, Jæren og på Jomfruland i Telemark drives fortsatt utmarksbeite i stabiliserte dyner og tilgrensende strandenger i bakkanten av dynesystemet. Flere av våre mest truede møkkbiller (Geotrupidae, Scarabaeinae og Aphodinae) er kjent fra disse områdene.

Hos flere fluefamilier (Diptera) forekommer majoriteten av artene i sandområder. Dette gjelder ikke minst humlefluene (Bombylidae), stiletfluer (Therevidae) og rovfluer (Asilidae). I tillegg er mange arter av kjøttfluer (Sarcophagidae), snyltefluer (Tachinidae) og blomsterfluer (Syrphidae) obligatorisk forekommende på sanddyner (Ødegaard et al. 2009). Sommerfugler har også en rekke representanter i kystnære sandområder og i tørre, sanddominerte enger. Videre har teger og sikader en rekke representanter med hovedforekomst i sanddynekomplekser, og særlig på litt mer etablerte dyner, for eksempel frøteger (Lygaeidae), nett-teger (Tingidae) og enkelte breiteger (Pentatomoidea).

Av andre insektgrupper i sand må nevnes maurløver og gresshopper. Strandmaurløven *Myrmeleon bore* (EN) benytter sandens iboende egenskaper når den graver fangstgroper med ustabile skråninger slik at småinsekter raser ned mot den sikre død når de tilfeldigvis kravler

over gropa. Strandmaurløva har nå fått en egen handlingsplan (Fylkesmannen i Østfold). Gresshoppene har også eksklusive representanter i sandområder, som blåvingegresshoppa *Sphingonotus caerulans* (VU) og sandgresshoppa *Platycleis albopunctata* (EN), som finnes i tilknytning til sanddyner langs kysten i Sør-Norge.

Spretthalerne (Collembola) har også en rekke spesialiserte arter i sanddynekomplekser. En åpenbar tilpasning for å klare de harde miljøforholdene er å være liten og gå "under jorden". For små skapninger på rundt millimeteren, er mulighetene mange i det underjordiske nettverk av hulrom mellom sandkorn og langs planterøtter. *Axenyllodes echinatus* (VU), en ytterst liten trådsmaal art med korte bein (en tilpasning for å ta seg fram i små hulrom i sanda) er kjent fra sanddyneområder på Finnmarkskysten og i området fra Lista til Jæren, men ellers ingen andre steder i verden. Hele tre ny spretthaler for vitenskapen ble nylig påvist på sanddynemark på Lista og Jæren (Fjellberg 2009, 2010) deriblant *Xenyllodes psammo* (VU) (0,6 mm), som ble oppdaget i rotsonen rundt marehalm i sanddynene på Brusand i 2009, der den har selskap av en rekke andre spretthaler av tilsvarende størrelse (Fjellberg 2009).

Også edderkoppdyr har sine spesialister på sandmark. I gunstig vær er de store ulveedderkoppene *Arctosa perita* (VU) og *Alopecosa barbipes* (EN) aktive jegere på overflaten i sanddynene (Løvbrekke 2007). I dårlig vær og under vinteren lever de nedgravd i sanden i hulrom som holdes stabile med silkeforing.

### 3.3 Fugler og pattedyr

Mange havstrender er viktige for en rekke fuglearter til forskjellige årstider. Fuglenes mobilitet gjør de i stand til å utnytte flere naturtyper og habitater, både samtidig innenfor et avgrenset område, eller ulike typer i løpet av en årssyklus. En rekke arter hekker således i fjellregionen eller på arktisk tundra, og raster eller overvintrer langs kysten. Enkeltarter kan derfor ikke på samme måte som for planter eller insekter, knyttes til en bestemt eller noen få naturtyper.

Det er også flere pattedyr som er knyttet til havstrand, som steinkobbe *Phoca vitulina* og havert *Halichoerus grypus* med sine hårfellings- og kasteplasser og hvileskjær, og oter *Lutra lutra* og mink *Mustela vison*, som alle finner mye av sin næring i sjøkanten eller i grunne sjøområder (Follestad et al.2005), og flere andre arter som finnes også i en rekke andre naturtyper.

#### Driftvoll

Driftvoller med tare som akkumuleres over flere år, er attraktive for mange fuglearter, særlig under høsttrekket. Ferske voller kan inneholde et stort antall krepsdyr, som er viktig næring først og fremst for en rekke vadere. Eldre voller kan inneholde mange insektlarver, særlig av tangfluer, og det er ofte store svermer av slike insekter å se over vollen. Dette er viktig næring for både vadere og insektspisende spurvefugler. Eldre voller har ofte et rikt utvalg av frørike arter, som tiltrekker seg flere frøspisende spurvefugler. Gamle voller som strekker seg langt inn over land, kan ha en mosaikk av små dammer og mudderpøler/flater, som kan tiltrekke en rekke vadere, som enkeltbekkasin og kvartbekkasin, og andefugler.

#### Strandberg

Det er få arter som hekker på strandberg langs kysten, men mange mer eller mindre vegetasjonsløse øyer og holmer i er viktige hekkeplasser for storskarv *Phalacrocorax carbo* og havsule *Morus bassana* (Figur 6). Slike øyer og holmer benyttets også som kasteplasse for havert og steinkobbe når de skal føde sine unger.

En rekke mindre øyer og holmer er hekkeplass for flere av måkefuglene våre, samt flere andefugler som grågås *Anser anser* og ærfugl *Somateria mollissima* og vadefugler, som steinvenner *Arenaria interpres*. Flere av disse kan hekke like ovenfor eller innenfor strandsonen, men trekker ned til den når ungene er klekket. Unger av ærfugl beiter til å begynne med på små dyr



i tarebeltet, mens familier med grågås ofte beiter på strandeng før de gradvis trekker mer inn mot dyrket mark.

Vinterstid er kysten et viktig overvintringsområde for flere vadere, som fjæreplytt *Calidris maritima* og steinvender, som kan jakte på små krepsdyr i sjøkanten, og for en rekke sjøfugler som finner næring på grunt vann.



Figur 6. Koloni med havsule og storskarv i Troms. Med økende havnivå øker også muligheten for at slike hekkeområder vil bli overskyllet ved sterk vind og grov sjø. Dette kan medføre at sjøfuglene må finne nye, egnede hekkeplasser (Foto: Arne Follestad).

### Stein-, grus- og sandstrand

Disse kan være viktige hekkeplasser for flere vaderarter, som sandlo, tjeld og steinvender. De er også viktige som raste- og overvintringsområder for flere vadere som leter etter små krepsdyr og muslinger på stranda på fjære sjø, og for flere andefugler som beiter på grunne områder inkludert littoralsonen når den er oversvømt ved flo sjø.

### Strandeng og strandsump

Mange mudderstrender er svært viktige for mange vaderarter under både vår- og høsttrekket, dels for fugler som hekker i Skandinavia og dels for fugler som hekker i russiske områder eller på Grønland/Canada. Særlig viktige er flere områder i Nord-Norge for polarsnipe under vårtrekket.

Flere strandsumper med takrør er viktige hekkeplasser for en rekke arter, fra andefugler som knoppsvane og flere ender, til spurvefugler som sivsanger, myrsanger og skjeggmeis. Slike takrørskoger kan også være særdeles viktige som overnattingsplasser for en rekke spurvefugler som låvesvale og flere sangere.

Ålegrasenger er flere steder viktige overvintringsområder for sangsvane, som kan beite på der store deler av vinteren, eller de søker til strandsonen i perioder hvor ferskvannene er tilfrosset. Tidligere var også ålegrasengene viktige beiteområder for grågås, inntil store deler av det forsvant langs deler av kysten i Midt-Norge rundt 1980 (Follestad 2010).

### Sandforstrand og sanddynemark

Sanddyner er generelt artsfattige biotoper for hekkende fugler. Heippiplerke *Anthus pratensis* er den vanligste hekkefuglen i sanddynene på Jæren. Tidligere hekket også rødlistearten bergirisk *Carduelis flavirostris* i disse dynene, men arten har nå trolig forsvunnet som hekkefugl der. Lengre bak i dynene, der det er mer vegetasjon, bl.a. av rynkerose *Rosa rugosa*, kan det hek-

ke sivsanger *Acrocephalus schoenobaenus*. Det var tidligere trolig et langt rikere fugleliv i de fuktige dynetrauene, som nå er grøftet og kanalisert bort.

I dag er sanddynene viktigst som rasteområde under fugletrekket. Store flokker spurvefugler finner mat og ly på lesida av sanddynene under trekket. De fleste fugler finner mat i kantsonen mot kulturlandskapet på innsiden av sanddynene. Foruten fugler er det forekomster av små pattedyr som liten skogmus *Apodemus sylvaticus*, spissmus *Sorex spp.* og røyskatt *Mustela erminea*. Disse er byttedyr for jordugle *Asio flammeus* og rovfugler som tårnfalk *Falco tinnunculus*, dvergfalk *Falco columbarius*, myrhauk *Circus cyaneus* og spurvehauk *Accipiter nisus* (Nielsen 1994).

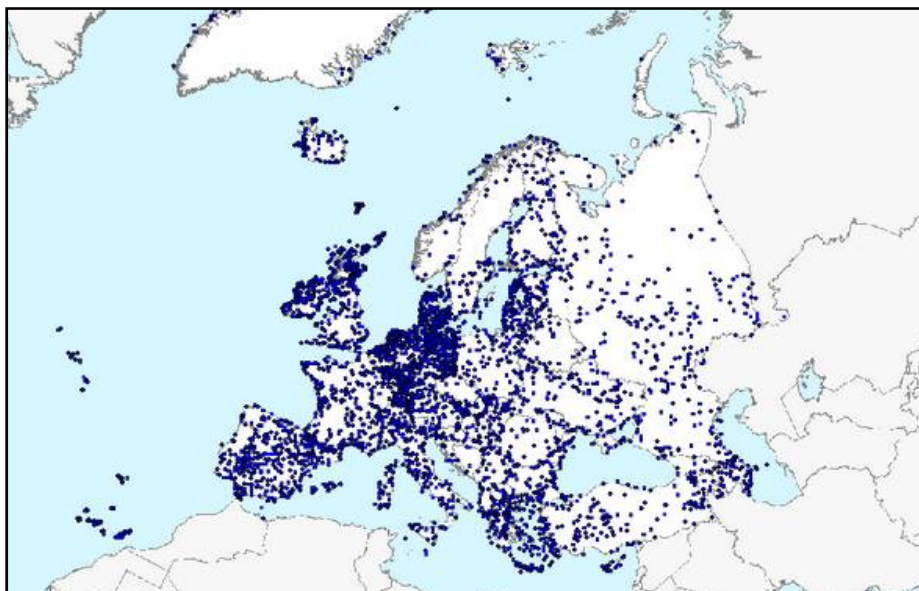
### 3.3.1 Viktige fugleområder i Norge

Viktige fugleområder langs kysten er godt kjent i Norge, bl.a. gjennom flere verneplaner for våtmarksområder og sjøfuglreservater. Stadig ny kunnskap om viktige områder for de typiske sjøfuglartene innhentes nå gjennom SEAPOP (se [www.seapop.no](http://www.seapop.no)). Mange andre viktige områder, bl.a. rasteplasser under trekket, myteplasser for andefugler m.m., er godt beskrevet i en rekke sammenhenger. Noen av disse gir en pekepinn på hvilke områder som det kan være av særlig verdi å vurdere i sammenheng med klimaendringer, og de illustrerer også Norges betydning for mange arter sammenliknet med andre europeiske land.

#### Important bird areas (IBA)

*Birdlife International* har utpekt en rekke lokaliteter i Europa som viktige fugleområder ([Important Bird Areas](#), IBA, Figur 7). Dette har vært en effektiv måte å identifisere og prioritere vern av lokaliteter på. IBA er nøkkelområder for vern: små nok til å kunne bli vernet i sin helhet, og ofte allerede en del av et nettverk av verneområder. De oppfyller ett eller flere av tre formål:

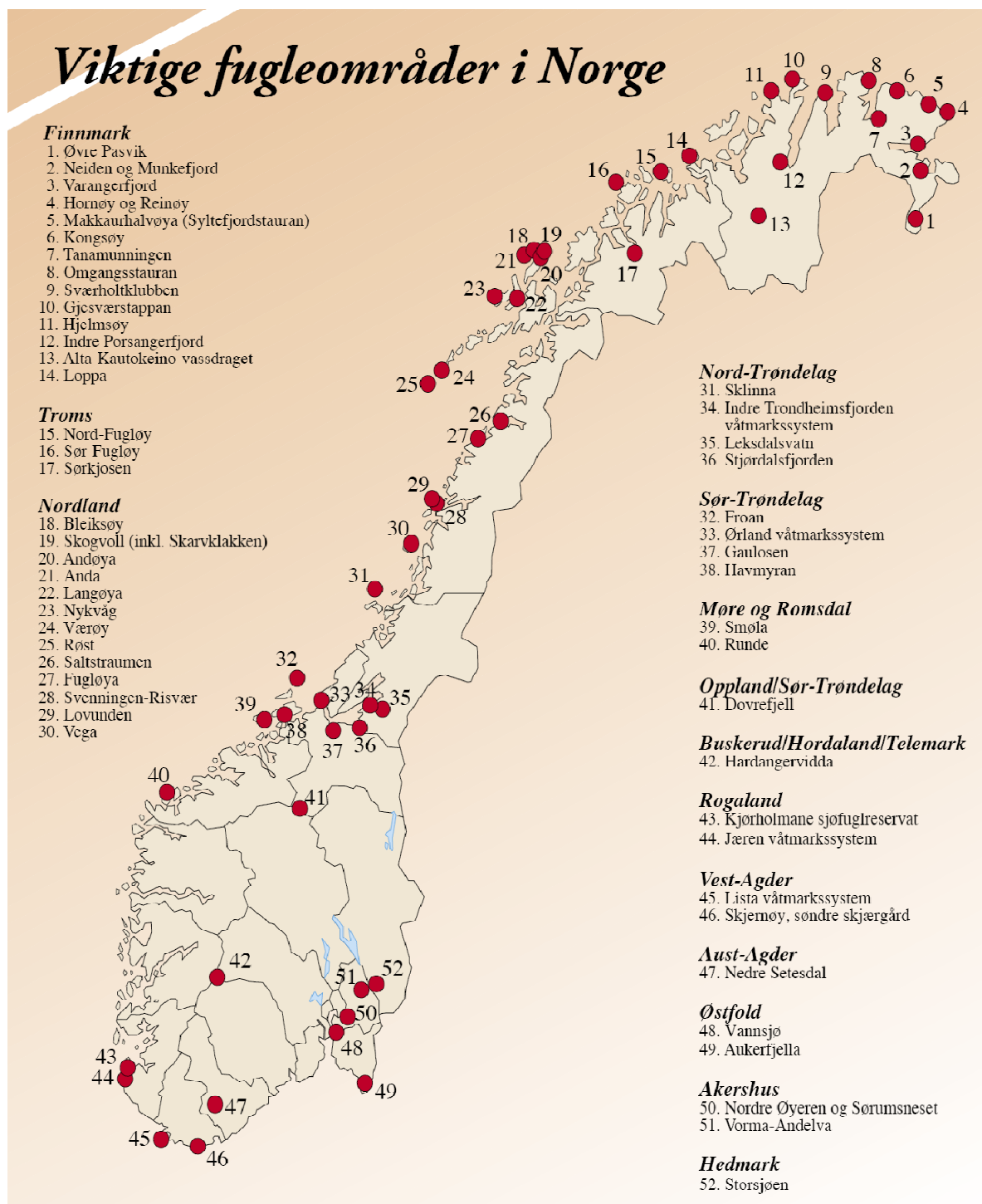
- Huser betydelige antall av en eller flere globalt truede eller sårbare arter.
- Er en del av et sett av områder som til sammen er viktige for arter med begrenset utbredelse eller som er knyttet til bestemte økosystemer.
- Har særlig høye antall av trekkende arter eller andre sesongvise ansamlinger av fugl.



Figur 7. Viktige fugleområder i Europa (fra BirdLife International).

Norge har som en del av dette verdensomfattende systemet av IBA, pekt ut 52 viktige fugleområder i Norge (Figur 8). Nær halvparten av disse er fuglefjell, men noen få er viktige områder for overvintrende og rastende våtmarksfugler. Tettheten av slike områder må sies å være lav i Norge sammenliknet med andre land, men kanskje nettopp derfor er det viktig å ta vare på

dem vi har. For en fugl kan det være langt til neste rasteplass her til lands dersom en annen mister sin verdi eller funksjon som rasteområde eller myteplass.



Figur 8. Viktige fugleområder i Norge (fra Lislevand 2000).

### **Ramsarområder i Norge**

Ramsarkonvensjonen ble inngått i 1971 for å ivareta våtmarker som leveområde for spesielt våtmarksfugler. Den legger særlig vekt på områdenes betydning for ulike typer våtmarksfugler, og definerer "våtmark" som grunne sjøområder ned til 6 meters dyp, strandsoner, fuktenger, ulike typer ferskvann og elver m.v. De norske verneområdene omfatter både grunne fjorder, strandeng, høyfjellsmyr og elvedelta i ferskvann og saltvann. Denne konvensjonen vil dermed være sentral i en diskusjon om hvilke områder i Norge som vil være viktige å beskytte mot økende havnivå, dersom ulike beskyttelsestiltak blir vurdert.

Våtmarksområder har særlig betydning som habitat for flere ulike arter migrerende fugler gjennom ulike deler av året: som rasteplass under trekket vår og høst, som hekkeområde i sommersesongen, som myteområde en kort periode på sommeren, eller som overvintringsområde. Det samme våtmarksområdet kan dekke behovene for ulike fuglearter til ulike tider av året. Våtmarksområdene i elvedeltaet i Stabbursnes naturreservat i Finnmark brukes til overvintring av ærfugl, flere typer ender myter her, mens flere fuglearter, i særlig grad store flokker av polarsnipe, raster her under trekket.

I Norge finnes det 37 enkeltområder eller våtmarkssystemer som har blitt utpekt som Ramsarområder (vedlegg 5). Samtlige er fra før vernet i medhold av Naturvernloven eller Svalbardmiljøloven, og de fleste ligger langs kysten. Samlet utgjør disse våtmarkssystemene et areal på ca. 1200 km<sup>2</sup>. Det meste av vernearealet er saltvann, mens landarealet (inkludert ferskvann) utgjør ca. 400 km<sup>2</sup>.

## 4 Klimascenarier og digitale kartmodeller

De siste årene er det utgitt mange rapporter og artikler om klimaeffekter, både globalt (IPCC 2001, 2007, 2009) og for Norge (Direktoratet for naturforvaltning 2006, 2007, NOU 2010). Flere har hatt et vesentlig fokus på hvordan mennesket kan bli påvirket, gjennom viktige samfunnsstrukturer (byer og landbyer som må beskyttes eller flyttes, skader på transportårer og vannledninger og avløpssystemer, helse, arbeidsplasser m.m.). Felles for mange rapporter, også mange fra DN og Rødlista fra Artsdatabanken, er at det har vært lite fokus på klimaeffekter på havstrand. Der kyst er omtalt, har dette ofte vært i tilknytning til kystlynghei og myr.

Nye projeksjoner viser at havnivået i Norge i løpet av det 21. århundret kan stige med rundt 70 cm langs Sør- og Vestlandet, rundt 60 cm i Nord-Norge og rundt 40 cm innerst i Oslo- og Trondheimsfjorden ([Klima i Norge 2100](#) - Rapport til Klimatilpasningsutvalget). Samtidig er det forventet en økt årsmiddeltemperatur på landsbasis på 2,3–4.6 °C. Størst økninger er forventet i Nord-Norge. For de fleste regionene er det forventet at temperaturøkningen vil være størst i vintermånedene. Framskrivningene viser imidlertid også en forventet økning av vekstsesongens lengde med mellom en og to måneder i kystområdene. På landsbasis er det også forventet en økning i nedbør på mellom 5–30 %.

### 4.1 Endringer i havnivå

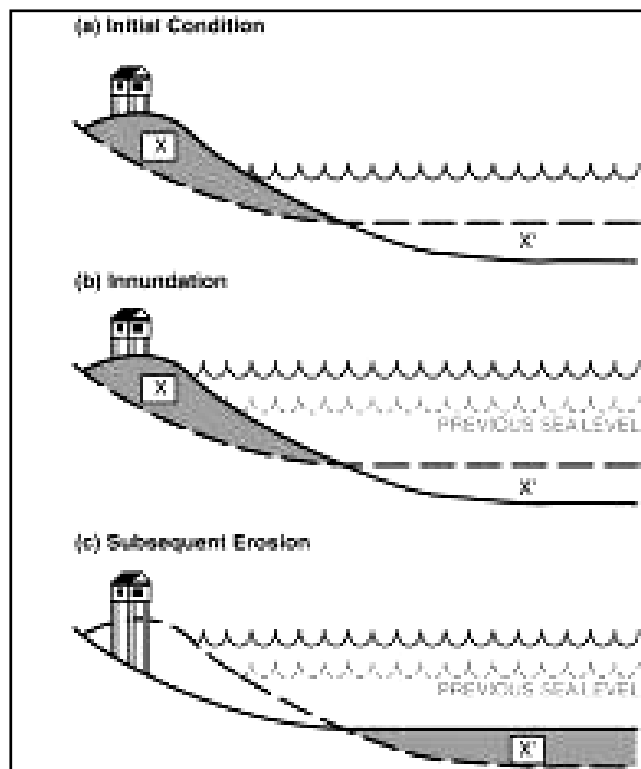
Norges kyst er lang og komplisert, og bratte fjell og vide skjærgårdsområder dominerer kysten. Om verden vil oppleve en generell havnivåstigning, er vi i forhold til mange heldig stilt både fordi vi har lite lavtliggende land, og fordi vi har land som er særlig utsatt for erosjon fra havet. Langs hele kysten har vi imidlertid også naturtyper som domineres av løsmasser og som er lavtliggende. Større områder av denne karakteren er særlig aktive deltaområder, leirsletter og grunne poller og bukter. Slike naturtyper finnes i alle størrelser både spredt og klumpvis.

Havstrender er naturlig dynamiske systemer, og lokale forhold, som substrat, topografi, strømforhold og eksposisjon, vil i stor grad avgjøre hvilken effekt økninger i havnivå vil ha på fordelingen av naturtyper. Dette gjør det vanskelig å gi en generell vurdering av effekter av havnivåendringer på naturtyper.

Generelt kan man si at økt havnivå vil gi neddykking eller økt vanndybde i eksisterende naturtyper, slik at artene må forflytte seg gradvis innover i det som i dag er andre naturtyper. Endret havnivå kan gi endrete sedimentasjons- og erosjonsprosesser, slik at viktige økologiske gradienter vil bli forskjøvet innover i landet. Økt stormfrekvens vil også kunne gi økt erosjon og endrete akkumulasjonsforhold av sand i sandstrender og sanddynemark.

Effektene av havnivåendringer vil være avhengig av hva som er i bakkant av havstranden i dag; der arealet er utbygd, vil arealet med naturlig dynamikk bli redusert.

Den mest siterte modellen for å kvantifisere kystens respons til økt havnivå kalles Bruuns regel (Bruun 1954, 1962, 1983). Modellen ble utviklet for sanddominerte kystområder. Den antar at bølgeaktiviteten er jevn og at den gjennomsnittlige strandprofilen ikke endres, men forflyttes med økende havnivå. Når havnivået øker, er første respons en neddykking av landområder. Erosjon vil imidlertid føre til at nok materiale blir avsatt på havbunnen til at strandprofilen kan reetableres høyere opp (Figur 9). IPCC har anslått at for hver cm havnivået øker, vil det på verdensbasis gå tapt en meter land (IPCC 1998). De siste årene er imidlertid denne regelen blitt kritisert, idet flere mener den ikke på en tilfredsstillende måte beskriver hvordan strandlinja vil respondere på en økning i havnivået (Cooper & Pilkey 2004). Dette kan ha betydning for en rekke forvaltningsmessige tiltak, som bl.a. strandforing og beskyttelsestiltak (se kap. 6.1.).



Figur 9. Bruuns regel om erosjon i strandsonen. En havnivåøkning fører umiddelbart til neddykning, som vist i a) og b). Hvis havnivået stiger én meter, må også havbunnen bygges opp med én meter. Sanden som trengs for å bygge opp havbunnen (X') kan bli tilført gjennom kystforing. Ellers vil stranden og sanddynene stå for den tilførselen (X), som vist i C. Fra Titus et al. (1991).

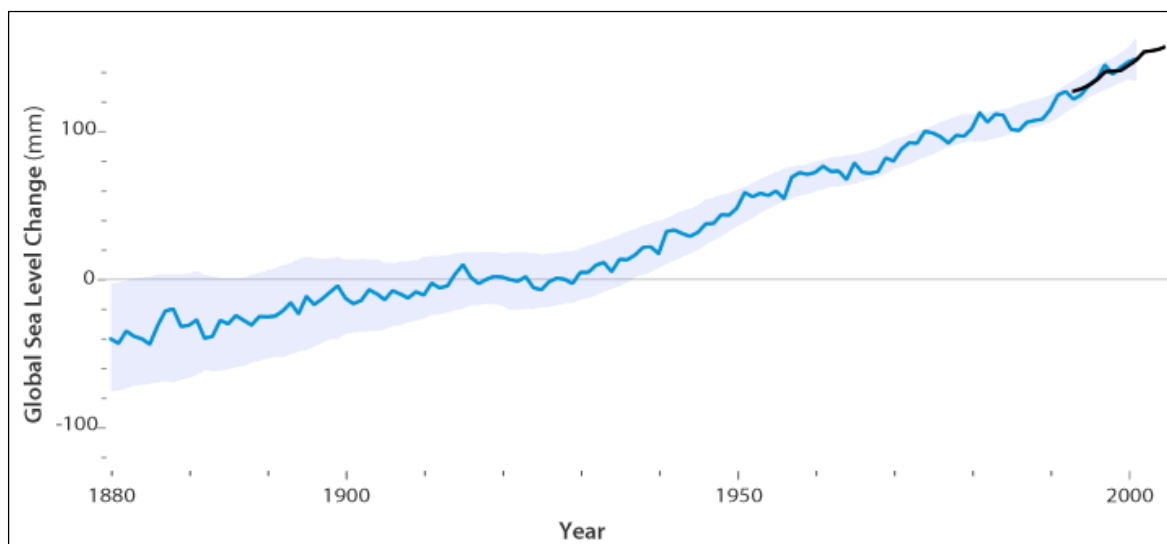
## 4.2 Prognoser for havnivåstigning

Klimamodeller anslår at havnivået vil stige betydelig i dette århundre, av flere årsaker (se IPCC 2007). Nye projeksjoner viser at havnivået i Norge i løpet av det 21. århundret kan stige med rundt 70 cm langs Sør og Vestlandet, rundt 60 cm i Nord Norge og rundt 40 cm innerst i Oslo og Trondheimsfjorden ([Klima i Norge 2100](#) - Rapport til Klimatilpasningsutvalget).

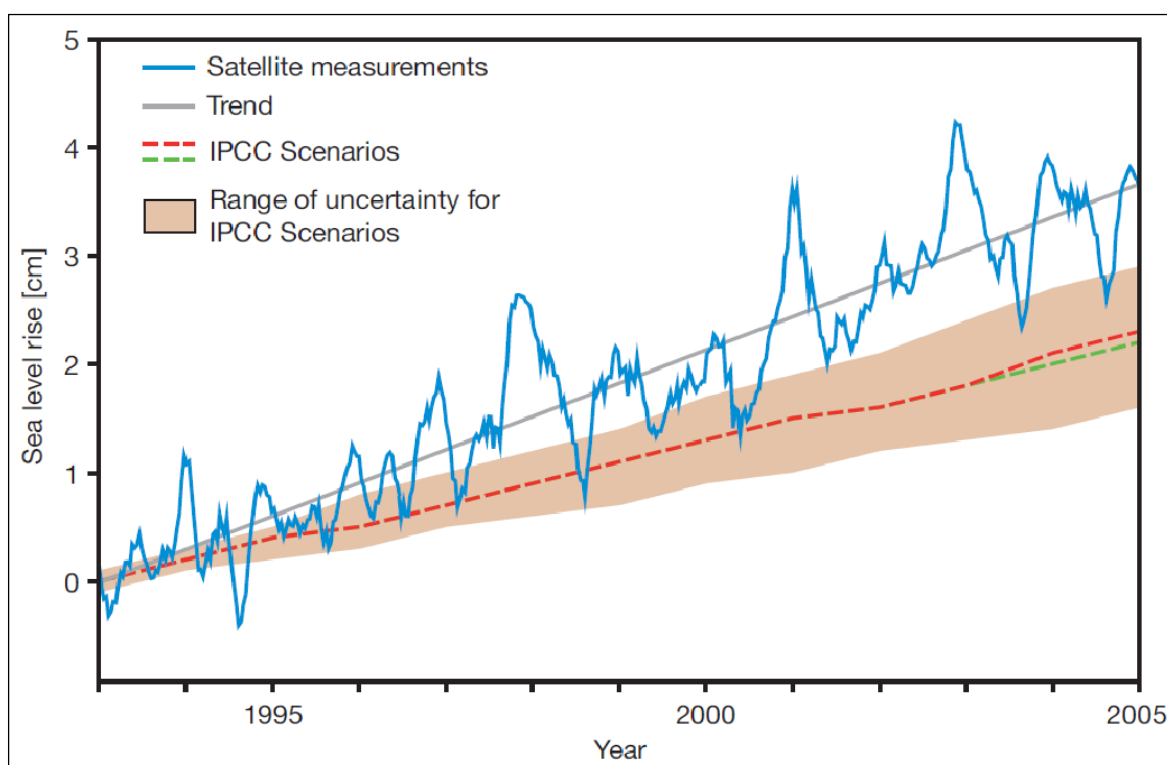
Dette er de prognoser for havnivåstigning som ligger til grunn for denne rapporten. Det er grunn til å påpeke at estimatene kan variere svært mye geografisk, avhengig bl.a. av landheving (kan være både positiv og negativ).

Målinger av havnivået ble før 1990 utført ved målinger ved stasjoner langs kysten, mens det etter 1990 er gjort målinger fra satellitt. Data fra disse målingene viser at havnivået allerede har steget en god del (Figur 10, IPCC 2007). I perioden 1961-2003 ble havnivåstigningen observert til å være 1,8 mm/år (med en usikkerhet på 0,5 mm/år). I løpet av det siste tiåret (1993-2003) var observert havnivåstigning raskere, med 3,1 mm/år (med en usikkerhet 0,7 mm/år).

Selv om denne rapporten tar utgangspunkt i prognoser som er nevnt foran, må det nevnes at det er uenighet blant forskere om hvor stor stigningen i havnivå vil bli. Denne utredningen skal ikke gå dypt inn i denne diskusjonen, for modellene vil trolig forbedres i årene som kommer. Men for det er stor forskjell på om havnivået forventes å stige med 40 cm eller nærmere to meter innen 2100 (se 4.2.1 og Figur 11).



Figur 10. Målinger av gjennomsnittlig årlig havnivå fra tidevannsmålere (blå) og fra satellitt (svart). Lys blå skravur angir 90 % konfidensintervall for målingene (ICPP 2007).



Figur 11. Global havnivåstigning som målt med satellitt (øvre linje med lineær regresjonslinje) sammenliknet med projeksjonen fra ICCP (2001) og graden av usikkerhet. Kilde: Figur 3.1-4 i WBGU 2006 (German Advisory Council on Global Change).

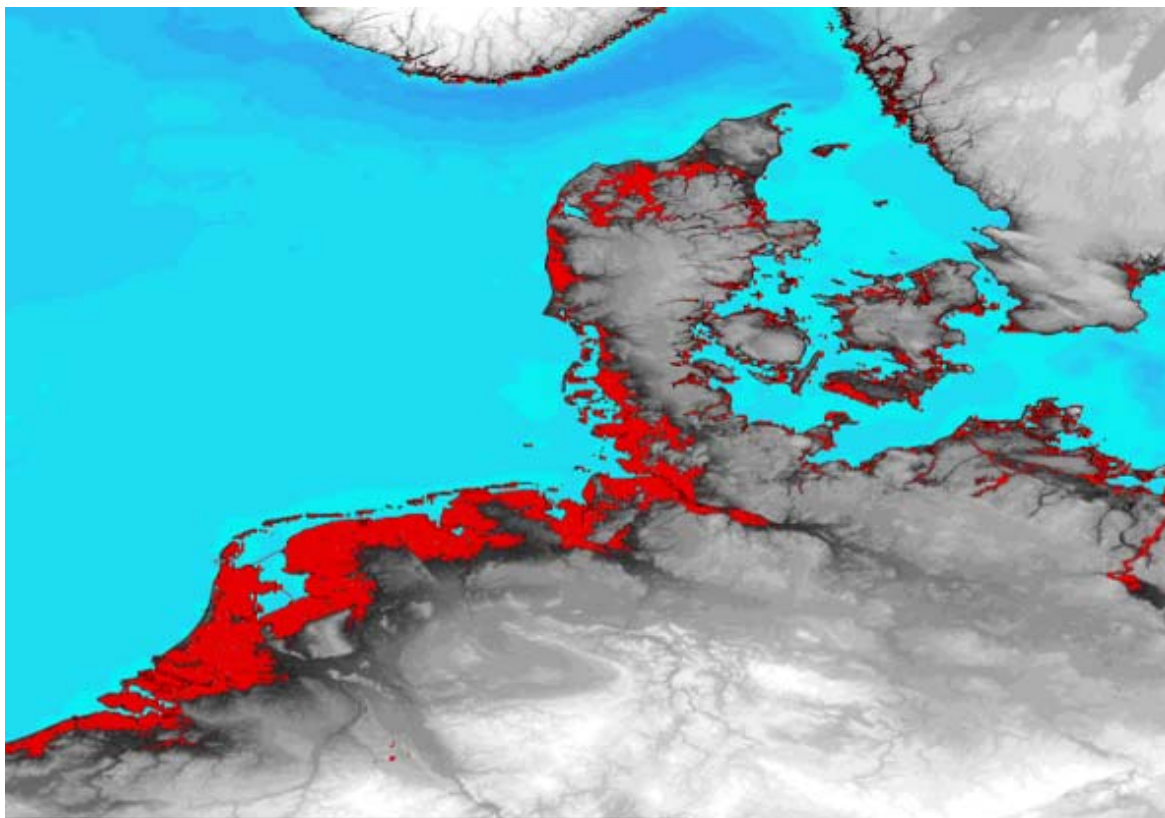
#### 4.2.1 Usikkerhet i prognoser for økning i havnivå.

I 2009 publiserte flere forskere fra Universitetet i Bristol en studie i [Nature Geoscience](#) som underbygget påstandene fra FNs klimapanel om havstigning (IPCC 2007). Denne studien viser at den globale oppvarmingen vil føre til at havnivået vil stige med mellom 7 og 82 centimeter innen 2100. Men ifølge et oppslag i [The Guardian](#) i 2010 må nå forskerne trekke tilbake hele studien. Grunnen for tilbaketrekkingen er ifølge redaktøren av Nature Geoscience at forskerne

har regnet feil, samt ikke tatt full høyde for naturlige svingninger i havnivået: Siden offentliggjøringen av studien vår har vi blitt klar over to feil som påvirker estimatene for den framtidige havstigningen. Dette betyr at vi ikke lenger kan trekke like bastante konklusjoner om havnivåstigning uten videre arbeid, uttaler forskerne i en samlet uttalelse til avisen.

Da forskerne publiserte studien i 2009 uttalte de at den "styrker tilliten til IPCC sine resultater". FNs klimaforskere spådde i 2007 at havnivået ville stige med mellom 18 og 59 centimeter innen 2100. Men de understreket samtidig at denne påstanden var basert på ufullstendig informasjon om hvor mye innlandsisen på Grønland ville smelte - og at den virkelige økningen kan bli større.

Mange forskere kritiserte klimaforskernes tilnærming som for konservative, og flere har siden antydnet at havnivået kan stige mer. Både Martin Vermeer fra universitetet i Helsinki og Stefan Rahmstorf ved [The Potsdam Institute for Climate Impact Research](#) i Tyskland har anslått at havnivået kan stige med så mye som 1,9 meter innen 2100. Det er disse to forskerne som har påpekt feilene ved studien fra universitetet i Bristol. De viser også et kart over hvilke områder som vil oversvømmes med en økning i havnivå på to meter (Figur 12).



Figur 12. Kystområder rundt Nordsjøen som vil oversvømmes ved en økning i havnivå på to meter over dagens gjennomsnittlige havnivå, er merket med rødt. Her er det ikke tatt hensyn til tiltak for kystbeskyttelse). Kilde: Brooks et al. 2006, WBGU 2006 (kart lastet ned fra [The Potsdam Institute for Climate Impact Research](#)).

Forskere som har studert avsmelting av is på Grønland (som Tedesco et al. 2011) har nylig vist at avsmeltingen er større enn tidligere antatt. Det er derfor grunn til å følge nøye med på om estimatene for havnivåstigning i Norge vil endres i tiden fremover, slik at vurderinger av effekter og avbøtende tiltak kan vurderes i forhold til et best mulig estimat for havnivåstigning.

Dersom havnivået viser seg å stige raskere enn det som ligger til grunn for denne rapporten, dvs. inntil 70 cm innen 2100 for Vestlandet og Sørlandet, betyr det at havnivået vil stige til 70



cm tidligere enn antatt. En raskere stigning kan bla. bety at evnen enkelte naturtyper kan ha til å respondere på det økte nivået, blir overskredet.

## 4.2 Bruk av digitale kartmodeller

### 4.2.1 Beregning av arealtap

Framskrivningene mot år 2100 viser at havnivået kan stige med mellom en halv og én meter ([Klima i Norge 2100](#) - Rapport til Klimatilpasningsutvalget). I dette avsnittet ser vi på muligheten til å bruke digitale kartmodeller til å beregne arealtap ved havnivåstigning. Tre datasett sammenlignes; 1) Statens kartverks digitale høydemodell som dekker hele Norge (25 meters romlig oppløsning), 2) en digital høydemodell med 10 meters romlig oppløsning under utvikling av Statens kartverk og 3) en detaljert høydemodell basert på radarmålinger (LIDAR). Areal under 1 m.o.h. er beregnet med alle metodene for et lite område på Asmaløy i Hvaler kommune, Østfold (Figur 13).

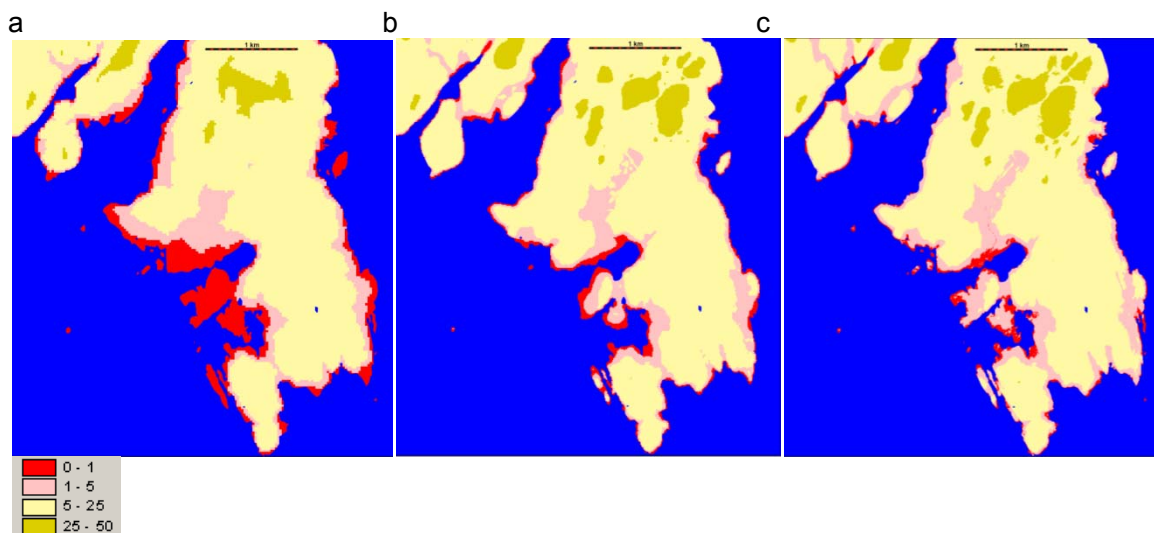
Dagens heldekkende høydemodell fra Statens kartverk har en romlig oppløsning på 25 meter og er interpolert fra 20-meterskoter i topografiske kart. I Figur 13a er 25-metersmodellen brukt til å beregne areal som ligger lavere enn 1 m.o.h.; arealet er markert med sterk rød farge. Estimaten er basert på kystlinjen og den første koten som ligger på 20 m.o.h., og arealet under 1 m.o.h. blir derfor overestimert.

Norge har et mer detaljert kartverk med 5-meters koter (tidligere kalt økonomisk kartverk. Statens kartverk holder på å utvikle en ny høydemodell med 10 meters romlig oppløsning basert på disse kartene. Denne er ikke landsdekkende ennå, men tilgjengelig opp til rundt Nordland fylke. I Figur 13b vises estimert areal under 1 m.o.h. basert på Statens kartverks 10-meters modell. Sammenlignet med Figur 13a er arealet av de lavestliggende områdene betraktelig redusert, men at det fremdeles er nokså skjematisk framstilt. For små skjær og odder som ligger lavere enn 5 m.o.h., vil hele arealet beregnes til å ligge helt i havflaten.

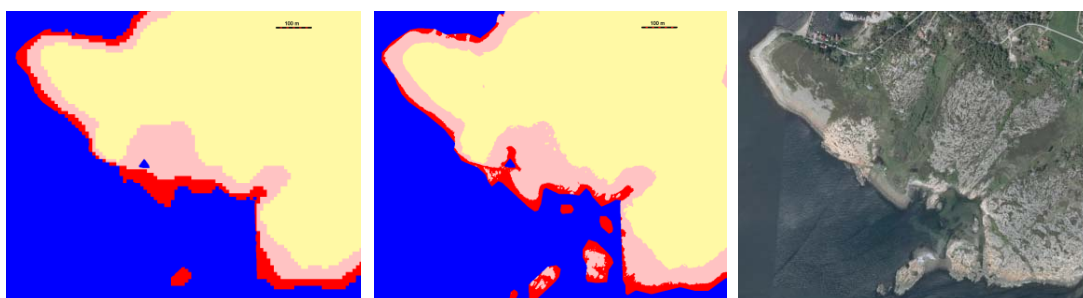
For Asmaløy har vi også en detaljert høydemodell basert på radarmålinger (LIDAR; "Light detection and ranging"). Målepunkttettheten er gjennomsnittlig 0,8 punkter per kvadratmeter og horisontal oppløsning er 0,25 m. Arealberegninger basert på LIDAR-data vises i Figur 13c. Sammenlignet med 10-metersmodellen (Figur 13b), er bildet mer nyansert; flere områder som er angitt med høyde under 1 m.o.h. i Figur 13b forsvinner eller blir smalere, mens øvrige områder får struktur som samsvarer med de reelle terrengstrukturene på stedet. Dette illustreres også i Figur 14, der også et flyfoto over området er vist. Flyfotoet viser en variert kystlinje, med knauser og steiner, samt områder med morenekyst og poller og vikler med finere sedimenter. Dette området på Asmaløy er beregnet å ha en nåværende landhevning på ca 0,3 cm i året (Ramberg et al. 2006). Det betyr at landområdene merket med rødt bare har vært over havnivå i drøyt 300 år.

Disse eksemplene viser at det ikke er fornuftig å gjøre arbeidskrevende kartlegging av areal under 1 m.o.h. på nasjonale datasett, fordi resultatene ikke kan bli detaljerte nok til å gi relevante svar. LIDAR-baserte høydemodeller finnes ikke som landsdekkende datasett og kan heller ikke brukes. Den mer detaljerte 10-meters høydemodellen kan brukes for identifikasjon av større arealer med lavtliggende terreng for landsoversikter når den er ferdig og landsdekkende.

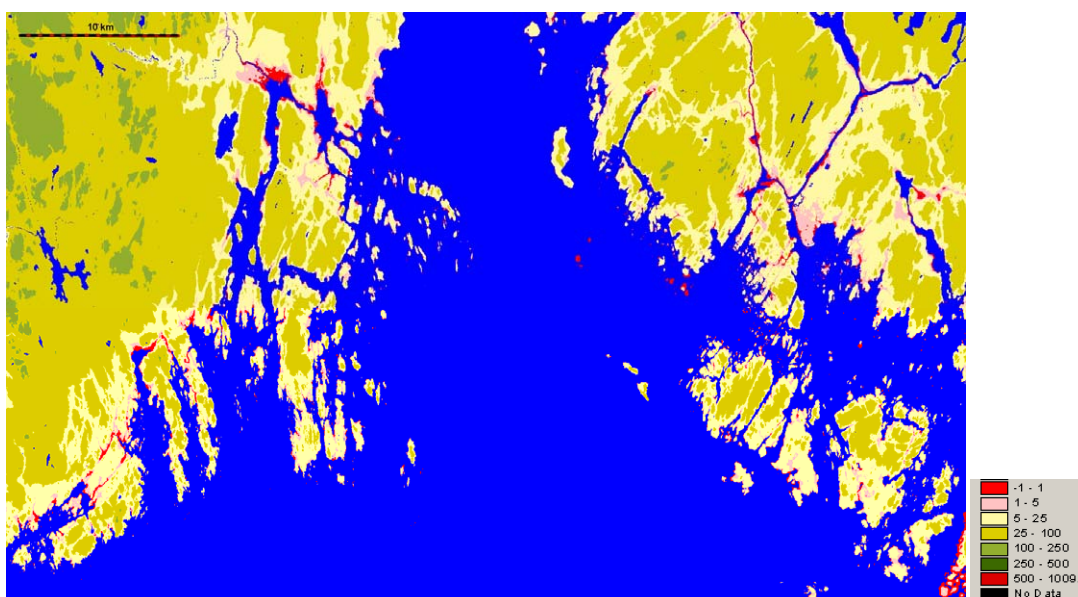
For å illustrere en slik anvendelse av 10-metersmodellen, har vi i Figur 15 vist et større utsnitt av 10-metersmodellen for ytre Oslofjord. Større lavtliggende områder ved utløpet av elver og i bukter er tydelige. I slike områder er det gjerne finsorterte løsmasser i forsenkningene og større arealer med land som relativt nylig er hevet opp av havet i forbindelse med landhevningen.



Figur 13. Høydeforholdene sør på Asmaløy i Hvaler kommune, Østfold. Areal som ligger under 1 m.o.h. er vist i rødt. a) basert på landsdekkende høydemodell (25-meters romlig oppløsning), b) basert på en mer detaljert høydemodell (begge fra Statens kartverk) og c) basert på en detaljert høydemodell basert på LIDAR-data. LIDAR-data er gjort tilgjengelige for oss gjennom NatTOV – et prosjekt finansiert av Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold.



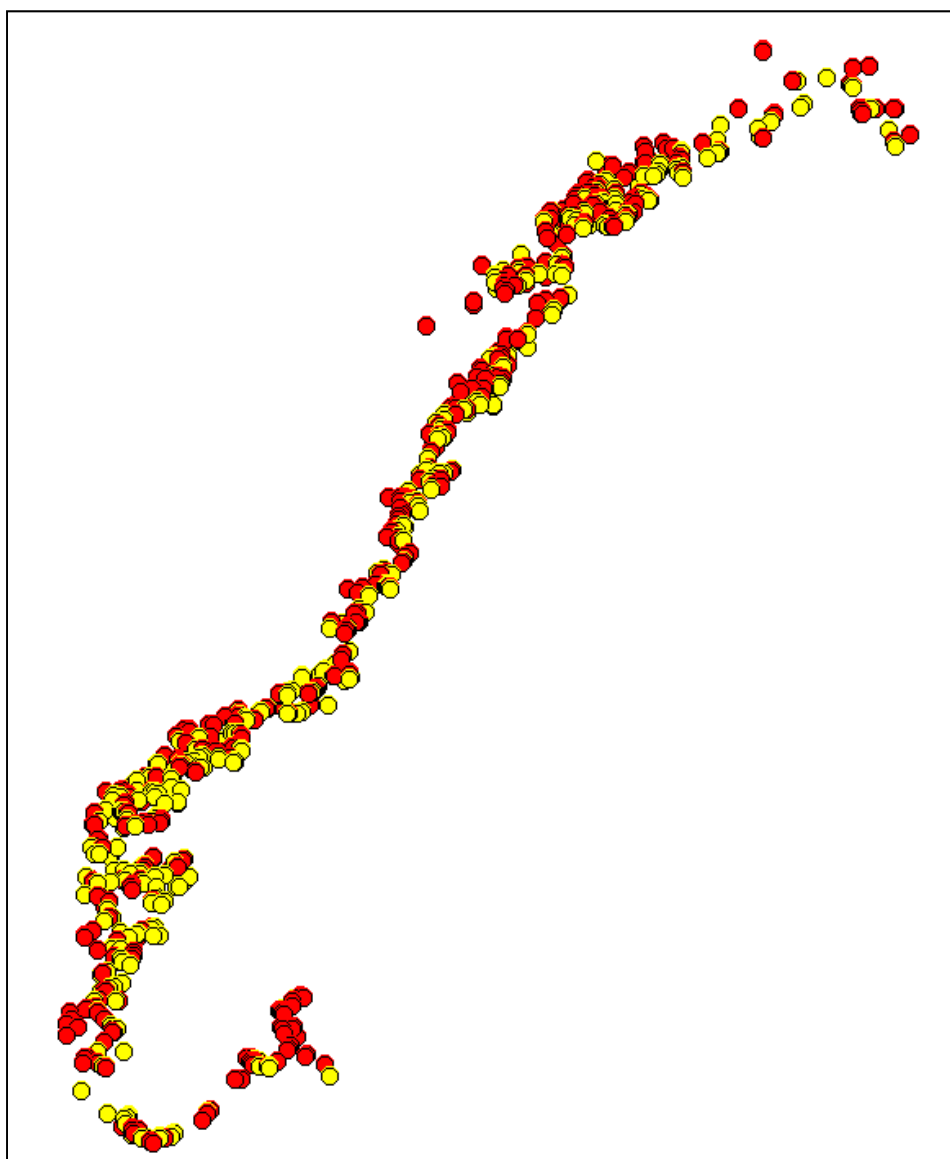
Figur 14. Utsnitt av området vist i figur 13. Detaljert høydemodell fra Statens kartverk til venstre og LIDAR- data i midten. Overgangen mellom hav (blått) og land under 1 meter over havet er generalisert (hentet fra topografisk kart i målestokk 1:50 000). Flyfoto til høyre.



Figur 15. Høydeforholdene i ytre Oslofjord basert på den mest detaljerte høydemodellen fra Statens kartverk.

## 4.2.2 Beregning av forekomst av naturtyper

Digitale data kan også brukes for å anslå forekomst av ulike naturtyper langs kysten. Slike beregninger vil nødvendigvis måtte basere seg på landsomfattende data med grov oppløsning. En kombinasjon av høydedata (med de forbehold om nøyaktighet som er diskutert ovenfor), elvenettverket fra topografiske kart og informasjon fra for eksempel løsmassedatabasen til Norges geologiske undersøkelse ([www.ngu.no](http://www.ngu.no)), kan for eksempel brukes til å anslå mengden av flere relevante naturtyper. Løsmassedataene som er tilgjengelige, varierer imidlertid i presisjon og kartleggingsstatus over landet, slik at nøyaktigheten av anslagene av forekomster kan variere. I Figur 16 har vi beregnet forekomst av elvedelta (store og små) ut fra kriteriene om at slike delta ligger ved utløp i sjø og gjerne har elvemateriale registrert i eller nær munningen. Det er også tatt høyde for at mange er bygget ned og at man i munningen per i dag bare har registrert bebyggelse. Vi har ikke gått videre med denne type beregninger, fordi vi ikke regner datagrunnlaget for godt nok, og fordi resultatene som kommer fram derfor fort kan bli villedende.



Figur 16. Mulige delta langs kysten. Gule prikker angir delta nær hovedelv med angitt fluvialt materiale.

### 4.3 Andre påvirkningsfaktorer på havstrand

Den viktigste driveren av endringer av kystnære økosystemer på verdensbasis er endringer i arealbruk og nedbygging av økosystemene (Millenium Ecosystem Assessment 2005). Arealendringer i strandområdene påvirker også et stort antall truede og nær truede arter knyttet til kyst- og fjæresonen i Norge (Fjellberg et al. 2010). Viktige menneskeskapte påvirkningsfaktorer på havstrende inkluderer:

- Tekniske inngrep (ferdselskanaler, veg, gang- og sykkelstier, bebyggelse
- Jordbruk (oppdyrking, beite, slått, brenning, gjødsling, avrenning)
- Ferdsel og slitasje (turisme)
- Forurensing (forsøpling, oljeforurensing, luftforurensning)
- Fremmede arter

I tillegg er gjengroing et tiltakende problem i mange lokaliteter med lang tradisjonell hevd, noe som medfører at særlig åpne sandflater og tidlige suksesjonsfaser har blitt sjeldne.

#### 4.3.1 Tekniske inngrep

En av de største truslene mot strandsonen er tekniske inngrep, først og fremst gjennom nedbygging av arealer ved anleggelse av transportåre, havneområder og bebyggelse. I tillegg til konkrete tap av arealer (som i Figur 17), kan slik utbygging også sperre for mindre dyr som normalt vil bevege seg mellom strandsonen og områder innenfor.



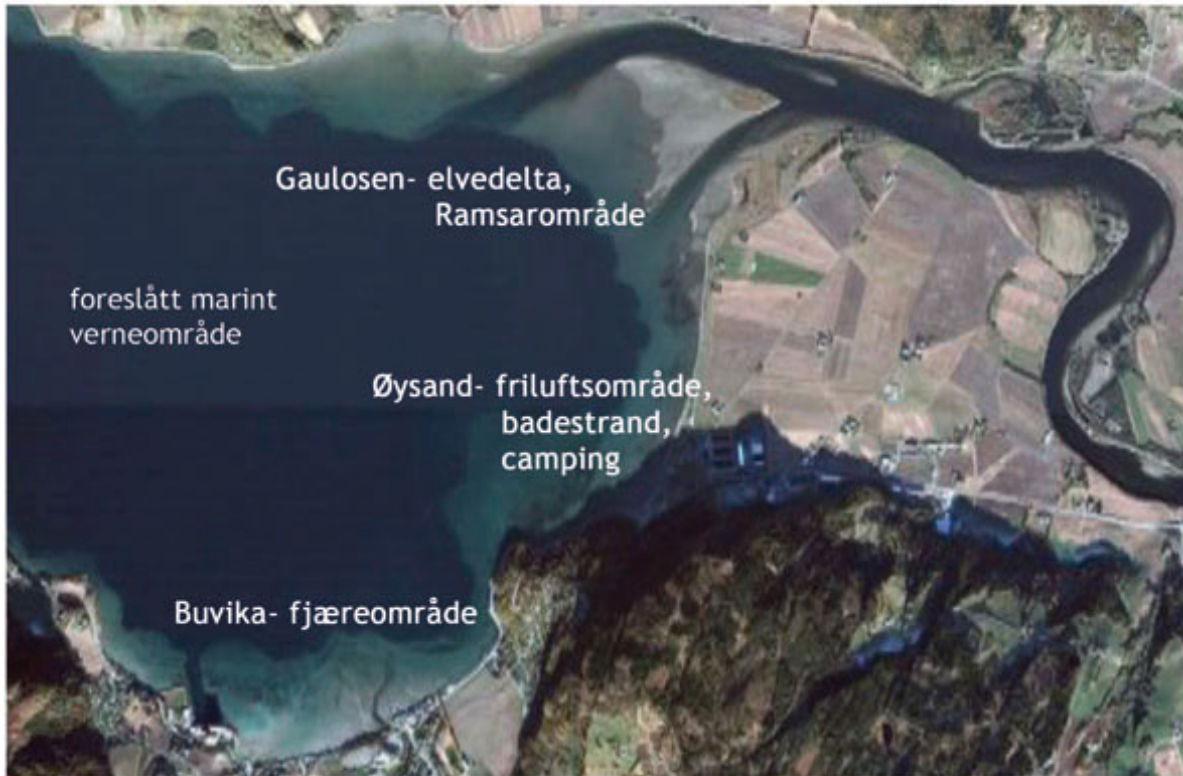
Figur 17. Buvika sør for Trondheim. Ny vei langs fjæra med gangvei ytterst, gjør at så godt som hele fjæra er oversvømt på flo sjø. På fjære sjø er mudderflatene fortsatt viktige rasteplasser for mange arter, særlig gressender, gjess og måkefugler. Ved økende havnivå vil større deler av mudderflatene være oversvømt også på fjære sjø. Dette vil bety at tilgjengelige arealer for rastende fugler blir begrenset til ei smal stripe nærmere veien, noe som kan åpne for at de i større grad blir forstyrret av folk som spaserer på gangveien. Slik sett er dette en dårlig løsning med tanke på fuglelivet, som i større grad kan bli nødt til å benytte Gaulosen like ved. Men dette reduserer områdetets fleksibilitet ved at rastende fugler mister et alternativt område de kan flytte seg til ved f.eks. jakt eller annen forstyrrelse. En mulig løsning kan være å ta i bruk avbøtende tiltak som kan bidra til en raskere oppbygging av mudderflatene.

Flere viktige strandområder er allerede ødelagt som følge av tekniske inngrep, som vist for elvedeltaet i Orkanger (Figur 18). De få gjenværende områder, som Gaulosen, er fortsatt utsatt for et betydelig utbyggingspress (Figur 19).



Figur 18. Et eksempel på hvordan utbygging av industri og tekniske inngrep har endret et elvedeltaområde i Orkanger (Fotomontasje: Norsk Ornitologisk Forening).

## Gaulosen, 2009 - Uberørt elvedelta, viktig fugleområde



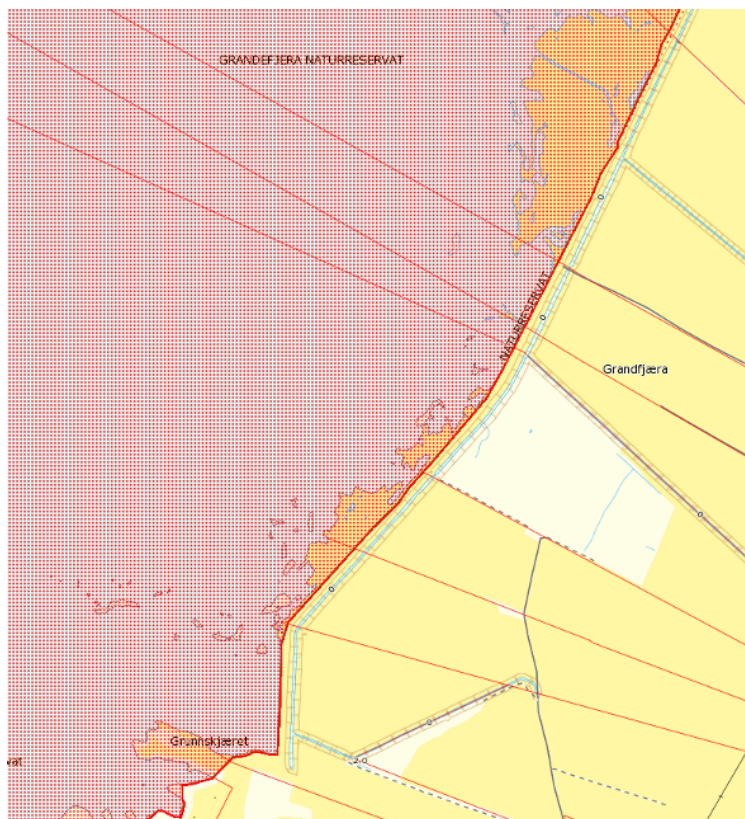
## Gaulosen, 20?? - Et punktert økosystem



Figur 19. Planer for utbygging av et av de siste store gjenværene elvedeltaområdene i Norge, Gaulosen, i forbindelse med planer for godsterminal i Trondheimsregionen (Fotomontasje: Norsk Ornitologisk Forening).

### 4.3.2 Landbruksvirksomhet

Mange tidligere strandenger er i dag tatt i bruk til landbruksformål. For å vinne inn land er det i flere områder også bygget forstrekninger mot sjøen, delvis som diker på samme måten som de lenge har gjort det i bl.a. Nederland (Figur 20). Slik utbygging kan bl.a. bidra til økt avrenning av næringsstoffer til strandsonen utenfor.



Figur 20. Grandefjæra naturreservat på Ørland. Kartutsnittet viser dike som er bygget mellom fjæra og dyrket mark innenfor. Ved havnivåstigning vil denne moloen hindre en naturlig nydanning av fjæresonen i bakkant. Flere tiltak kan vurderes for å motvirke tap av viktig areal for vannfugler: 1) Enkle konstruksjoner som kan bygge opp fjæreamrådet gjennom hurtigere avsetning av løsmasse enn gjennom naturlige prosesser. 2) Dersom økende grunnvannstand og saltinntrengning reduserer verdien av dyrket mark bak moloen, kan oppkjøp til verneformål være aktuell, evt. inngåelse av avtaler om bruksendring f.eks. gjennom beite.

### 4.3.3 Fremmede arter og invasjonarter

Fremmede arter er en stor trussel mot biologisk mangfold i dag, og mange av disse står på den såkalte Svartelista (Gederaas et al. 2007), og er uønsket i Norge (Miljøverndepartementet 2007). Klimaendringer kan føre til at fremmede arter får bedre vilkår i norsk natur (Gjershaug et al. 2009).

Klimaendringer kan bedre muligheten fremmede arter har til å utvide utbredelsen sin, særlig arter fra sørlige breddegrader. Det er forventet at arter som i dag er forhindret i å etablere seg på grunn av et relativt hardt klima, vil ha større muligheter for spredning, og at noen av disse kan bli invasjonarter. Gjershaug et al. (2009) gir en vurdering av risikoen for at fremmede arter som allerede er etablert i Norge vil øke sitt nåværende utbredelsesområde, og for at nye fremmede arter blir etablert. Spesifikt omhandler vurderingen en sammenligning mellom predikert fremtidig klima i Norge og klimaet i de områder hvor fremmede arter har sin nåværende utbredelse i Europa.

Grunnlaget for utvelgelsen av arter i Gjershaug et al. (2009) har vært et DN-notat over prioriterte arter samt listen over "de 100 verste fremmede europeiske arter" beskrevet i DAISIE databasen. 65 arter (41 akvatiske og 24 terrestriske) ble evaluert. 18 av disse forekommer allerede i Norge og deres utbredelse er forventet å øke som en konsekvens av global oppvarming. I tillegg ble den potensielle temperaturbaserte utbredelsen predikert for 23 arter som enda ikke er funnet i Norge ("door knockers").

Hvilke arter som vil øke sin utbredelse eller få innpass i norsk natur om fem, ti eller femti år, er det vanskelig å si noe om i dag. Stillehavsøsters, amerikansk knivskjell, kinesisk ullhåndkrabbe og japansk drivtang er eksempler på marine arter som har kommet til Norge de siste årene, og som kan skape problemer for eksisterende arter.

Usikkerheten knyttet til hvilke arter som vil endre sin utbredelse som følge av klimaendringer, hvilke avbøtende tiltak som eventuelt kan settes inn, og hvordan de kan påvirke arter og økosystemer som ikke er tilpasset disse artene, gjør at det er vanskelig i dag å vurdere hvilke konsekvenser dette kan få for dagens biologiske mangfold og økosystemer. Det vil derfor være nødvendig å vurdere hvilken beredskap en skal ha for å oppdage og eventuelt avbøte negative effekter, gjennom bl.a. overvåking og forskning på temaet.

#### 4.3.4 Høsting av tare

Det har skjedd store endringer i bunnvegetasjonen langs norskekysten de siste tiårene. Sukkertare har nesten forsvunnet fra Skagerrakkysten, mens bestandene på Vestlandet er halvert i løpet av de siste 20 år (Moy et al. 2005). Det har i denne perioden vært drevet omfattende høsting av tareskogen langs norskekysten fra Rogaland til Trøndelag (Figur 21). Denne aktiviteten kan ha indirekte påvirkning på sandstrendene gjennom at dønningene blir større og at de nedre deler av sandstrendene, f.eks. på Jæren, dermed gradvis vaskes ut (Sivertsen 1985). Høsting av tare har også store konsekvenser for det biologiske mangfoldet i områder med tareskog (Lorentsen et al. 2010).



Figur 21. Spor etter høsting av tare utenfor Frøya. Dette kan både føre til større bølgeslagspåvirkning på strender, som dermed kan gradvis vaskes ut, og føre til redusert biologisk mangfold i tareskogsområder (referanser, se tekst). Foto: Arne Follestad.



### 4.3.5 Høsting av skjell.

Høsting av hjerteskjell *Cerastoderma edule* er en stor næring på verdensbasis, og i 1998 ble det omsatt over 9 millioner tonn, hvorav 85 % var kunstig dyrket og resten høstet av ville bestander. Norsk skjellnæring er i rask utvikling, og prognoser viser at norsk produksjon av skjell vil mangedobles i løpet av få år. Flere områder i Norge har meget tette bestander av hjerteskjell (Figur 22), på høyde med det man kan finne i Vadehavet. Skjelldyrking er en næring som er basert på fornybare ressurser, og bør ha gode forutsetninger for å vokse. Den økende aktiviteten har imidlertid ført til et behov for å vurdere miljømessige forhold knyttet til skjelldyrking (Follestad & Lorentsen 2007).

I de senere årene er det skrevet mye om høsting av skjell, først og fremst av blåskjell og i noe mindre grad av hjerteskjell og andre muslinger, og hvordan omfattende høsting kan påvirke vannfugler som benytter de samme områdene som skjellene vokser i. I forhold til høsting av hjerteskjell gjelder dette spesielt for tjeld *Haematopus ostralegus*, som er den vaderarten hvor konflikten med høsting av skjell synes å være størst.

Det er mange potensielle konflikter mellom skjellhøsting og fugl, men problemstillingene i tilknytning til slik høsting er i stor grad basert på og hentet fra den kunnskap en har om de direkte og indirekte effektene av skjellhøsting på tjeld i andre land. For andre arter hvor det kan være en potensiell konflikt i Norge ved høsting av hjerteskjell, synes det å være lite relevant litteratur. Selv om det kan være stor overføringsverdi fra studier av høsting av muslinger i andre land og de effekter dette kan ha for fugler, må en være forsiktig med å dra for sikre konklusjoner med bakgrunn i dette. Til det kan forskjellene både i habitattyper, høstemetoder, arts-sammensetning (bunnfauna og fugler) og klimatiske forhold være for ulike. Det er bl.a. vist at mekanisk høsting av skjell kan endre strukturen på sandstrender, ved at det fineste materialet blir lettest skylt vekk, og den påvirker også i negativ grad bl.a. bestandene av manglebørsteormer som også er viktig mat for mange vannfuglarter.



Figur 22. Strand i Nordland med meget tett bestand av hjerteskjell (Foto: Arne Follestad)

Det er en rekke områder langs kysten der det vil være ønskelig eller nødvendig å unngå eller begrense skjellfiske av hensyn til andre naturverdier, og da må en ha kjennskap til både direkte og indirekte effekter av skjellfiske på fugl. Dette vil omfatte:

- Effekter av direkte konkurranse om den samme ressursen (på arter som i stor grad spiser skjell i de samme områdene som skjellsankingen vil foregå).
- Effekter av forstyrning som følge av menneskelig aktivitet mens innhøstingen pågår.
- Effekter på endringer i substratet som følge av innhøstingen, og den effekt dette vil ha for andre arter (for arter som spiser andre arter som lever i det samme substratet som skjellene).
- Effekter av endringer i forekomster av ålegress (*Zostera*) dersom sanking av skjell vil foregå i slike områder.

#### 4.3.6 Uttak av sand

I en artikkel i [Aftenposten](#) 26. juni 2010 om en helnorsk feriekoloni, reklameres det med at "1300 tonn kritthvit sand fra Jæren sørger for sydenfølelsen". Det er ikke kjent hvor denne sanden er tatt ut, eller hvor mye sand som kan være solgt til andre liknende kunstig oppbygde strender. På Hodne i Klepp har ingen søkt om å hente ut sand, og likevel kan en hytteeier fortelle at det ofte kommer folk i traktorer, og forsyner seg grovt med sand (NRK Rogaland 2010).



Figur 23. På vernede sandstrender på Jæren hentes det ulovlig ut store mengder sand med traktor og skuffel (foto på NRK Rogaland 01.02.2010).

Uttak av sand fra verneområdene på Jæren er ikke lovlig uten tillatelse fra Fylkesmannen, men dette gjøres likevel i et ukjent omfang (Figur 23). Uttak av sand kan forsterke erosjonen ved stigende havnivå redusere effekten av avbøtende tiltak som kan settes inn for å motvirke erosjonen. Store uttak av sand kan fort få alvorlige følger for massebalansen på Jærstrendene, ettersom undersøkelser nylig viser at det er lite undersjøisk sand utenfor strendene (Knut-Henrik Dagestad, SNO, pers. medd). Det kan derfor by på problemer å etterfylle sand på stranda for å motvirke erosjon, slik det gjøres i Danmark (se 6.3.1).

## 4.4 Prognoser for biodiversitet

Rødlista omtaler prognoser for klimaendringer som viser at vi kan forvente høyere temperaturer, mer nedbør og flere situasjoner med "ekstremvær" enn det som har vært vanlig. En forventet økning i havnivå, som kan få betydelige effekter på havstrand, er lite omtalt.

Forventede endringer er imidlertid forskjellige til forskjellige årstider og i ulike deler av landet, og de prognoser vi har er usikre. Dette medfører at det er svært vanskelig å forutsi effekter av klimaendringer på arter. De mest aktuelle effektene er i første omgang direkte effekter ved at klimaforholdene endrer seg slik at de overstiger arters toleranse for temperatur eller fuktighet. Andre effekter er indirekte gjennom endrete konkurranseforhold eller næringsnettrelasjoner ved at nye arter kommer til og f.eks. utkonkurrerer arter som finnes i et område. På litt lengre sikt vil klimaendringer også kunne medføre endringer i habitatforhold som gjør at arealer ikke lenger er egnede for arter som nå finnes der, f.eks. som følge av endret snødekke. At klimaendringer nå er antatt å ha negativ påvirkning på relativt få truede og nær truede arter skyldes at vurderingsperioden for en stor andel av rødlisteartene er kort (10 år). Innenfor et slikt tidsvindu antas det at et begrenset antall arter har blitt påvirket negativt. I og med at mange av våre rødlistearter har en nordgrense for sin utbredelse hos oss som gjerne er betinget av temperatur, kan et eventuelt mildere klima ha en positiv effekt på en rekke av de artene som er med på Rødlista.

## 5 Konsekvenser av klimaendringer

Havstrender blir, som andre naturtyper, påvirket av en rekke eller naturlige faktorer, som landheving/strandforskyvning, tidevannsprosesser, strømforhold, saltholdighet og klima (havtemperatur, lufttemperatur, nedbør). Klimaendringer er forventet å forsterke tap og forringelse av kystnære økosystemer og artene som hører til der.

Effekten av ulike typer klimaendringer (endringer i nedbørsmengde, temperatur, vindforhold og havnivå) er vanskelig å forutse, delvis fordi mange effekter peker i forskjellige retninger slik at de både kan forsterke eller oppheve hverandre (Green 2010). I tillegg vil klimaeffektene samvirke med mange andre påvirkningsfaktorer. I dette kapitlet vurderes konsekvenser av ulike klimarelaterte endringer for naturtyper og artsgrupper. Andre påvirkningsfaktorer blir diskutert i kapittel 6.

### 5.1.1 Naturtyper

Økt havnivå, endret bølgeaktivitet og stormfrekvens vil påvirke de geomorfologiske prosessene som skaper naturtypene knyttet til kysten. Klimaendringer er forventet å endre aktive prosesser, som erosjon og sedimentasjon (Prosser et al. 2010), som vil kunne føre til endret utbredelse av naturtyper.

Effektene av havnivåstigning vil først og fremst være avhengig av om naturtypene er i stand til å justere seg til et nytt havnivå. I hvilken grad en slik justering vil skje, vil bestemmes av forløpet og hastigheten endringene inntreffer med og tilstanden til områdene bakenfor stranda (m.a.o. muligheten til å skape nye habitater).

#### **Sandstrender, sanddyner**

Økt havnivå vil ha store effekter på sanddynemark langs kysten. Høyere vannstand vil forskyve littoralsonen innover slik at noen strender står i fare for å forsvinne mens andre strender nydannes der vannet når innover lavtliggende områder som før var tørt land. Strender med tilstrekkelig høydegradient for å motstå arealmessige forskyvninger vil likevel bli mer utsatt for mer erosjon og saltpåvirkning innover i baklandet.

Økt sandflukt i dyneområdene kan bli resultatet ved hyppigere og mer voldsomme stormer. Økt hyppighet og størrelse på stormflo vil også føre til økt erosjon og utvasking av sand i dynefrontene. Resultatene av økt vinderosjon vil kunne oppveie for gjengroingseffektene av økt temperatur og nedbør, men samtidig vil økt erosjon i dynefrontene 'spise' av totalarealet med sanddynekomplekser.

#### **Driftvoller - tarevoller**

Viktige rasteplasser for vadere under trekket langs norskekysten, som Revtangen på Jæren og Makkevika på Giske, er begge viktige pga. store sine tarevoller. Makkevika er spesiell ved at tarevollen under mer normale værforhold er godt beskyttet mot utvasking av taren av en steinvoll i ytterkanten av vika. Ved økende havnivå og økende frekvens av stormer, kan den bli utsatt for oftere utvasking ved stor flo. Dette kan redusere betydningen av viktige rasteområder for trekkende vadere langs kysten, noe som kan redusere verneverdien for flere verneområder. Det kan imidlertid også medføre at tarevoller kan bli lagt opp på nye steder, noe som vil medføre behov for tilpasninger i eksisterende verneplaner og behov for nye.

#### **Dyrket mark**

Dyrket mark ned mot flomålet kan få hevet grunnvannsnivå ved stigende havnivå. Dette kan gjøre disse områdene fuktigere og vanskeligere å drive. Samtidig kan det føre til at områdene blir bedre beite for bl.a. gjess, som kan øke skadeomfanget for bøndene fordi planterøttene lettere rykkes opp i bløt jord. Dette har vært framhevet som et problem på Jæren der nedbør danner dammer i forsenkinger. Dette kan gi behov for (nye) tiltak for å holde gjessene unna. Dyrket mark som ikke lenger er drivverdig, kan imidlertid også være utgangspunkt for å gjen-skape våtmarksområder som går tapt ved oversvømmelse ved økende havnivå. Det kan være

viktig å planlegge slike tiltak tidlig i områder der en fra naturforvaltningens side vil prioritere å gjenskape tapte naturtyper i bakkant av det som tapes, enten en lar dette skje gjennom naturlige prosesser eller gjennom restaureringstiltak. I motsatt fall kan forbygninger som bygges for å prøve motvirke dette, ødelegge for mulighetene for i alle fall naturlige prosesser.

### 5.1.2 Planter

#### Økt sommertemperatur og lengre vekstsesong

Det er gjort få studier av strandplanter i forhold til hvilke faktorer som best korrelerer med plantenes utbredelsesmønstre (eks. varmesum, tetraterm mv.). Litt forenklet kan vi likevel dele havstrandplantene i Norge inn i sørlige, varmekjære arter og nordlige/østlige arter. De fleste av de sjeldne karplanteartene i sør er sørlige, varmekjære arter som vil kunne forventes å få en økt utbredelse som følge av økte sommertemperaturer og lengre vekstsesong. Det er imidlertid viktig å huske på at arters utbredelse reflekterer et komplekst sett av nåværende og historiske påvirkningsfaktorer, som interaksjoner med andre arter, forstyrrelser, habitattilgjengelighet, menneskelig påvirkning og klimaforhold, slik at en framskriving av sammenfall i nåværende utbredelsesgrenser og nåværende klimaforhold, blir en forenkling (Hofgaard 2004).

Det er rimelig å anta at de største endringene i forekomster og bestandsstørrelser gitt et varmere klima vil være i de arktiske strandplantene. Kolamelde *Atriplex lapponica* konkurrerer på de fleste forekomstene med 2-3 andre arter med mer sørlig utbredelse og større biomasseproduksjon, som vokser over arten i gode sesonger. Arten er derfor et eksempel på arter som kan få redusert utbredelse gitt kontinuerlig høyere sommertemperaturer. Tilsvarende er en del arktisk-subarktiske vegetasjonstyper knyttet til havstrand sannsynligvis sårbare for klimaendringer (Fremstad & Moen 2001). Vegetasjonstypene har svært begrenset utbredelse, knyttet til de store strandengkompleksene i elveutløp i Finnmark og dels Nord-Troms. Et eksempel er rødsvingel-finnmarksnøkleblomeng, som finnes i ferskvannspåvirkete områder, med lav oversvømmelseshyppighet og lav salinitet. Denne utformingen er sannsynligvis betinget av et kaldt og kontinentalt klima, som hindrer gjengroing med mer sumppreget vegetasjon (Fremstad & Moen 2001).

Den nordlige arten østersurt *Mertensia maritima* har en sørlig utbredelsesgrense som ser ut til å overensstemme med 10 °C-isotermen. Arten hatt en reduksjon i bestandene i Oslofjordregionen, og mange populasjoner i nordlige Storbritannia og Danmark har forsvunnet i løpet av det siste hundreåret (Skarpaas 1998). Østersurt er imidlertid ikke truet i Norge, da den har store bestander i Nord-Norge.

#### Økt nedbør

Nedbør har sannsynligvis liten direkte innflytelse på havstrandvegetasjon, men høy og hyppig nedbør kan gi raskere utvasking av saltet i strandenger etter storflo (Elven & Johansen 1983). Betydningen av endrete nedbørsmønstre for havstrandplanter er derfor ikke vurdert.

#### Økt stormfrekvens

Havstrender gjennomgår ofte store endringer i forbindelse med springflo og storm. Kraftige vinterstormer kan redusere populasjonsstørrelsene til strandplanter (Stabbetorp & Skarpaas 2001). Betydningen av stormfrekvens for langsiktig overlevelse av populasjoner av strandplanter er imidlertid ikke undersøkt.

### 5.1.3 Invertebrater

Klimaendringer separat er vurdert til å ha relativt liten effekt på rødlistete invertebrater på havstrand innenfor den relativt korte vurderingsperioden (10 år) som gjelder for de aller fleste invertebrater. De fleste framtidsscenarioer for klimaendringer skisserer imidlertid omfattende påvirkning havstrender. Slike scenarier er imidlertid sjelden underbygd med studier knyttet til enkeltarter, og antyder ofte endringer over lengre tidsperspektiver enn de som brukes i rødliste-sammenheng. Relevante endringer relatert til klima som er aktuelle å diskutere for invertebrater er heving av havnivået, økt temperatur/ vekstsesong), hyppigere uvær (sterkere vind og økt nedbør).

### Høyere vannstand

Det forventes at invertebratfaunaen knyttet til de sterkt saltpåvirkete forstrendene, som sandforstrand og stein og grusforstrand og driftreder, vil bli minst påvirket da det antas at disse naturtypene flytter seg relativt parallelt med havnivåstigningen. Effektene på akkumulasjonsstrender som strandenger og strandsummer er svært usikre og vil i stor grad bestemmes av hastigheten endringene skjer med og naturtypenes evne til å justere seg etter økt havnivå. Effektene på naturtyper innen fastmarksystemer som sanddynekomplekser er noe usikker og vil trolig være forskjellig på ulike strender avhengig av i hvilken grad naturtypene har mulighet til å ekspandere innover på land. Det forventes økt erosjon og saltpåvirkning, noe som vil være negativt for arter som er knyttet til de indre delene av strendene. Invertebrater er imidlertid svært mobile og kan forflytte seg rask til egnede områder lengre inne på stranda om de opprinnelige forholdene ikke tilfredsstillende habitatkravene. Artenes utdøelsesrisiko bestemmes da av mengden aktuelt habitat som har blitt nydannet enten ved hjelp av naturlige prosesser eller skjøtsel.

### Endringer i temperatur og nedbør

Varmere sommerklima vil kunne være gunstig for sandlevende insekter om dette innebærer flere soltimer. Aktiviteten til flygende sandinsekter og larveutviklingen nede i sanda er i stor grad avhengig av direkte solinnstråling. Et slikt scenario kan innebære økt sannsynlighet for både ekspansjon av begrenset utbredte arter og etablering av nye arter så fremt habitattilgangen er uendret. På den andre siden, om varmere klima medfører større andel skydekke og økt nedbør sommerstid, kan dette slå andre veien for de mange artene av solelskende insekter som lever på sandstrender. Andre arter som normalt begrenses av vintertemperaturer eller vekstsesong, vil kunne få bedre vilkår ved temperaturøkning.

Habitatendringer er en svært sannsynlig konsekvens av endringer i temperatur og nedbørsforhold, noe som vil endre og forskyve hele artssamfunn. Mildere vintre og lengre vekstsesong vil bl.a. kunne medføre tiltakende gjengroing, noe som er negativt for arter som er knyttet til tørre, varme områder som åpne sandstrender. Det skjer allerede en omfattende gjengroing av åpenmark og kystlandskap, noe som i dag er tydelig også på sandstrender og strandenger. Årsakene til dette er i hovedsak opphør av beite, men økt eutrofiering som følge av nitrogennedfall med nedbør er trolig også medvirkende. Disse prosessene peker i samme retning som effektene av endrete temperatur- og nedbørsforhold som følge av klimaendringer. De åpne naturtypene i kystlandskapet er trolig derfor mest utsatt.

### Sterkere vind

Økt sandflukt i dyneområdene kan bli resultatet ved hyppigere og mer voldsomme stormer. Økt hyppighet og størrelse på stormflo vil også føre til økt erosjon og utvasking av sand i dynefrontene. Resultatene av økt vinderosjon vil kunne oppveie for gjengroingseffektene av økt temperatur og nedbør, men samtidig vil økt erosjon i dynefrontene 'spise' av totalarealet med sanddynekomplekser. Mange insektarter ser dessuten ut til å sky unna de mest vindutsatte områdene på sandstrendene. For eksempel er de mest gunstige leveområdene for broddveps begrenset til lune, soleksponerte, vegetasjonsløse sandflater litt lengre inne på stranda. Vindøkning vil kunne gi færre slike leveområder.

## 5.1.4 Fugler og pattedyr

Klimaendringer kan påvirke fugler på flere måter (BirdLife International 2010):

- Endringer i utbredelsesområder og tettheter
- Populasjonsnedgang
- Endringer i atferd og fenologi, som timing av egglegging, hekkesesong i forhold til forekomst av insekter som viktig næringskilde, endringer i artsrelasjoner (bytte - predator) og samfunn
- Forverring eller forsterking av andre trusler og stressfaktorer, som sykdom, invasionsarter, habitatfragmentering, ødeleggelse og degradering.
- Økning i ekstreme vær-situasjoner

- Habitattap i kystnære områder, inkludert tap av næringsområder for vadere og andre vannfugler
- Tap av hekkeområder for sjøfugler eller, eller hele økosystemer som følge av økende havnivå
- Oppvarming av havet som påvirker deres produktivitet, som kan få følgevirkninger langt opp i næringskjeden.

### Sjøfugler

Global oppvarming ble allerede tidlig på 1990-tallet sett på som en mulig trussel mot enkelte sjøfuglbestander, bl.a. i forhold til oppvarming som kunne skyve utbredelsen av noen arter nordover (WWF 1993). Økt havnivå kan føre til oversvømmelse av kolonier av måker og terner i sørlige delen av Nordsjøen (Dunnet et al. 1990). Bølgebrytere eller diker som kan bli bygget for å motvirke havnivåstigningen, kan på lang sikt føre til tap av våtmarker langs kysten (WWF 1993).

I forbindelse med utarbeidelse av en helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet, er mulige konsekvenser av forskjellige påvirkningsfaktorer på sjøfugl i Norskehavet utredet (Christensen et al. 2008). Vurderingene er gjort i forhold til dagens tilstand og i forhold til et mulig fremtidsbilde (2025).

Indirekte effekter, særlig gjennom næringsvalg, kan skje ved en endring i klima som vil påvirke utbredelse og tetthet av byttedyr. Dette kan få vidtrekkende konsekvenser for sjøfuglene, både i forhold til utbredelse, tetthet og reproduktiv suksess (ungeproduksjon). I tillegg vil introduserte arter kunne konkurrere med sjøfugler om næringsgrunnlaget.

De største konsekvensene av en endring i klima vil sannsynligvis være endringer i tilgjengelighet av egnede byttedyr. De fleste sjøfugler befinner seg på et høyt trofisk nivå i næringskjeden. Når de påvirkes direkte av endringer i tetthet og utbredelse til sine byttedyr, er dette derfor nesten alltid en indirekte respons på endringer på lavere trofiske nivåer. Oseanografiske prosesser som fører til forandring i forholdet mellom varme og kalde havstrømmer, kan ha gjennomgående effekter på utbredelse, rekruttering og populasjonsdynamikk hos fisk. Markante endringer i havklima opptrer naturlig og forholdsvis regelmessig på ulike skalaer i tid og rom, men disse skiftningene kan tenkes å bli både hyppigere og sterkere som følge av menneskeskapte klimabidrag. Koplingen mellom sjøfugler og endring i klima blir ytterligere komplisert av biologien til organismene på de lavere trofiske nivåer. Byttedyrene, samt deres næringsgrunnlag, inkluderer et bredt spekter av organismer, hver med populasjoner som vil fluktuere i forhold til klimatiske forandringer. En temperatur som i fysiologisk forstand er akseptabel for både sjøfuglen og dens byttedyr er derfor ingen garanti for velstand hvis den f.eks. er negativ for byttedyrets primære fødekilde. Det vil følgelig alltid være en relativt kompleks oppgave å forutsi med rimelig sikkerhet hvilke konsekvenser en endring i temperatur vil ha for sjøfugler.

### Kunnskapsbehov

Det er stort behov for mer kvantitativ kunnskap om effekter av klimaendringers retning, styrke og temporære variasjoner på:

- Produksjon og trofiske interaksjoner på ulike nivåer i næringskjeden opp til sjøfugl, fra primærproduksjon til sjøfuglens næringstilbud, reproduksjon og overlevelse.
- Økosystemenes motstandsdyktighet mot endringene, herunder risiko for alvorlige økologiske regimeskift som kan føre systemet over i en mindre produktiv tilstand for planktoniske krepsdyr som utgjør det viktigste næringsgrunnlaget for fisk og de fleste sjøfugler.
- Tilgangen til viktige habitat for hekking, fjærfelling, resting og overvintring.
- Konkurransforhold mellom artene, predasjonstrykk og i mindre grad også forekomst av parasitter og sykdommer.

I dette perspektivet forventes endringer i sjøtemperatur å være den viktigste parameteren for klimaendringer, men endret saltholdighet kan også bidra til endringer i marine produksjonsforhold. Begge faktorer vil være nøye knyttet til balansen mellom influks av varme og kalde

vannmasser til våre havområder, samt til avrenning av ferskvann som følge av endringer i nedbør og/eller avsmelting av is. Det er foreløpig ikke større grunn til å anta at endringer i UV-stråling og vannstand vil ha særlig betydelige effekter for sjøfugl.

### **Indirekte effekter - habitat**

Økt vannstand, en endring i dominerende vindretning eller en øking i ekstremvær kan medføre en forandring av især sjøfuglenes hekkehabitater. For mange arter er det begrenset tilgang på egnede hekkeplasser, og sjøfuglene er avhengige av å ha et godt næringstilbud i nærheten av disse. Dette vil derfor især kunne påvirke reproduksjon.

### **Vadefugler**

Global oppvarming og økende havnivåstigning er i en rekke rapporter og artikler fremhevet som et alvorlig problem for mange vadefugler og andre arter som er knyttet til strandområder, enten gjennom hele året eller mer sesongbetont (Galbraith et al. 2005, Wetlands International 2010). Økt havnivå vil oversvømme mange lavtliggende kyst- og fjærområder. Dette kan få betydelige konsekvenser for organismer som er avhengige av disse områdene, inkludert vadere og andre som er avhengige av dem i trekketidene og vinterstid. I sin studie modellerte Galbraith et al. (2005) mulige endringer i tilgang på næringsområder for vadere i USA. En global økning i gjennomsnittstemperatur på 2 °C i løpet av dette århundret ville medføre betydelige tap av næringshabitater i fire av deres fem studieområder ved at deler av littoralsonen ble omgjort til sublittorale områder, og dermed av mindre betydning for en rekke arter. Anslått tap lå i deres analyser mellom 20 og 70 % av dagens littoralsonen. Slike tap ville redusere muligheten for å kunne opprettholde dagens bestander av vadefugler. De største tapene ble antatt å komme i områder der dagens kystlinje ikke kan bevege seg innover som følge av topografi eller strukturer som er bygd for å beskytte kysten.

Norge har ikke mange områder av samme størrelse og viktighet for store bestander av trekende vadefugler som de vi finner f.eks. i Vadehavet, i Østersjøen og på de britiske øyer. Men mange områder er likevel viktige for både trekende vadere og andre arter både vår og høst, som en rekke lokaliteter i Nord-Norge, Trondheimsfjorden, Møre-kysten og Jæren. Dette er dels områder som er utpekt som viktige fugleområder i Norge (se 2.2) og/eller har status som Ramsarområder (se 2.3). Flere av disse er meget viktige områder for f.eks. mytende laksand *Mergus merganser* og polarsnipen *Calidris canutus* under vårtrekket (Figur 24, Wilson & Strann 2005, Frantzen et al. 1991). Valdakmyrene i Porsangerfjorden er et meget viktig område for vadefugler og gjess, først og fremst ved å være en sentral rasteplass for en stor del av den norske bestanden av dverggås *Anser erythropus*. En økning av havnivået vil redusere tilgjengelig landareal og beiteområder for gjessene, men det må en nærmere analyse til for å kunne vurdere hvilke muligheter området har for å utvikle nye strandenger i bakkant av eksisterende strandlinje.

Vadefugler trekker ofte langt, og de bygger ofte opp betydelige fettreserver for å kunne gjennomføre et energimessig krevende trekk. De er derfor avhengige av å fjærområder med store sand- og mudderflater med nok tilgjengelig føde til et stort antall individer i løpet av en kort periode. Hvo mange fugler som kan raste i et område, bestemmes av dets størrelse og av tettheter av invertebrater (Evans and Dugan 1984, Goss-Custard 1996). Dette gjør at bare et begrenset antall fugler kan utnytte en lokalitet samtidig, ettersom tilgangen til områder med næring vil sette et tak på områdetets bærekapasitet. Dersom tilgjengelige arealer blir redusert som følge av stigende havnivå, kan tettheten av fugler øke, og tetthetsavhengige mekanismer kan gjøre seg gjeldende. Dette kan medføre at individer blir fortrent fra området, økt dødelighet blant de som blir fortrent, og til slutt en nedgang i bestanden (Goss-Custard 1980).





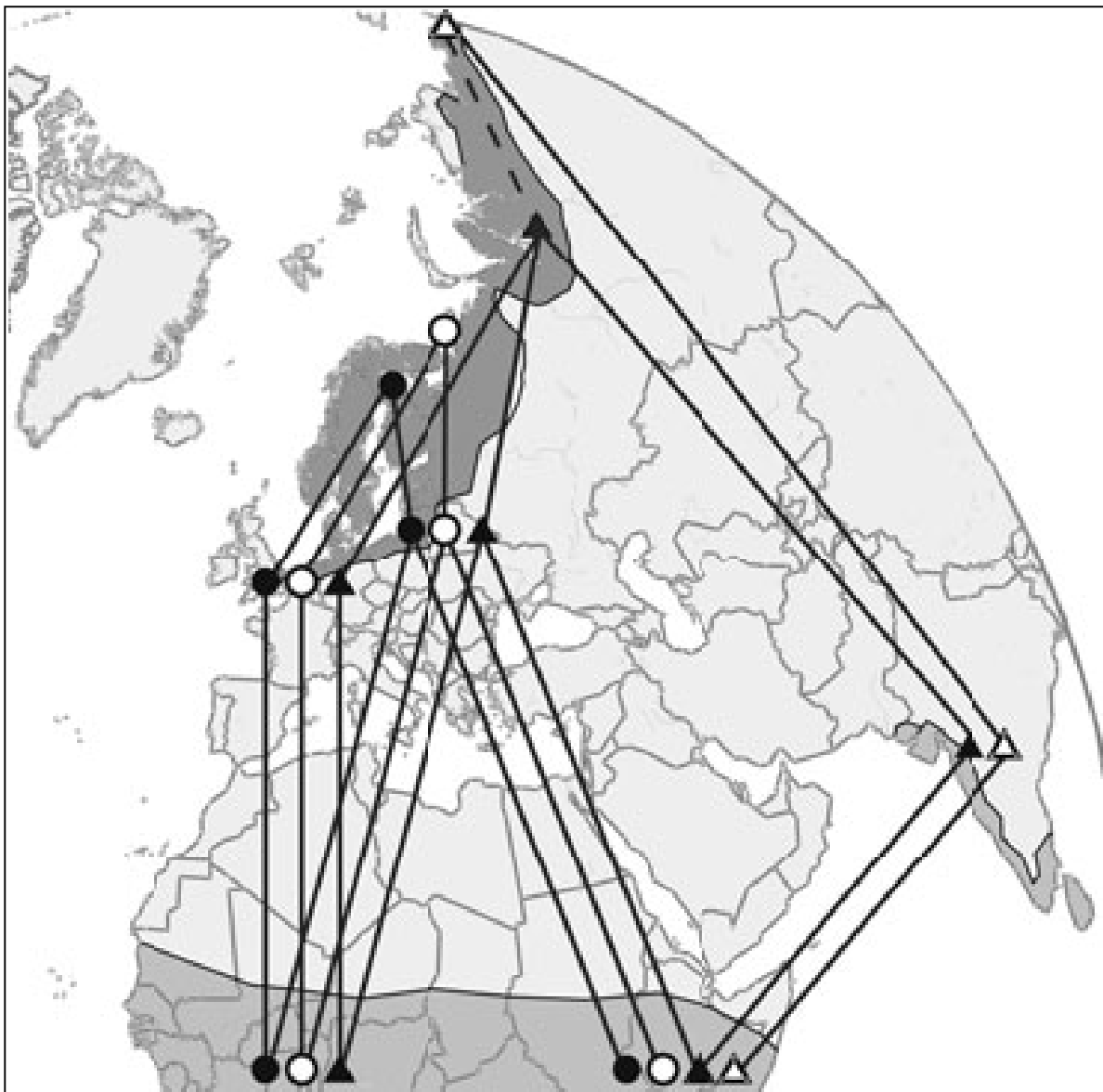
Figur 24. Sørkjosen i Balsfjord kommune. Dette er et meget viktig område for særlig polarsnipe under vårtrekket. Vil det være muligheter her for en naturlig utvidelse av stranda i bakkant av eksisterende strandlinje?

#### **Kolonier av storskarv, kasteplasser av sel**

Mange kolonier av storskarv langs kysten fra Møre til Nordland ligger i dag på lave skjær i de ytre delene av skjærgården. Tilsvarende gjelder for kasteplasser for steinkobbe og havert. Ved stigende havnivå kan disse bli mer utsatt for tungsjø, og tilgrising på skjærerne ved oljesøl. Gamle reir kan lettere vaskes vekk av vinterstormene, men også i hekkesesongen kan det være større fare for dette kan skje. Dette kan medføre at det blir færre egnede hekkeplasser for skarven, og færre egnede kasteplasser for kobben. Det bør gjøres en vurdering av hvor alternative lokaliteter kan finnes, og en bør kanskje være tidlig ute med å sikre at slike lokaliteter ikke blir ødelagt av inngrep. Det kan være mange faktorer som påvirker valg av nye hekkelokaliteter eller kasteplasser, og særlig viktig vil være hvordan mattilgangen i sjøen i potensielle yngleområder også endres eller påvirkes av klimaendringer. Over tid kan endringer her føre til et behov for å tilpasse eksisterende verneplaner til de nye forholdene.

#### **Vadefugler - brushane**

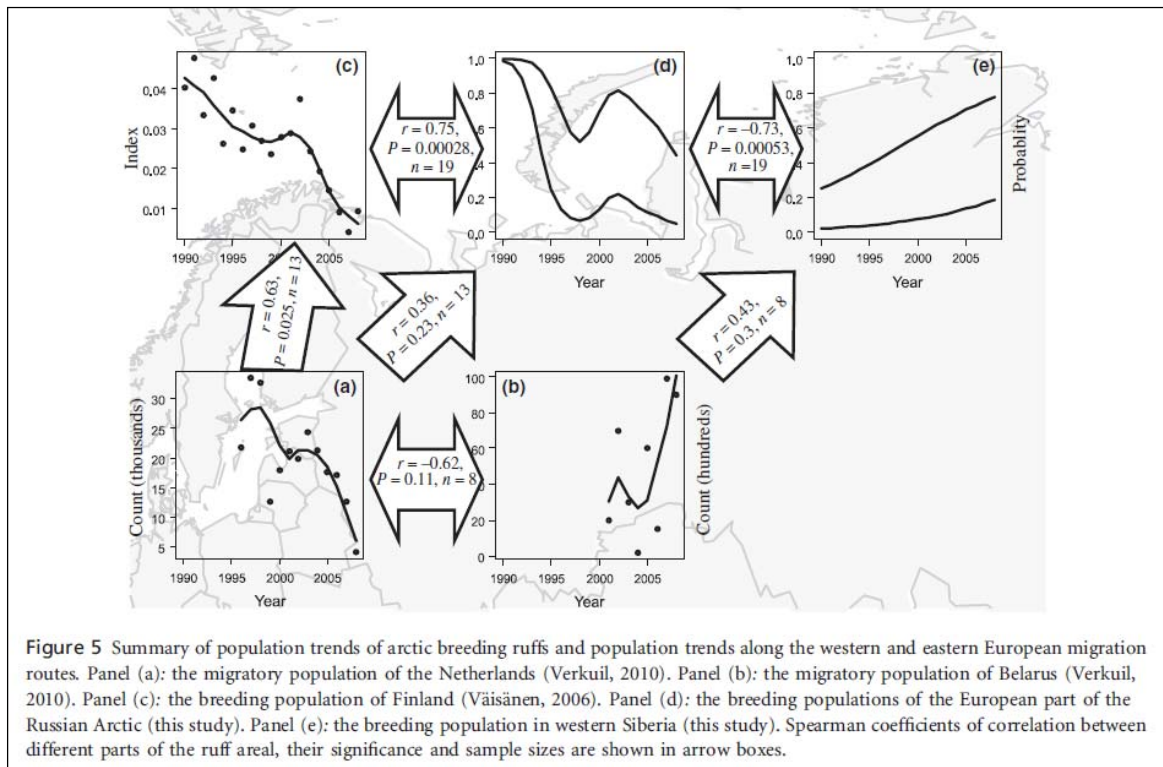
I løpet av de to siste tiårene har tusenvis av brushaner på vårtrekk forsvunnet fra rasteplasser i Vest-Europa (Rakhimberdiev et al. 2010), og er vurdert som sårbar på den norske rødlista (vedlegg 2). Dette var delvis fugler som hekket i tempererte områder, men de fleste skulle til eurasiske områder på tundraen (se Figur 25), der 95 % av verdens brushanebestand hekker. Denne nedgangen kan skyldes enten lokale tap av hekkefugler i Vest-Europa, en global nedgang, endringer i trekkruter, eller en kombinasjon av disse. Analyse av arktiske overvåkingsdata viser en betydelig endring i brushanens utbredelse, med en forflytning av bestanden inn mot den asiatiske delen av utbredelsesområdet (Figur 26). Dette kan skyldes endrete vekstvilkår ettersom global oppvarming antas i favorisere brushanen, i motsetning til mange andre arktiske vadefugler (Zöckler 2002, Zöckler & Lysenko 2003, ref. i Rakhimberdiev et al. 2010).



Figur 25. Hekke- og overvintringsområder for brushane. Viktige trekkruter mellom vestlige og østlige deler av Europa er indikert med linjer. Med mørk grå skravur: Vest-Europa og arktiske deler av Russland, som huser ca 95 % av verdens totale hekkebestand av brushane. Lys grå skravur: Overvintringsområder. Ikke vist på kartet: bestander i tempererte områder, med små og sterkt avtagende bestander (fra Rakhimberdiev et al. 2010).

Disse endringene samsvarer med undersøkelser som viser at brushanen nå i stor grad unngår rasteplasser i Nederland og Sverige, og har begynt å trekke langs en mer direkte rute mot Vest-Sibir. Studiet til Rakhimberdiev et al. (2010) konkluderer med at det er påvist en storskala endring i hekkeutbredelsen, og antyder at dette kan være en respons på redusert kvalitet på de tradisjonelle rasteplassene i Nederland.

Verkuil (2010, ref. i Rakhimberdiev et al. 2010) har påvist at fra 2001 til 2008 gikk vektøkningen på rasteplassene ned, og at fjærpylden brushanene er så kjent for, ble mindre prangende. De samme årene var det derimot ingen endringer i kondisjonsoppbyggingen på rasteplasser i Hviterussland.



Figur 26. Utviklingen av forskjellige hekkebestander av brushane, etter Rakhimberdiev et al. 2010.



Figur 27. Internasjonal overvåking av brushane har vist hvordan klimaeffekter kan påvirke enkelte fuglearter. (Foto: Jan Ove Gjershaug, ung brushane i Gaulosen under høsttrekket).



Figur 28. Sannsynlige trekkruiter for mange vadefugler om høsten. De store øyene (Nordøyane) med relativt høye fjell danner to ledelinjer for fugletrekket, enten ned gjennom Harøyfjorden på innsiden av øyrekka, eller på utsiden. I begge tilfeller vil Harøya med sine våtmarksområder (øverste sirkel) og Giske våtmarkssystem med Vigra og Giske (nederste sirkel) ligge sentralt i trekkrutene. Om økt havnivå reduserer betydningen av de nevnte våtmarkssystemene, med stor variasjon i naturtyper, må det sannsynligvis dannes nye områder sentralt i forhold til disse trekkrutene dersom de skal få en like viktig funksjon som Harøya og Giske. Disse områdene kan ha en viktig funksjon for flere arter hvis det er for dårlige værforhold til at de kan fortsette trekket forbi Stadlandet eller krysse over dette. Konsekvensene av tap av viktige rasteplasser som følge av økende havnivå, kan således være komplekse og vanskelig å vurdere.

### Endringer i fenologi

Ankomsttidspunktet for flere fuglearter vil påvirkes av i klimaet. Mange fuglearters utbredelse i Nord-Europa forventes å flytte omkring 500 km mod nordøst som følge av et varmere klima (Huntley m.fl . 2007). Det kan bety at karakteristiske fugler i danske områder, som tjeld, avosett, sandlo og gråmåke, vil bli sjeldnere, mens mer sørlige arter kan bli nye arter i Danmark (Huntley m.fl . 2007; Meltofte & Heldbjerg 2008).

### Effekter av økt nedbør

Danmarks Miljøundersøkelser (DMU) peker på en positiv konsekvens av klimaforandringer ved at en økt vinternedbør kan reetablere vil kunne gjenetablere midlertidige våtmarksområder til nytte for mange ellers utsatte arter.

### Økende temperatur kan øke utbredelsesområdet for noen arter

Mildere vintrer kan endre overvintringsmulighetene for en rekke arter. Et eksempel på dette er en kraftig økning av rastende grågjess i Skåne, som tidligere overvintret i Nederland og Spania (Andersson et al. 2001). Det kan også gi islandske grågjess og kortnebbgjess bedre muligheter for å overvintre i Norge (Follestad 2010). Økende vintertemperaturer kan dermed medføre

- Tidligere vekstsesong - kan gi svalbardgjess muligheter for å raste lenger nord
- Andre beiteskader enn de vi har nå.
- Gir kortere siste trekkstreking, flere kan ankomme hekkeplassen i god kondisjon, flere kan gjennomføre en vellykket hekking, kan medføre en eksplosjon i bestanden
- Kan redusere problemer med is i fjæra, som kan slå ut mange arter

**Endringer i lokale strømforhold** - kan endre sedimenteringen for strender

- Kan endre faunaen på og i substratet
- Kan medføre endringer for fugler som beiter på disse
- Endringer i strømforhold viktig innvending mot ny havneterminal i Gaulosen
- Kan også endre på gyteområder - kan være viktig for sjøfugl

**Hevet nedre grense for fjære**

- Vil gi mindre tilgjengelig beiteareal for vadefugler hvis ikke fjære utvides innover

I sin studie om tap av fjæreområder som følge av økende havnivå, og hvilken betydning dette kunne få for rastende vadefugler (Galbraith et al. 2005), evaluerte de ikke mulige effekter av klimainduserte tap av leveområder for vaderne i sine hekkeområder (se Wetlands International 2010). Det er i tundraområdene, hvor mange vaderarter hekker, at de største effektene av klimaendringene kan inntreffe. Klimainduserte habitatendringer kan allerede være i gang i arktiske og subarktiske områder i Nord-Amerika (Chapin et al. 1995). Dette kan for vannfuglene inkludere tap av hekkeområder på tundraen som følge av tilskoging, og tap av andre våtmarksområder som følge av bresmelting, endrende nedbørsmønstre og økt fordamping på grunn av høyere temperaturer (Wetlands International 2010).

Den kombinerte, eller kumulative, effekten av habitatendringer i hekkeområdene og i fjæresona på deres rasteplasser under trekket og i deres overvintringsområder, kan potensielt, ha større negativ effekt enn hver enkelt faktor alene. Galbraith og hans kolleger (2005) ønsket derfor å studere livsløpsstudier av disse arter hvor det inngår klimainduserte effekter både i hekke- og overvintringsområdene. Dette vil gi en mer omfattende tilnærming til sannsynlige effekter av klimaendringer for denne gruppen av trekkende fugler.

## 6 Vurdering av eventuelle avbøtende tiltak

Det er en generell forståelse av at å fjerne/reducere det eksisterende presset på økosystemene og øke deres resiliens er den mest effektive måten å håndtere uheldige effekter av klimaendringer (Millenium Ecosystem Assessment 2005).

Bevarings- og forvaltningsstrategier som opprettholder og gjenoppretter biodiversitet og økosystemtjenester, kan forventes å redusere noen av de negative effektene av klimaendringer. En slik tilnærming (økosystembasert tilpasning; "Ecosystem-based adaptation"; <http://www.-cbd.int/climate/intro.shtml>) inkluderer tiltak som kan bidra til å øke tilpasningsevnen til arter og økosystemer i forhold til klimaendringer, som å:

- redusere påvirkningen av andre faktorer, som forurensning, overutnyttelse, habitattap, fragmentering og fremmede arter
- styrke nettverk av vernetede områder
- styrke overvåkingsaktiviteter

For økosystemer knyttet til havstrender inkluderer dette tiltak som:

- tradisjonell hevd (beite, slått) i naturtyper hvor dette har vært vanlig
- opprettholde naturlig dynamikk (fjerning av leplantinger, barrierer mellom hav og land)
- redusere avrenning fra tilgrensende naturmark, forurensning, forsøpling med mer.
- opprettholde populasjoner med genetisk variasjon. sørge for bevaring av de lokalitetene som finnes, med buffersoner.
- restaurering

### Tradisjonell hevd

Både strandenger, sanddyner og driftsvoller har vært utnyttet som kulturmark, både til husdyrbeite og slått, og mange av artene knyttet til disse naturtypene er små, lyselskende og konkurransesvake planter, som f.eks. dverggylden *Centaureum pulchellum* (VU) og tusengylden *C. littorale* (EN), men også en rekke insekter f. eks. broddveps knyttet til åpne sandflater og biller knyttet til dyremøkk. Både opphør av beite og redusert beitetrykk fører til gjengroing. For strandenger er endringene etter opphør av beite minst i de lavestliggende delene av stranda, der andre faktorer som oversvømming, saltinnhold og drenering har stor effekt på artssammensetningen (Fremstad & Elven 1999), men på høyere liggende deler kan gjengroingen gå fort, med store, flerårige gras og urter, som takrør *Phragmites australis*, dunkjvelearter *Typha* spp. og mjørdurt *Filipendula ulmaria*. I Nord-Norge er gjengroing med høyvokste arter et mindre problem, men økt sommertemperatur og lengre vekstsesong vil evt. kunne øke gjengroingshastigheten i strandenger her og. Tradisjonell drift av sanddyner har også i stor grad opphørt, og gjengroing med busk og lyng er pågående. Noen steder er tidligere slått og storfebeiting erstattet med sauebeiting. Hardt beitetrykk av sau kan føre til erosjon, sandflukt og endringer i artssammensetning (Fremstad & Elven 1999).

Økte temperaturer/lengre vekstsesong vil sannsynligvis i samspill med andre faktorer, som reduksjon/opphør av beite og slått og økt nitrogentilførsel, påvirke og endre vilkårene for arter knyttet til havstrender. Strandkål *Crambe maritima* har hatt en stor økning i antall populasjoner i Oslofjordregionen de siste hundre årene (Byre 2001). Framgangen skyldes sannsynligvis en kombinasjon av redusert beite og økte temperaturer, da arten er svært sensitiv til beite av sau og dels av kyr (Byre 2001). Arten vokser i samme habitat (eldre tangvoller) som gul hornvalmue *Glaucium flavum* (EN) og østersurt *Mertensia maritima*, som begge har vist tilbakegang i samme periode. Det er derfor sannsynlig at invasjon av strandkål kan bidra til nedgang i de to andre artene (Stabbetorp & Skarpaas 2001).

### Leplantinger og sandbindere

Lebelter med buskfuru, bergfuru, kvitgran og sitkagran har vært anvendt i stort omfang for å stoppe sandflukt og skjerme for vind langs kysten. Slik planting inne på sanddynene vil bryte den naturlige dynamikken og føre til endring av fysiske forhold og artssammensetning. Det tykke laget med nålestrø under slike trær setter en effektiv stopper for arter som er avhengige av åpne sandfelt. Fjerning av slike leplantninger er ett av flere iverksatte tiltak for å berge strandtornbestanden på Lista (Svalheim & Pedersen 2007) og er også viktig for å bevare leveområder til mange insekter.

Jærlupin *Lupinus perennis* og sandlupin *L. nootkatensis* har muligens blitt sådd som sandbindere, og lokalt er de i stor spredning i Norge, bl.a. på Jærstrendene (Bredesen 2005). Artene foretrekker lysåpne, veldrenerte og nitrogenfattige voksesteder og trives godt i sandjorda langs Jærstrendene. De danner tette bestander og fortrenger andre arter. I tillegg endrer de miljøet gjennom å være nitrogenfikserende. Artene truer både sterkt truede naturtyper (sanddynemark) og en rekke rødlistearter knyttet til disse naturtypene. Statens naturoppsyn (SNO) har startet systematisk fjerning på utvalgte lokaliteter i Jærstrendene landskapsvernområde i 2007 (Statens naturoppsyn 2007). Spredning av rynkerose *Rosa rugosa* på sandområder langs kysten er også en alvorlig trussel mot stedeegne organismer, og tiltak er satt i verk for å stanse ekspansjonen og rydde gjenvokste områder (Nilsen et al. 2008).

### Avrenning

Gjødsling av strandbeiter og næringstilsig fra nærliggende kulturmark påvirker også vegetasjonens sammensetning og utgjør en trussel mot biologisk mangfold i naturtyper i strandsonen (Svalheim & Pedersen 2007). De indre delene av dynegrasheiene på Lista er i ferd med å omdannes til kulturbeiter, og flere sopparter knyttet til tørre dynegrasheier har vært i tilbakegang i dette området (Høiland 2006).

### Ferdsel og slitasje

Nedtrækking av vegetasjon og erosjonsspor i plantedekket er særlig knyttet til populære badestrender og utfartsområder nær større byer. Motorisert ferdsel på forstrender og etablerte dyner er heller ikke uvanlig. Tangrydding som tiltak for tilrettelegging for friluftaktiviteter er et inngrep som bryter den naturlige kjeden av næringstransport fra havet inn mot fastmarkssystemene. Mange av artene som lever i supra- og epilittoralsonen er avhengige av slik tilførsel av næring. Konfliktnivået mellom fritidsaktiviteter og bevaring av sanddyner er lite studert i Norge, men allerede i 1984 påpeker Lundberg (1984) en slik kontrovers i sanddyneområder på Karmøy.

Strandtorn har hatt en reduksjon i antall lokaliteter, og mange av lokalitetene hvor arten tidligere fantes blir benyttet til rekreasjon. Det ustabile substratet på sandstrender gjør at planterøtter raskt blir ødelagt ved stor ferdsel. I tillegg er det mye som tyder på at strandtorn blir fjernet av badeturister, sannsynligvis pga. artens piggete framtoning (Stabbetorp & Skarpaas 2001). Østersurt er også sensitiv for tråkk, og de mest livskraftige populasjonene til østersurt i Oslofjordområdet er nå knyttet til vanskelig tilgjengelige bukter med lite ferdsel (Stabbetorp & Skarpaas 2001).

### Fremmede arter

Områder i lavlandet med næringsrik og fuktig jord, som f.eks. strandenger og driftsvoller, samt lysåpne varme steder med konkurransesvake arter, er særlig utsatt for invasjon av fremmede arter (Gederaas et al. 2007). Klimaet i Norge setter begrensninger for etableringen av fremmede arter, men et varmere klima vil kunne være gunstig for flere av disse artene. Havstrender er en naturlig innfallspport for nye arter. I perioden 2001-08 ble det registrert mange arter på Listastrendene, som enten var nye for Norge eller var registrert med ett funn tidligere (Pedersen 2009). Massiv frøtransport med havstrømmer, sannsynligvis fra strendene omkring Den engelske kanal, er sannsynligvis årsaken. Pedersen (2007, s. 93) skriver:

*"Strandplanter er en av de organismegruppene hvor vi lenge har sett tydelige endringer i utbredelse og hyppighet. Mange arter har vært på vei nordover. Observasjonene av mange nye*

arter på 2000-tallet forsterker bare inntrykket av at klimaet holder på å bli varmere i Norge. Prognosene om økt temperatur, økt stormfrekvens og dermed økt kysterosjon passer godt inn som forklaring på den observerte bølge av nye arter på Lista i 2001. Vi har i hvert fall observert at mekanismene er til stede, slik at strandplantene kommer til å være raskt på plass etter hvert som klimaet blir gunstig for dem. Strandplantene kommer til å være viktige indikatorer på klimaet vårt framover.”

### Genetisk variasjon

Naturens evne til tilpasning er bl.a. avhengig av store populasjoner eller høy genetisk variasjon som en betingelse for at arter selv kan tilpasse seg gjennom naturlig seleksjon. Dette er av stor betydning i sammenheng med mulige tiltak. I flere av de rødlistete strandplantene har man funnet lav genetisk variasjon, f.eks. i dverggylden *Centaureum pulchellum* (VU), tusengylden *C. littorale* (EN) gul hornvalmue *Glaucium flavum* (EN) og strandtorn *Eryngium maritimum* (EN) (Stabbetorp & Skarpaas 2001, Fernander 2002). Det er vanskelig å vurdere hvor stor effekt liten genetisk variasjon har på arters levedyktighet. Genetisk variasjon kan imidlertid bidra til økt levedyktighet ved at ulike genotyper favoriseres under skiftende økologiske forhold, som kan fungere som en buffer i forhold til miljøvariasjon. Lav genetisk variasjon kan dessuten redusere sannsynligheten for adaptiv utvikling under endrete miljøforhold.

### Restaurering

Restaureringsøkologi fokuserer på istandsetting av ødelagte og degraderte naturområder, arter eller økosystemer, og restaurering kan bidra til å gjenopprette naturverdier i områder utsatt for inngrep. Restaurering av havstrandområder kan innebære fjerning av gjengroingsarter, som takrør, trær og busker, gjennom mekanisk fjerning, brenning, slått og beite, fjerning av leplantinger, planting av lokale sandbinderarter, som marehalm og strandrug, mv (Fremstad & Elven 1999). Det har kommet fram mye nyttig erfaring fra restaurering av sanddyner i Sverige i nyere tid. Ved å gjenskape åpne sandområder, har man relativt rask oppnådd positiv respons på en rekke bestander av mange rødlistete arter (Flodin 2000, Persson 2008). Et viktig forvaltningstiltak for fugler vil være å restaurere tilbake noen av de fuktige dynetrauene (Rhind & Jones 2009).

Målet for økologisk restaurering bør være å tilrettelegge for at de dynamiske økologiske prosessene skal kunne virke, og kunnskap om økologiske prosesser og naturens evne til gjenvekst er derfor en forutsetning for å utvikle gode restaureringsmetoder. Gode restaureringstiltak må også baseres på grundige og relevante beskrivelser av den enkelte lokalitet som skal restaureres (Hagen & Skrindo 2010).

## 6.1 Kostnader ved å holde havet tilbake

Office of Wetland Protection i EPA gjennomførte på 1980-tallet flere studier av hvilke kostnader som ville være forbundet med å holde havet tilbake gjennom flere forebyggende tiltak (se bl.a. Titus 1988, Titus & Greene 1989, Titus et al. 1991, flere rapporter og utredninger er tilgjengelige på <http://papers.risingsea.net/Sea-level-rise-and-coastal-wetlands.html>). Titus et al. (1991) var de første til å beregne nasjonale kostnader ved økende havnivå, basert på

- Kostnader ved å beskytte kystsamfunn ved å pumpe sand inn på strendene og gradvis øke eller bygge opp barrierer utenfor (barrier islands).
- Kostnadene ved å beskytte utviklete områder gjennom å bygge diker eller forbygninger.
- Tap av våtmarksområder og ikke-utviklete områder.

Kostnadene ved én meter havnivåstigning ble den gang beregnet til 270-475 milliarder dollar, men flere potensielle kostnader var da ikke tatt med i beregningene. Selv om kostnadene ved å beskytte tett befolkede steder ville være svært store, ville de trolig være kostnadseffektive for samfunnet.



De miljømessige konsekvensene av slike beskyttelsestiltak ville derimot ikke være akseptable. Selv om pumping av sand kunne hjelpe til med å bevare sandstrendene (som også var viktige for fritidsformål), ville diker og andre forbygninger gradvis ødelegge mesteparten av nasjonens strandlinje. For å sikre fremtidige våtmarker, mente Titus et al. (1991) at både lokal og statlig miljøforvaltningen måtte starte arbeidet med å legge grunnlaget for en gradvis fraflytting av lavtliggende kystområder etter hvert som havnivået stiger.

Senere er det gjort flere beregninger, også for kostnader i andre land, men det er usikkert i hvor stor grad resultater fra disse vil være overførbare til norske forhold og vår kyststrekning. Bl.a. vektlegges i flere land kostnader ved saltvannsinntrenging i ferskvannskilder langs kysten, noe vi ikke har kjennskap til vil være et stort problem i Norge.

Uansett hvor store kostnadene kan bli også i Norge, peker Titus et al (1991) på flere konflikter som kan oppstå som følge av ulike prioriteringer i hvilke valg vi gjør for å motvirke og tilpasse oss fremtidige klimaendringer. Ved søk på nettet er det tydelig at det finnes en rekke beregninger omkring dette, fra en rekke land, men innenfor tidsrammen og budsjettet for denne rapporten har det ikke vært mulig å gå nærmere inn i denne diskusjonen. Rapporten vil likevel presentere en del av de forebyggende tiltakene som er i bruk i dag, og vurdere mulige miljømessige virkninger av dem.

## 6.2 Beskyttelsestiltak mot havnivåstigning og erosjon

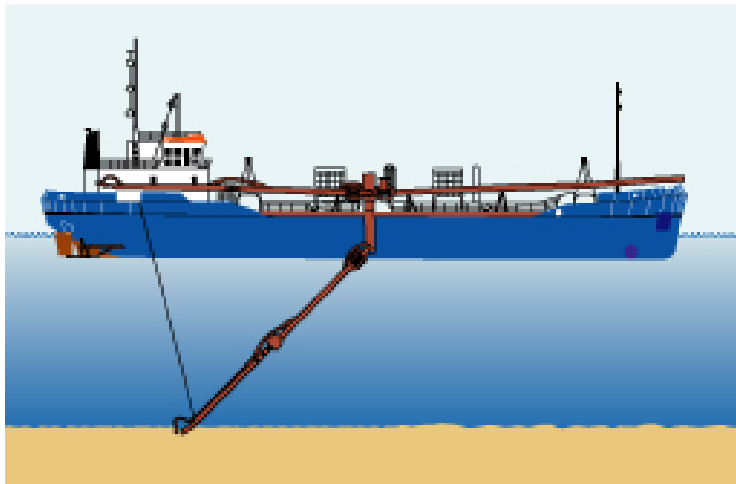
Deler av kysten, særlig der den består av sandstrender og dynelandskap, vil alltid være utsatt for og bli påvirket av skiftende værforhold. Den naturlige kysten vil derfor alltid innstille seg på en likevektstilstand. Når stormen raser og bølgene slår langt inn over stranda, vil den eroderes, mens den deretter vil bygges opp igjen under roligere værforhold.

Det danske Kystdirektoratet har en egen hjemmeside der de beskriver ulike beskyttelsestiltak langs kysten av Danmark (<http://www.kyst.dk/>). Slike tiltak er så langt ikke eller bare i liten grad tatt i bruk i Norge, i alle fall av det offentlige. Hvis havnivået stiger og frekvensen av ekstremvær øker, kan en økning i erosjonsprosesser langs kysten gjøre det aktuelt å vurdere ulike beskyttelsestiltak her til lands.

Det danske Kystdirektoratet har som utgangspunkt at kysten skal beskyttes kun der det er nødvendig, og på en så naturlig måte som mulig. De benytter derfor først og fremst "kystforing", eller tilførsel av sand, som kystbeskyttelse. På Vestkysten eroderes både strand og havbunn av bølgene. Eksempelvis er erosjonen av havbunnen fire ganger så stor som erosjonen av stranden. Det er derfor ikke nok kun å beskytte stranden, hvis målet er å beskytte kysten. Mengden sand som skal tilføres stranden, bestemmes ut fra en målsetning for kystutvikling fra sanddynene ut til 6 m dybde. Bredden av området under vann er ca. 10 ganger så stor som strandens bredde. Sanden suges opp fra havbunnen av en spesialbåt, en såkalt sandpumper, og seiles i lasterommet inn til kysten (Figur 29). Der blir sand enten pumpet gjennom en rørledning inn på stranden eller ut på havbunnen foran stranden. Sand til kystforing av den jyske vestkyst hentes i Nordsjøen 8-10 km fra land i særlig utvalgte områder på 15-20 meters dyp.

Når sand pumpes inn på stranden eller i lavt vann foran stranden, så erstattes sand som havet har fjernet. På denne måten kan erosjonen av kysten begrenses eller stanses.

I EU-prosjektet ComCoast diskuteres om dikene rundt om i Nordsjøen skal forhøyes, eller om der finnes alternative muligheter for fremtidig kystbeskyttelse, som bør overveies. Undersøkelsen er en del av et EU-projekt (ComCoast). I stedet for å forhøye diker i det uendelige, er arbeidshypotesen å utvide kystbeskyttelsen til en sone i stedet for en smal linje. Dermed vil man for diker i områder hvor de kun beskytter marginalområder, tillate en visst overskylling eller til og med at de kan fjerne eller flytte dikene, samtidig med at stormflobeskyttelsen av mennesker og infrastruktur fortsatt bevares.



Figur 29. Sandpumper, som suger sand opp fra havbunnen, som så kan fraktes inn til kysten og deponeres der.

ComCoast består av seks selvstendige prosjekter som henger nøye sammen:

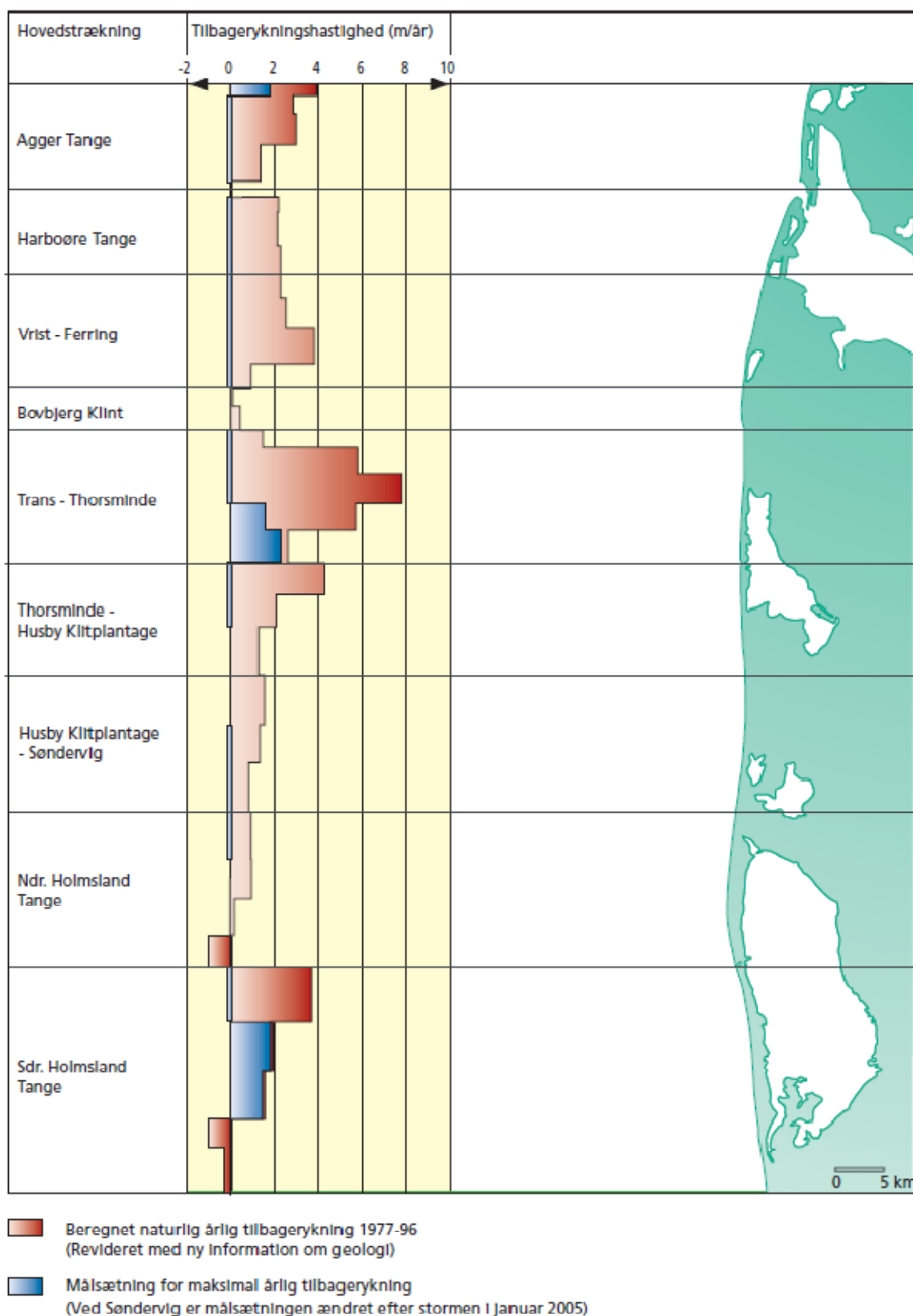
1. Områdenes potensiale: Hva kan et område bak dikene, som utsettes for periodevis oversvømmelse benyttes til? Hva skjer når vi helt oppgir land?
2. Hvordan verdisettes den natur eller det landskap, som vil dannes ved å tillate overskylling, tidevannets innflytelse og/eller flosituasjoner?
3. Tekniske løsninger: Hvordan konstrueres et evt. tilbaketrukket dike, slik at det virker etter hensikten? Hvordan bygges diker, som klarer overskylling under stormflo?
4. Hvordan involverer man grunneierne på den beste måten?
5. Utprøving av input fra de foregående fire underprosjektene på områder i kystbeskyttelsessonen
6. Styling av det samla prosjektet – alle overordnede møter, koordinering av de 5 prosjektgrupper

Kystdirektoratet er med i underprosjektet om verdisetting av natur. Bakgrunnen for det er at Kystdirektoratet i fremtiden vil måtte gjennomføre kost-nytte analyser. I en analyse av kostnader og fordeler ved et gitt prosjekt, må alle relevante forhold vurderes, og verdien av naturen vil da være en av parameterne som inngår i analysen.

### 6.3 Tilrettelegging for nydannelse av leveområder i spesielt verdifulle naturtyper

**Kystsikring** omfatter aktiviteter og anlegg, som skal motvirke [kysterosjon](#). Det er her snakk om både aktiv og passiv kystsikring. Ved passiv kystsikring bygger man strukturer og anlegg, som senere bare skal vedlikeholdes. Ved aktiv kystsikring utfører man løpende en aktivitet. Utgiftsprofilen over tid er således særdeles forskjellig.

Aktiv kystsikring omfatter bl.a. kystforing, hvor man suger sand opp fra havbunnen og plasserer den på stranden eller på like utenfor. Passiv kystsikring omfatter bl.a. [høfder](#) og bølgebrytere. På internett finnes den en lang rekke eksempler på hvordan disse kan utformes.



KYSTDIREKTORATET, den 31.08.2007  
Gr. 103-x-65 Nr. 650

Figur 30. Målsetting for maksimal fremtidig tilbagetrekning av kysten (hentet fra forvaltningsplan for Lodbjerg – Nymindesgab, Kystdirektoratet 2008).

## 7 Anbefalinger for videre arbeid

### 7.1 Kartlegging og overvåking

Kunnskapen om viktige forekomster naturtyper knyttet til havstrand er varierende (kap. 2.2), og det er også varierende i hvor stor grad naturtypene er omfattet av verneplaner (Framstad et al. 2010). Både kommunenes naturtypekartlegging og framtidig kartlegging av naturtyper i Norge bør bidra til å øke kunnskapen om slike forekomster og deres verneverdi. DN bør her vurdere om man skal be kommunene om å gjøre tilleggsregistreringer der kartleggingen allerede er gjennomført.

Et alternativ til kommunenes kartlegging er å analysere bilder fra [www.norgebilder.no](http://www.norgebilder.no) for å se om de kan gi informasjon om områder eller lokaliteter som kan ha potensial for en utvidelse i bakkant som følge av en stigning i havnivået.

Behovet for bedre kunnskap om økologiske effekter av klimaendringer er nedfelt i Miljøverndepartementets oversikt over prioriterte forskningsbehov for 2010-2015 (MD 2010). Overvåkingsdata er helt nødvendige for vår forståelse av dynamikk og endringer over tid i økosystemene (Sandlund et al. 2010). Forholdet mellom kortsiktige variasjoner fra år til år og langsiktige stor-skala miljøendringer, f.eks. i klimaforhold eller langtransportert forurensning, kan ikke forstås uten at data samles over mange tiår. Det er også viktig at vi registrerer mange parametre samtidig, både biologiske data og egenskaper ved miljøet.

Per i dag finnes det ingen overvåkingsprogrammer for naturtyper i havstrand. Imidlertid er utvikling av bevaringsmål og maler for overvåking innenfor verneområder i gang. I dette prosjektet er det utarbeidet forslag til overvåkingsprotokoller for naturtypene beskrevet i kapittel 2. Jevnlig registrering av vegetasjonssammensetning langs gradienter fra vannet innover mot land vil gi kunnskap om tilstand (f.eks. grad av gjengroing) og utvikling over tid. Overvåkingen vil imidlertid bare omfatte vernete områder. Ny overvåking utenfor verneområder bør benytte sammenlignbare metoder.

For sanddynemark er det beskrevet et forslag til overvåkingssystem under ARKO-prosjektet (prosjekt under Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold) (Ødegaard et al. 2011). Det vil trolig også være hensiktsmessig at både ny kartlegging og igangsettning av overvåking ses i sammenheng med handlingsplanen for sanddynemark som er under utarbeidelse.

Det er viktig å sikre en god tilstand i de lokalitetene som finnes, gjennom bl.a. skjøtsel, fjerning av leplanting og andre invaderende arter (jærlupin, rynkerose), regulering av ferdsel der dette kan være nødvendig, mv. En oppfølging av handlingsplan for sanddynemark anbefaler å opprette en nasjonal database over sanddynemark, som inneholder georefererte oversikter over lokaliteter. Det foreslås fylkesvise kartlegginger av sanddynemark med lokalitetsbeskrivelser, artsregistreringer, tiltaks- og skjøtelsbehov og kunnskapsbehov. Denne typen fylkesvise kartlegginger (evt. sammenstilling av eksisterende informasjon supplert med kartlegging) bør være relevant også for andre naturtyper, og vil gi grunnlag for videre overvåking.

### 7.2 Nye utredninger

Nye, mer detaljerte, digitale høydemodeller vil gi grunnlag for identifikasjon av større arealer med lavtliggende terreng. Når disse høydemodellene er ferdig utviklet og landsdekkende, vil slike beregninger kunne utføres og landsoversikter lages. Det bør i så fall utredes hvordan slike beregninger kan inngå i strategiske handlingsplaner for hvordan man skal møte de mange utfordringene et økt havnivå vil medføre både for natur og samfunn.

Videre vil vi anbefale at myndighetene utreder hvilke endringer som en havnivåstigning vil medføre for dagens verneområder. Mange strender kan bli oversvømt, og dersom det ikke er rom for en naturlig utvidelse i bakkant, kan flere viktige naturtyper bli redusert. Sjøfuglreservater og andre områder som kan oversvømmes og dermed miste sin funksjon som hekkeområder (f.eks. lave skjær for storskarv og havsule), hårfellings- og kasteplasser for havert og steinkobbe, og som næringsssøksområder for en rekke fuglearter.

Vi har ikke kjennskap til om noen av kystbeskyttelsestiltakene som er omtalt i kap. 6.3, anvendes i særlig omfang i Norge i dag. Vi kan imidlertid ikke utelukke at kystforing eller andre tiltak kan bli aktuelle i framtida. Dette kan være seg enten i offentlig eller i privat regi. Flere av tiltakene kan vurderes i forbindelse med skjøtsel eller vedlikehold av naturtyper eller enkeltobjekter som med havnivåstigning kan bli redusert i omfang eller helt forsvinne.

Flere kystbeskyttelsestiltak vil trolig være mer eller mindre konfliktfylte, og det vil derfor være viktig at forvaltningsmyndighetene gjør seg godt kjent med hvilke metoder som benyttes i andre land, hvilke positive og negative effekter de har og hvilke interessemotsetninger som kan gjøre seg gjeldende. Flere av tiltakene vil være til dels svært kostnadskrevenende å gjennomføre, så nytteverdien må vurderes nøye. Her kan det være aktuelt å vurdere tiltak for f.eks. en del sandstrender som er mye brukt av badegjester og andre, både ut fra naturvern hensyn og friluftsmål.

Et konkret forslag til befaring vil være å besøke det danske Kystdirektoratet for å bedre innsikt i ComCoast-prosjektet og handlingsplaner som er utarbeidet for den danske vestkysten, for å få innsikt i deres langsiktige strategier i forhold til bruk av ulike tiltak som kystforing og bygging av forsterkninger m.m., hvordan ulike effekter av disse overvåkes, og hvordan planene og tiltakene sikres økonomisk.

### 7.3 Forskningsbehov

For best mulig å kunne forvalte strandsonen med tanke på ivaretagelse av biologisk mangfold, er det betydelige behov for å øke kunnskapsgrunnlaget. Dette vil være knyttet til a) kunnskap om selve naturtypen/livmiljøet; b) kunnskap om artssamfunn og responser i forhold til livsmiljøet, og c) kunnskap om enkeltarter.

Spesifikke studier kan knyttes til følgende tema:

- Betydningen av fordeling av de ulike naturtypene i landskapet med hensyn på størrelse, avstand mellom områder og tilstand
- Spredningspotensial og populasjonsdynamikk hos enkeltarter
- Dynamikk i opprettholdelse av habitat og historiske studier omkring forekomst av sanddynemark, med særlig fokus på gjengroingsproblematikk og årsaker til dette
- Mer inngående kartlegging av flora, funga og fauna i de ulike naturtypene med fokus på også å framskaffe lange tidsserier
- Studier av enkeltarter i forhold til habitatkrav
- Responser i organismesamfunn som følge av tilstandsendringer
- Effekt av skjøtselstiltak
- Hvordan man kan redusere påvirkningen av andre faktorer, som forurensning, overutnyttelse, habitattap, fragmentering og fremmede arter
- Effekter av klimaendringer både i forhold til endring i nedbør, temperatur og havnivå
- Styrke nettverk av vernete områder
- Styrke overvåkingsaktiviteter

## 8 Referanser

- BirdLife International 2010. Sea level rise poses a major threat to coastal ecosystems and the biota they support. - <http://www.biodiversityinfo.org/casestudy.php?r=pressure&id=274>
- Bredesen, B. 2005. Jærstrendene landskapsvernområde ødelegges av introduserte problemarter! Blyttia 63, 116-118.
- Brooks, N, Nicholls, R and Hall, J M (2006) 'Sea Level Rise: Coastal Impacts and Responses'. Expertise for WBGU Special Report 'The Future Oceans – Warming Up, Rising High, Turning Sour'. WBGU website, [http://www.wbgu.de/wbgu\\_sn2005\\_ex03.pdf](http://www.wbgu.de/wbgu_sn2005_ex03.pdf).
- Bruun, P., 1954. Coast erosion and the development of beach profiles. - Technical Memorandum, vol. 44. Beach Erosion Board, Corps of Engineers, 82 pp.
- Bruun, P., 1962. Sea-level rise as a cause of shore erosion. - Proceedings of the American Society of Civil Engineers. Journal of the Waterways and Harbors Division 88, 117–130.
- Bruun, P., 1983. Review of conditions for use of the Bruun Rule of erosion. - Coastal Engineering 7, 77– 89.
- Byre, A. 2001. *Crambe maritima* L. – from rare to invasive in the Oslo Fjord Region. - Hovedfagsoppgave, Biologisk institutt, Universitetet i Oslo.
- Chapin, F. S., G. R. Shaver, A. E. Giblin, K. J. Nadelhoffer & J. A. Laundre. 1995. Responses of arctic tundra to experimental and observed changes in climate. Ecology 76: 694-711.
- Christensen-Dalsgaard, S., Bustnes, J.O., Follestad, A., Systad, G.H., Mittet Eriksen, J., Lorentsen, S.-H. & Anker-Nilssen, T. 2008. Tverrsektoriell vurdering av konsekvenser for sjøfugl. Grunnlag-srapport til en helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet. NINA Rapport 338: 161pp. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Trondheim.
- Cooper, J.A.G. & Pilkey O.H. 2004. Sea-level rise and shoreline retreat: time to abandon the Bruun Rule. - Global and Planetary Change 43 : 157–171.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2006. Kartlegging av natyrtyper. Verdsetting av biologisk mangfold. DN-håndbok 13, 2. utgave. s.
- Direktoratet for naturforvaltning 2006. Effekter av klimaendringer på økosystemer og biologisk mangfold. - DN-utredning 2–2006.
- Direktoratet for naturforvaltning 2007. Klimaendringer – tilpassinger og tiltak i naturforvaltningen. DN-rapport 2–2007.
- Direktoratet for naturforvaltning 2011. Utkast til handlingsplan for sanddynemark (versjon jan. 2011).
- Direktoratet for naturforvaltning 2011. Utkast til handlingsplan for strandmaurløve *Myrmeleon bore* (versjon jan. 2011).
- Direktoratet for naturforvaltning. 2008. Elvedeltadatabasen. <http://www.elvedelta.no>.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2010a. Handlingsplan for dvergmarikåpe, saronnellik, ekornsvingel, islandsgrønnkurle, jærflangre, jærtistel og skredmjelt i Norge. DN-rapport. 65 s.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2010b. Handlingsplan for dvergålegras (*Zostera noltei*) i Noreg. DN-rapport 2010-1. 24 s.

- Direktoratet for naturforvaltning. 2010c. Strandtorn *Eryngium maritimum* - Utkast til handlingsplan 2010-2019. DN-rapport. s.
- Dunnet, G.M., Furness, R.W., Tasker, M.L. & Becker, P.H. 1990. Seabird ecology in the North Sea. - *Neth. J. Sea Res.* 26: 387-425.
- Elven, R., Alm, T., Edvardsen, H., Fjelland, M. & Fredriksen, K. E. 1988. Botaniske verdier på havstrender i Nordland. A. Generell innledning. Beskrivelse for region Sør-Helgeland. Økoforsk Rapp. 1988-2A. 334 s.
- Elven, R., Alm, T., Edvardsen, H., Fjelland, M., Fredriksen, K. E. & Johansen, V. 1988. Botaniske verdier på havstrender i Nordland. B. Beskrivelser for regionene Nord-Helgeland og Salten. Økoforsk Rapp. 1988-2B. 418 s.
- Elven, R., Alm, T., Edvardsen, H., Fjelland, M., Fredriksen, K. E. & Johansen, V. 1988. Botaniske verdier på havstrender i Nordland. C. Beskrivelser for regionene Ofoten og Lofoten/Vesterålen. Økoforsk Rapp. 1988-2C.
- Elven, R., Alm, T., Edvardsen, H., Fjelland, M., Fredriksen, K. E. & Johansen, V. 1988. Botaniske verdier på havstrender i Nordland. D. Kriterier og sammendrag. Økoforsk Rapp. 1988-2D.
- Elven, R. & Johansen, V. 1983. Havstrand i Finnmark. Flora, vegetasjon og botaniske verneverdier. Miljøverndepartementet Rapp. T-451. 357 s.
- Evans, P. R., and P. J. Dugan. 1984. Coastal birds: Numbers in relation to food resources. In: P. R. Evans, J. D. Goss-Custard and W. G. Hale, editors. *Coastal waders and wildfowl in winter*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fjelland, M., Elven, R. & Johansen, V. 1983. Havstrand i Troms. Botaniske verneverdier. Miljøverndepartementet Rapp. T551. 291 s.
- Fjellberg, A. 2009. *Xenyllodes psammo* sp. n. and *Halisotoma arenicola* sp. n. Two new Norwegian species of psammophilic Collembola (Odontellidae, Isotomidae). – *Norwegian Journal of Entomology* 15: 131-139.
- Fjellberg, A. 2010. *Paraxenylla norvegica* sp. nov., the most northern species of the genus (Collembola, Hypogastruridae). *Zootaxa* 2384: 65–68.
- Fjellberg, A., Brandrud, T.E., Elven, R. & Ødegaard, F. 2010. Kyst og fjæresone. S. 27-37 i: Kålås, J.A., Henriksen, S., Skjelseth, S. & Viken, Å. (red.). *Miljøforhold og påvirkninger for rødlistearter*. Artsdatabanken. Trondheim.
- Flodin, L-Å. 2000. Övervakning av halländska dynhedar. I: *Miljöövervakning i Hallands län 1999*.
- Follestad, A. 2010. Islandske grågjess i Møre og Romsdal. - *Rallus* 39: 28-34.
- Follestad, A. 2010. Telling av mytende grågjess i Møre og Romsdal. - *Rallus* 39: 25-40.
- Follestad, A. & Lorentsen, S.-H. 2007. Sammenfatning av eksisterende kunnskap om effekten av hjerteskjellhøsting på fugl. - NINA Rapport 270: 23 pp.
- Follestad, A., Heggberget, T.M., Hoem, S.A., Nygård, T., Reitan, O. & Røv, N. 2005. [Arealbruk på kysten påvirker dyrelivet](#). - p. 47-57 i Heggberget, T.M. & Jonsson, B. (eds.). [Landskapsøkologi: arealbruk og landskapsanalyse](#). NINAs strategiske instituttprogrammer 2001-2005. NINA Temahefte 32.
- Framstad, E., Blindheim, T., Erikstad, L., Thingstad, P. G. & Storeid, S.-E. 2010. Naturfaglig evaluering av norske verneområder. NINA Rapport 535. 214 s.

- Framstad, E. (ed.) 2009. Natur i endring. Terrestrisk naturovervåking i 2008: Markvegetasjon, epifytter, smågnagere og fugl. - NINA Rapport 490. 167 s.
- Frantzen, B., Dransfeld, H. & Hunsdal, O. 1991. Fugleatlas for Finnmark. – Fylkesmannen i Finnmark, NOF avd. Finnmark. 226 s.
- Fremstad, E. & Elven, R. 1999. Beiting og slått i havstrandområder. - I Norderhaug, A., Austad, I., Hauge, L. & Kvamme, M., red. Skjøtselsboka for kulturlandskap og gamle norske kulturmarker. Landbruksforlaget. S. 103-113.
- Fremstad, E. & Moen, A., red. 2001. Truete vegetasjonstyper i Norge. Rapport botanisk serie: 2001-4 2001-4: 231. - NTNU Vitenskapsmuseet.
- Galbraith, H., Jones, R., Park, R., Clough, J., Herrod-Julius, S., Harrington, B. & Page, G. 2005. Global Climate Change and Sea Level Rise: Potential Losses of Intertidal Habitat for Shorebirds. - USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191.
- Gederaas, L., Salvesen, I. & Viken, Å. (red.) 2007. Norsk svarteliste 2007 – økologiske risikovurderinger av fremmede arter. Artsdatabanken, 152 s.
- Gjershaug, J.O., Rusch, G.M., Öberg, S.C.H. & Qvenild, M. 2009. [Alien species and climate change in Norway](#). An assessment of the risk of spread due to global warming. - NINA Rapport 468: 55 pp. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Trondheim.
- Goss-Custard, J. D. 1980. Competition for food and interference among waders. - *Ardea* 68: 31-52.
- Goss-Custard, J. D. 1996. The Oystercatcher. From individuals to populations. - Oxford: Oxford University Press.
- Green, R. 2010. An overview of the effects of climate change on birds. - *BOU Proceedings – Climate Change and Birds*. <http://www.bou.org.uk/bouproc-net/ccb/green.pdf>.
- Hagen, D. & Skrindo, A., red. 2010. Håndbok i økologisk restaurering. Forebygging og rehabilitering av naturskader på vegetasjon og terreng: - Forsvarsbygg, 95 s.
- Halvorsen, R., Andersen, T., Blom, H. H., Elvebakk, A., Elven, R., Erikstad, L., Gaarder, G., Moen, A., Mortensen, P. B., Norderhaug, A., Nygaard, K., Thorsnes, T., Ødegaard, F. & Norderhaug, K. J. 2008. Lokale basisøkolinier. Naturtyper i Norge Bakgrunnsdokument 4:1-179. s.
- Helliesen, T. 1890. Fortegnelse over Coleoptera fundne paa Jæderen i 1890. Stavanger Museum Aarshefter.
- Helliesen, T. 1891. Fortegnelse over Coleoptera fundne paa Jæderen i 1891. Stavanger Museum Aarshefter.
- Helliesen, T. 1893. Fortegnelse over Coleoptera fundne paa Jæderen og i Ryfylke i 1892-93. Stavanger Museum Aarshefter.
- Hofgaard, A. 2004. Effekter av klimaendringer på biologiske/økologiske systemer. DNs overvåkningsdata – potensial og kunnskapsressurs. - NINA Oppdragsmelding 848, 53 s.
- Holten, J. I., Frisvoll, A. A. & Aune, E. I. 1986. Havstrand i Møre og Romsdal. Flora, vegetasjon og verneverdier. Økoforsk Rapp. 1986-3A. 253 s.
- Huntley, B., Green, R.E., Collingham, Y.C., Willis, S.G. 2007: A climatic atlas of European breeding birds. Lynx Edicions.
- Høiland, K. 2006. Sand dune fungi on Lista (Vest-Agder, SW Norway) revisited after 33 years. *Agarica* 26, 39-54.



- IPCC 1990. Scientific assessment of climate change. Blacknell, UK: UK Meteorological Office. (IPCC = Intergovernmental Panel on Climate Change).
- IPCC 2001. Summary for policymakers: Climate change 2001. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. - Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor og H.L. Miller (red.)). Cambridge University Press
- IPCC 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
- Kristiansen, J. N. 1988. Havstrand i Trøndelag. Flora, vegetasjon og verneverdier. - Økoforsk Rapp. 1988-7A. 186 s.
- Kystdirektoratet 2008. Forvaltningsplan for Lodbjerg – Nymindegab.  
[http://kyst.synkron.com/graphics/Medie\\_KDI/08\\_publicasjoner/tekniske\\_publicasjoner/handlingsplaner/2008/2008\\_handlingsplan.pdf](http://kyst.synkron.com/graphics/Medie_KDI/08_publicasjoner/tekniske_publicasjoner/handlingsplaner/2008/2008_handlingsplan.pdf)
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S., & Skjelseth, S. 2010. Norsk rødliste for arter 2010 - The 2010 Norwegian Red List for Species. Artsdatabanken, Norway.
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S. (red.). 2010. Norsk rødliste for arter 2010. - Artsdatabanken, Norge. [Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S. (eds.). 2010. The 2010 Norwegian Red List for Species. - *Norwegian Biodiversity Information Centre*, Norway].
- Kålås, J.A., Henriksen, S., Skjelseth, S. & Viken, Å. (eds.). 2010. Miljøforhold og påvirkninger for rødlistearter. - Artsdatabanken, Trondheim.
- Lislevand, T. 2000. Viktige fugleområder i Europa er kartlagt. - Vår Fuglefauna 23: 101-105
- Lorentsen, S.-H., Sjøtun, K. & Grémillet, D. 2010. Multi-trophic consequences of kelp harvest. - Biol. Conserv. 143: 2054-2062.
- Lundberg, A. 1984. A controversy between recreation and ecosystem protection in the sand dune areas on Karmøy, South western Norway. *GeoJournal*, 8/2, 147-157.
- Lundberg, A. 1989. Havstrand i Hordaland. Flora og vegetasjon. Direktoratet for naturforvaltning Rapp. 1989-9. 286 s.
- Lundberg, A. & Rydgren, K. 1994. Havstrand på Sørlandet. Regionale trekk og botaniske verdier. NINA Forskningsrapport 059. 127 s.
- Lundberg, A. & Rydgren, K. 1994. Havstrand på Sørøstlandet. Regionale trekk og botaniske verdier. NINA Forskningsrapport 047. 222 s.
- Løvbrekke H. 2007. Registering av den rødlistede edderkopp *Arctosa perita* i Rogaland 2007. Insekt-Nytt nr.4 2007.
- MD 2010. Miljøvernforvaltningens prioriterte forskningsbehov 2010-2015. – Miljøverndepartementet, Oslo. 120 s.
- Meidell, O. 1934. Bier og Humler i Rogaland (Apidae, Hym.). Stavanger Museum Aarshefter 1932 - 33, 43, Stavanger.
- Meltofte, H., Heldbjerg, H. 2008. Klimaendringerne vil flytte rundt på Europas fugle. - Dansk Ornitologisk Forening. Fugle i felten 2008: 14.

- Millennium Ecosystem Assessment 2005. Ecosystems and human well-being: wetlands and water. Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.
- Nielsen, T. R. 1994. Fargerikt liv i jørske ørkener. - Stavanger Museums Årbok, 104: 74-82.
- Nilsen, L. S., Fløistad, I. S. & Bele, B. 2008. Bekjempelse av rynkerose (*Rosa rugosa*). Utpøving av metodikk (mekanisk og kjemisk) i Rinnleiret naturreservat og Ørin naturreservat i Levanger og Verdal, Nord-Trøndelag. Bioforsk Rapport, Vol. 3 (163). 31 s.
- Normander, B., Jensen, T.S., Henrichs, T., Sanderson, H. & Pedersen, A.B. (red.) 2009: Natur og Miljø 2009. – Del A: Danmarks miljø under globale utfordringer. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 94 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 750, [http://www.dmu.dk/Pub/FR750\\_A.pdf](http://www.dmu.dk/Pub/FR750_A.pdf)
- NOU 2010. Tilpassing til eit klima i endring. Samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane. NOU 2010: 10.
- Nybø, S., Strann, K.B., Bjerke, J.W., Tømmervik, H.A., Hagen, D. & Hofgaard, E.A. 2009. Tilpasninger til klimaendringer i Nord-Norge og på Svalbard. Vurdering av vernebehovet og terrestriske økosystemers evne til å binde karbon. - NINA Rapport 436: 43 pp + vedlegg. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Trondheim.
- Oug, E., Gjøsæter, J., Anker-Nilssen, T., Bakken, T., Sneli, J.A. & Rueness, J. 2010. Marine miljø. - p. 13-25 in Kålås, J.A., Henriksen, S., Skjelseth, S. & Viken, Å. (eds.) Miljøforhold og påvirkninger for rødlistearter. - Artsdatabanken, Trondheim.
- Pedersen, O. 2009. Strandplanter på vandring - om nye, langdistansespredte havstrandplanter, spesielt på Lista. - Blyttia 67: 74-95.
- Persson, K. 2008. Sandmarker och dyner i Halland – erfarenheter av ett mer aktivt skötselarbete. I rapport från seminariet Sandmarker 28-30 maj i Åhus. CBMs skriftserie 27.
- Prosser, C.D, Burek, C.V., Evans, D.H., Gordon, J.E., Kirkbride, V.B., Rennie, A.F. & Walmsley, C.A. 2010. Conserving geodiversity sites in a changing climate: management challenges and responses. - Geoheritage 2:123-136.
- Rakhimberdiev, E., Verkuil, Y.I., Saveliev, A.A., Väisänen, R.A., Karagicheva, J., Soloviev, M.Y., Tomkovich, P.S. & Piersma, T. 2010. A global population redistribution in a migrant shorebird detected with continent-wide qualitative breeding survey data. - Diversity and Distributions, 1–8, Blackwell.
- Rhind, P. & Jones, R. 2009. A framework for the management of sand dune systems in Wales. - J. Coast. Conserv. 13: 15-23.
- Du Rietz, G.E. 1950. Phytogeographic excursion to the maritime birch forest zone and the maritime forest limit in the outermost archipelago of Stockholm. - 7th International Botanical Congress, Stockholm.
- Ramberg, I.B., Bryhni, I., Nøttvedt, A., Solli, A. & Nordgule, Ø. 2006. Landet blir til: Norges geologi. Norsk geologisk forening, Trondheim, 608 s.
- Rinde, E., Sloreid, S.E., Bakkestuen, V., Bekkby, T., Erikstad, L. & Longva, O. 2004. Modellering av utvalgte marine naturtyper og EUNIS klasser. To delprosjekter under det nasjonale programmet for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold. - NINA Oppdragsmelding 807. 33 pp.
- Sandlund, O.T. (red.), Bongard, T., Brettum, P., Finstad, A.G., Fjellheim, A., Halvorsen, G.A., Halvorsen, G., Hesthagen, T., Hindar, A., Papinska, K., Saksgård, R., Schartau, A.K., Schneider, S.,

- Skancke, L.B., Skjelbred, B. & Walseng, B. 2010. Nettverk for biologisk mangfold i ferskvann – samlerapport 2010. Atna- og Vikedalsvassdragene. - NINA Rapport 598. 146 s.
- Skarpaas, O. 1998. Population viability analysis for the Oyster Plant (*Mertensia maritima*) in the Oslofjord Region. Hovedfagsoppgave, Biologisk institutt, Universitetet i Oslo
- Stabbetorp, O.E. & Skarpaas, O. 2001. Levedyktighetsanalyse av sjeldne plantearter. I: NINAs strategiske instituttprogrammer 1996-2000: Bevaring av biodiversitet – fra gener til landskap. - NINA Temahefte 17, s. 73-78.
- Statens naturoppsyn 2007. Årsmelding 2007, 27 s.
- Svalheim, E. & Pedersen, O. 2007. Skjøtselsplan Haugestrand, Farsund kommune, Vest-Agder. Bioforsk Rapport Vol. 2 Nr. 113 2007. 50 s.
- Sverdrup-Thygeson, A., Bakkestuen, V., Bjureke, K., Blom, H., Brandrud, T.E., Bratli, H., Endrestøl, A., Framstad, E., Jordal, J.B., Skarpaas, O., Stabbetorp, O.E., Wollan, A.K. & Ødegaard, F. 2009. Kartlegging og overvåking av rødlistearter. Arealer for Rødlistearter - Kartlegging og Overvåking (ARKO). NINA Rapport 528.
- The Guardian 2010. Climate scientists withdraw journal claims of rising sea levels. <http://www.guardian.co.uk/environment/2010/feb/21/sea-level-geoscience-retract-siddall>
- [The New York Times](#)
- Titus, J.G. m.fl. 1991. Greenhouse Effect and Sea Level Rise: The Cost of Holding Back the Sea. - Coastal Management, Volume 19, pp. 171-204.
- Titus, J. G. 1988. Greenhouse effect, sea level rise, and coastal wetlands. Washington, DC: U. S. Environmental Protection Agency.
- Titus, J. G. 1991. Greenhouse effect, sea level rise, and wetland policy: How Americans could abandon an area the size of Massachusetts at minimum cost. Environmental Management 15(1):39-58.
- Titus, J. G., and M. S. Greene. 1989. An overview of studies estimating the nationwide cost of holding back the sea. In Potential Effects of Climate Change on the United States: Appendix B, Sea Level Rise, ed. J. B. Smith and D. A. Tirpak, 5-1-5-51. Washington, DC: U. S. Environmental Protection Agency.
- Verkuil, Y.I. 2010. The ephemeral shorebird: Population history of ruffs. - PhD dissertation. Royal University of Groningen, Groningen, The Netherlands.
- WBGU 2006. The Future Oceans – Warming up, Rising High, Turning Sour. - Special Report, Berlin. [http://www.wbgu.de/wbgu\\_sn2006\\_en.html](http://www.wbgu.de/wbgu_sn2006_en.html)
- Wetlands International, 2010. State of the World's Waterbirds, 2010. (Compiled by Simon Delany, Szabolcs Nagy and Nick Davidson). Wetlands International, Ede, The Netherlands. 24 pp.
- Wilson, J. & Strann, K.B 2005. The migration of Red Knots through Porsangerfjorden in spring 2005: a progress report on the Norwegian Knot Project. - Wader Study Group Bull 108: 66-69.
- WWF 1993. An Assessment of Human Hazards to Seabirds in the North Sea. – WWF International, Report February 1993. 87 s.
- Zöckler, C. 2002. Declining ruff *Philomachus pugnax* populations: a response to global warming? - Wader Study Group Bulletin, 97, 19–29.

Zöckler, C. & Lysenko, I. 2003. Waterbirds on the edge: impact assessment of climate change on Arctic-breeding water birds. - Berichte zur Polar- und Meeresforschung, 443, 119–120.

Ødegaard, F., Sverdrup-Thygeson, A., Hansen, L.O., Hanssen, O. & Öberg, S. 2009. Kartlegging av invertebrater i fem hotspot-habitattyper. Nye norske arter og rødlistearter 2004-2008 - NINA Rapport 500. 102 s.

Ødegaard, F., Brandrud, T.E., Erikstad, L., Evju, M., Fjellberg, A., Gjershaug, J.O. & Often, A. I manus. Faglig grunnlag for handlingsplan for sanddynemark. - NINA Rapport.

Ødegaard, F., Brandrud, T.E., Hansen, L.O., Hanssen, O., Öberg, S. & Sverdrup-Thygeson, A. (i manus). Sandområder - et hotspot-habitat. Sluttrapport under ARKO-prosjektets periode II. – NINA Rapport 712. 75 s.

<http://www.pik-potsdam.de/news/press-releases/sea-level-rise-could-reach-1.9-metres-this-century>

## 9 Vedlegg

### Vedlegg 1 - Antall rødlistearter for havstrand

Artsgruppe	Kategori						Totalt
	CR	EN	VU	DD	NT	RE	
Alger	0	2	0	0	1	0	3
Sopp	4	7	8	4	8	0	31
Lav	18	29	33	0	16	0	96
Moser	0	1	1	2	1	0	5
Karplanter (Norge)	12	30	29	4	37	0	112
Svamp, koralldyr	0	0	0	0	0	0	0
Leddormer	0	0	0	0	0	0	0
Krepsdyr	0	0	1	5	4	0	10
Mangeføttinger	0	0	0	0	2	0	2
Døgnfluer, øyestikkere, steinfluer, vårfluer	0	0	0	0	0	0	0
Rettvinger, kakerlakker, saksedyr	0	0	0	0	0	0	0
Nebbmunn	1	6	21	7	17	4	56
Nebbflyer, kamelhalsflyer, mudderflyer, nettvinger	0	1	0	1	0	0	2
Biller	4	25	50	2	33	18	132
Sommerfugler	17	43	29	0	12	3	104
Tovinger	0	9	5	4	5	0	23
Veps	2	8	20	0	13	6	49
Spretthaler	0	5	17	4	4	0	30
Edderkoppdyr	1	1	7	1	3	0	13
Mosdyr	0	0	0	0	0	0	0
Bløtdyr	1	2	2	2	1	0	8
Armfotinger, pigghuder, kappedyr	0	0	0	0	0	0	0
Fisk	0	1	0	0	0	0	1
Amfibier og reptiler	0	0	0	0	0	0	0
Fugl (Norge)	2	3	7	0	7	0	19
Pattedyr (Norge)	0	0	1	0	0	0	1
<b>Totalt</b>	<b>62</b>	<b>173</b>	<b>231</b>	<b>36</b>	<b>164</b>	<b>31</b>	<b>697</b>

**Kategorier** Categories: CR – Kritisk truet *Critically endangered*, EN - Sterkt truet *Endangered*, VU - Sårbar *Vulnerable*, DD: Datamangel *Data deficient*, NT: Nær truet *Near threatened*, RE: regionalt utdødd *Regionally extinct*

### Vedlegg 2 - Rødlistede vadefugler

Navn	Kategori	Habitat
Svarthalespove	EN	V Ky K
Brushane	VU	V
Strandsnipe	NT	L V A
Dverglo	NT <sup>o</sup>	L Ko
Dobbeltbekkasin	NT	V A
Fjellmyrløper	NT <sup>o</sup>	V
Storspove	NT	Ky Å K
Vipe	NT	V Å K

<sup>o</sup> - Angir nedgradering av kategori *downgrading of category*

**Hovedhabitat** *Main habitat*. M - Marint *Marine*, F - Fjæresone *Intertidal zone*, Ky - Kyst *Coast*, L - Ferskvann *Fresh water*, V - Våtmark *Wetland*, A - Arktisk alpin *Arctic and alpine areas*, K - Kulturmark *Semi-natural grassland*, Å – Åker *Arable land*, Ko - Konstruert mark *Constructed land*

### Vedlegg 3 - Rødlistete karplanter

<i>Latinsk navn</i>	<i>Norsk navn</i>	<i>Rødlistestatus</i>	<i>Hovedhabitat</i>
Anacamptis morio	narrmarihand	NT	Ky B
Anagallis minima	pusleblom	EN	F
Androsace septentrionalis	smånøkkel	NT	Ky B K Ko
Aristavena setacea	bustsmyle	VU	V Ky K
Artemisia maritima	strandmalurt	NT°	F Ky
Asperugo procumbens	gåsefot	VU	F B Å Ko
Asplenium marinum	havburkne	NT	F B
Atriplex lapponica	kolamelde	NT	F
Berula erecta	vasskjeks	VU°	F K
Beta vulgaris	bete	VU°	F
Bidens cernua	nikkebrønse	VU	F V FI
Blysmus compressus	flatsivaks	CR	F V
Botrychium matricariifolium	huldrenøkkel	CR	Ky S K
Botrychium simplex	dvergmarinøkkel	EN	Ky B K
Callitriche brutia	stilkvasshår	VU	F
Carex arctogena	reinstarr	NT	F FI A
Carex extensa	vipestarr	VU	F
Carex hartmanii	hartmansstarr	VU	F B S
Carex punctata	prikkstarr	NT	F
Catabrosa aquatica	kildegras	NT	F V FI K
Centaurium littorale	tusengylden	EN	F
Centaurium pulchellum	dverggylden	VU	F
Ceratocarpus claviculata	klengelerkespore	EN	Ky B Ko
Corynephorus canescens	sandskjegg	VU	Ky Ko
Crassula aquatica	firling	VU	F L FI
Crithmum maritimum	sanktpeterskjerm	EN°	F Ky
Dactylorhiza purpurella	purpurmarihand	EN	F V Ky
Dactylorhiza sambucina	søstermarihand	VU	Ky B S Å K
Eleocharis parvula	dvergsivaks	NT	M F
Epipactis palustris	myrflangre	EN	V Ky
Eryngium maritimum	strandtorn	EN	Ky
Euphrasia scottica	skotsk øyentrøst	DD	F V
Euphrasia saamica		DD	Ky S K
Euphrasia tetraquetra		DD	F
Fraxinus excelsior	ask	NT	F V FI S
Galium normanii	vegamaure	VU	Ky B K
Gentianella uliginosa	smalsøte	EN	F
Glaucium flavum	gul hornvalmue	EN	F Ky
Herminium monorchis	honningblom	CR	F V
Hierochloë hirta	elvemarigras	NT	F FI
Hippuris lanceolata	brakkhesterumpe	NT	F

<i>Hippuris tetraphylla</i>	korshesterumpe	NT	F
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	skjoldblad	NT	F V Ky FI
<i>Hyoscyamus niger</i>	bulmeurt	EN	F Ky B Å Ko
<i>Juncus acutiflorus</i>	spiss-siv	CR	F
<i>Juncus anceps</i>	svartsiv	VU	F Ky
<i>Juncus minutulus</i>	grannsiv	DD	Ky FI
<i>Lathyrus palustris</i>	myrflatbelg	VU	F V FI K Ko
<i>Leontodon hispidus</i>	lodneføllblom	EN	Ky K
<i>Ligustrum vulgare</i>	liguster	NT	Ky B S
<i>Limonium vulgare</i>	marrisp	VU°	F
<i>Oenothera ammophila</i>	sandnattlys	VU°	Ky
<i>Ononis arvensis</i>	bukkebeinurt	NT	F Ky Å K
<i>Ononis spinosa</i>	vedbeinurt	VU	Ky B
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	ormetunge	VU	F K
<i>Ophrys insectifera</i>	flueblom	NT	V Ky B S K
<i>Polemonium boreale</i>	polarflokk	CR	Ky Ko
<i>Primula nutans</i>		NT	F V
<i>Primula scandinavica</i>	fjellnøkleblom	NT	Ky FI B A K
<i>Pseudorchis albida</i>	hvitkurle	NT	Ky S A K
<i>Puccinellia finmarchica</i>	finnmarkssaltgras	VU	F Ky
<i>Pulsatilla pratensis</i>	kubjelle	NT	Ky B
<i>Radiola linoides</i>	dverglin	EN	F Ky FI Å K Ko
<i>Ranunculus bulbosus</i>	knollsoleie	VU	Ky B K Ko
<i>Rorippa islandica</i>	islandskarse	EN	F FI
<i>Rosa pimpinellifolia</i>	trollnype	EN	Ky B K
<i>Rubus cyclomorphus</i>	vrangbjørnebær	NT	Ky S
<i>Rubus firmus</i>	sørlandsbjørnebær	CR	Ky
<i>Rubus langei</i>	krattbjørnebær	VU	Ky S
<i>Rumex bryhnii</i>	berghøymol	VU	F Ky
<i>Rumex maritimus</i>	frynsehøymol	EN	F FI
<i>Salsola kali</i>	sodaurt	EN	F Ky
<i>Selinum carvifolia</i>	krusfrø	NT	F K
<i>Stellaria palustris</i>	myrstjerneblom	EN	F V FI K
<i>Stellaria ponojensis</i>	kolastjerneblom	CR	Ky
<i>Tephrosia integrifolia</i>	finnmarkssvineblom	CR	Ky B A K
<i>Thalictrum minus</i>	kystfrøstjerne	VU	Ky B S
<i>Trifolium campestre</i>	krabbekløver	NT	Ky B K
<i>Trifolium fragiferum</i>	jordbærkløver	EN	F
<i>Urtica urens</i>	smånesle	VU	F Å Ko
<i>Valerianella locusta</i>	vårsalat	VU	F Ky Å Ko
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	vassveronika	NT	F L V FI
<i>Zannichellia palustris</i>	vasskrans	EN	M F L

## Vedlegg 4 - Rødlisterarter knyttet til sanddynemark

Liste over rødlisterarter knyttet til sanddynemark i ulike taksonomiske grupper basert på data fra Norsk Rødliste for arter 2010 (Kålås et al. 2010). Lista er hentet fra Ødegaard et al. (i manus).

Gruppe	Vitenskaplig navn	Kategori 2010	Sopp	<i>Inocybe impexa</i>	EN
Karplanter	<i>Arenaria serpyllifolia</i> ssp. <i>lloydii</i>	NT	Sopp	<i>Inocybe vulpinella</i>	DD
Karplanter	<i>Artemisia maritima</i>	NT	Sopp	<i>Laccaria maritima</i>	EN
Karplanter	<i>Atriplex lapponica</i>	NT	Sopp	<i>Morchella esculenta</i>	DD
Karplanter	<i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>maritima</i>	VU	Sopp	<i>Phallus hadriani</i>	CR
Karplanter	<i>Calammophila baltica</i>	EN	Sopp	<i>Psathyrella ammophila</i>	VU
Karplanter	<i>Cerastium glutinosum</i>	VU	Mangeføttinger	<i>Tulostoma brumale</i>	EN
Karplanter	<i>Coeloglossum viride</i> ssp. <i>islandicum</i>	CR	Spretthaler	<i>Amphipauropus rhenanus</i>	NT
Karplanter	<i>Corynephorus canescens</i>	VU	Spretthaler	<i>Axenyllodes echinatus</i>	VU
Karplanter	<i>Crithmum maritimum</i>	EN <sup>o</sup>	Spretthaler	<i>Cryptopygus albardai</i>	VU
Karplanter	<i>Dactylorhiza incarnata</i>	NT	Spretthaler	<i>Cryptopygus exilis</i>	VU
Karplanter	<i>Dactylorhiza purpurella</i>	EN	Spretthaler	<i>Cryptopygus scapellifer</i>	VU
Karplanter	<i>Deschampsia setacea</i>	EN	Spretthaler	<i>Friesea baltica</i>	NT
Karplanter	<i>Dianthus superbus</i>	NT	Spretthaler	<i>Friesea baltica</i>	NT
Karplanter	<i>Eryngium maritimum</i>	EN	Spretthaler	<i>Hypogastrura litoralis</i>	DD
Karplanter	<i>Gentiana pneumonanthe</i>	EN	Spretthaler	<i>Jesenikia filiformis</i>	NT
Karplanter	<i>Gentianella amarella</i> ssp. <i>septentrionalis</i>	EN	Spretthaler	<i>Jesenikia filiformis</i>	NT
Karplanter	<i>Glaucium flavum</i>	EN	Spretthaler	<i>Mackenziella psocoides</i>	DD
Karplanter	<i>Isolepis setacea</i>	EN	Spretthaler	<i>Mesaphorura petterdassi</i>	NT
Karplanter	<i>Juncus anceps</i>	VU	Spretthaler	<i>Mesaphorura pongoi</i>	NT
Karplanter	<i>Oenothera ammophila</i>	VU <sup>o</sup>	Spretthaler	<i>Mesaphorura pongoi</i>	NT
Karplanter	<i>Ophrys insectifera</i>	NT	Spretthaler	<i>Onychiurus volinensis</i>	VU
Karplanter	<i>Oxytropis campestris</i> ssp. <i>sordida</i>	NT	Spretthaler	<i>Pongeella falca</i>	VU
Karplanter	<i>Polemonium boreale</i>	CR	Spretthaler	<i>Pammophorura gedanica</i>	VU
Karplanter	<i>Polygonum oxyspermum</i>	CR	Spretthaler	<i>Pseudostachia populosa</i>	VU
Karplanter	<i>Puccinellia finmarchica</i>	VU	Nebbmunnet	<i>Scaphaphorura arenaria</i>	VU
			Nebbmunnet	<i>Xenylla acauda</i>	EN
			Nebbmunnet	<i>Xenyllodes psammo</i>	VU
			Nebbmunnet	<i>Agramma laetum</i>	VU
			Nebbmunnet	<i>Anoscopus histrionicus</i>	RE
			Nebbmunnet	<i>Aphalara maculipennis</i>	DD
Karplanter	<i>Pulsatilla pratensis</i>	NT	Nebbmunnet	<i>Aphanus rolandri</i>	RE
Karplanter	<i>Pyrola rotundifolia</i> ssp. <i>maritima</i>	EN	Nebbmunnet	<i>Cacopsylla parvipennis</i>	DD
Karplanter	<i>Radiola linoides</i>	EN	Nebbmunnet	<i>Campylosteira verna</i>	NT
Karplanter	<i>Rhinanthus minor</i> ssp. <i>monticola</i>	VU	Nebbmunnet	<i>Chiloxanthus pilosus</i>	EN
Karplanter	<i>Salsola kali</i>	EN	Nebbmunnet	<i>Chloriona unicolor</i>	VU
Karplanter	<i>Thalictrum minus</i>	VU	Nebbmunnet	<i>Craspedolepta malachitica</i>	NT
Karplanter	<i>Trifolium campestre</i>	NT	Nebbmunnet	<i>Graptopeltus lynceus</i>	RE
Lav	<i>Cladonia glauca</i>	VU	Nebbmunnet	<i>Gravesteiniella boldi</i>	EN
Lav	<i>Cladonia humilis</i>	VU	Nebbmunnet	<i>Himacerus major</i>	EN
Lav	<i>Cladonia subrangiformis</i>	VU	Nebbmunnet	<i>Kalama tricornis</i>	NT
Sopp	<i>Agaricus cupreobrunneus</i>	VU	Nebbmunnet	<i>Kelisia sabulicola</i>	VU
Sopp	<i>Agaricus devoniensis</i>	VU	Nebbmunnet	<i>Kosswigianella exigua</i>	NT
Sopp	<i>Bovista limosa</i>	NT	Nebbmunnet	<i>Macrodera micropterum</i>	NT
Sopp	<i>Geastrum schmidelii</i>	CR	Nebbmunnet	<i>Macropsis impura</i>	NT
Sopp	<i>Geoglossum cookeanum</i>	NT	Nebbmunnet	<i>Macrotylus paykullii</i>	VU
Sopp	<i>Inocybe dunensis</i>	VU	Nebbmunnet	<i>Megalonotus antennatus</i>	NT
Sopp	<i>Inocybe serotina</i>	EN	Nebbmunnet	<i>Neophilaenus campestris</i>	EN
			Nebbmunnet	<i>Odontoscelis fuliginosa</i>	VU



Nebbmunner	<i>Peritrechus convivus</i>	EN	Biller	<i>Cymindis macularis</i>	EN
Nebbmunner	<i>Phimodera lapponica</i>	EN	Biller	<i>Cypha punctum</i>	VU
Nebbmunner	<i>Plinthisus brevipennis</i>	VU	Biller	<i>Dermestes lanarius</i>	RE
Nebbmunner	<i>Polymerus vulneratus</i>	EN	Biller	<i>Dicronychus equisetioides</i>	RE
Nebbmunner	<i>Psammotettix pallidinervis</i>	NT	Biller	<i>Dyschirius impunctipennis</i>	RE
Nebbmunner	<i>Psammotettix sabulicola</i>	NT	Biller	<i>Dyschirius obscurus</i>	NT
Nebbmunner	<i>Rhyparochromus phoeniceus</i>	RE	Biller	<i>Geotrupes spiniger</i>	VU
Nebbmunner	<i>Sciocoris cursitans</i>	VU	Biller	<i>Hetaerius ferrugineus</i>	EN
Nebbmunner	<i>Sehirus luctuosus</i>	NT	Biller	<i>Hister bissexstriatus</i>	RE
Nebbmunner	<i>Strongylocoris luridus</i>	VU	Biller	<i>Hister funestus</i>	RE
Nebbmunner	<i>Trapezonotus anorus</i>	NT	Biller	<i>Hyperaspis pseudopustulata</i>	VU
Nebbmunner	<i>Trigonotylus psammaecolor</i>	VU	Biller	<i>Hypocaccus metallicus</i>	VU
Nebbmunner	<i>Tytthus pygmaeus</i>	DD	Biller	<i>Hypocaccus rugiceps</i>	VU
Nebbmunner	<i>Unkanodes excisa</i>	NT	Biller	<i>Lebia cyanocephala</i>	RE
Nettvinger	<i>Myrmeleon bore</i>	EN	Biller	<i>Leiodes ciliaris</i>	VU
Nettvinger	<i>Wesmaelius balticus</i>	DD	Biller	<i>Leiodes longipes</i>	VU
Rettvinger	<i>Decticus verrucivorus</i>	NT	Biller	<i>Leiodes rugosa</i>	DD
Rettvinger	<i>Platycleis albopunctata</i>	EN	Biller	<i>Lema cyanella</i>	EN
Biller	<i>Acrotona exigua</i>	NT	Biller	<i>Licinus depressus</i>	NT
Biller	<i>Aegialia rufa</i>	RE	Biller	<i>Longitarsus brunneus</i>	VU
Biller	<i>Agriotes sputator</i>	EN	Biller	<i>Longitarsus jacobaeae</i>	NT
Biller	<i>Amara infima</i>	VU	Biller	<i>Longitarsus ochroleucus</i>	EN
Biller	<i>Amara spreta</i>	NT	Biller	<i>Lycoperdina succincta</i>	VU
Biller	<i>Amarochara umbrosa</i>	VU	Biller	<i>Margarinotus carbonarius</i>	RE
Biller	<i>Anthicus sellatus</i>	VU	Biller	<i>Margarinotus neglectus</i>	RE
Biller	<i>Anthrabus scapularis</i>	VU	Biller	<i>Margarinotus obscurus</i>	RE
Biller	<i>Apalus bimaculatus</i>	NT	Biller	<i>Melanapion minimum</i>	VU
Biller	<i>Aphodius plagiatius</i>	VU	Biller	<i>Melanimon tibialis</i>	EN <sup>o</sup>
Biller	<i>Aphodius subterraneus</i>	RE	Biller	<i>Metopsia clypeata</i>	NT
Biller	<i>Astenus procerus</i>	NT	Biller	<i>Nicrophorus interruptus</i>	CR
Biller	<i>Atholus corvinus</i>	RE	Biller	<i>Notiophilus aestuans</i>	NT
Biller	<i>Axinotarsus pulicarius</i>	RE	Biller	<i>Ocalea badia</i>	NT
Biller	<i>Bisnius nitidulus</i>	EN	Biller	<i>Olibrus corticalis</i>	NT
Biller	<i>Bledius tibialis</i>	NT	Biller	<i>Opatrum sabulosum</i>	VU
Biller	<i>Bledius tricornis</i>	VU	Biller	<i>Oxypoda testacea</i>	VU
Biller	<i>Bothrynoderes affinis</i>	NT	Biller	<i>Oxypoda togata</i>	NT
Biller	<i>Carabus arcensis</i>	NT	Biller	<i>Phylan gibbus</i>	EN
Biller	<i>Carabus nitens</i>	NT	Biller	<i>Platynaspis luteorubra</i>	NT
Biller	<i>Cassida hemisphaerica</i>	EN	Biller	<i>Psylliodes marcida</i>	NT
Biller	<i>Cassida nebulosa</i>	EN	Biller	<i>Quedius levicollis</i>	VU
Biller	<i>Ceutorhynchus pulvinatus</i>	NT	Biller	<i>Saprinus planiusculus</i>	EN
Biller	<i>Ceutorhynchus unguicularis</i>	VU	Biller	<i>Sibinia primita</i>	VU
Biller	<i>Chrysolina latecincta</i>	EN	Biller	<i>Silpha carinata</i>	CR
Biller	<i>Cleonis pigra</i>	VU	Biller	<i>Silpha obscura</i>	CR
Biller	<i>Combocerus glaber</i>	EN	Biller	<i>Sitona griseus</i>	EN
Biller	<i>Coniocleonus hollbergi</i>	VU	Biller	<i>Sitona humeralis</i>	VU
Biller	<i>Coniocleonus nebulosus</i>	RE	Biller	<i>Sitona puncticollis</i>	NT
Biller	<i>Cordicollis gracilis</i>	VU	Biller	<i>Trox sabulosus</i>	RE
Biller	<i>Cordicollis instabilis</i>	VU	Biller	<i>Xyletinus laticollis</i>	RE
Biller	<i>Cryptophagus lycoperdi</i>	NT	Sommerflugler	<i>Adaina microdactyla</i>	EN

Sommerfugler	<i>Agriphila latistria</i>	VU	Sommerfugler	<i>Periclepsis cinctana</i>	VU
Sommerfugler	<i>Agrotis ripae</i>	CR	Sommerfugler	<i>Perizoma bifaciata</i>	VU
Sommerfugler	<i>Anacamptis temerella</i>	EN	Sommerfugler	<i>Phiaris rosaceana</i>	RE
Sommerfugler	<i>Ancylosis cinnamomella</i>	VU	Sommerfugler	<i>Phibalapteryx virgata</i>	VU
Sommerfugler	<i>Apamea anceps</i>	VU	Sommerfugler	<i>Pima boisduvaliella</i>	EN
Sommerfugler	<i>Apamea lithoxylaea</i>	NT	Sommerfugler	<i>Platytes cerussella</i>	NT
Sommerfugler	<i>Apamea oblonga</i>	VU	Sommerfugler	<i>Pyrausta sanguinalis</i>	CR
Sommerfugler	<i>Aphomia zelleri</i>	EN	Sommerfugler	<i>Scrobipalpula psilella</i>	EN
Sommerfugler	<i>Aporophyla lueneburgensis</i>	NT	Sommerfugler	<i>Scythris empetrella</i>	CR
Sommerfugler	<i>Argynnis niobe</i>	EN	Sommerfugler	<i>Scythris picaepennis</i>	VU
Sommerfugler	<i>Athrips tetrapunctella</i>	EN	Sommerfugler	<i>Sideridis turbida</i>	VU
Sommerfugler	<i>Bembecia ichneumoniformis</i>	VU	Sommerfugler	<i>Sophronia sicariellus</i>	VU
Sommerfugler	<i>Bryotropha desertella</i>	NT	Sommerfugler	<i>Stigmella benanderella</i>	CR
Sommerfugler	<i>Bryotropha umbrosella</i>	EN	Sommerfugler	<i>Thalera fimbrialis</i>	VU
Sommerfugler	<i>Caryocolum blandelloides</i>	NT	Sommerfugler	<i>Thetidia smaragdaria</i>	CR
Sommerfugler	<i>Caryocolum marmorea</i>	EN	Tovinger	<i>Bombylius medius</i>	EN
Sommerfugler	<i>Catoptria fulgidella</i>	VU	Tovinger	<i>Chersodromia speculifera</i>	NT
Sommerfugler	<i>Catoptria lythargyrella</i>	EN	Tovinger	<i>Dioctria atricapilla</i>	NT
Sommerfugler	<i>Cochylidia implicitana</i>	VU	Tovinger	<i>Eumerus sabulorum</i>	NT
Sommerfugler	<i>Coleophora adelogrammella</i>	EN	Tovinger	<i>Eutolmus rufibarbis</i>	EN
Sommerfugler	<i>Coleophora adpersella</i>	VU	Tovinger	<i>Microphor crassipes</i>	DD
Sommerfugler	<i>Coleophora albicans</i>	CR	Tovinger	<i>Pamponerus germanicus</i>	EN
Sommerfugler	<i>Coleophora arctostaphyli</i>	VU	Tovinger	<i>Pelecocera tricincta</i>	EN
Sommerfugler	<i>Coleophora granulata</i>	EN	Tovinger	<i>Phthiria pulicaria</i>	NT
Sommerfugler	<i>Coleophora vulnerariae</i>	EN	Tovinger	<i>Platypalpus hackmani</i>	DD
Sommerfugler	<i>Crombrugghia distans</i>	NT	Tovinger	<i>Sciapus basilicus</i>	EN
Sommerfugler	<i>Cucullia asteris</i>	RE	Tovinger	<i>Stilpon lunatus</i>	DD
Sommerfugler	<i>Dyscia fagaria</i>	EN	Tovinger	<i>Tachydromia woodi</i>	VU
Sommerfugler	<i>Elachista argentella</i>	EN	Tovinger	<i>Villa cingulata</i>	NT
Sommerfugler	<i>Elachista consortella</i>	EN	Tovinger	<i>Villa fasciata</i>	VU
Sommerfugler	<i>Ephestia mistralella</i>	CR	Tovinger	<i>Villa longicornis</i>	DD
Sommerfugler	<i>Epirrhoe galiata</i>	EN	Veps	<i>Ancistrocerus ichneumonideus</i>	NT
Sommerfugler	<i>Eudonia pallida</i>	NT	Veps	<i>Andrena argentata</i>	NT
Sommerfugler	<i>Eupithecia innotata</i>	VU	Veps	<i>Arachnospila minutula</i>	NT
Sommerfugler	<i>Eupithecia ochridata</i>	CR	Veps	<i>Arachnospila wesmaeli</i>	VU
Sommerfugler	<i>Eupithecia subumbrata</i>	NT	Veps	<i>Cleptes semicyaneus</i>	VU
Sommerfugler	<i>Euthrix potatoria</i>	EN	Veps	<i>Crossocerus palmipes</i>	VU
Sommerfugler	<i>Euzophera cinerosella</i>	EN	Veps	<i>Dasypoda hirtipes</i>	EN
Sommerfugler	<i>Gnorimoschema herbichii</i>	CR	Veps	<i>Dryudella stigma</i>	VU
Sommerfugler	<i>Hellinsia distinctus</i>	EN	Veps	<i>Evagetes pectinipes</i>	VU
Sommerfugler	<i>Homoeosoma nimbella</i>	EN	Veps	<i>Gonatopus formicarius</i>	VU
Sommerfugler	<i>Idaea humiliata</i>	EN	Veps	<i>Halictus confusus</i>	NT
Sommerfugler	<i>Melitaea cinxia</i>	CR	Veps	<i>Homonotus sanguinolentus</i>	VU
Sommerfugler	<i>Mesogona oxalina</i>	EN	Veps	<i>Lasioglossum aeratum</i>	NT
Sommerfugler	<i>Metzneria neuropterella</i>	VU	Veps	<i>Lasioglossum nitidiusculum</i>	VU
Sommerfugler	<i>Monochroa elongella</i>	EN	Veps	<i>Lasioglossum punctatissimum</i>	NT
Sommerfugler	<i>Oidaematophorus lithodactyla</i>	EN	Veps	<i>Lasioglossum sexmaculatum</i>	RE
Sommerfugler	<i>Pediasia contaminella</i>	EN	Veps	<i>Lasioglossum xanthopus</i>	RE
Sommerfugler	<i>Pediasia fascelinella</i>	VU	Veps	<i>Lasius meridionalis</i>	NT
Sommerfugler	<i>Pelochrista infidana</i>	EN	Veps	<i>Megachile lagopoda</i>	CR

Veps	<i>Megachile pyrenaea</i>	RE	Veps	<i>Tachysphex nitidus</i>	VU
Veps	<i>Mellinus crabroneus</i>	EN	Edderkoppdyr	<i>Alopecosa barbipes</i>	EN
Veps	<i>Methocha articulata</i>	RE	Edderkoppdyr	<i>Argenna subnigra</i>	VU
Veps	<i>Mimumesa atratina</i>	EN	Edderkoppdyr	<i>Clubiona diversa</i>	VU
Veps	<i>Miscophus concolor</i>	NT	Edderkoppdyr	<i>Phlegra fasciata</i>	NT
Veps	<i>Nomada alboguttata</i>	VU	Edderkoppdyr	<i>Silometopus ambiguus</i>	NT
Veps	<i>Osmia aurulenta</i>	EN	Edderkoppdyr	<i>Sitticus distinguendus</i>	VU
Veps	<i>Osmia maritima</i>	EN	Edderkoppdyr	<i>Sitticus inexpectus</i>	DD
Veps	<i>Oxybelus argentatus</i>	VU	Edderkoppdyr	<i>Sitticus saltator</i>	NT
Veps	<i>Platygaster litoralis</i>	VU	Edderkoppdyr	<i>Talavera aequipes</i>	VU
Veps	<i>Pompilus cinereus</i>	NT	Edderkoppdyr	<i>Thanatus arenarius</i>	VU
Veps	<i>Psen ater</i>	RE	Edderkoppdyr	<i>Zelotes electus</i>	VU
Veps	<i>Scolia hirta</i>	EN	Bløtdyr	<i>Quickella arenaria</i>	VU
Veps	<i>Sphecodes puncticeps</i>	EN	Bløtdyr	<i>Vertigo angustior</i>	NT
Veps	<i>Tachysphex helveticus</i>	VU			

## Vedlegg 5 - Ramsarområder i Norge

Fylke	Navn	Areal	Vernetyp
Østfold	Kurefjorden naturreservat	4	Naturreservat
Østfold	Øra naturreservat	15,6	Naturreservat
Akershus	Nordre Øyeren naturreservat	62	Naturreservat
Hedmark	Kvisleflået og Hovdliå naturreservat	56,8	Naturreservat
Hedmark	Tufsingdeltaet naturreservat	9,2	Naturreservat
Hedmark	Åkersvika naturreservat	4,3	Naturreservat
Oppland	Dokkadeltaet naturreservat	3,7	Naturreservat
Oppland	Fokstumyra naturreservat	7,8	Naturreservat
Oppland	Hynna naturreservat	15,4	Naturreservat
Buskerud	N. Tyrifj. våtmarkssystem: Averøya	1,1	Naturreservat
Buskerud	N. Tyrifj. våtmarkssystem: Juveren	0,4	Naturreservat
Buskerud	N. Tyrifj. våtmarkssystem: Karlsrudtangen	0,9	Naturreservat
Buskerud	N. Tyrifj. våtmarkssystem: Lamyra	0,3	Naturreservat
Buskerud	N. Tyrifj. våtmarkssystem: Synneren	0,5	Naturreservat
Vestfold	Ilene og Presterødkilen våtmarkssystem (2 delområder)	1,8	Naturreservat
Telemark	Møsvasstangen landskapsvernområde	14,3	Landskapsvernområde
Vest-Agder	Lista våtmarkssystem (10 delområder)	7,2	Naturreservat
Rogaland	Jæren våtmarkssystem (22 delområder)	22	Naturres. og fuglefredningsområde
Møre og Romsdal	Giske våtmarkssystem (6 delområder)	5,5	Naturres. og fuglefredningsområde
Møre og Romsdal	Harøya våtmarkssystem: Lomstjønn	0,1	Naturreservat
Møre og Romsdal	Harøya våtmarkssystem: Lyngholman	0,65	Naturreservat
Møre og Romsdal	Harøya våtmarkssystem: Malesanden og Huse	0,7	Fuglefredningsområde
Møre og Romsdal	Harøya våtmarkssystem: Selvikvågen	0,4	Naturreservat
Møre og Romsdal	Mellandsvågen naturreservat	1	Naturreservat
Møre og Romsdal	Sandblåst/Gaustadvågen naturreservat	2,5	Naturreservat
Sør-Trøndelag	Froan naturreservat og landskapsvernområde	484	Naturreservat
Sør-Trøndelag	Havmyran naturreservat	40	Naturreservat
Sør-Trøndelag	Ørland våtmarkssystem: Grandefjæra	15,8	Naturreservat
Sør-Trøndelag	Ørland våtmarkssystem: Hovsfjæra	1,2	Dyrefredningsområde
Sør-Trøndelag	Ørland våtmarkssystem: Innstrandfjæra	1,1	Dyrefredningsområde
Sør-Trøndelag	Ørland våtmarkssystem: Kråkvågsvaet	11,9	Dyrefredningsområde
Sør-Trøndelag	Trondheimsfjorden våtmarkssystem: Gaulosen	2,6	Naturreservat
Nord-Trøndelag	Trondheimsfjorden våtmarkssystem: Eidsbotn	2	Fuglefredningsområde
Nord-Trøndelag	Trondheimsfjorden våtmarkssystem: Rinnleiret	2	Naturreservat
Nord-Trøndelag	Trondheimsfjorden våtmarkssystem: Ørin	0,5	Naturreservat
Nord-Trøndelag	Øvre Forra naturreservat	108	Naturreservat
Nord-Trøndelag	Tautra og Svaet naturreservat og fuglefredningsområde	16,5	Naturreservat
Nordland	Bliksvær naturreservat	43	Naturreservat
Nordland	Karlsøyvær naturreservat	49	Naturreservat
Nordland	Skogvoll naturreservat	55,4	Naturreservat
Troms	Balsfjord våtmarkssystem: Kobbevågen	6,2	Naturreservat
Troms	Balsfjord våtmarkssystem: Sørkjosleira	3,7	Naturreservat
Finnmark	Pasvik naturreservat	19	Naturreservat
Finnmark	Slettnes naturreservat	12,3	Naturreservat
Finnmark	Stabburnes naturreservat	15,6	Naturreservat
Finnmark	Tanamunningen naturreservat	34	Naturreservat
Svalbard	Dunøyane fuglereservat	11,9	Fuglereservat
Svalbard	Forlandsøyane fuglereservat	5,4	Fuglereservat
Svalbard	Gåsøyane fuglereservat	2,4	Fuglereservat
Svalbard	Isøyane fuglereservat	2,3	Fuglereservat
Svalbard	Kongsfjorden fuglereservat	7,3	Fuglereservat



# NINA Rapport 667

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-[xxxx-x]



## Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685, 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

[www.nina.no](http://www.nina.no)