



CIENS

Forskningscenter for miljø og samfunn

Jørn B Olsen / Rolf Sørensen / Samfoto / NTB scanpix

Kulturminner og havnivåstigning
CIENS-rapport 1-2013

Tittel:

Kulturminner og havnivåstigning

Forfattere:

Jan Even Øie Nilsen, NERSC
Kari Larsen og Vibeke Martens, NIKU
Trude Rauken, CICERO
Kjell Harvold, NIBR

CIENS-rapport: 1-2013

ISSN: 1890-4572

ISBN: 978-82-92935-12-5

Finansieringskilde:

Miljøverndepartementet

Prosjektleder:

Tove Kolset, CICERO

Kvalitetsansvarlig:

Haakon Thaulow, NIVA

Antall sider: 52

Pris:

250,-

Dato: 10.10.13

Emneord:

Kulturminner, havnivåstigning, kommunalt planarbeid, risiko- og sårbarhetsanalyser

Sammendrag:

Denne rapporten er en del av prosjektet «Helhetlig informasjonspakke for kunnskapsstatus: Klimatisk betingede endringer i havnivå og konsekvenser for forvaltningen av kulturminner». Prosjektet er utviklet i dialog mellom Miljøverndepartementet og Riksantikvaren, med Miljøverndepartementet som finansør og Riksantikvaren som ansvarlig for oppfølging. Prosjektet inngår i Miljøverndepartementets arbeid med helhetlige informasjonspakker for kunnskapsstatus i forskningen på ulike felt. Hovedmålet har vært å syntetisere forskningsbasert kunnskap om effekter og konsekvenser av havnivåendringer for forvaltningen av kulturminner i kystsonen. Rapporten gir en syntese av nasjonal og utvalgt internasjonal forskning som kan gi relevant kunnskap om effekter og konsekvenser for forvaltningen av kulturminner. Syntesen har et helhetlig og tverrfaglig perspektiv, og bygger på forskning innenfor både naturvitenskap, samfunnsvitenskap og kulturhistorie. En av hovedkonklusjonene er at Norge mangler både nasjonale og lokale oversikter som kobler kulturminnedata med endringer i vannstand, samt analyser av sårbarhet og robusthet for de kulturminnene/kategoriene som blir berørt av endringene.

Title:

Cultural Heritage and Sea Level Rise

Authors:

Jan Even Øie Nilsen, NERSC
Kari Larsen og Vibeke Martens, NIKU
Trude Rauken, CICERO
Kjell Harvold, NIBR

CIENS-report: 1-2013

ISSN:1890-4572

ISBN: 978-82-92935-12-5

Financed by:

Ministry of the Environment

Project manager:

Tove Kolset, CICERO

Quality manager:

Haakon Thaulow, NIVA

Pages:

52

Price:

NOK 250

Date:

18.10.13

Keywords:

Cultural heritage, sea level change/rise, spatial planning/local planning, risk assessments

Abstract:

This report is part of the project “Synthesizing the status of knowledge on: Climatically contingent changes in sea level and their consequences for the management of cultural heritage”. The project arose in dialogue with the Norwegian Ministry of the Environment and The Directorate for Cultural Heritage, and has been financed by the Ministry. The synthesis is part of the Ministry's effort to present unified and up-to-date status on important environmental challenges to the environmental administration. The main aim was to synthesize research on impacts and consequences on coastal cultural heritage caused by future changes in sea level. The report combines relevant international and national research, and presents a unified and cross-disciplinary perspective based on research from science, social sciences and cultural history.

One of the main findings in the report is that there is a lack of overviews both nationally and locally that relate heritage data to data on future sea level changes. Consequently, there is a lack of analyses and studies on vulnerability and resilience for the potentially affected cultural heritage sites.

Forord

Denne rapporten er en del av prosjektet «Helhetlig informasjonspakke for kunnskapsstatus: Klimatisk betingede endringer i havnivå og konsekvenser for forvaltningen av kulturminner». Prosjektet er utviklet i dialog mellom Miljøverndepartementet og Riksantikvaren, med Miljøverndepartementet som finansør og Riksantikvaren som ansvarlig for oppfølging. Prosjektet inngår i Miljøverndepartementets arbeid med helhetlige informasjonspakker for kunnskapsstatus i forskningen på ulike felt. Hovedmålet har vært å syntetisere forskningsbasert kunnskap om effekter og konsekvenser av havnivåendringer for forvaltningen av kulturminner i kystsonen. Rapporten gir en syntese av nasjonal og utvalgt internasjonal forskning som kan gi relevant kunnskap om effekter og konsekvenser for forvaltningen av kulturminner. Syntesen har et helhetlig og tverrfaglig perspektiv, og bygger på forskning innenfor både naturvitenskap, samfunnsvitenskap og kulturhistorie.

CICERO Senter for klimaforskning har vært ansvarlig for prosjektet, med kommunikasjonsdirektør Tove Kolset som prosjektleder. Forskere fra NERSC, NIKU, NIBR og CICERO har deltatt med kapitler i rapporten.

Innhold

FORORD	1
INNHold	2
INNLEDNING	4
1 ENDRINGER I HAVNIVÅ - FAKTORER OG FRAMTIDS-SCENARIER	5
NØKKELPUNKTER.....	5
OPPSUMMERING	5
1.1 FAKTORER SOM BIDRAR TIL HAVNIVÅSTIGNING.....	6
1.2 OBSERVERT HAVNIVÅSTIGNING.....	7
1.3 OM FRAMTIDS-SCENARIER.....	7
1.4 STORMFLO	9
1.5 TIDEVANN OG EKSTREMVERDIER.....	9
1.6 TIDEVANN OG EKSTREMNIVÅER I FRAMTIDEN	11
1.7 SVALBARD.....	13
1.8 MULIGHETER FOR LAVERE VANNSTAND.....	14
1.9 KUNNSKAPSHULL	14
ACKNOWLEDGEMENTS.....	15
2 KATEGORIER AV KULTURMINNER SÅRBARE FOR ENDRINGER I VANNSTAND	17
NØKKELPUNKTER.....	17
2.1 KUNNSKAPSGRUNNLAGET	17
2.2 <i>Kategorier av kulturminner utsatt for endringer i vannstand</i>	21
2.2.1 <i>Landskap</i>	21
2.2.2 BYGNINGER/BYGD KULTURARV.....	22
2.2.3 <i>Arkeologiske kulturminner</i>	23
2.2.4 <i>Kulturminner under vann</i>	25
2.3 KUNNSKAPSHULL	26
LITTERATUR.....	26
3 DIREKTE EFFEKTER PÅ KULTURMINNER VED ENDRINGER I VANNSTAND	28
NØKKELPUNKTER.....	28
OPPSUMMERING	28
3.1 INTRODUKSJON	28
3.2 LANDSKAP	29
3.3 BYGNINGER/BYGD KULTURARV.....	30
3.4 ARKEOLOGISKE KULTURMINNER.....	31
3.5 KULTURMINNER UNDER VANN.....	33
3.6 IDENTIFISERING AV KULTURMINNER I NORGE SOM VIL BLI PÅVIRKET AV ENDRINGER I VANNSTAND	33
<i>Tidligere arbeid</i>	33
<i>Denne rapportens estimater</i>	35
3.7 KUNNSKAPSHULL	37
<i>Referanser</i>	37
4 FORVALTNING OG VIRKEMIDLER	38
NØKKELPUNKTER.....	38
OPPSUMMERING	38
4.1 KUNNSKAPSGRUNNLAGET	38
4.2 REGULATIVE VIRKEMIDLER	38

4.3 ØKONOMISKE VIRKEMIDLER	40
4.4 INFORMATIVE VIRKEMIDLER	41
4.5 VIRKEMIDLER – KORT OPPSUMMERING	41
4.6 MANGE INTERESSER OG BETYDELIG USIKKERHET.....	43
4.7 EN STERKERE ROLLE FOR FYLKET?.....	44
4.8 KUNNSKAPSHULL	44
REFERANSER	45
5 OPPSUMMERING OG KUNNSKAPSHULL	47
5.1 SENTRALE NØKKELPUNKTER.....	47
5.2 OPPSUMMERING	48
5.3 KUNNSKAPSHULL OG ANBEFALINGER.....	49

Innledning

Siden siste istids-maksimum for ca. 22.000 år siden har havnivået steget med ca. 120 meter, med en hastighet på opptil ca. 30 mm/år. Mye av dette skyldes smeltevannet fra istidens innlandsis. De siste 7000 år har havnivået bare variert innenfor få meter. Siden 1900 har havnivået steget med opptil 20 cm, dvs. ca. 2 mm/år. Det globale havnivået stiger i dag i overkant av tre millimeter i året. Dette er dobbelt så raskt som middelstigningen over de siste hundre år. En ytterligere havnivåstigning er forventet, og det antas at stigningen fortsatt vil akselerere.

Norge har til alle tider hatt betydelig bosetting i kystnære områder. Klimaendringer som skyldes global oppvarming vil i fremtiden gi kystbefolkningen og forvaltningen andre utfordringer enn tidligere. En av utfordringene vil knytte seg til endringer i havnivå.

Endringer i havnivå vil få konsekvenser både for dagens bosetting og for spor etter historisk aktivitet i kystsonen. Høyere vannstand og økte stormflommål vil kunne føre til skader på bygd kulturarv, mens synkende vannstand kan bidra til raskere nedbrytning av skipsvrak og andre kulturminner under vann. En økning i vannstand vil også medvirke til økt kysterosjon som kan true kulturhistorisk bebyggelse, kulturlandskap og kulturminner i utsatte områder.

Omstillingsprosesser og tilpasningstiltak i andre sektorer kan berøre forvaltningen av kulturminner i minst like stor grad som direkte effekter av havnivåendringer. Nye risikovurderinger som følge av klimaendringer vil bl.a. kunne legge begrensninger på arealbruk.

Det er nødvendig både å tilpasse seg de endringene som kommer og å planlegge slik at en får færrest mulig framtidige negative konsekvenser grunnet endringer i havnivå. I hvilken grad tilpasningstiltak skal igangsettes og når de bør igangsettes er avhengig av vurdering av sårbarhet, risiko for endringer i vannstand og hvilke typer avbøtende tiltak som er mest aktuelle. For å møte klimarelaterte endringer i kulturminneforvaltningen og i andre sektorer ser vi i rapporten blant annet på følgende muligheter:

- Tverrsektorielt samarbeid og samarbeid med ulike næringer
- Arbeid med lovgivning, forskrifter og standarder
- Informasjon og rådgivning

Følgende definisjoner er lagt til grunn for arbeidet: Med kulturminner menes alle spor etter menneskelig virksomhet i vårt fysiske miljø; lokaliteter det knytter seg historiske hendelser, tro eller tradisjon til. Med kulturmiljø menes områder hvor kulturminner inngår som del av en større helhet eller sammenheng. De enkelte kulturminner inngår gjerne som del av en større helhet eller sammenheng – et kulturmiljø. Kulturmiljø vil igjen være del av et større landskap, enten det er av rural eller urban karakter. Landskap er som i den europeiske landskapskonvensjonen definert som et område hvis særpreget er et resultat av påvirkninger fra og samspill mellom naturlige og/eller menneskelige faktorer. I denne sammenhengen er det imidlertid kun landskap som er påvirket av mennesker, som er av interesse. Endringer i havnivå vil få konsekvenser for både kulturminner, kulturmiljø og landskap. I rapporten er for enkelthets skyld «kulturminner» benyttet som samlebetegnelse. Kulturminner må derfor forstås som både kulturminner, kulturmiljø og landskap dersom ikke annet er nevnt.

Datainnhenting i prosjektet har basert seg på tilgjengelig faglitteratur innenfor de ulike fagfeltene som syntesen favner, og som er egnet til å belyse prosjektets hovedmål: å sammenfatte kunnskapsstatus for «Klimatisk betingede endringer i havnivå og konsekvenser for forvaltningen av kulturminner». Syntesearbeidet har hatt som utgangspunkt å basere seg i størst mulig grad på vitenskapelig publisert materiale, men fordi det på flere av feltene som syntesen favner er foretatt få vitenskapelige studier, har vi også måttet basere arbeidet på rapporter, ulike nettpublikasjoner mv.

1 Endringer i havnivå - faktorer og framtidsscenarioer

Jan Even Øie Nilsen (Nansen senter for miljø og fjernmåling)

Nøkkelpunkter

- Vannstandsøkning i strandlinjen er differansen mellom havnivåstigning og landhevning.
- Havnivåstigningen utenfor norskekysten skyldes i hovedsak økte vanntemperaturer og smelting av jordas landis.
- Vi forventer at vannstanden kommer til å stige langs mesteparten av kysten vår.
- Vannstandsøkningen ventes å variere langs kysten.
- Kun ved de laveste anslagene for framtidig havnivåstigning, vil landhevning kunne kompensere og gi lavere vannstand i 2100, og da kun for Oslofjorden og fra Trondheimsfjorden til indre Troms.
- Risikoen for stormflo og ekstremvannstand representerer allerede i dag en trussel for kulturminner, hvor de høyeste nivåene (over to meter) kan inntreffe i Trondheimsfjorden, Vestfjorden og fjordene i Finnmark.
- Dersom de øvre sannsynlige verdier for havnivåstigning slår til, vil kommuner på kysten fra Møre og Romsdal til Varangerfjorden kunne oppleve stormflo opp mot tre meter.

Oppsummering

Havet stiger i hovedsak grunnet økende havtemperatur og smelting av is på land. Samtidig kan landmassen stige eller falle. I Skandinavia løfter landet seg grunnet isen som presset ned landmassene under siste istid. Per i dag er bidragene fra hav- og landstigningen langs mesteparten av Norges kyst omtrent like store. Men med global oppvarming forventer vi en havstigning langs sør- og vestlandskysten på mellom omtrent 20 og 80 cm mot slutten av dette hundreåret. I Troms og Finnmark forventes en noe lavere økning. I Oslofjorden, Nord-Trøndelag og Nordland er tallene ca. 30 cm lavere. Forskerne forventer ikke økning i stormfloaktivitet, men de ekstreme vannstands nivåene som opptrer i slike tilfeller representerer en trussel allerede i dag. Hele norskekysten kan oppleve mer enn én meter stormflo, og mange steder er det mulig med opp mot 2,5 meter. Med framtidig stigning av middelvannstanden kan stormflonivåene nå tilsvarende høyere, opp til tre meter i områder som Vestfjorden og Varangerfjorden. Når det gjelder beredskap mot stormflo i løpet av de neste 100 år, bør man ta høyde for slike øvre estimater for havstigning. Det har liten hensikt å basere beredskap for en ekstremhendelse på en nedre forventet havstigning.

For Svalbard må man ta utgangspunkt i nyeste litteratur for modellert framtidig havnivåstigning, i kombinasjon med undersøkelser av lokal landhevning, noe som gir et grovt estimat på 0-30 cm vannstandsøkning fram til 2100. Sammen med denne stigningen, gir ekstremverdianalysen for Ny-Ålesund en mulighet for forekomst av stormflo på opp til 245 cm over laveste astronomiske tidevann i løpet av de neste 100 år.

Lavere vannstand (på grunn av landheving) kan fortsatt finne sted de neste 100 år, i områder som Oslofjorden og Midt-Norge, men da bare hvis havnivåstigningen blir i henhold til de laveste estimatene.

1.1 Faktorer som bidrar til havnivåstigning

Nilsen m.fl. (2012) gjennomgår variasjoner i fortidens havnivå, de ulike bidragene til observert endring i havnivå de siste 50 år og oppdaterte verdier for framtidens vannstand langs norskekysten. De siste 20 årene har globalt havnivå steget med vel tre millimeter i året, eller rundt dobbelt så rask stigning som gjennomsnittet for forrige århundre. Hovedårsakene til dette er økt havtemperatur og smelting av is på land. Men «globalt havnivå» og «global havnivåstigning» kan være misvisende begreper. Rett nok stiger globalt gjennomsnitt av havnivået stadig raskere, men det finnes områder hvor havflaten har sunket de siste tiårene. Vi skal se nærmere på årsakene til dette.

Varmt vann utvider seg og fører til økt havnivå. Økt saltholdighet har motsatt effekt. En vannsøyle med mye ferskvann er med andre ord høyere enn en med saltere hav. Dermed vil ujevn oppvarming og ferskvannstilførsel til havet føre til at havoverflaten verken er «flat» eller stiger uniformt. I tillegg vil det over alt være en balanse mellom havnivå og havstrømmene: Havstrømmene påvirkes av endret havnivå og kan selv endre havnivået ved å flytte på varmt eller ferskt vann. Havstrømmene er i tillegg påvirket av jordas rotasjon. Dette medfører at det vil være høyere vann til høyre for strømmene på den nordlige halvkule, og forskjellen kommer an på strømhastigheten. I så måte er Den norske atlantehavsstrømmen («Golfstrømmen») interessant for Norge. Dette er klassisk teori for oseanografi. Men andre effekter spiller også inn. Oppvarming av dyphavet vil løfte havnivået mer enn oppvarming på grunne sokkelområder, siden det er en høyere vannsøyle som kan ekspandere. Derfor vil vann fra dyphavet strømme inn på soklene og gi et ekstrabidrag til havnivået der. For norskekysten snakker vi om et mulig ekstrabidrag på rundt 15–20 centimeter i løpet av dette hundreåret.

Alt som har masse, har en tiltrekkende kraft – også horisontalt. Gravitasjonen fra ismassene på land trekker på vannet i havet, og når de mister masse ved smelting, så svekkes denne tiltrekningen. Dette betyr at havflaten vil falle nær smeltende landis, selv om smeltingen tilfører vann til havet. Følgelig vil områder langt borte fra kilden få en havstigning som er høyere enn gjennomsnittet for verdenshavene. På grunn av denne gravitasjonseffekten vil smelting av grønlandsisen ha svært liten eller ingen virkning på havnivået ved Norge. Men når isen i Vest-Antarktis smelter, får vi noe over globalt gjennomsnitt av dette bidraget. For verdens isbreer får vi mellom 50 og 70 prosent av globalt gjennomsnitt, avhengig av hvor vi er langs kysten. Siden tidsforløp og omfang av framtidig smelting av landis er usikker, fører dette til store usikkerheter for framtidig, regionalt havnivå. I tillegg kommer endring av mengden flytende vann lagret på land. Ved hjelp av gravitasjonsmålinger fra satellitt er det funnet at stadig mer vann blir lagret som grunnvann og i elver og innsjøer i Europa og Russland. Selv om dette reduserer massen i havet, trekker den økte gravitasjonskraften havvann mot våre kyster og bidrar til havstigning her.

Vind drar vann med seg grunnet friksjon mot havoverflaten. Videre vil høytrykk trykke ned og forskyve vannmassene i havet mot steder med lavere trykk, mens lavtrykk tillater stigning. Det er ikke forventet at disse effektene vil påvirke framtidig havnivå i nevneverdig grad. Pålandsvind – eller vind med land til høyre på den nordlige halvkule – sammen med lavtrykkseffekten gir oss med jevne mellomrom stormflo grunnet oppstuvning av vann langs kysten. Det er heller ikke særlig sannsynlig at stormflobidraget vil øke med global oppvarming. Men et generelt høyere havnivå vil føre til tilsvarende økning av stormflohøyden, med følger for lavtliggende kulturminner o.a.

Vannstandsending på en strandlinje er differansen mellom havstigning «i åpent hav» (dvs. i forhold jordas ellipseform) og landhevning. Langs norskekysten pågår det fortsatt en landhevning som et resultat av at iskapen som trykket ned jordskorpa i Skandinavia under siste istid er borte. Stigningen er størst i Bottenviken og avtar omtrentlig med avstanden derfra. Derfor er landhevningen større i Oslo og Trondheim enn i Bergen og Stavanger. Akselererende havstigning vil over tid føre til stigende havnivå langs norskekysten til tross for landhevningen, siden landhevningen er tilnærmet konstant.

1.2 Observert havnivåstigning

I en nyere studie fra Richter m.fl. (2012; gjengitt i Nilsen m.fl., 2012) er den lokale effekten av noen av de ovennevnte faktorene studert. Havstigningen (relativt til jordens sentrum) utenfor norskekysten har i snitt vært på 2,6 millimeter i året i perioden 1960-2010. For Bergens del har varmeutvidelse bidratt med 0,9 millimeter i året og global smelting av landis med anslagsvis 0,7 millimeter i året. Tallene for resten av kysten er til en viss grad i samme størrelsesforhold, med varmeutvidelse og smelting av landis som de dominerende kjente bidragene, mens ferskvannsinhold og lufttrykk har gitt små eller neglisjerbare bidrag. De to hovedårsakene til havnivåstigningen utenfor norskekysten er med andre ord de samme som for det gjennomsnittlige globale havnivået.

Igen med Bergen som eksempel, har stigningen i vannstand relativt til land vært på 0,9 millimeter i året. Mer generelt for Norskekysten i perioden 1960-2010, har vannstanden (relativt til land) steget med omtrent én mm i året på Vestlandet og Finnmarkskysten og sunket med 0,5-1,0 mm i Midt- og Nord-Norge. Oslo og Narvik skiller seg ut med synkende vannstand på omtrent 2 mm per år. Den synkende vannstanden, så vel som det meste av forskjellene fra sted til sted, skyldes den ulike landhevingen. Legger man sammen de nevnte tallene for Bergen, ser man at det er 1,0 millimeter årlig stigning som det ikke er noen entydig forklaring på. Pågående forskning vil forhåpentligvis kunne avdekke dette.

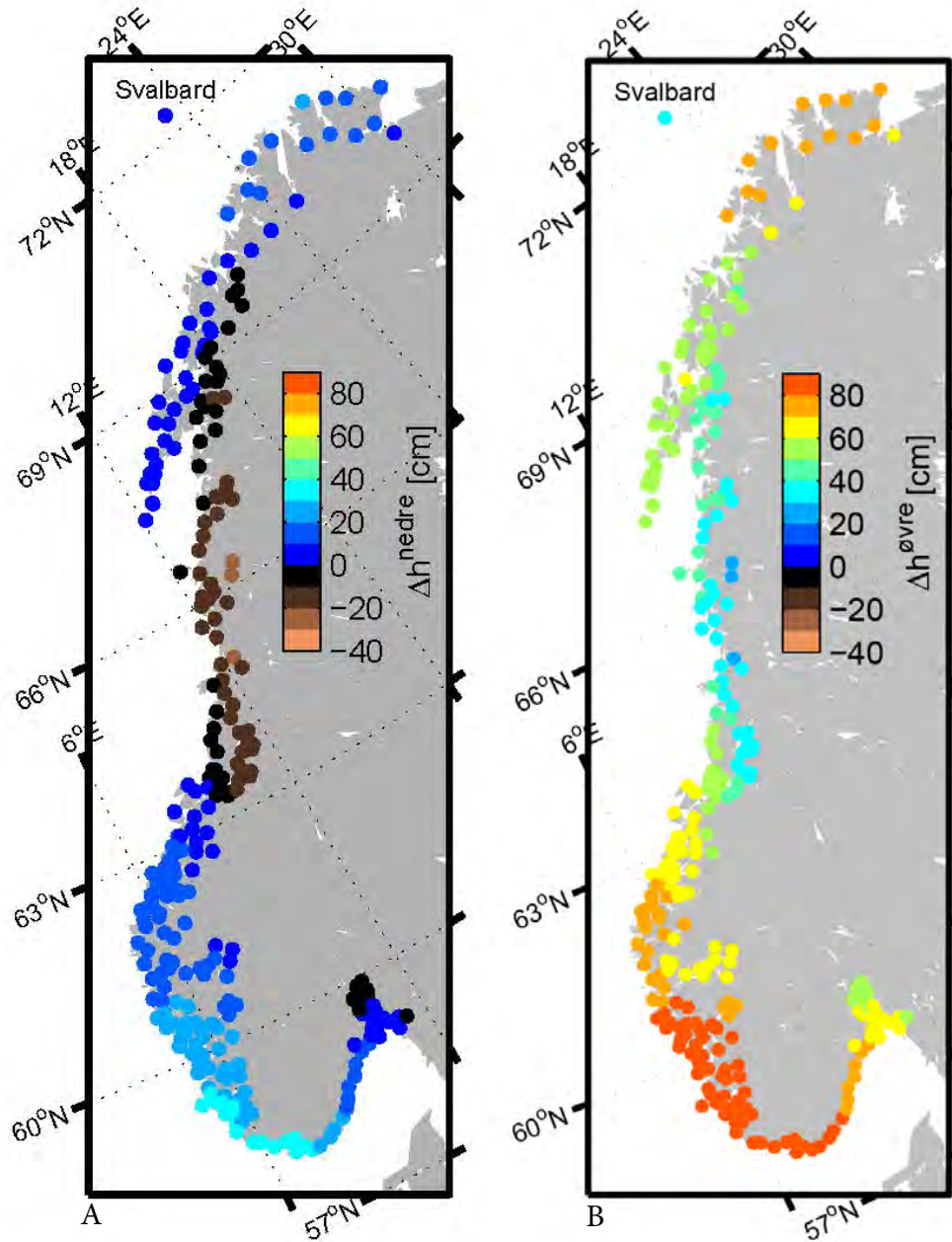
Dette er imidlertid gjennomsnittlige endringer (trender) over de 50 foregående år, men vi er som nevnt inne i en akselererende fase av havstigningen, og beregninger for fremtiden vil være preget av det. Dette vil vi se på i neste delkapittel.

1.3 Om framtids-scenarier

Forskerne forventer at både ismelting og varmeutvidelse av havet vil fortsette framover. Det finnes flere estimater av framtidig havnivåstigning. I denne rapporten vil vi basere oss på den nyeste av disse; fra Nansen og Bjerknessenteret (Nilsen m.fl., 2012). Denne baserer seg på siste IPCC-rapport (Meehl m.fl., 2007) og oppdatert litteratur som har kommet etter dette. Av andre relevante rapporter kan nevnes Kartverkets rapport (Simpson m.fl. 2012).

Hovedscenariot i denne baserer seg utelukkende på data på bidrag til havstigning fra IPCC 2007 som er forventet å være for lave, mens et inkludert ekstrem-scenario baserer seg på tall som ikke kan finnes igjen i litteraturen. Forskjellene mellom de to rapportene som skyldes kartverkets oppdaterte landhevningsestimater, er av mindre betydning (ca. 6 cm). Vi vil i denne rapporten basere oss utelukkende på Nilsen m.fl. (2012).

Resultatene for Norskekysten finnes i kapittelet Drange m.fl. (2012) og er kartlagt i Figur 1. Disse tallene kan kommuneplanleggere benytte dersom kulturminnenes avstand til dagens strandsone/flomål/middelvann er kjent, ved simpelthen å legge dem til. Hvorvidt man velger nedre (Figur 1a) eller øvre (Figur 1b) estimat, kommer an på om man vil utføre minimumstiltak eller ta høyde for hvor høyt vannstanden faktisk kan komme til å stå om hundre år. Vi gjør mer utfyllende vurderinger i Kapittel 3.



Figur 1: Sannsynlige verdier for vannstandsøkning i et 100års-perspektiv, i cm relativt til land. Det er 68 prosent sannsynlighet for at endringen vil ligge mellom a) nedre og b) øvre verdi. Brune og svarte punkter representerer en senkning av vannstand. Data fra Drange m.fl. (2012). Verdiene for Svalbard er anslagsvise (se Kapittel 1.7).

1.4 Stormflo

Stormflo forekommer når en storms lavtrykkssentrum og økt vindpådrag begge bidrar til henholdsvis å heve vannstanden og skyve vann opp mot kysten. Dette er en komplisert effekt, hvor stormens styrke, bane og hastighet, samt kystlinje og bunnforhold, virker sammen.

Observerte langtidsendringer i vind i våre farvann har blitt observert, omtrent 0,1 m/s per år (positiv trend) i løpet av 1979–2008, langs midt- og Sør-Norge (Vautard m.fl., 2010). Dette er en kort og noe spesiell periode. I siste IPCC-rapport viser Trenberth m.fl. (2007) at det er ingen signifikant trend i stormaktivitet over Storbritannia, Nordsjøen og De nordiske hav gjennom det forrige århundre (1880–2003). Stormbanene, som er viktige for både vindens retning, i hvor stor grad lavtrykkene treffer kysten og hvor de treffer, har flyttet seg nordover mellom 60- og 90-tallet (f.eks. Trenberth m.fl., 2007). Det er også viktig å merke seg at stormbanene det snakkes om i denne forbindelse oftest er definert ut fra stormenes signatur i de høyere lag av atmosfæren, som en del av den generelle atmosfæriske sirkulasjon med sine varmetransporter osv., men for stormflo er det vind og trykk ved havnivå som gjelder. Det er ingen grunn til å tro at denne mye omtalte forflytningen nødvendigvis påvirker stormfloforekomster.

Framskrivninger av vind og bølgeklimate, relevante indikatorer for endringer i stormflo, viser liten forventet endring i våre områder. Sterl m.fl. (2009) koblet vind fra 17 klimamodellkjøringer med en stormflomodell og fant ingen signifikant endring i retningen av sterke vinder (stiv kuling eller mer) mellom siste halvdel av forrige og siste halvdel av inneværende århundre, for Sørlandet og Vestlandet. Debernard og Røed (2008) gjorde tilsvarende for de moderate IPCC-scenariene, og fant en svak (2–6 prosent) forventet økning i stormflo langs norskekysten, men påpeker at stormflohendelser er ekstremt avhengige av lokale forhold (topografi og stormbaner). Nyere studier av modellframskrivninger viser liten forventet endring i bølgeklimate og konfidensen til framskrivninger av bølger og stormflo påpekes å være svært lav (Hemer m.fl., 2013).

Ekstremhendelsesrapporten fra IPCC konkluderer som følger (Seneviratne m.fl., 2012): Det relativt magre antall studier av ekstreme vinder, kombinert med svakhetene i simulering av ekstreme vinder, samt mangfoldet av metoder, regioner og modeller som er brukt til å utvikle framskrivninger av sterke vinder, betyr at vi har liten tiltro til projeksjoner av sterke vinder. Tiltroen til projeksjoner av forskyvning av stormbaner mot polene er middels stor. IPCC har liten tiltro til detaljerte regionale framskrivninger siden dagens modeller kun har en delvis representasjon av de relevante prosessene.

Det er heller ikke gjennomført lokale framskrivninger av stormflo langs kysten vår, derfor vil vi benytte oss av de gjeldende estimater av ekstremverdiverdier for vannstand, statistisk framkommet fra moderne tids observasjoner. Vi vil altså ikke legge til noe forventet tillegg for økt stormflo i denne rapporten, men selvsagt ta høyde for kjent grad av stormfloforekomster. Mer om dette i neste delkapittel.

1.5 Tidevann og ekstremverdier

Tidevann er forskjellen mellom flo og fjære. Foruten den velkjente syklusen to ganger daglig, som er dominert av månens gravitasjonspåvirkning, finnes bidrag fra solen (springflo) og andre astronomiske forhold, som endrer nivåene noe og i lengre sykluser. På grunn av disse variasjonene brukes ofte begreper som midlere høyvann/lavvann. Den største flo og fjære som skyldes jordens og himmellegemenes orientering og posisjon, kalles høyeste astronomiske tidevann (HAT) og laveste astronomiske tidevann (LAT).

I tillegg vil de fleste faktorene nevnt i delkapittel 1.1 variere med tiden og fra sted til sted, og gi til dels store og uforutsigbare variasjoner i vannstanden. Spesielt gjelder dette strømforhold, lufttrykk og vind, og kombinasjonen som gir stormflo (delkapittel 1.4). Også vannets temperatur og ferskvannsinhold har vist seg å bidra betraktelig til å styre variasjoner i

vannstanden helt ned til månedlig tidsskala (Richter m.fl., 2012). Det er ikke mulig å beregne alle disse faktorenes virkning fra sted til sted på ulike tider, men man kan basere seg på statistikk over resultatet, nemlig de faktiske vannstands nivåene som er observert over flere tiår. Disse beskriver variabiliteten som har forekommet, og som med en viss sikkerhet også kan antas å beskrive den normale forekomsten av ulike nivåer. De mest interessante av disse er de ekstreme nivåene.

Haug (2012) har undersøkt vannstandsseriene for 23 av Kartverkets faste målestasjoner, inkludert Ny-Ålesund. Seriene starter i 1914 og slutter mellom 1991 og 2011. Haug (2012) utførte ekstremverdianalyse på seriene med fire ulike metoder, og fant at ACER-metoden minimerer effekten av utliggere i seriene og dermed gir mer stabile estimater mellom de ulike kyststasjonene. Estimater for steder mellom de faste målestasjonene er funnet ved bruk av høydekorreksjoner og oppgitt i www.sehavniva.no, hvor vi har hentet verdiene til denne rapporten. Vi fokuserer på 100 års returverdier for ekstremt høy og lav vannstand. En 100 års returverdi regnes å opptre minst med 100 års mellomrom, og representerer derfor et tiltaksnivå.

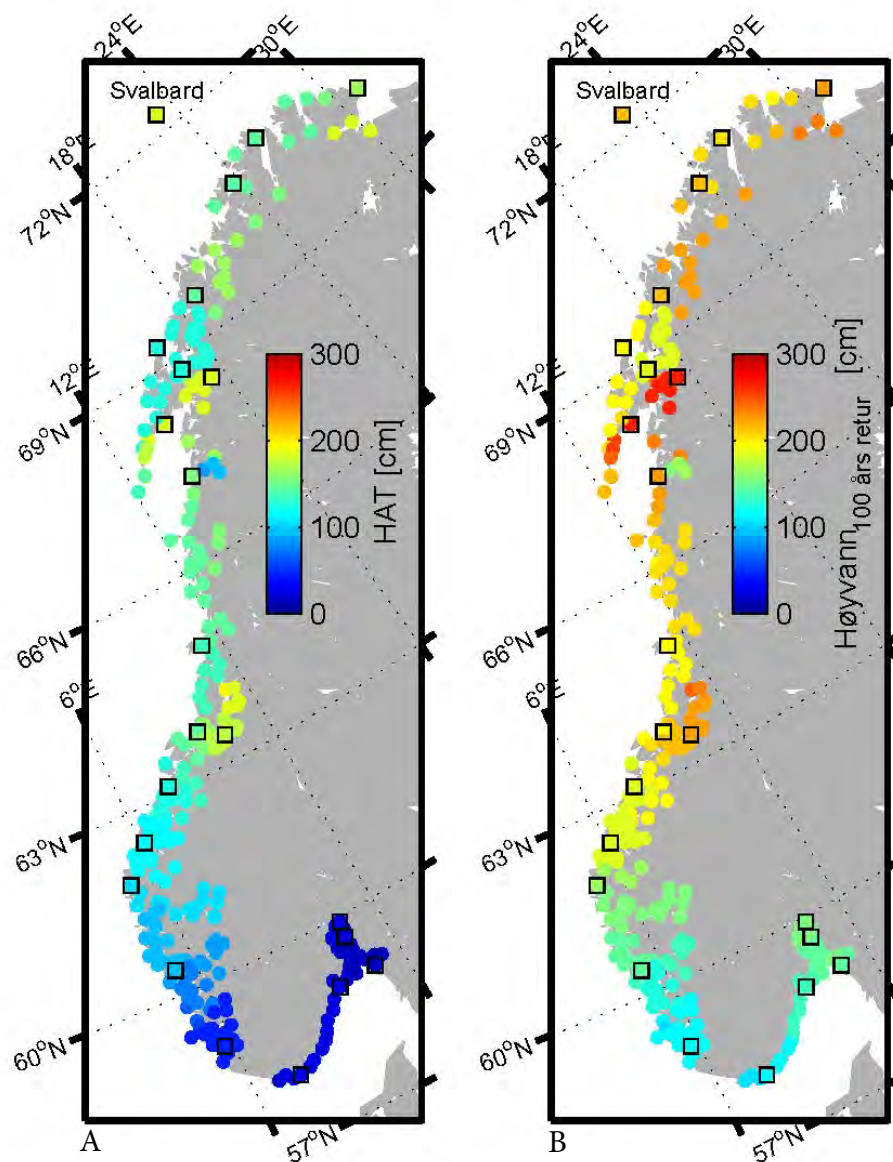
Usikkerheten i estimatene av 100 års returverdi for høyvann er omkring ± 10 cm de fleste steder langs kysten (95 prosent konfidensintervaller; Haug, 2012). Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane er nede i ± 5 cm. Et nevneverdig unntak er Østfold, hvor usikkerheten er oppe i ± 30 cm. Nivåene er oppgitt i cm, men bør tolkes med usikkerhetene som er gitt av ekstremverdianalysen.

Den forventede vannstandsendingen fra Nilsen m.fl. (2012) som vi legger til grunn her, har 68 prosent sannsynlighet. Her snakker vi om øvre og nedre sannsynlige verdi for stigningen. Det er en annen usikkerhet tilknyttet dette, nemlig utslippsscenarioer og klimaendringene generelt. Det er ikke noen konflikt mellom bruken av 95 prosent og 68 prosent, da førstnevnte representerer nøyaktigheten av de statistisk framkomne returverdiene som forventes å opptre en gang på 100 år, mens sistnevnte er et anslag for vannstandsøkning på grunn av klimaendringer.

Når det gjelder tidevann, så ligger HAT, som regnes å opptre hvert 19. år, svært nær ett års returverdi mange steder. Ett års returverdi er alltid høyere enn HAT. Derfor kan HAT regnes som et minimums høyvannsnivå med regelmessig opptreden, både fordi den er garantert å opptre og samtidig ligger tett opptil den statistisk sannsynlige årlige maksnivå-hendelse. HAT er også vanlig referansenivå med tanke på installasjoner på land (f.eks. friseilingshøyder).

Figur 2 viser hvilke nivåer som påvirker kysten vår i dag, og som har vist seg å kunne opptre i løpet av 100 år. Det betyr at de ulike kommunene årlig opplever nivåene i Figur 2a, opptil to meter noen steder (Trondheimsfjorden, Vestfjorden og Varangerfjorden). I tillegg kan kommunene når som helst i løpet av de neste 100 årene bli rammet av de ekstreme flo-nivåene som vises i Figur 2b, alle steder mer enn én meter og noen steder opp til 2,5 meter, over normalnull. Dette er for dagens situasjon. I framtiden vil alle disse nivåene øke sammen med havnivåstigningen, som vi skal se i neste kapittel.

For LAT er mønsteret og spennet tilsvarende, bare med motsatte og negative verdier. For lavvann med 100 års gjentakintervall er spennet -2,5 til -0,5 meter. Dette skiftet mot 0,5 mindre utslag for ekstremlavvannsverdiene gjør seg gjeldende sør for Trondheim. (Ikke vist.)



Figur 2: Dagens verdier for a) høyeste astronomiske tidevann (HAT) og b) høyvann med 100 års gjentaksintervall. Sorte firkanter markerer Kartverkets faste målestasjoner. Alle nivåer i forhold til NN1954. Data fra www.sehavniva.no.

1.6 Tidevann og ekstremnivåer i framtiden

Den stadige forekommende flo i 2100

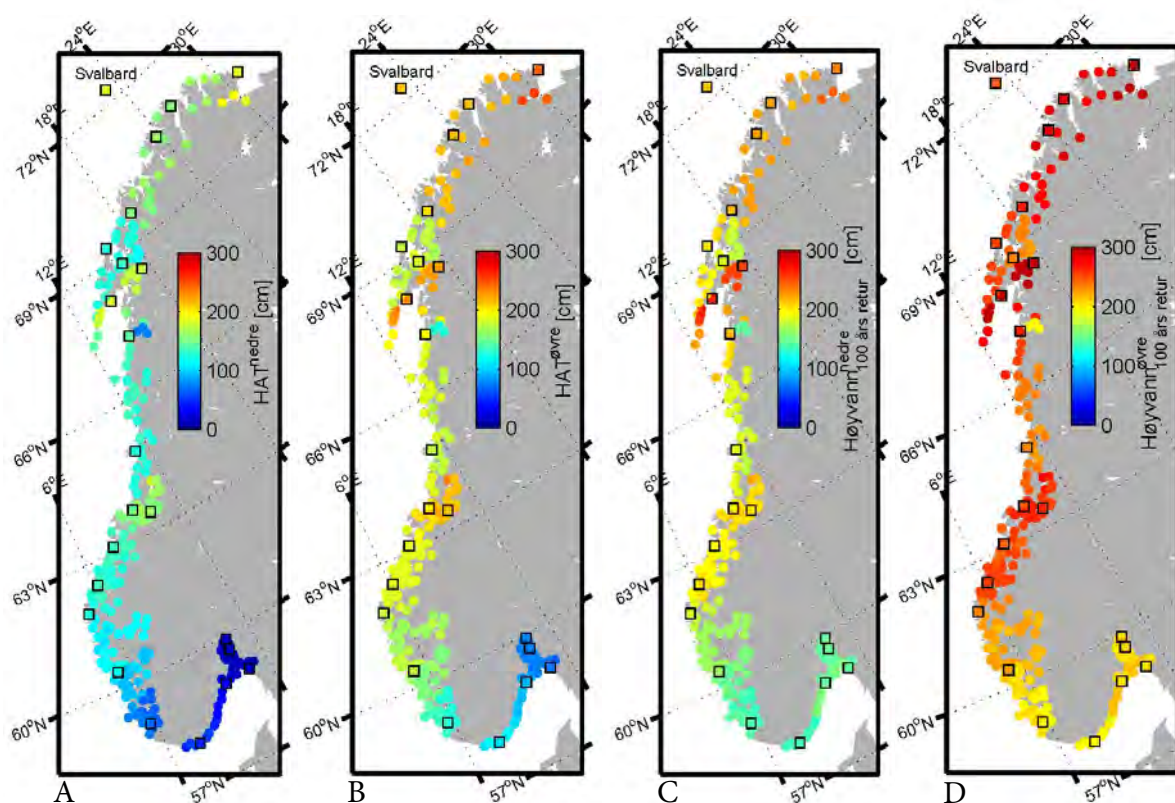
Det høyeste astronomiske tidevannet (HAT) er et godt estimat på en flo som man kan regne med opptrer årlig. I løpet av tiden fram til 2100 vil dette nivået stige sammen med den lokale vannstandsendringen¹. I Figur 3a, b vises de framtidige HAT-nivåene, framkommet ved å legge til havstigningsestimatene (Figur 1) til den kjente HAT (Figur 2a). Nivåene i Figur 3a er

¹ Det er ikke tatt høyde for eventuelle forskyvninger av tidevannsmønsteret langs kysten (amfidromiske punkt mm.) ved fremtidig havstigning, da det ikke foreligger tilstrekkelige analyser av hvordan dette kan påvirke tidevannet langs Norges kyst.

således vannstanden som det minst må tas høyde for vil opptre til stadighet. Imidlertid er det fornuftig å ta høyde for en årlig påvirkning opp til nivåene i Figur 3b, all den tid det er 68 prosent sannsynlighet for at dette kan bli normalt fram mot 2100.

Stormflonivåer i 2100

På samme måte kan man legge havnivåstigningen til de kjente ekstremhøyvannsnivåene med 100 års returverdi, og resultatene vises i Figur 3c, d. Dette gir ikke estimater av stormflo som nødvendigvis vil opptre i 2100, men hvor høyt en slik stormflo vil stå, dersom den inntreffer i 2100. Husk at disse ekstremhøyvannsnivåene er forventet å kunne inntreffe en gang i løpet av 100 år, i alle kommunene. Hvorvidt det er snakk om nivåene i Figur 2b eller Figur 3c, d, avhenger av når de inntreffer, nå eller i 2100. Hvorvidt det er snakk om nivåene i Figur 3c eller 3d, avhenger av hvor stor havnivåstigning vi vil få fram til 2100. Således danner nivåene i Figur 3d verdiene man må ta hensyn til når det gjelder beredskap mot stormflo i løpet av de neste 100 år. Det har liten hensikt å basere beredskap for en ekstremhendelse på en nedre forventet havstigning.



Figur 3: Framtidige verdier for to ulike typer høyvann i 2100: Høyeste astronomiske tidevann (HAT) ved nedre (a) og øvre (b) sannsynlige havnivåstigning, samt høyvann med 100 års gjentaksintervall ved nedre (c) og øvre (d) sannsynlige havnivåstigning. Det er 68 prosent sannsynlighet for at disse to flomålene vil ligge mellom verdiene i hhv. a-b og c-d. Alle nivåer i forhold til NN1954. Sorte firkanter markerer Kartverkets faste målestasjoner.

1.7 Svalbard

Svalbard er et vanskelig område å beregne framtidig havnivåstigning for, av flere grunner:

- Det eksisterer kun én måleserie for vannstand (Ny-Ålesund).
- Nærhet til store ismasser på land, som har stor usikkerhet knyttet til seg hva gjelder avsmelting og tilhørende negativ gravitasjonseffekt (Tamisiea m.fl., 2001, 2003).
- Ditto hva gjelder lokal temperaturøkning og ferskvannsbidrag, og tilhørende havnivåstigning.

Dagens landhevning i Ny-Ålesund er beregnet til 8,5 mm/år (siste tiår). Landhevningen skyldes tilpasninger både etter siste istid (GIA) og endringer i nyere tids ismengder, modellert til hhv. 1,6 og 3,1 mm/år for siste tiår (Omang og Kierulf, 2011). Avviket viser at jordskorpemodellene underestimerer landhevningen, sannsynligvis komponenten fra nyere tids ismelting (Omang og Kierulf, 2011). Platetektonikk er også en faktor som gjør seg gjeldende, muligens i samme størrelsesorden. Fra disse tallene ser vi at GIA vil gi et bidrag til landhevningen på 16 cm i løpet av 100 år. Total forventet landhevning i Ny-Ålesund er oppgitt til 66 cm til 2100 (www.sehavniva.no), men estimatene varierer mellom 50 og 90 cm på ulike steder på Svalbard.

For framtidsscenarioer må vi basere oss på publikasjoner av modellframskrivninger, men på grunn av manglende modellering av nevnte mulige lokale forskjeller og gravitasjonseffekter, vil dette begrense seg til grove og generelle overslag. Vi vil i det videre vurdere et moderat til høyt utslippsscenario.

Modellframskrivninger av vannstandsbidrag (RSL) fra global ismelting er nylig estimert til å bli nær null rundt Svalbard for et «high end»-scenario (sterk global oppvarming/utslipp), eller negativ (ned til -30 cm) for et moderat scenario, for de neste hundre år (Spada m.fl., 2013). Grunnen til de negative tallene er den negative gravitasjonseffekten som tap av ismasser på Svalbard gir i sine nærområder. I samme artikkel er et konsistent estimat av havets varme- og ferskvannsutvidelse lagt til, noe som gir en vannstandsending på mellom 20 og 50 cm. Disse estimatene tar kun hensyn til smelting av nyere tids og framtidens ismasser, og ikke GIA. Vi må derfor trekke fra 16 cm. Det gir ca. 0 til 30 cm vannstandsøkning for Svalbard fram til 2100, avhengig av scenario.

Spada m.fl. (2013) gir konsistente estimater og den nyeste og mest helhetlige behandlingen av både ismeltingsbidrag og interne havprosesser (bl.a. varmeutvidelse). Disse estimatene tilsier at dagens ekstremvannstandsintervall ved måleren i Ny-Ålesund, som i dag ligger mellom -45 cm og 215 cm over LAT (i mangel av definert NN1954) for en returperiode på 100 år, vil kunne stige til -15 cm og 245 cm i 2100. Intervallet mellom normal springflo og -fjære ligger i dag mellom 28 og 154 cm, og er det området som påvirker evt. kulturminner i strandsonen kontinuerlig.

Selv om Spada m.fl. (2013) har beregnet volumendringer for verdens breer regionalt, og vi kan forvente at estimatene også for Svalbard er «state of the art», er det slik at farvannene nær en landmasse med såpass mye ismasser er svært følsomme for gravitasjonsendringer fra smeltingen av ismasser. I tillegg kommer endringene i landhevning pga. smelting av dagens ismasser, som er raskere enn hevingen som skyldes siste istid (GIA). Bare de mellomårlige variasjonene i smelting og vekst av Svalbards breer, kan medføre variasjoner i landhevningen på én cm fra år til år (Kierulf, www.sehavniva.no, 2012). Det er altså knyttet svært store usikkerheter til både smeltematene og de påfølgende lokale gravitasjonsendringene og landhevingsratene, og dermed framtidig vannstand ved Svalbards kystlinje. Merk også at dette estimatet er basert på kun én av klimamodellene som er tilgjengelig, men den eneste tilgjengelige artikkelen som oppsummerer effektene på en slik helhetlig måte. Over er det benyttet en nøyaktighet i størrelsesorden fem cm, men usikkerhetene er sannsynligvis betraktelig større, dog ukjente.

Når det gjelder tidevann og ekstremverdier, er Svalbard representert med verdier for Ny-Ålesund i denne rapporten (se delkapittel 1.5 og 1.6). Vannstandsmålestasjonen i Ny-Ålesund har vært operativ siden 1976. Man kan imidlertid forvente romlige variasjoner i havnivåstigningen rundt Svalbard, i tillegg til de nevnte variasjonene i landhevning, noe som gjør det vanskelig å si noe om de lokale vannstands nivåene på resten av Svalbard. Heller ikke ekstremverdianalysen kan ventes å være nøyaktig for andre steder enn Ny-Ålesund, gitt at denne målestasjonen er øygruppens eneste.

1.8 Muligheter for lavere vannstand

Det er også mulig at områder som før har ligget under vann, vil komme til å bli blottlagt i fremtiden. Dette gjelder for tilfeller av ekstremt lav vannstand, som vi kjenner fra statistikk (Kapittel 1.5). Men ekstreme lavnivåer vil kun eksponere kulturminner for en kort tid, og er ikke koblet til ekstreme vær- og bølgeførhold på de lokalitetene de opptrer, i motsetning til stormflo. Det som kan være interessant i forhold til kulturminner under vann, er varig eller stadig påvirkning fra luft. I områder hvor det er mulig (68 prosent sannsynlig) med ned til 20 cm lavere vannstand rundt 2100 (brune og sorte merker i Figur 1a), vil tidevannet vi kjenner i dag, det være seg LAT eller det to ganger daglige lavvann, stå tilsvarende lavere i 2100. Dette gjelder kun Oslofjorden og fra Trondheimsfjorden til indre Troms, og kun dersom de laveste havstigningsanslagene slår til.

I tiden før 2100 er det imidlertid mulig med lavere vannstand mange steder. Norge opplever landhevning, og i dag er det derfor fortsatt synkende vannstand flere steder (Richter m.fl., 2012). Siden det vil ta noe tid før den akselererende havstigningen «tar igjen» landhevningen og vi får vannstands nivåene for 2100 (Figur 1), vil disse stedene sannsynligvis oppleve lavere vannstand enn det som er vist i Figur 1. Grove anslag for 2050, hvor havstigningen er skalert med 30 prosent av 2100-verdiene (som anbefalt i Drange m.fl., 2012), ligger ca. 20 cm lavere enn for 2100 (Figur 1a) fra Sørlandet til Trondheimsfjorden, og for resten av landet kun 0-10 cm lavere. Mer spesifikt ligger lavest sannsynlige vannstands endring til 2050 ned mot -40 cm i områdene rundt Trondheimsfjorden.

Merk at dette gjelder det laveste sannsynlige scenariet. For det høyest sannsynlige scenariet (Figur 1b), er det kun i Trondheimsfjorden vi kan forvente en svak (ca. 20 cm) senkning av vannstanden fram mot 2050. Dette er som nevnt kun grove anslag for tiden rundt midten av dette århundret, og derfor ikke vist i noen egen figur. I denne rapporten tar vi for oss behovet for forberedelser til høyere vannstand fram mot 2100. Kun når det gjelder lavere vannstand, vurderer vi tiden før 2100.

1.9 Kunnskapshull

- Klimagassutslipp. Det er uvisst hvor store klimagassutslippene faktisk vil bli i fremtiden. Det avhenger av blant annet politiske avgjørelser og teknologiutvikling. Derfor kjøres framskrivninger med ulike tenkte utviklinger av mengden klimagasser i atmosfæren, såkalte scenarier. Temperaturutvikling og andre klimaendringer er sterkt avhengige av mengden klimagasser i atmosfæren.
- Hastighet på smelting av jordas landbaserte ismasser. I tillegg til at temperaturutviklingen er avhengig av klimagass-scenario, er ismassenes respons på en gitt temperaturøkning også i stor grad ukjent. Dette har med isens egen dynamikk og ulike smelteprosesser å gjøre.
- Svalbard: Lokal ismelting, samt lokale ferskvanns- og varmevariasjoner. Siden Svalbards kyst er så nær store ismasser, vil f.eks. avtagende mengde is endre gravitasjonsfeltet slik at det lokale havnivået synker. I tillegg vil ismassenes mindre vekt gi økende landhevning, slik at vannstanden synker ytterligere. Variasjonene har vist seg å være store og er ikke modellert i tilstrekkelig detalj enda.

- Mulig økning i antall stormflotilfeller for kysten vår, og deres styrke. Det er enda ikke påvist at klimaendringene vil gi økende stormaktivitet for Norge. Framtidig forskning vil forhåpentlig gi svar på dette.

Acknowledgements

Helge Drange, Kristin Richter

Litteratur

- Debernard, J. B. and Røed, L. P. (2008). Future wind, wave and storm surge climate in the Northern Seas: a revisit, *Tellus*, 60A, 472–438, doi:10.1111/j/1600-0870.2008.00312.x.
- Drange, H., J.E.Ø. Nilsen, K. Richter, A. Nesje (2012). Oppdatert framskrivning av havstigning langs norskekysten. I Nilsen, J.E.Ø., H. Drange, K. Richter, E. Jansen, A. Nesje. *Endringer i fortidens, dagens og framtidens havnivå med spesielt fokus på vestlandskysten*. NERSC Special Report 89, Bergen, Norge.
- Haug, E. (2012). *Extreme Value Analysis of Sea Level Observations*. Norwegian Mapping Authority Hydrographic Service, report no. DAF 12-1, Lervigsv. 36, Box 60, 4001 Stavanger. 180 s.
- Hemer, M. A., Y. Fan, N. Mori, A. Semedo, X. L. Wang (2013). Projected changes in wave climate from a multi-model ensemble. *Nature Climate Change*. Doi: 10.1038/NCLIMATE1791.
- Kartverket og Meteorologisk institutt (2013). Se havnivå. <http://www.sehavniva.no>
- Meehl, G.A., T.F. Stocker, W.D. Collins, P. Friedlingstein, A.T. Gaye, J.M. Gregory, A. Kitoh, R. Knutti, J.M. Murphy, A. Noda, S.C.B. Raper, I.G. Watterson, A.J. Weaver and Z.-C. Zhao, 2007: Global Climate Projections. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Nilsen, J.E.Ø., H. Drange, K. Richter, E. Jansen, A. Nesje (2012). *Endringer i fortidens, dagens og framtidens havnivå med spesielt fokus på vestlandskysten*. NERSC Special Report 89, Bergen, Norge. 48 s.
- Omang, O.C.D. og H.P. Kierulf (2011): Past and present-day ice mass variation on Svalbard revealed by superconducting gravimeter and GPS measurements, *Geophys. Res. Lett.*, 38, L22304, doi:10.1029/2011GL049266.
- Richter, K., J.E.Ø. Nilsen, H. Drange (2012). Contributions to sea level variability along the Norwegian coast for 1960–2010. *J. Geophys. Res.*, 117, doi:10.1029/2009JC007826.
- Seneviratne, S.I., N. Nicholls, D. Easterling, C.M. Goodess, S. Kanae, J. Kossin, Y. Luo, J. Marengo, K. McInnes, M. Rahimi, M. Reichstein, A. Sorteberg, C. Vera, and X. Zhang, 2012: Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. In: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 109–230.
- Spada G., J. L. Bamber, and R. T. W. L. Hurkmans (2013), The gravitationally consistent sea-level fingerprint of future terrestrial ice loss, *Geophys. Res. Lett.*, 40, doi:10.1029/2012GL053000.
- Sterl A, van den Brink HW, de Vries H, Haarsma R, van Meijgaard E (2009) An ensemble study of extreme North Sea storm surges in a changing climate. *Ocean Sci* 5:369–378. doi:10.5194/os-5-369-2009.

Trenberth, K.E., P.D. Jones, P. Ambenje, R. Bojariu, D. Easterling, A. Klein Tank, D. Parker, F. Rahimzadeh, J.A. Renwick, M. Rusticucci, B. Soden and P. Zhai, 2007: Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Vautard, R., Julien Cattiaux, Pascal Yiou, Jean-Noël Thépaut og Philippe Ciais (2012). Northern Hemisphere atmospheric stilling partly attributed to an increase in surface roughness. *Nature Geoscience*, 3, doi:10.1038/ngeo979.

2 Kategorier av kulturminner sårbare for endringer i vannstand

Kari Larsen, Vibeke Vandrup Martens og Joel Taylor (Norsk institutt for kulturminneforskning)

Nøkkelpunkter

- Alle typer eller kategorier av kystnære kulturminner vil kunne bli påvirket av endret vannstand: både bygninger, arkeologiske kulturminner og landskap
- Nasjonale databaser som Askeladden og Kulturminnesøk gir godt utgangspunkt for å vurdere kulturminners sårbarhet og regionale/lokale effekter av endringer i vannstand
- Internasjonalt er det mye generell litteratur om klimaendringer og kulturarv f.eks. om verdensarv eller arkeologiske kulturminner, men lite som fokuserer på effekter av havnivåendringer på kulturarv
- Generell utfordring: mangel på kartlegging (særlig for verneverdige kulturminner) og regionale/lokale studier (fordi effekten varierer lokalt/regionalt)

Oppsummering

Flere rapporter om klimaendringer og kulturarv har tatt utgangspunkt i kulturminnetyper/miljøer når det gjelder kategorisering, for eksempel rapporten *Climate Change and the Historic Environment* (Cassar, 2005) og den finske rapporten *Climate Change and the Cultural Environment* (Berghäll & Pesu, 2008). Her er kulturminnene delt inn i overordnede, grove kategorier som bygd kulturarv, arkeologi og landskap/parker/hager. Også det nordiske prosjektet «Klima og kulturarv i Norden» (TemaNord 2010), har delt kulturminnene inn i samme overordnede kategorier. Andre framstillinger av klimaendringenes effekter på kulturminner har tatt utgangspunkt i materialer som mur og tre (se f.eks. Noahs ark (Noah's Ark Project 2007) eller i klimaindikatorer som økt temperatur, økt nedbør, mer flom etc. (se f.eks. World Heritage Reports 22, 2007). Svært lite av litteraturen om klima og kulturarv har fokus på effekter av endret havnivå, mens flom og kysterrosjon er hyppigere omtalt og vurdert.

Det foreligger få nasjonale vurderinger og analyser eller oversikter over hvilke kulturminner som kan bli påvirket av endringer i vannstand. Mangelen på slike sårbarhetsvurderinger/risikoanalyser er en stor utfordring i arbeidet med dette temaet.

2.1 Kunnskapsgrunnlaget

Generelt er det lite forskningslitteratur både nasjonalt og internasjonalt om hvordan klimaendringer påvirker kulturminner – og enda færre studier som adresserer havnivåstigning spesielt. Flere av publikasjonene om klimaendringer og kulturminner har sortert kulturminnene i kategorier som et grunnlag for å konkretisere hvordan ulike klimaendringer påvirker ulike typer objekter, miljøer eller materialer. Andre framstillinger av klimaendringenes effekter på kulturminner har tatt utgangspunkt i materialer som mur og tre (se f.eks. Noahs ark, 2007) eller i klimaindikatorer som økt temperatur, økt nedbør, mer flom etc. (se f.eks. World Heritage Reports 22, 2007).

En rekke internasjonale fagorganisasjoner har vært opptatt av klimaendringer og kulturarv, f.eks. UNESCO (se f.eks. UNESCO 2007), ICOMOS, ICCROM. Mye fokus har vært på verdensarv, eller kulturarv som er identifisert som sårbar på ulike måter, f.eks. gjennom listeføringen til the World Monuments Fund (WMF). WMF satte temaet kulturarv og

klimaendringer på sin dagsorden fra 2008 gjennom å inkludere klimautfordringer som en av truslene for nominering/innskriving av objekter eller miljøer/steder på deres the World Monuments Watch List of 100 Most Endangered Sites (Berenfeld 2008). Listen omfatter både ulike typer kystbosetning som påvirkes av havnivåstigning, kysterosjon, flom mv., som for eksempel Herschel Island på Yukonhalvøyen i Canada og byen Sonargon i Bangladesh, men også miljøer der ørkenspredning og tørke er en betydelig klimautfordring, f.eks. i Vest-Afrika.

UNESCO har blant annet gitt ut en publikasjon av casestudier av hvordan klimaendringer påvirker ulike kategorier verdensarv, herunder kulturarv som arkeologiske funnsteder og historiske byer og bosetninger (Colette et al. 2007). Endringer i havnivå og mer flom, er noen av de klimatiske effektene som er fokusert på, blant annet i forhold til London, Venezia og Herschel Island.

Foruten UNESCO sentralt har også nasjonale myndigheter vært opptatt av verdensarv. For eksempel fikk Australias regjering utført en studie av klimaendringenes effekt på nasjonale verdensarvsteder (Australian National University 2009).

ICOMOS har blant annet serien «Heritage at Risk», hvor de fokuserer på først og fremst bygninger/anlegg/miljøer som på en eller annen måte er truet (Meier et al 2007). Dette et initiativ som kom til etter et vedtak i generalforsamlingen i 1999, og der de ulike nasjonalkomiteene årlig inviteres til melde inn konkrete kulturminner/-miljøer eller problemstillinger som bør belyses. De har blant annet tatt opp kulturarv under vann (Grenier et al. 2006) og naturkatastrofer (Meier et al. 2007). Når det gjelder naturkatastrofer/ekstremhendelser, fokuserer denne i første rekke på naturfenomener som jordskjelv, stormer og flomkatastrofer. Som de påpeker: *Up until recent times, »classic« natural disasters had been perceived as isolated, sudden local or regional events, even if the broader context of their seismic or atmospheric causes was known. But climatic changes have now introduced a new dimension: slow but worldwide transformations, the effects of which can be experienced as a single, global catastrophe that takes many forms and evolves over an extended period of time.*” (Meier et al. 2007:9). Kulturminners sårbarhet for endringer i havnivå er ikke adressert i ICOMOS’ arbeid.

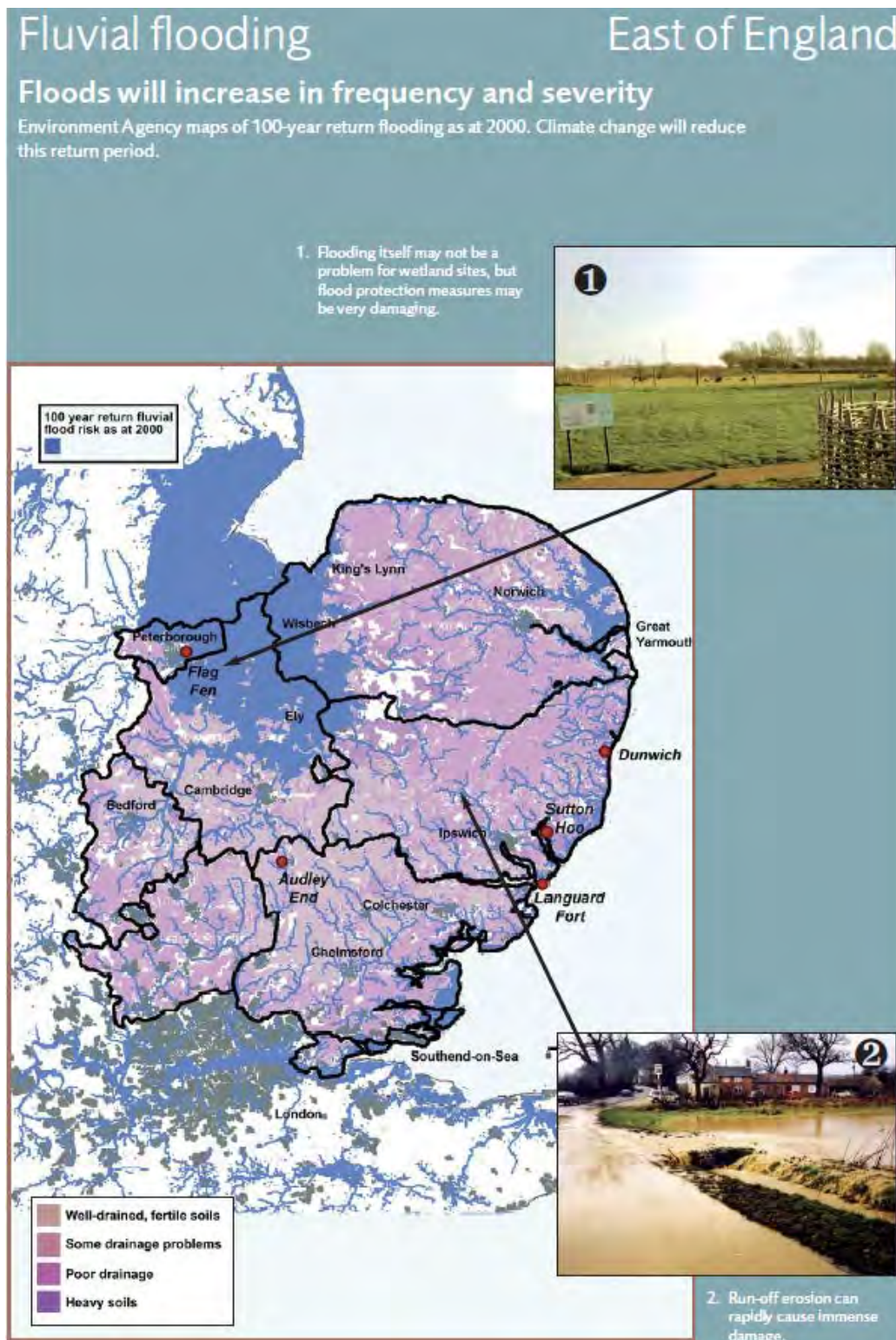
ICOMOS Australia har de siste 10 årene fokusert på klimaendringer og kulturarv. At denne organisasjonen har grepet fatt i denne problemstillingen, skyldes blant annet at Australske myndigheter (på natur- og kultursiden) har hatt et bevisst fokus på dette, ikke minst på grunn av den anerkjente sårbarheten til urbefolkning – og øysamfunns kulturarv.

Et annet relevant initiativ er f.eks. Climate Change and its Impact on Preservation Management of Archaeological Sites, en tenketank der blant annet ICCROM (the International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property) er sentrale i arbeidet <https://sites.google.com/site/climatechangeandmonumentsihc/>. Dette arbeidet startet opp i 2012, og fokuserer på, som tittelen sier, klimaeffekter på arkeologiske funnsteder.

I Europa har EU vært en viktig pådriver for å framskaffe kunnskap om effekter av klimaendringer på kulturarv, ikke minst gjennom rammeprogrammene og tilgrensende aktiviteter. Innenfor EU er det særlig to større prosjekter som har bidratt til kunnskapsutviklingen: Noahs Ark og Climate for Culture. I prosjektet Noahs Ark (Noah’s Ark project 2007; Grøntoft og Drdácký 2008) ble forventede effekter av klimaendringer på den den bygde kulturarven kartlagt. NILU var norsk partner i dette prosjektet. I prosjektet ble klimadata fra den britiske Hadley-modellen og A2-scenariet (IPCC, 2007) for nær fortid (1961 – 1990), nær framtid (2010 – 2030) og fjern framtid (2070 – 2099) brukt til å beregne sannsynlige effekter av klimaendringer på nedbrytning av den bygde kulturarven (Sabbioni et al. 2010; Grøntoft og Drdácký 2008). Heller ikke denne rapporten har sett spesifikt på havnivåendringer, men har fokus på flom og erosjon.

Climate for Culture er et tverrfaglig prosjekt (2009–2014) innenfor EUs 7. rammeprogram som ser på effekter av klimaendringer på historiske bygninger og interiører (<http://www.climateforculture.eu/>). Prosjektet benytter seg av ulike modeller for å simulere hvordan systemiske endringer i klima virker inn på lokalklimatiske forhold for historiske bygninger (utendørs), og hvilken effekt disse lokale variasjonene vil kunne få for interiører og kunstsamlinger innendørs.

I en undersøkelse utført på vegne av English Heritage, har May Cassar (Cassar 2005) undersøkt, og sammenstilt regional informasjon om hvilke klimaendringer som vil påvirke kulturarv, og hvilke effekter det vil få for følgende kategorier: Bygninger og interiører; Arkeologi (under bakken) og Hager, parker og landskaper (se ill. under). I tillegg inneholder rapporten en gjennomgang av forvaltningstiltak og videre forskningsbehov.



Illustrasjon hentet fra det engelske prosjektet «Climate Change and the Historic Environment», som viser hvordan de der har jobbet med regionale analyser av ulike klimaendringer (Cassar 2005).

For øvrig er English Heritage en av de nasjonale organisasjonene som har jobbet mye med klimaendringer. De har blant annet gitt ut en veileder om flom og oversvømmelser (English

Heritage 2010), samt en forskningsrapport om utsatt kulturarv langs kysten, i første rekke truet av erosjon og/eller flom (Hunt 2011). Et prosjekt i Skottland som fortjener spesiell omtale, er «Shorewatch» (<http://www.shorewatch.co.uk/html/about.html>) som fokuserer på arkeologiske funnsteder og kysterosjon. Det særlig spesielle ved prosjektet er at det inviterer lokalbefolkningen langs kysten til å delta i kartlegging og overvåkingen av de utsatte boplassene.

Generelt er det for øvrig mye litteratur knyttet til spørsmål om kysterosjon og økt flomrisiko, uten at det henvises direkte til havnivåstigning og uten at truslene ses i sammenheng. Og selv hvis dette gjøres, er det da mest sannsynlig at kulturminner ikke diskuteres, eller – om de nevnes – utelukkende dreier seg om bygninger. Flere land har oversikter over framtidig havnivåstigning og potensielle konsekvenser for bebyggelse, planlegging, infrastruktur, landbruk, biomangfold mm. I USA har United States Environmental Protection Agency (EPA) blant annet utviklet kart over hvordan kystområdene langs USA vil bli påvirket av klimaendringer mht. endringer i havnivå, økt nedbør, flom/oversvømmelser, endret havtemperatur og forsuring (<http://www.epa.gov/climatechange/impacts-adaptation/coasts.html>, og <http://plan.risingsea.net/>). Kulturminner/kulturmiljø er ikke et eget tema, men blant annet har fokus på lokal og regional planlegging generelt, i tillegg til de «tradisjonelle» miljøtema som naturforvaltning og økosystemer, men også transport, vannforvaltning og sosiale forhold (økonomi og befolkningstetthet og -sammensetning mm) for å nevne noen. Flere amerikanske stater og kommuner har utviklet lokale planer for håndtering av klimaendringer. Flere av disse planene inkluderer også kulturarv, som f.eks. den lokale planen for Anne Arundel County, der også konsekvenser for arkeologiske kulturminner og historiske bygninger og anlegg (som boliger, bruer, veianlegg, fyr og historiske bykjerner) er tatt med (http://dnr.maryland.gov/CoastSmart/pdfs/AASLRStrategicPlan_final.pdf).

Også i Danmark er det laget tilsvarende oversikter, f.eks. <http://miljoegis.mim.dk/?profile=miljoegis-klimatilpasningsplaner>. Heller ikke disse er koblet mot kulturminnedata, selv om Danmark også har god digital kartfesting av kulturminner (<http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/Download/>).

Det finnes for øvrig utallige studier av hvordan kunnskap om tidligere tiders klimaendringer og f.eks. endret havnivå har påvirket bosetning og arealbruk i ulike forhistoriske perioder. De fleste av disse har fokus på den kulturhistoriske biten (eks Rowland 2008; Rowland and Ulm 2012; Gaffney et al. 2007, 2009), men noen studier påpeker også hvordan materialet på globalt plan kan bidra til å øke forståelsen for landskapsutvikling og menneskelige aktiviteter ved hastige endringer i klima og havnivå.

I en rapport fra Nordisk ministerråd (TemaNord 2010), utarbeidet av de nordiske kulturminneforvaltningene, er effektene av endret havnivå på ulike kategorier av kulturminner, en av de klimaendringer som er spesielt belyst. Når det gjelder endringer i vannstand, endret flomål og økt kysterosjon, viser rapporten til at de kategoriene kulturminner som i første rekke vil bli rammet av dette er kystnær bebyggelse i utsatte områder.

Miljøinstituttene samarbeidet i perioden 2006–2010 om et felles strategisk instituttprogram om klimatilpasning i norske kommuner: Climate: Adapting to extreme weather in the municipalities: what, how and why? (Kelman 2011; Haugen og Mattson 2011; Risan et al 2011; Haugen og Risan 2007), hvor klimaendringenes effekter på kulturarv var ett av temaene. Arbeidet med kulturminnetemaet tok i første rekke utgangspunkt i klimaindicatorer som økt temperatur, økt nedbør, mer flom etc. og i hvilke effekter som disse endringene vil medføre for utvalgte typer kulturminner (den bygde kulturarven, kulturlag mv.) og materialer. Blant annet ble temaet «Havnivåøkning og kulturminner» behandlet og publisert på nettsiden www.klimakommune.no.

2.2 Kategorier av kulturminner utsatt for endringer i vannstand

Endringer i vannstand kan påvirke kulturminner og kulturmiljøer på ulike måter; både direkte og indirekte (se mer i kapittel 3). I utgangspunktet kan slike endringer påvirke alle typer kulturminner – så sant de ligger kystnært til. Mer konkret gjelder dette f.eks. graver (over og under bakken), kystnære bosetningsspor: gårdshauger, fiskevær, naust, boplasser under dagens overflate, kulturlag og dyrkingsspor, stående bygninger, ruiner og kulturminner under vann (boplasser, vrak). Konsekvensgraden vil imidlertid variere ut fra sårbarhet og robusthet, og av faktorer som blant annet materiale (stein, tre mv.) og byggemåter, grad av vedlikehold/tilstand lokal topografi, jordsmonn mv.

Den nasjonale kulturminnedatabasen Askeladden gir Norge en unik mulighet til å skaffe konkret kunnskap om hvilke kulturminner som vil bli påvirket – direkte eller indirekte – av ulike klimaendringer, herunder endringer i vannstand og stormflomål. Få andre land har slik kartfestet, digital og lett tilgjengelig informasjon om hvor det finnes kulturminner og hvilken type kulturminne som er registrert. Utfordringen med Askeladden i denne sammenheng er begrensningen som ligger i kvaliteten på dataene med hensyn til nøyaktigheten i kartfestingen (ikke alle er tilstrekkelig digitalt innmålt med god nok presisjon) og at høydedata mangler i innmålingene (z-koordinater). Dessuten er ikke det store flertallet av kulturminner som ikke er fredet i medhold av kulturminneloven, enten automatisk eller ved enkeltvedtak, tatt med i Askeladden (f.eks. verneverdig kystbebyggelse som sjøbuer, naust, brygge- og havneanlegg mm). Derimot er det i publikumsbasen Kulturminnesøk et større mangfold og antall av kulturminnetyper registrert. Ulempen er likevel at disse registreringene mangler en verddivurdering slik at prioritering av innsats på nasjonalt eller lokalt nivå vil kunne bli svært utfordrende på dette grunnlag. Også i Kulturminnesøk er det store svakheter og mangler ved kvaliteten på nøyaktigheten ved at ikke alle objektene eller miljøene er tilstrekkelig digitalt innmålt, med god nok presisjon samt at høydedata (z-koordinater) mangler i innmålingene. En stor styrke ved begge registrene er åpenheten og den offentlige tilgangen til dataene. Denne tilgjengeligheten gjør det lettere for andre sektorer, som kommuner, Norges vassdrags- og energidirektorat, Direktoratet for samfunnskontakt og beredskap etc. å koble kunnskap om utsatte kulturminner til sine analyser, strategier, handlingsplaner mm. I så måte kan de ansvarlige myndigheter selv benytte seg av de forventede vannstands- og storflomnivåene gitt i kapittel 1.

I de nasjonale databasene er listen og antallet over kategorier av kulturminnetyper som det er mulig å registrere og å søke etter, og kategorisere ved søk eller utvalg, lang. Som et grunnlag for oversikt over forventet påvirkning og sårbarhet, og for utvikling og implementering av forvaltningsstrategier og tiltak, kan det være mest rasjonelt å ta utgangspunkt i mer overordnede kategorier, slik det f.eks. er gjort i prosjektet «Klima og kulturarv i Norden», hvor kulturminnene ble delt inn i kategoriene bygd miljø, arkeologiske kulturminner og kulturmiljø og landskap (TemaNord 2010). Også i arbeidet med klimatilpasning (www.klimakommune.no), er det tatt utgangspunkt i tilsvarende kategorier av kulturminnetyper.

2.2.1 Landskap

Kulturmiljø og landskap inneholder så mange ulike elementer og et så stort mangfold at de vanskelig lar seg kategorisere. Ulike faktorer, for eksempel topografi, jordsmonn og nærhet til kyst eller elveløp, vil ha betydning for hvordan klimaendringer vil innvirke på et landskap. Noen landskap vil derfor være mer utsatt for følger av mer ekstremvær, for eksempel flom og erosjon, enn andre.

I rapporten fra Nordisk Ministerråd (TemaNord 2010) er to kategorier landskap trukket fram: jordbrukslandskapet og bylandskapet. Bylandskapet er kjennetegnet av tett bebyggelse og sterkt utbygd infrastruktur. Langt de fleste byer ligger ved kysten. Beliggenheten ved hav og elver kan gjøre byene sårbare i forhold til framtidens klimaendringer, herunder endringer i vannstand, og spesielt utsatt er byer som både ligger ved sjøen og ved utløpet av en elv.

Norge har alltid hatt en betydelig bosetning og ressursutnyttelse i kystnære områder, også utenfor byer og tettsteder. Kystlandskapet er preget ikke bare av bebyggelse, men også av ulike

typer kulturpåvirkning og ressursutnyttelse, som f.eks. jord- og beitebruk. Kystlyngheien på Vestlandet er et eksempel på dette. Gjennom historisk tid har kombinasjonen fiske og landbruk vært dominerende langs store deler av kysten, gjerne med størst vekt på fiske i ytre strøk og mer jordbruk lenger inne. Kombinasjonen jordbruk og fiske var den vanligste næringsveien – men tyngdepunktet varierte alt etter hva lokale forhold og ressurstilgang tillot. På mange av øyene lengst vest i landet kunne det være nokså små åkerlapper, som i kombinasjon med husdyrhold og fiske ga grunnlag for bosetning på selv de mindre øyene. Lenger inne, på de større øyene, var beiteområdene ofte større, med mer sammenhengende slåtteteiger og bedre forhold for åkerbruk. Gårdsbrukene ligger spredt, ofte i lune viker. Beite- og slåttemark er eksempler på en typisk kulturmarkstype i kystområdene.



Tettstedet Borhaug på Lista sett fra Lista fyr, beitelandskap og dyrkamark i forgrunnen, med steingjerder som bl.a. markerer eiendomsgrenser. Forholdet mellom havet og det lave landskapet er konstituerende elementer for dette særpregede kulturlandskapet på Lista.

2.2.2 Bygninger/bygdkulturarv

Kategorien bygninger innbefatter både byggeskikk og materialbruk som de tradisjonelle tre, stein og mur, men også nyere materialer som betong og stål.

I Norge er pr. i dag ca. 6000 bygninger fredet etter kulturminneloven, ca. 5500 bygninger finnes på museene, ca. 1000 listeførte kirker blir i praksis behandlet som fredet og et større, ukjent antall bygninger er regulert til bevaring etter plan- og bygningsloven. Om lag 375 000 bygninger, i hovedsak fra før år 1900, er uten formelt vern, men er registrert i SEFRAK-registeret hos Riksantikvaren. En del av disse har kulturhistorisk interesse og verdi. Eksempler på dette kan være ulike sjøbuer, industrianlegg, handelssteder mm. På 1800-tallet tok særlig sildefisket seg opp, og rester av dette ser flere steder langs kysten i dag blant annet i form av gamle saltebuer, sjøhus oppført for å salte sild som ble lagt i tønner. Langs kysten finnes også en rekke handels- og gjestgiversteder, flere av dem ble trolig etablert allerede på 1600-tallet.

I tillegg finnes en rekke bygninger og anlegg fra moderne tid som også er kulturhistorisk viktige, men som pr. i dag ikke er registrert i de nasjonale kulturminnedatabasene, og som vil kunne bli berørt av endringer i vannstand. Eksempler på dette er kystnær infrastruktur som veier, bruer, kaier og havner, bygninger og anlegg knyttet til ulik næringsvirksomhet som båtbyggeri, fiskeforedling, ulike typer sjømerker mv. Mange nyere bygninger og konstruksjoner er plassert ved sjøkanten, i troen på at nye materialer og teknikker vil sikre fra inntrengende vann. Som påpekt i en rapport fra SINTEF om bygninger i Norge som er sårbare for klimaendringer, herunder havnivåstigning: *Tradisjonelt sett har for det meste bare*

bebyggelse knyttet til sjøaktiviteter blitt lagt til sjøkanten. Men i senere tid har også hoteller, signalbygninger, hytter og hus blitt oppført i slike områder I dag ligger store deler av den norske bygningsmassen langs kysten, og de fleste store byene har kyststripe. Enkelte av bygningene ligger helt nede ved vannkanten og er dermed utsatt for havnivåstigning. (Kvande et al. 2012: 8). Samme rapport viser at om lag 110 000 bygninger i dag ligger lavere enn 1 m over havet (ibid.: 9). En utfordring for kulturminnesektoren er også manglende kunnskap og erfaringsinnhenting knyttet til forholdet havnivå og grunnvannstand, blant annet fordi endringer i grunnvannstand kan forårsake betydelige setningsskader på kulturhistoriske bygg og anlegg.



Handelsstedet Hopsjø Dolmøy, Hitra kommune. Handelsstedene ble lagt helt i sjøkanten den gang båten var viktigste kommunikasjonsmiddel langs kysten.

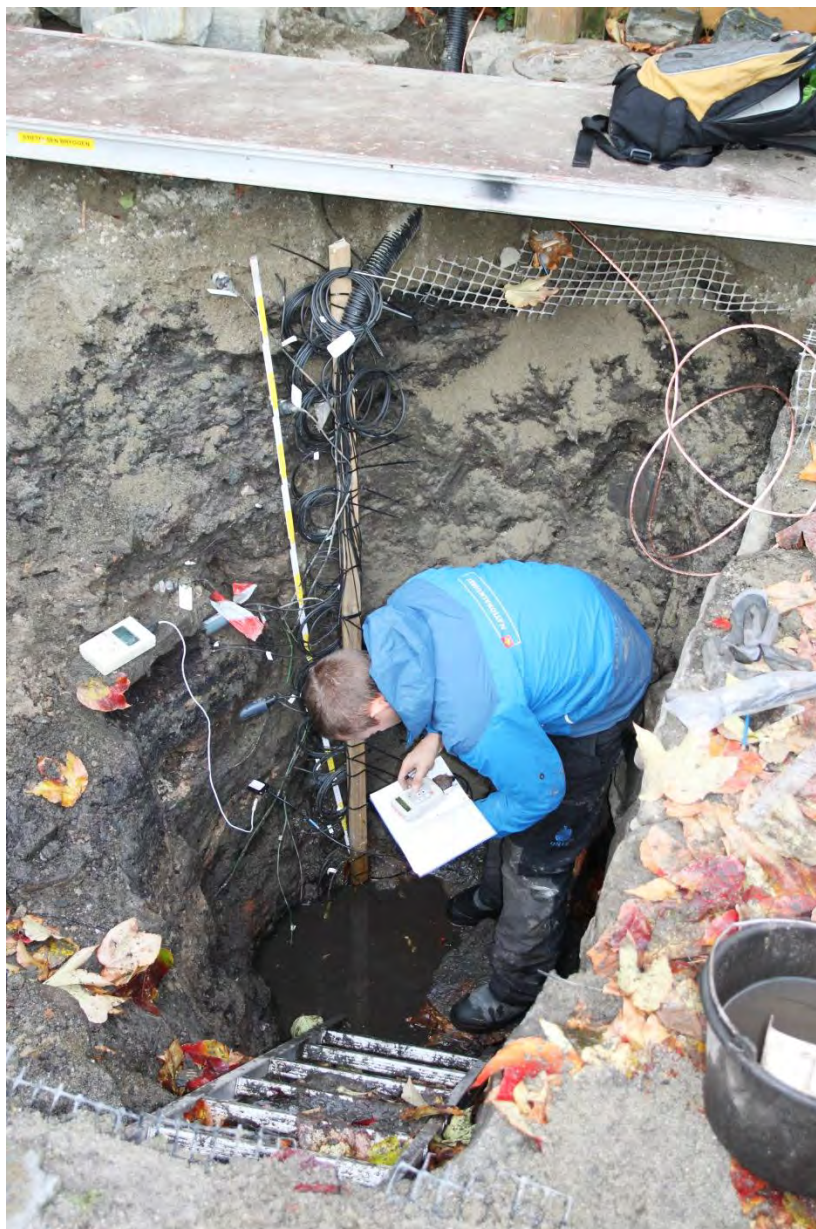
2.2.3 Arkeologiske kulturminner

Arkeologiske kulturminner både over og under bakken vil kunne bli berørt av endringer i vannstand. Arkeologiske kulturminner består av en rekke ulike typer spor fra bosetning, jakt, fiske, fangst og jordbruk, fra utvinning av blant annet stein, jern, trekull og tjære, og fra krig, ofring, kult og gravlegging. I tillegg kommer arkeologiske gjenstander.

De senere årene har oppmerksomheten omkring kulturlagenes sårbarhet økt, både middelalderske kulturlag i by, og f.eks. i gårdshauger i Nord-Norge. Kulturlag er oppstått gjennom akkumulasjon av menneskers aktiviteter gjennom tidene: bygningsrester, brannlag, oppdynginger og nedgravinger, samt tilførsel og fjerning av masse, er det som har laget kulturlagene arkeologene graver ut. Kulturlag inneholder organisk masse som er særlig sårbar for miljøforandringer.

Mikroorganismer bryter ned lagene, og den viktigste nedbrytningsfaktoren er oksygen. Tilførsel av oksygen aktiverer mikroorganismers nedbrytning av organisk materiale. Sprekker eller grøfter gir luft og vann anledning til å transportere oksygen ned i kulturlagene og bryter ned metaller og organisk materiale. Det er liten tilgang på oksygen i stillestående vann, derfor er lag i mettet sone, det vil si under grunnvannstanden best beskyttet. En del urbane kulturlag ligger i mettet kontekst, slik som Bryggen i Bergen, samt deler av Oslos kulturlag. I Bergen er bryggeområdene allerede påvirket av havnivåstigningen, og forskningsprosjekter er igangsatt

blant annet for å finne ut mer om konsekvensene for kulturlagene. Kulturlagene i Trondheim og de fleste rurale kulturlag ligger i umettet kontekst; over grunnvannstanden.



Overvåking av middelalderske kulturlag, Bryggen i Bergen.

Også gravfelt, røyser og bergkunst som ligger tett ved dagens vannstandsmål vil kunne bli berørt av endret havnivå. Ved økende vannstand vil slike kulturminner kunne bli satt under vann, eller bli mer utsatt for flom-, bølge- eller kysterosjon, jf. fig. 3.

Men også lavere vannstand vil kunne påvirke arkeologiske kulturminner, f.eks. ved uttørking av kulturlag, der de organiske massene forsvinner, lagene komprimeres og blir vanskeligere å tolke. Også gjenstander og materialer i kulturlagene vil bli påvirket, f.eks. gjennom endrede kjemiske og/eller biologiske forhold som påvirker bevaringsforhold og nedbrytingsfaktorer (se mer om dette i kapittel 3).



Fra gravfeltet ved Mølen i Vestfold, hvor gravrøysene ligger tett i tett på stranda ved havet.

2.2.4 Kulturminner under vann

En rekke ulike typer kulturminner under vann og i vannkanten langs hav, sjøer og vassdrag som kan bli berørt av endringer i havnivå – fra den eldste steinalderbosetting til båtvrak av nyere dato. En hyppig, og svært sårbar kulturminnetype er båtvrak under vann. Disse forekommer oftest nær land, ved havner og i farlige farvann. Det er færre slike vrak i rom sjø og mange av dem kan henføres til krigshandlinger, brann, forsikringssvindler og lekkasje. Dersom vrakene er tildekket av bunnsedimenter, vil dette virke bevarende og kan beskytte mot pælemark etc. Enkelte steder kan nyere vrak være synlige over bunnen. I tillegg til vrak er det vanlig å finne ballaststein kastet fra båt, under vann eller på land, brekkasje (gjenstander kastet fra båt), avfall kastet fra brygge etc. i havnebasseng eller seilsperringer i form av skipsvrak, pæler, steinrøyser i nærheten av land.

Enkelte steder langs kysten finnes det også steinalderboplasser under vann. Under og etter siste istid (isens største utbredelse ca. 20 000 f.Kr.– ca. 8000 f.Kr.) lå store deler av Norge under et stort isdekke, mens store deler av Nordsjøen ble tørt land. Funn av blant annet mammuttenner og knokler på norsk sokkel viser at området ble brukt av dyr. Det er ikke funnet spor etter mennesker i norsk sektor av Nordsjøen fra denne epoken, men i de sørlige deler av Nordsjøen, er det gjort mange funn av boplasser og spor etter menneskelig bruk i områder som i dag er hav (Fischer 2012; Glørstad og Kvalø 2012).

Isen over fastlandet smeltet gradvis over en lang periode, der kysten ble tidligst isfri. Havet var tidlig viktig for utnyttelse av ressursene, men også som transportåre. Det var godt grunnlag for jakt og fiske langs kysten, i tillegg til klimatiske gode forhold. Smeltingen av isdekket over Skandinavia medførte over tid endringer i kystlinjen, der landet i hovedsak har hevet seg men også sunket enkelte steder. Boplassene ble som regel plassert i eller i nær tilknytning til strandkanten. På grunn av landhevingen ligger i dag en del høyere over dagens vannstand enn da de ble anlagt, men enkelte steder langs kysten, for eksempel i ytre deler av Sogn og Sunnfjord og på deler av sørlandskysten, ligger disse i dag under dagens normalvannstand (se Nymoene og Skar 2011; Skar og Nymoene 2011).

2.3 Kunnskapshull

- Det mangler lokale og regionale oversikter som kobler kulturminnedata med endringer i vannstand, og analyser av sårbarhet og robusthet for de kulturminnene/kategoriene som blir berørt av endringene (høyere eller lavere vannstand). Det bør gjennomføres slike vurderinger ned på et detaljert og helt konkret nivå.
- Detaljerte opplysninger på lokalt plan over mulige berørte kulturminner foreligger ikke. Dette vanskeliggjør kommunalt/lokalt sikringsarbeid.
- Det finnes ingen samlet oversikt over kystnære kulturminner og bebyggelse fra nyere tid, det vil sidet som ikke er automatisk fredet etter kulturminneloven. I en del kommuner vil denne typen kulturminner være den mest utsatte kulturminnekategorien når det gjelder endring i vannstand.
- Overordnede oversikter som kulturminnebasen Askeladden/Kulturminnesøk har svært varierende grad av nøyaktig innmåling, og mange lokaliteter mangler høydekoordinater.
- Det foreligger få nasjonale vurderinger og analyser eller oversikter over, hvilke kulturminner som kan bli påvirket av endringer i havnivå.
- Internasjonalt arbeides det med delproblemstillinger, enten flom eller erosjon. Begge disse kan være bieffekter av endret havnivå, men det finnes svært lite sammenligningsgrunnlag på overordnet plan.
- Det er behov for mer konkret kunnskap knyttet til direkte effekter på kulturminnetyper og materialer, eksempelvis arkeologiske kulturlag og objekter, effekter av økte salter på bygningsoverflater og konstruksjoner mv.

Litteratur

- Australian National University (2009) Implications of climate change for Australia's World Heritage properties: A preliminary assessment. A report to the Department of Climate Change and the Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts by the Fenner School of Environment and Society, the Australian National University.
- Berenfeld, Michelle (2008). Climate Change and Cultural Heritage. I: The George Wright Forum Volume 25, Number 2 (2008).
- Berghäll, Jonna & Pesu, Minna (2008): Climate Change and the Cultural Environment. Recognized Impacts and Challenges in Finland. The Finnish Environment 44/2008. Helsingfors, Ministry of the Environment. 34 s.
- Cassar, May (2005). Climate change and the historic environment. The Centre for Sustainable Heritage, University College London
- Colette, A. et al. (2007). Case studies on Climate Change and World Heritage. UNESCO World Heritage Centre, Paris.
- English Heritage (2010). Flooding and Historic Buildings. English Heritage Product Code 51602.
- Fischer, A. 2012: Vurdering af Vestnorske fund, som kandiderer til palæolitisk datering. Kulturhistorisk Museum, UiO
- Gaffney V., Fitch S. and Smith D. 2009. Europe's Lost World: the rediscovery of Doggerland. CBA Research Report. No. 160
- Gaffney V., Thomson K. and Fitch S. (Eds.) 2007. Mapping Doggerland: The Mesolithic Landscapes of the Southern North Sea. Archaeopress. Oxford.
- Glørstad, Håkon og Kvalø, Frode, 2012. Norsk Maritimt Museum – Arkeologisk rapport 2012. Rapport Havvind – paleogeografi og arkeologi. Norsk Maritimt Museum 2012
- Grenier, R.; Nutley, D. and Ian Cochran (eds.)(2006). Underwater cultural heritage. Underwater cultural heritage at risk: Managing natural and human impacts. Heritage at Risk – Special Edition. ICOMOS, Paris

- Grøntoft, Terje og Miloš Drdácý (2008). Effekter av klima og klimaendringer på den bygde kulturarven. Nedbrytningsmekanismer og sårbarhet. NILU/ Institute of Theoretical and Applied Mechanics (ITAM) of the Academy of Sciences of the Czech Republic – ARCCHIP Center of Excellence
- Haugen, Annika og Johan, Mattsson (2011). Preparations for climate change's influences on cultural heritage. *International Journal of Climate Change Strategies and Management* 2011; Volum 3.
- Haugen, A. og Risan, T. (2007). Klimaforandringenes påvirkning på vår kulturarv. *Vann*, No. 3, 200, s. 277–282.
- Hunt, Abby (2011). English Heritage Coastal Estate. Risk Assessment. Research Department Report Series 68–2011. English Heritage
- Kelman, I. (red.) (2011). Tilpasning til ekstremvær under klimaendringer i norske kommuner. CIENS-rapport 4–2011. Oslo
- Meier, H-R.; Petzet. M. and Thomas Will (2007). Cultural Heritage and Natural Disasters. Risk Preparedness and the Limits of Prevention. *Heritage at Risk – Special Edition*. ICOMOS, Paris.
- Noah's Ark Project (2007). Global Climate Change Impact on Built Heritage and Cultural Landscapes. Atlas and Guidelines. International meeting Climate Change and protection of cultural heritage in Europe: research, evidence and policy. 87 s.
- Nymoén, Pål og, Birgitte Skar (2011). Paradis – og andre indikasjoner på undersjøiske lokaliteter fra mesolittisk tid langs den norske sørlandskysten. I *Årbok 2010*, Norsk Maritimt Museum. Oslo
- Risan, Thomas; Haugen, Annika; Mattsson, Johan (2011) Local Cultural Heritage Management Under Climate Change in Norway. In Kelman, I (ed): *Municipalities Addressing Climate Change. A Case Study of Norway*. Nova Science Publishers, Inc. 2011
- Rowland, Mike (2008). Landscape and climate change. In B. David and J. Thomas (eds), *Handbook of Landscape Archaeology*, pp. 386–395. World Archaeological Congress Research Handbooks in Archaeology 1. Walnut Creek, CA: Left Coast Press.
- Rowland, M. J. and S. Ulm (2012). Key issues in the conservation of the Australian coastal archaeological record: natural and human impacts. *Journal of Coastal Conservation* 16 (2): 159-171
- Sabbioni, C.; Brimblecombe, P.; Cassar, M. (2010). *The Atlas of Climate Change impact on European Cultural Heritage. Scientific Analysis and Management Strategies*. The Anthem-European Union Series, London Anthem Press
- Skar, Birgitte; Nymoén, Pål. (2011) The Unappreciated Cultural Landscape: indications of submerged Mesolithic settlement along the Norwegian southern coast. In Benjamin. J. et al (eds.) *Submerged Prehistory*. Oxbow Books.
- TemaNord 2010: 590. Klimaendringer og kulturarv i Norden. Nordisk Ministerråd, København 2010.
- UNESCO World Heritage Centre (2007). *Climate Change and World Heritage: Report on Predicting and Managing Impacts of Climate Change on World Heritage and Strategy to Assist State Parties to Implement Appropriate Management Responses*. World Heritage Reports 22. Paris

3 Direkte effekter på kulturminner ved endringer i vannstand

Kari Larsen, Vibeke Vandrup Martens og Joel Taylor (Norsk institutt for kulturminneforskning) og Jan Even Øie Nilsen (Nansen senter for miljø og fjernmåling)

Nøkkelpunkter

- Direkte effekter av havnivåendring på kulturminner er i første rekke knyttet til endringer i vannstand og økte stormflonivåer.
- Det må skilles mellom vedvarende påvirkning/nivå og ekstremhendelser
- Siden forventet vannstandsøkning er ulik fra kommune til kommune, vil det måtte gjøres ulike utvalg.

Oppsummering

Direkte påvirkning på kulturminner fra klimaendringer er gradvis påvirkning over tid eller ekstremhendelser. Eksempler på langtidseffekter kan være kysterosjon og økning av råtesopp i bygninger på grunn av stigende vannstand. Ekstremhendelser kan være ødeleggelse fra flom eller stormflo. De fleste av disse prosessene er naturlige og har i stor grad gått sin gang over lang tid. Havnivåøkning vil flytte sonene som blir påvirket stadig høyere og lenger inn på land. Effekten av høyere vannstand er større jo flatere kysten er.

Ligger større tilgrensende landområder nokså lavt over havnivået, vil bare noen få cm gjennomsnittlig økning i vannstanden medføre at stormflo eller høye bølger kan skylle flere meter lenger innover land, sette større arealer under vann og berøre flere kulturminner. Det mangler imidlertid lokale og regionale vurderinger av kulturminnenes sårbarhet. Generelt kan vi si at beliggenhet ved kysten vil gjøre en del byer sårbare overfor vannstandsøkning og høyere stormflomål.

3.1 Introduksjon

Endrede forhold i vannstand kan skade de ulike kategoriene av kulturminner på ulike måter. Et eksempel på direkte skader på kulturminner kan være at en bygning eller et gravminne settes under vann permanent eller raser ut i en enkelthendelse fordi erosjon har destabilisert grunnen i kulturminnets umiddelbare nærhet. Et eksempel på en indirekte skade er at et gravminne gradvis eroderes vekk over tid pga. bølgeslag, stormflo eller springflo.

Effektene av havnivåøkning på kulturminner kan være stor der kulturarven ligger nær vannkanten, især i de flatere kystområdene. I slike områder vil havnivåøkningen kunne føre til at kulturminnene blir lagt under vann. Effekten av høyere vannstand er større jo flatere kysten er. Ligger større tilgrensende landområder nokså lavt over havnivået, vil bare noen få centimeters gjennomsnittlig økning i vannstanden medføre at stormflo eller høye bølger kan skylle titalls meter lenger innover land og sette større arealer under vann.

En økning i havnivået vil også kunne medvirke til økt kysterosjon som kan true kystnær bygningsarv og andre kulturminner som arkeologiske boplasser og graver i utsatte områder. Klimaendringene kan dessuten endre havstrømmene slik at andre steder enn tidligere vil bli mer erosjonsutsatte. Kysterosjon er en naturlig prosess, der landmasser slites ned av bølger og vind. Hvor sårbart et kystområde er for erosjon, avhenger av områdets topografiske og geomorfologiske trekk (Aunan og Romstad, 2008). En relativt bratt kystlinje bestående av fjell av harde bergarter, som vi finner langs deler av norskekysten, vil være lite utsatt i forhold til mer lavtliggende områder bestående av løse sedimenter. Høye bølger og stormflo vil kunne føre til økt erosjon i områder som tidligere ikke har vært erosjonsutsatte. Kystområder med løsmasser i strandsonen, eller i det som utgjør strandsonen ved en havnivåøkning, vil i tillegg være utsatt for erosjon.

Når det gjelder stormflo, vil økende vannstand kunne medføre høyere stormflomål. Dermed kan bygninger, anlegg og andre kulturminner som ligger høyere enn dagens stormflomål kunne bli berørt. Her mangler imidlertid lokale og regionale vurderinger av kulturminnenes sårbarhet med hensyn til å bli berørt av høyere stormflomål. Generelt vil en kunne si at beliggenheten ved kysten vil gjøre en del byer sårbare overfor havnivåstigning og økte stormflomål, jf. omtalen av Bryggen i Bergen i Kapittel 2, mens byer som ligger ved elver kan være utsatt for flom. Spesielt sårbare er urbane landskap og kulturmiljøer som både ligger ved sjøen og ved utløpet av en elv, fordi elveflom kan oppstå samtidig med stormflo og forårsake oversvømmelser fra to kanter (TemaNord 2010).

3.2 Landskap

Noen landskap vil være mer utsatt for følger av mer ekstremvær, for eksempel flom og ras, enn andre. Landskap vil også kunne påvirkes av endret havnivå over tid, for eksempel landskap som har en relativt flat kystlinje og der endringen medfører lavere vannstand. Til tross for enkelte fellesnevner har imidlertid både jordbrukslandskap og bylandskap i Norden sterke regionale og lokale særtrekk, blant annet knyttet til variasjoner i bebyggelsesstruktur, næringsvirksomhet, arealbruk og ulikheter i geologi og landdekke mv. Dette innebærer at sårbarheten overfor klimaendringer i stor grad vil variere lokalt. I tillegg viser beregningene av områder som kan bli satt under vann i 2100 (figur 3.1) at det er store regionale og lokale variasjoner også her.



Figur 3.1 Grytøy, Harstad. Forventet endring i vannstand i år 2100 er i dette området er en stigning på mellom null og en halv meter.



Figur 3.2 Rekefjord, Sokndal kommune. Dette ligger i en del av landet hvor det er forventet mellom 30 og 90 cm stigning i vannstand i år 2100.

3.3 Bygninger/bygdkulturarv

Alle bygningsmaterialer vil være utsatt for nedbrytning over tid, og endringer i klimatiske forhold kan ha innvirkning på hvor raskt dette skjer. Ikke bare selve bygningskroppen, men også fundamentene bygningen står på, kan påvirkes av klimatiske forhold som nedbør og frost. Typisk for moderne bygg, i motsetning til de tradisjonelle, er de mange nye materialer som brukes. Disse materialene mangler man erfaring med over tid, og det kan være vanskelig å forutse effektene av klimatiske forhold og klimaendringer på slike nye materialer (TemaNord 2010).

I en rapport fra SINTEF (Kvande et al. 2012) om bygninger i Norge som er sårbare for klimaendringer beskrives hvilke konkrete konsekvenser stigning i vannstand vil få for bygninger: *Konsekvensene av en havnivåstigning for disse bygningene vil være betydelige, og det er grunn til å anta en del av disse bygningene vil være kulturhistorisk verdifulle. Allerede i dag medfører stormflo (kombinasjon av storm og flo) store skader på bygninger og installasjoner som ligger nær sjøkanten. Dersom havnivået stiger, vil bygninger som ligger nær havoverflata bli påvirket i mye større grad enn i dag, for eksempel i form av vanntrykk og oversvømmelser med påfølgende fuktskader både ved normalnivå og flomnivå. Noen bygninger vil bli stående permanent i vann, mens andre bare vil oppleve mer saltvannspåvirkning i form av hyppigere sjøsprøyt.* (ibid.: 8).

I samme SINTEF-rapport (Kvande et al. 2012) beskrives også hvordan erosjon kan påvirke bygninger: *En annen mulig effekt av havnivåstigning er utvasking og erosjon, som igjen kan gjøre grunnen ustabil og i verste fall føre til utglidning av bygninger. Utvasking av grunnen kan også gi setningsskader på bygningene, en skadevariant som ofte er meget kostnadsdrivende å utbedre* (ibid.: 8).



Figur 3.4 Sjøhus i Flora kommune, Sogn og Fjordane. Flora kommune ligger i den sonen der det er anslått at vannstanden stiger med mellom 15 og 70 cm i 2100 i forhold til i dag.

3.4 Arkeologiske kulturminner

Bevaringsforholdene for arkeologisk materiale vil påvirkes av klimaendringer, men det er til dels store usikkerheter knyttet til hvilke effekter vi kan forvente og hvor betydelige de vil bli. Arkeologiske kulturminner i ulike bevaringskontekster – i luft, i jord, i is og snø eller i vann – vil dessuten påvirkes forskjellig. Uttørking, temperaturøkning og eksponering for oksygen og mikroorganismer er blant de største truslene for bevaring av kulturlagene som framtidig kunnskapskilde.

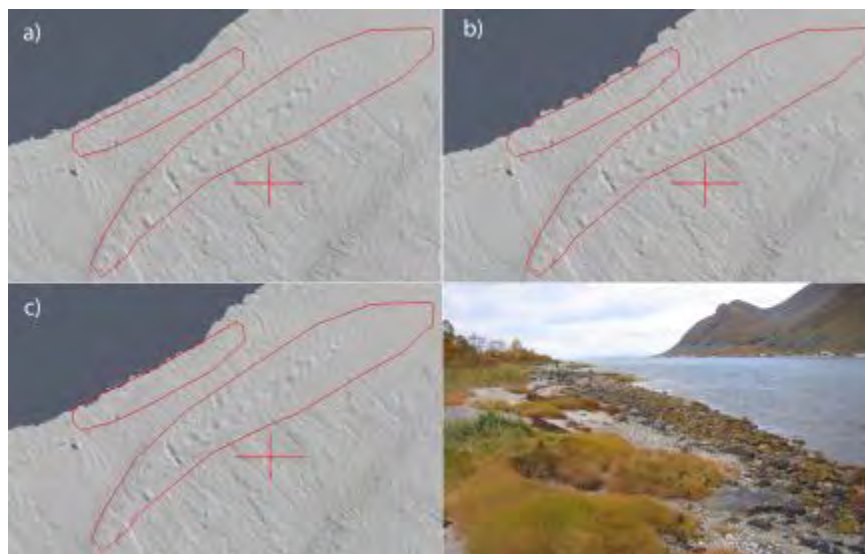
Kulturlag kan inndeles i tre soner: mettet sone, fluktueringssone og umettet sone. Mettet sone er de nederste lag som ligger under grunnvannslinjen. Dette er den optimale tilstand for bevaring av organisk materiale, i alle fall hvis det samtidig er fritt for mikroorganismer og bakterier som kan nedbryte selv under vann. Over mettet sone ligger fluktueringssonen som er et svært sårbart område, som skiftevis er under og over grunnvannslinjen. Øverst ligger umettet sone, som aldri er under vannlinjen. Det betyr ikke at lagene ikke kan være våte eller fuktige, og bevaringsforholdene kan være bra fordi de kan være forseglede mot oksygen ved å ha vært uten forstyrrelser eller de kan være dekket av et beskyttende leirlag (Martens 2012, 52).

Så lenge arkeologisk materiale ligger i oksygenfattige omgivelser i jord, myr eller vann, eller nedfrosset i jord eller is, kan det bevares godt over svært lang tid. I jord vil materiale som befinner seg i mettet sone, det vil si under grunnvannstanden, bevares best. Vanninnholdet i umettet sone kan imidlertid være såpass høyt at bevaringsforholdene er gode der også. I den grad klimaendringene kommer til å påvirke vannbalansen i jorda, vil altså kulturminner under jord kunne påvirkes. For arkeologiske kulturminner som er eksponert i dagen, vil klimaendringene ha andre virkninger, knyttet til for eksempel frostsprengning, mer fuktighet eller ekstremværhendelser.

At kulturminner kan bli oversvømt og liggende under vann, er en type risiko som er særlig aktuell for flere av våre middelalderbyer. Et eksempel her er verdenskulturminnet Bryggen i Bergen, jf. rapporten fra Nordisk ministerråd (TemaNord 2010). Ved stormflo er sjøvann trengt inn både i bygninger (blant annet flere fredede pakkhus fra 1700-tallet) og i de arkeologiske kulturlagene under dem. Den økte saltmengden i vannet i kulturlagene fører til raskere nedbrytning av blant annet metall (Huisman 2009, 98, 117; Matthiesen 2008; Matthiesen et al. 2008, 170-71). Hittil er det ikke observert utvasking av grunnen som følge av dette, men med framtidige kraftigere stormflohendelser og en akselererende økning i vannstanden vil det også dette kunne være en reell trussel mot disse kulturminnene. De middelalderske kulturlagene som i dag ligger i «umettet kontekst» (tørt, over grunnvannstand), vil kunne havne i «mettet kontekst» (bli mettet med vann) eller i fluktueringssonen mellom mettet og umettet. Dette vil kunne få nedbrytende effekt på de utsatte kulturlagene, særlig de som havner i fluktueringssonen. Flere aktuelle forskningsprosjekter i Norge omhandler denne problemstillingen, og i tillegg er det gjort en del undersøkelser i Storbritannia, Nederland og Sverige. Imidlertid har mye av den tidligere forskningen fokusert på mettet sone, under grunnvannstand. Nåværende norsk forskning fokuserer mer på umettet sone og fluktueringssonen, som begge er langt mere sårbare.

Lavere vannstand vil også kunne påvirke kulturlag, eksempelvis ved uttørking eller erosjon. Dette vil også påvirke gjenstander og materialer i kulturlagene, for eksempel gjennom endrede biologiske og kjemiske bevaringsforhold.

Forskjellige typer miljø bevarer forskjellige typer materialer: organisk materiale bevares best i våte eller vannmettede lag, mens de fleste metaller strengt tatt har det bedre i litt tørrere lag. Uansett materialtype er det viktigste at ikke det er tilførsel på oksygen og at bevaringsforholdene er stabile og ikke endres.



Figur 3.5. Strandsonen på Grunnfarnes, i Torsken kommune, som illustrerer hvordan en endring i vannstand vil kunne påvirke kulturminnene i dagens strandsonen. Beregningene av endringer i vannstand er basert på tidligere tall, og må justeres til nye oppdaterte beregninger jf. kap. 1. a) Registrerte kulturminnelokaliteter ved Grunnfarnes i Troms. Målestokken på det røde korset er 60m x 40m. De to røde polygonene representerer kulturminnelokaliteter som ligger nær sjøen. Den øverste lokaliteten ligger ca. 6 meter fra sjøkanten. b) Her er vannstanden hevet med 77,4 cm, den nordligste kulturminnelokaliteten er nå delvis oversvømt. c) Her er vannstanden hevet med 97,4 cm. Vannet går ca. 2,1 meter innenfor avgrensningen av kulturminnelokaliteten. Vannstanden er kalibrert for landheving (Ill. Ole Risbøl/NIKU i Risan 2010: 24).

3.5 Kulturminner under vann

Det finnes også rike forekomster av kulturminner under vann, og i vannkanten langs hav, sjøer og vassdrag. Flom, bølgeaktivitet og erosjon er klimarelaterte fenomener som kan tenkes å påvirke kulturminnelokaliteter i og ved vann. Fra vassdragsutbygginger i det norske høyfjellet, finnes erfaringer med oversvømming og nedtapping av vann i magasiner, erosjon og uttørking som til dels kan være overførbart til kulturminner under vann og langs kysten. Erfaringene viser at kulturminner som settes under vann, utsettes for skade som forringer dem (Indrelid 2009:103). Interessant nok har det vist seg at skadeomfanget er veldig varierende, selv innenfor samme magasin, og at effektene derfor avhenger av både type kulturminne, tilstand, materiale og plassering.

Det som først og fremst har vist seg å gjøre skader på kulturminner ved regulering av vassdrag, er erosjon – enten langs elver/bekker som renner inn i magasinet; bølgeerosjon langs strendene, grunnvannserosjon langs strendene og erosjon i dypdelen av elever og langs inn- og utløpsos i sjøer (Indrelid 2009:103). Her kan det sikkert finnes overførbare erfaringer og problemstillinger også for kulturminner i sjø/saltvann som bør utforskes nærmere.

En rapport utført av Norsk Sjøfartsmuseum (Nymoen og Nævestad 2006) har blant annet sett på mulige konsekvenser av klimaendringer på kulturminner under vann. Rapporten tar for seg alle typer kulturminner under vann. Rapporten ser ikke spesielt på verken klimaendringer eller havnivåstigning, men trekker fram endrede klimatiske betingelser eller endringer relatert til naturlige formasjonsprosesser i eller ved sjø, som en mulig trussel for kulturminner under vann: *Undersøkelser av trusselbildet viser at en rekke lokaliteter er utsatt for sterke nedbrytende krefter ved bølger og strøm med til dels store masseforflytninger på sjøbunnen. Vrak og andre kulturminner blir suksessivt frilagt og tildekket, med kraftig reduisering av kulturinventaret i prosessen. Nedbrytningen av tareskogene, ved kråkebollebeiting og taretråling har lignende virkning. Landhevningen fører for del eldste vrakenes vedkommende, til nedbrytning ved eksponering av vrakdeler i fjæra for isgang og bølgeaktivitet. To registrerte vrak er i øyeblikket utsatt for dette og delvis ødelagt.* (Nymoen og Nævestad 2006:93).

3.6 Identifisering av kulturminner i Norge som vil bli påvirket av endringer i vannstand

Endring i havnivå vil endre vannstanden langs kysten vår, og dette vil påvirke kulturminner nær kysten. Med en generell vannstandsøkning, stiger både det astronomiske tidevannet og ekstreme tilfeller av vannstand, som stormflo. Disse to ulike typer flo vil påvirke kulturminner ulikt (se kapittel 1.6). I enkelttilfeller kan man forholde seg kun til selve *endringen* i vannstand (Figur 1.1), men det forutsetter at man vet hvor høyt over dagens tidevannssone kulturminnene ligger i hvert tilfelle, og det vanskeliggjør systematisering.

Tidligere arbeid

Av tidligere arbeider som er gjort på å koble mulig vannstandsøkning og kulturminnelokaliteter, står NIKU-rapporten Klima og Kulturminner (Risan 2010) klart fram. Der er det gitt en oversikt over kulturminner fra Askeladden som ligger mellom 0–1 m over dagens vannstand, og hvor landhevingen er på 1 mm eller mindre (Figur 3.6). Kulturminner som er registrert i disse sonene, vil kunne være utsatt for påvirkning som følge av en økning i havnivået (før landhevning er tatt hensyn til) på opptil 1 meter over dagens nivå. I lys av dagens kunnskap, forventes ikke havstigningen å bli verken uniform langs kysten eller så mye som 1 meter, men figuren gir en god indikasjon på områder hvor kulturminner kan være utsatt for endring i vannstand. Dette er den eneste koblingen som er gjort mellom kulturminnelokasjoner og høyder, til dags dato.

Det er viktig å påpeke at en slik analyse på dette skalanivået må suppleres med undersøkelser på lokalitetsnivå for å fastslå om kulturminnene faktisk er sårbare for havnivåstigning, samt kobles mot konkrete data for endret vannstand i de aktuelle områdene. Og siden denne

undersøkelsen kun relaterer seg til endring, er det som nevnt over viktig å identifisere lokalitetenes faktiske høyde over dagens tidevannssone.

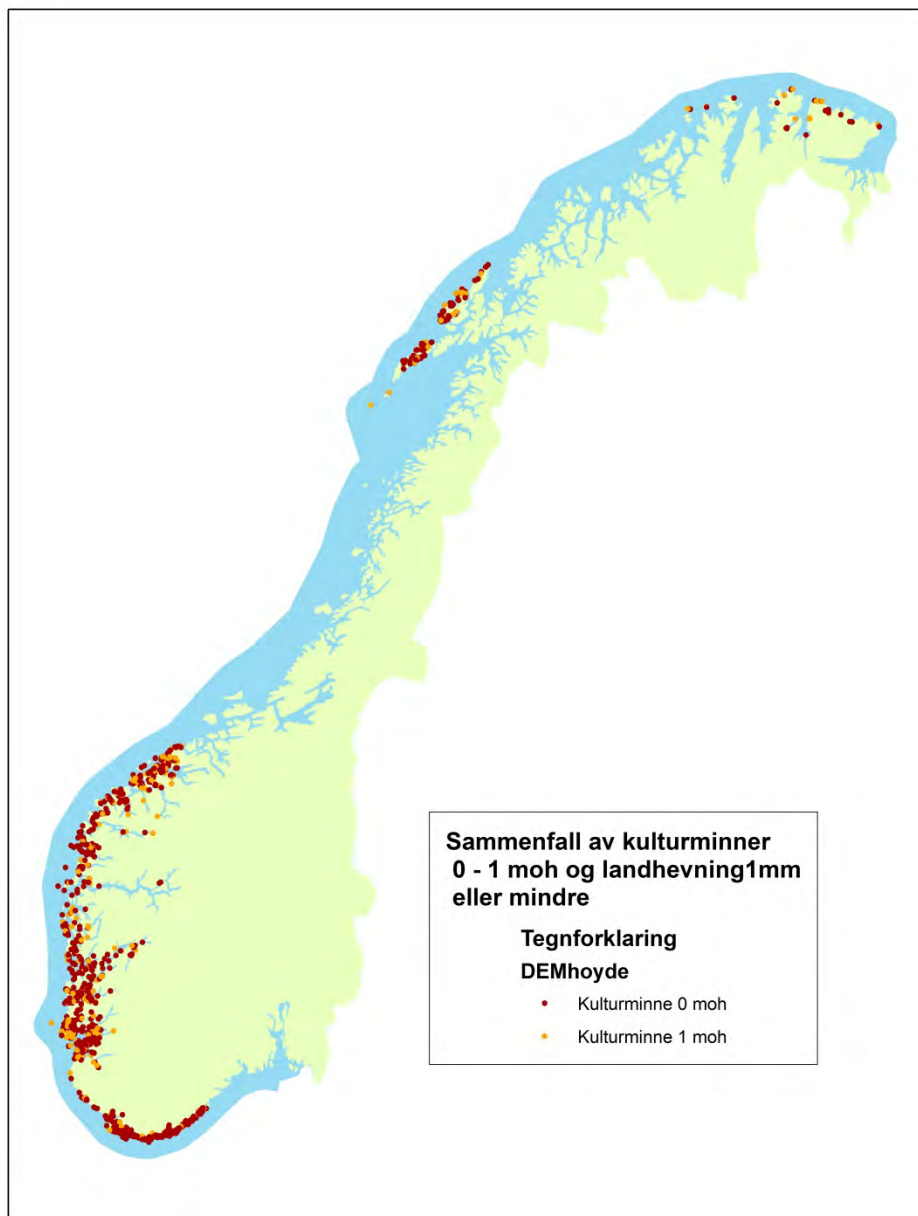
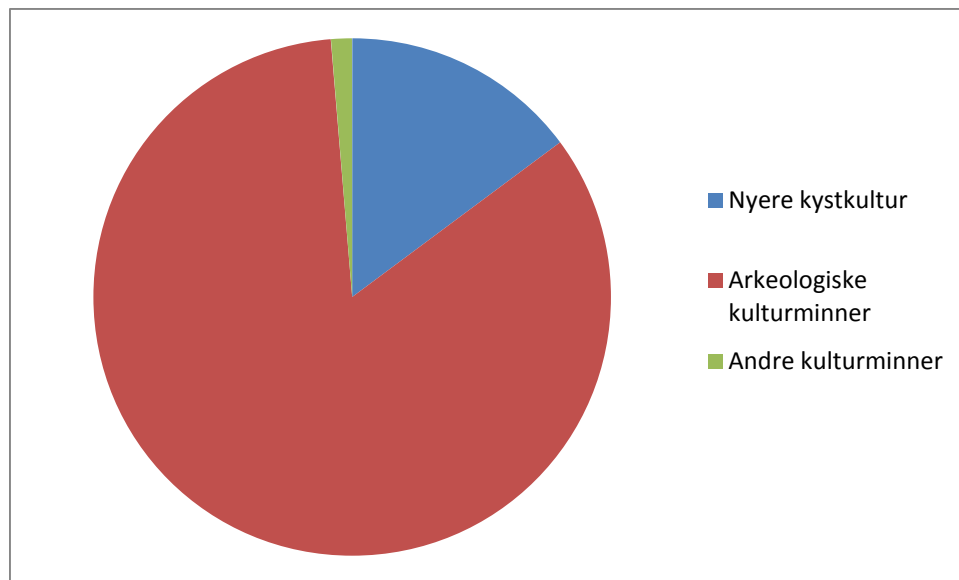


Fig. 3.6. Kulturminner i Askeladden som kan bli påvirket av stigning i vannstand (Risan 2010).

Dersom en ser nærmere på de kulturminnene i analysen som ble utført av NIKU i 2010 (Risan 2010), ser en at det ble funnet 1691 kulturminnelokaliteter. Av disse lå 1329 0 meter over havet og 362 lå 1 meter over havet. Sortert på kategorier (figur 3.7), ser vi at de kulturminner som – på landsbasis – ut fra denne sårbarhetsvurderingen vil kunne bli berørt i hovedsak er ulike typer arkeologiske kulturminner (gravminner, gravfelt, boplasser, bergkunst, røyser o.a.) og nyere kystkultur (havneområder, båtstø, fyr- og losstasjoner, fiskevær, handel/overnatting o.a.). Andre typer kulturminner inkluderer blant annet krigsminner, forsvarsanlegg, veianlegg, steinbrudd. Det er her viktig å ha in mente at denne framstillingen er basert på data i Askeladden, og at et stort antall kulturhistorisk interessante og verdifulle kulturminner, særlig fra nyere tid, ikke er tatt med ettersom de ikke er underlagt formelt vern etter

kulturminneloven. Dette vil i første rekke gjelde bygninger og anlegg som ligger kystnært, f.eks. sjøhus og bryggeanlegg, by- og tettstedsbebyggelse, bru- og veianlegg.

Selv om nyere kunnskap om at havnivåstigning sannsynligvis vil medføre at andre områder enn de vist i Figur 3.6 er utsatt for stigende vannstand, er det grunn til å tro at Figur 3.7 likevel gir et riktig bilde av fordelingen mellom kategoriene av utsatte kulturminner i Norge.



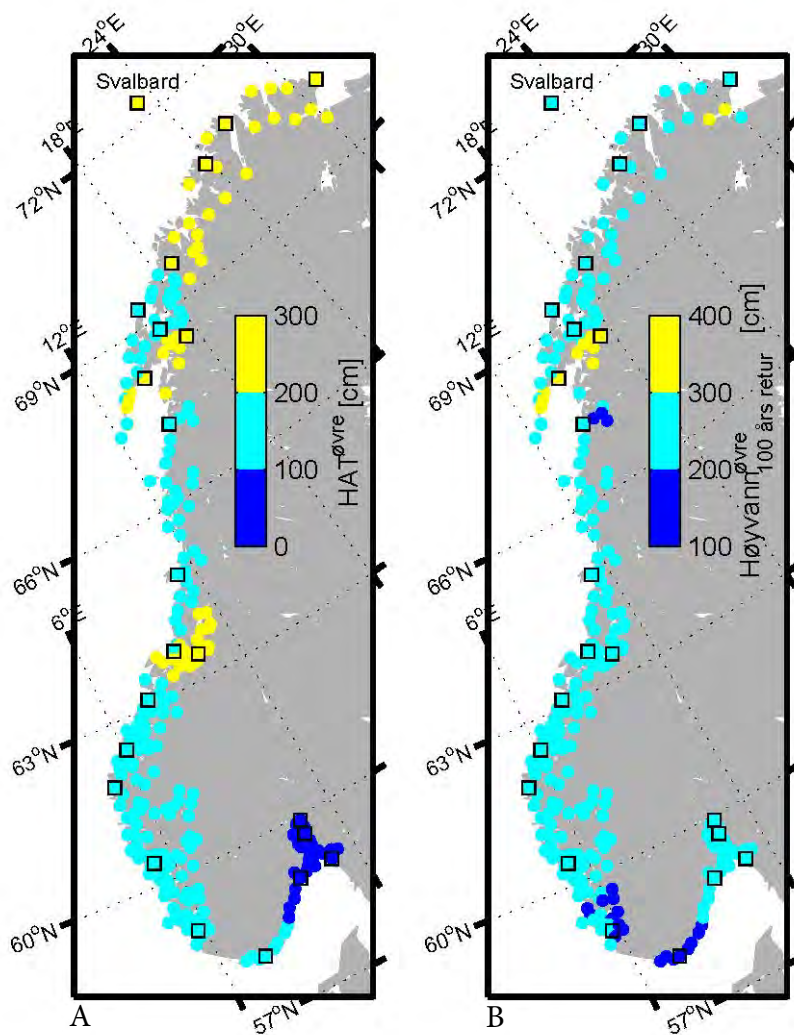
Figur 3.7. Inndeling i kategorier av kulturminner som kan bli påvirket av endringer i havnivå ut fra utvalgene i Figur 3.6 (Risan 2010).

Denne rapportens estimater

I denne rapporten har vi innført to nye faktorer i forhold til ovennevnte rapport: estimater for vannstandsøkning langs kysten og angitt absolutte høyder for framtidig tidevanns- eller stormflonivå i stedet for endring alene. Begge er faktorer som varierer langs kysten vår (se f.eks. figur 1.1 og 1.2).

Høydene som blir brukt gjennomgående i denne rapporten, er i forhold til normalnull (NN1954) slik at alle nivåer korresponderer med landkart og posisjonsdata for objekter, bygninger etc. på land. Vi omtaler altså ikke bare endring vannstand, men de faktiske karthøydene som vil bli påvirket. Det gir en systematisk identifisering av vannstand i forhold til kulturminner, uten å forutsette at brukeren har full oversikt over de utsatte kulturminnenes antall og faktiske avstand til strandsonen. Dette gir også muligheten til å skaffe seg oversikt over hvilke kulturminner som er utsatt *i dag*, for både tidevann og ev. stormflo (se høydene angitt i figur 1.2).

Figur 3.8 viser en grovinndeling av nivåene i figur 1.3b og d. Denne inndelingen kan benyttes ved identifisering av hvilke kulturminner som kan bli satt under vann i 2100, ved henholdsvis normalt høyvann og stormflo. Norges kommuner kan inndeles i seks soner ut fra tre vannstandsintervaller for det astronomiske tidevann (figur 3.8a) og tre intervaller for stormflo (figur 3.8b).



Figur 3.8: Grovinndeling av framtidige a) høyeste astronomiske tidevann (HAT) og b) høyvann med 100 års gjentakintervall, begge ved øvre sannsynlige havnivåstigning. Det er 68 prosents sannsynlighet for at disse to flomålene vil kunne nå disse verdiene i 2100. Alle nivåer i forhold til NN1954. Sorte firkanter markerer Kartverkets faste målestasjoner.

I det meste av landet er det i sonen 1–2 meter at høyvannsnivået er forventet å ligge, mens de mest utsatte områdene er Trondheimsfjorden, Sørlandet og Finnmarkskysten med opp til 3 meters høyvann i 2100. I Oslofjorden og til Risør forventes ikke over 1 meter høyvann. Når det gjelder mulig stormflo i 2100, ligger forventet nivå stort sett mellom 2 og 3 meter, bortsett fra i Sørlandet og Varangerfjorden (3–4 m) og deler av Sørlandet og Boknafjorden (1–2 m).

Vi har dessverre ikke tilgjengelig høydeinnmåling for alle kulturminner i Norge, men ved hjelp av Figur 3.8 vil det være enklere i hver kommune eller annen instans å velge ut hvilke kulturminner som kan bli påvirket, gitt lokal kunnskap om enkelte kulturminnelokaliteter. Høydeinndelingen i landkart i Askeladden er 1 meter koter. Derfor er det hensiktsmessig å benytte den samme grove inndelingen av forventet vannstand i de ulike kommunene (figur 3.8). Det vil være en klar fordel for kulturminneforvaltningen i Norge at høyder for alle kystnære kulturminner blir kartlagt, slik at de systematisk kan relateres til både dagens og framtidens tidevanns- og stormflonivåer.

3.7 Kunnskapshull

- Høydeinnmåling av kulturminner/lokaliteter.
- Det vil være behov for regionale og lokale framskrivninger som kobler kulturminnedata med geologi og erosjonsdata og som håndterer både vedvarende påvirkning/nivå og ekstremhendelser.
- For å kunne identifisere hvilke kulturminner som blir berørt av endret havnivå kan det være nyttig å analysere vannstandsendringer og kulturminnene i en terrengmodell med god oppløsning. Terrengmodellens nøyaktighet gjør det mulig å få gode resultater selv når vannstandsendringen er relativt liten.

Det er behov for mer kunnskap om umiddelbare og langsiktige direkte effekter av endret havnivå i forhold til til alle typer kulturminner og materialer for eksempel gjennom etablering av langsiktige miljøovervåkingsprogrammer. Kobling av naturvitenskapelig og kulturminnefaglig kunnskap vil være viktig.

Referanser

- Aunan, Kristin and Bård Romstad (2008). Strong coasts, vulnerable communities: Potential implications of accelerated sea-level rise for Norway. *Journal of Coastal Research*, 24 (2). S. 403–409.
- Huisman, D. J. (ed.) 2009: *Degradation of Archaeological Remains*. Den Haag.
- Indrelied, Svein (2009). *Arkeologiske undersøkelser i vassdrag. Faglig program for Sør-Norge*. Riksantikvaren, Oslo.
- Kvande, Tore et al. (2012). *Klima og sårbarhetsanalyse for bygninger i Norge. Videreføring av rapport 3B0325*. SINTEF Rapport 3E0119.
- Martens, Vibeke Vandrup (2012): Bevaringsforhold for kulturlag i by. I: Sætren, A. et al. (red.) 2012: Kulturarv, kulturminner og kulturmiljøer. Presentasjoner fra NIKUs strategiske instituttprogrammer 2006–2010. *NIKU Tema* 39. pp. 50–56.
- Matthiesen, H.: Detailed chemical analysis of groundwater as a tool for monitoring urban archaeological deposits: results from Bryggen in Bergen. *Journal of Archaeological Science* 35, 2008. pp. 1378–1388.
- Matthiesen, H.; Dunlop, R.; Jensen, J.A.; de Beer, H. & Christensson, A.: Monitoring of preservation conditions and evaluation of decay rates of urban deposits – results from the first five years of monitoring at Bryggen in Bergen. *Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies* 10, 2008. pp. 163–174.
- Nymo, Pål og Nævestad, Dag (2006). *Hva blir borte av det vi ikke ser? Årlig tap og skade på kulturminner under vann. En statusrapport med kartlegging av omfang, og forslag til langsiktige overvåkingsprogram*. Norsk Sjøfartsmuseum Skrift nr. 50 – Oslo 2006
- Risan, Thomas (2010). *Klima og kulturarv. Særlig sårbare områder i Norden*. NIKU oppdragsrapport 53/2010.
- TemaNord 2010: 590. *Klimaendringer og kulturarv i Norden*. Nordisk Ministerråd, København 2010.

4 Forvaltning og virkemidler

Kjell Harvold (Norsk institutt for by- og regionsforskning) og Trude Rauken (CICERO Senter for klimaforskning)

Nøkkelpunkter

- Ansvar for håndteringen av havnivåstigning er fragmentert; det ligger på flere ulike instanser. Dette kan gi koordineringsutfordringer.
- Det fins en rekke virkemidler for å ivareta kulturminner ved kysten. I dagens situasjon vil en styrkning av det regionale kulturminnevernet kunne være et viktig tiltak.
- Selv om vi har noe kunnskap om havnivåstigning, blir ikke denne alltid benyttet. Usikkerhet knyttet til framskrivninger av havnivåstigning kan føre til at beslutninger ikke blir tatt

Oppsummering

- Ivaretagelse av kulturminner nær havnivået i Norge står i dag overfor to forvaltningsmessige utfordringer: en sektorisert eller fragmentert forvaltning og mange små kommuner.
- Ulike fagetater har klare interesser langs kysten og disse er ikke nødvendigvis sammenfallende. Dette kan føre til konfliktsituasjoner som ikke alltid vil lede til koordinerte løsninger i forhold til havnivåstigning og kulturminnevern. For å ivareta kulturminnevernet er det behov for samarbeid på tvers av fagfelt og sektorer. Det er mange små kommuner langs kysten, ikke alle av disse har kapasitet til å prioritere kulturminner.
- Styrkning av det regionale nivået når det gjelder kulturminnevernet, kan være et forvaltningsmessig svar på begge disse to utfordringene: For å ivareta helhet i den sektoriserte stat kan et forsterket regionalt nivå yte veiledning/støtte til små kommuner, samtidig som de i større grad kan se sammenhengen mellom ulike fagmyndigheter.

4.1 Kunnskapsgrunnlaget

Det har til nå vært lite forskning på problemstillinger knyttet til dagens forvaltningssystem i forhold til havnivåstigning og kulturminner. Vi kan imidlertid si en del om hvordan forvaltningen håndterer klimatilpasning generelt. Ut fra dette kan det pekes på noen utfordringer knyttet som sannsynligvis vil være relevante for forvaltningen av kulturminner knyttet til utfordringen høyere havnivå.

Vi vil i de påfølgende avsnittene diskutere virkemidler som kan være aktuelle i forhold til utfordringen kulturminnevern – havnivå. Virkemidler kan generelt kategoriseres og systematiseres på forskjellige måter. Inndelingene kan gjøres svært detaljerte eller mer overordnede (Eckhoff 1983, Baldersheim 1972). En tredelt virkemiddelinndeling er imidlertid ikke uvanlig. En snakker da gjerne om regulative (bestemmelser knyttet til lovverk, retningslinjer med mer), økonomiske (for eksempel finansieringsordninger) og informative tiltak (bl.a. veiledere, brosjyrer, nettsteder med informasjon) (Vedung 1998, Harvold 2010).

I forhold til havnivåstigning kan en tenke seg at alle disse tre virkemidlene kan være aktuelle. I de neste avsnittene drøfter vi disse virkemidlene. I avsnitt 4.5 foretar vi så en kort oppsummering av virkemidler, og peker i Tabell 4.1 på *eksempler* på mulige tiltak.

4.2 Regulative virkemidler

De viktigste regulative verktøyene kommunene har i sitt arbeid med kulturminner er plan- og bygningsloven og kulturminneloven. Kulturminner har et spesielt vern mot nye utbygginger. I

kommunens plansystem skal det tas spesielt hensyn til verneverdige bygninger, andre kulturminner og kulturmiljø. En bygningstillatelse kan også bli trukket tilbake med bakgrunn i kulturminnelovens paragraf 8 dersom det viser seg at bygningen er i konflikt med et kulturminne (Amundsen, 2008).

Sammenlignet med andre land har Norge en relativt sterk kulturminnelovgivning. Lovgivningen knyttet til vann (grunnvann/overflatevann) har samtidig vært svak sammenlignet med land som Nederland og Danmark. Erfaringer fra Bryggen i Bergen understreker behovet for en sterkere kobling mellom kulturminner og vannforvaltning (De Beer et al 2012). Når det gjelder forvaltning av kulturminner er det mange som ser på dette som et offentlig anliggende som hindrer annen utvikling. Samtidig kommer de fleste forslag om vern fra enkeltpersoner og lokalsamfunn (NOU2002). Det er viktig å huske dette når det gjelder forvaltning av kulturminner i forhold til havnivåstigning. Dersom det er et lokalt engasjement, kan forvaltningen trekke veksler på dette i sine avgjørelser og sitt bevaringsarbeid. Dette kan også bidra til styrking av lokaldemokratiet, samtidig som lokalt engasjement kan være en kilde til kunnskap for forvaltningen.

Den offentlige kulturminneforvaltningen hatt fokus på «... å bygge opp nasjonal identitet og av å befeste det nasjonale fellesskapet.» (NOU2002:22). Av Justisdepartementet betegnes kulturminner som 'kritisk infrastruktur' når de i sin stortingsmelding om beredskap hvor påpeker at dersom kultminner går tapt går deler av vår kollektive hukommelse tapt (JD, 2008). Det at kulturminneforvaltningen har en viktig rolle i å trygge den kollektive hukommelsen er åpenbart, og da blir det viktig at den også har en grundig forståelse av hvordan klimaendringer, herunder havnivåstigning, kan true denne hukommelsen i det lange løp.

Ifølge plan- og bygningsloven skal alle kommuner ha en kommuneplan med arealdel som skal inneholde en overordnet strategi knyttet til samfunnsutvikling, herunder langsiktig arealbruk og miljøutfordringer. I planarbeidet bør nasjonale føringer legges til grunn for vurderingene. Klima er et eksempel på en slik føring. Kommunene har lenge arbeidet med klimautfordringer som økt skredfare, elfløm og økte problem med overvann i bebygde områder.

Havnivåstigning er – i motsetning til de tre andre utfordringene nevnt ovenfor – et helt nytt fenomen som arealplanleggingen ikke har forholdt seg til tidligere. Det kan derfor være en særlig utfordring å få kommunene til å fokusere på dette feltet. I tillegg har de fleste kommuneplaner i dag et 10-12 års perspektiv, mens havnivåstigning sannsynligvis vil gjøre seg gjeldende på lengre sikt. De oversikter som nå er utarbeidet, gir som kjent prognoser for mulig utvikling fram mot år 2100.

Pålegget om gjennomføring av risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS) for alle norske kommuner har vært et av de viktigste verktøyene i tilpasningsarbeidet. I ROS-analysen er klimaendringer og eventuelle effekter på kommunen ett av fokusområdene, men ikke noe som nødvendigvis får stor oppmerksomhet. DSBs årlige kommuneundersøkelse viser at fire av 10 kommuner ikke har tatt klimatilpasning inn i planverket (DSB, 2011). Samtidig later det til at fokus på ROS har økt i den politiske ledelsen i kommunene. Nærmere 90 prosent av norske ordførere oppga i 2010 at scenarier knyttet til klimaendringer i vesentlig grad bør inkluderes i ROS-analyser, mens drøyt 70 prosent av ordførerne mente det samme i 2007 (Harvold 2011).

Det har vært gjort en del casestudier i Norge på kommunal klimatilpasning (Dannevig et al., 2012, Rauken, 2011, Eakin et al., 2011, Amundsen et al., 2010, Harvold og Risan 2010), og tendensen er klar: Befolkningmessig store kommuner arbeider mer aktivt med klimatilpasning enn små kommuner. Forklaringen ligger mest sannsynlig i at store kommuner har større fleksibilitet til å frigjøre ressurser til ikke-pålagte oppgaver.

I tillegg er de store kommunene tidligere ute med å fokusere på klimatilpasning, enn små kommuner. De store kommunene var eksempelvis vesentlig raskere til å utarbeide klima- og energiplaner enn de små: I 2010 hadde 58 prosent av kommunene med mer enn 10.000 innbyggere slike planer, mens det tilsvarende tallet for kommuner under 10.000 innbyggere var 27 prosent. Videre er det geografiske forskjeller. Kommunene på Østlandet hadde en større plantetthet enn kommuner ellers i landet (Harvold og Risan 2010).

Studier viser også at staten ofte oppleves om fraværende for kommunene, når det gjelder klimatilpasning. Mange kommuner spør seg hvorfor de skal jobbe med dette feltet, når staten

ikke viser særlig interesse (Amundsen et al., 2010). Vi vet at manglende styringssignaler fra staten på tilpasning gir større utslag i små kommuner enn i store kommuner (Dannevig et al., 2012). Små kommuner har en tendens til først og fremst å fokusere på å etterkomme pålegg fra staten da de ofte mangler ressurser og ikke kan fokusere på ikke-pålagte oppgaver. Store kommuner er i større grad enn små «på ballen» når det gjelder tilpasning (Rauken et al., forthcoming, Dannevig et al., 2012).

Dette peker på en viktig svakhet ved dagens forvaltningssystem: Små kommuner har ikke ressurser til å gjennomføre tiltak, og dette blir særlig synlig når staten ikke sender ut standardiserte retningslinjer. I noen tilfeller har fylkesnivået spilt en rolle i klimatilpasningsarbeid, som ROS (Fylkesmannen i Aust-Agder og Fylkesmannen i Vest-Agder, 2011). Dette samarbeidet kan være fordelaktig også når det gjelder kulturminner og havnivå. Gjennom samarbeid i fylket kan små kommuner med knappe ressurser sikre kulturminner mot havnivåstigning, fordi de lettere kan få innblikk i hva nabokommunen har gjort. Videre vil fylkene kunne samarbeide om føringer for sikring av kulturminner med hensyn til havnivåstigning. Felles føringer med lokale variasjoner på løsninger kan også tenkes utført på regionalt nivå. Gjennom slike regionale føringer, slipper alle kommunene å gjøre sine egne utredninger, og de kan dermed spare ressurser.

4.3 Økonomiske virkemidler

Det fins en rekke typer økonomiske virkemidler som i teorien kan være aktuelle innenfor temaet havnivå – kulturminner. I den praktiske kommunale hverdagen ser vi imidlertid at det sjelden er snakk om finslipte ordninger som kan forstås isolert. De er en del av en kontekst og nært knyttet til det eksisterende regulative systemet: I plan- og bygningsloven er det for eksempel lovfestet muligheter for kommunen til krav til utbyggere. Ansvars- og forsikringsordninger kan være viktige insitamenter for å sikre at kommunen generelt inkorporer hensyn til klimaendringer i sin planlegging. Forsikringsordninger og ansvars plassering mellom utbygger, kommune og statlige myndigheter er til dels uavklart. Det kan for eksempel oppstå uklarheter om hvem som egentlig har ansvaret hvis en klimarelatert hendelse rammer et område: Er det kommunen som har ansvaret, ved at den ikke har foretatt nødvendig sikring? Entydige svar på dette kan en sannsynligvis ikke gi før slike saker ev. blir behandlet i rettsvesenet.

Øremerkede tilskudd

Ofte har kommuner anstrengt økonomi. Dårlig økonomi kan være et hinder for at kommunene har den nødvendige kapasitet og kunnskap til å møte utfordringene innenfor kulturminner i strandsonen. Dagens prinsipp med generelle rammeoverføringer fra stat til kommune illustrerer imidlertid – nok en gang – at det er vanskelig å løfte ut ett tema fra den helhetlige konteksten, og gi dette feltet «særbehandling», dvs. etablere øremerkede tilskudd. Det er vanskelig å trekke noen klare overordnede anbefalinger – verken for eller mot – øremerkede tilskudd på bakgrunn av de studier som hittil har vært gjort (se for eksempel Håkonsens et al. 2005). Reformen *Miljøvern i kommunene* (MIK), belyser både styrken og svakheten ved øremerking: På første del av 1990-tallet ble det gitt øremerkede tilskudd til alle kommuner som ansatte en egen miljøvernkonsulent. Dette førte til en rask oppblomstring av miljøvernkonsulenter i kommunene. Da ordningen med øremerking ble avvirket, falt antall miljøvernstillinger i kommunene nesten like fort.

Et annet og nyere eksempel på økonomisk støtte innenfor lokal planlegging, er den støtten ENOVA nå gir til kommuner som utarbeider klima- og energiplaner. En ny undersøkelse viser at denne støtteordningen virker skjevt mellom kommuner: Kommuner med mer enn 10.000 innbyggere har i langt større grad enn mindre kommuner utarbeidet planer (Harvold 2009).

Den gruppen kommuner som kanskje kunne behøvd økonomisk støtte sterkest – de små – er altså de som i minst grad får ta del i ENOVAs støtteordning.

Øremerket økonomisk støtte til ett bestemt felt, som for eksempel styrkning av kommunalt kulturminnevern for å ivareta utfordringer med havnivå, kan altså være et tveegget sverd: På kort sikt kan det gi en oppblomstring av aktivitet på et bestemt område. Imidlertid kan ordningen ha en kortvarig effekt, ved at arbeidet stopper opp når øremerkingen opphører (som MIK). Øremerkede ordninger kan også virke skjevt, som ENOVA-støtten, som i praksis først og fremst har blitt en støtte til de befolkningsmessig største kommunene.

Subsidiering av utvalgte kommuner med særlige utfordringer på dette feltet, kan selvsagt også være et aktuelt økonomisk virkemiddel.

4.4 Informative virkemidler

Informative virkemidler står uten tvil sentralt i arbeidet med klimatilpasning generelt og også når det gjelder utfordringen havnivå og kulturminnevern.

En utfordring er ofte at det fins kunnskap om en planutfordring, men at denne ikke er formidlet til alle aktører. Dette understreker behovet – også når det gjelder havnivåstigning – for å bearbeide og videreformidle den kunnskap som fins til kommunene. Det er ikke tydelig forankring av ansvar hos myndighetene når det gjelder formidling av kunnskap. Kunnskapen ligger der i rapporten *Havnivåstigning i norske kystkommuner*, men siden framskrivninger for havnivåstigning har mye usikkerhet knyttet til seg, ses det på som utfordrende å omsette framskrivningene til konkret handling. Det bør være et sammenfall mellom nasjonal myndighet som har ansvaret for dette og for rettleidningsarbeidet overfor kommunene. Informative virkemidler kan brukes for å gjøre tilgjengelig relevant kunnskap om kulturminners utsatthet for havnivåstigning og mulige sikringsløsninger.

Fylkeskommunen har som kjent et særlig ansvar for veiledning av kommunene i kommuneplanleggingen. Fylkeskommunen har imidlertid et generelt kapasitetsproblem. Dette varierer fra fylke til fylke, men det er grunn til å tro at en styrkning av fylkeskommunen kunne styrket arbeidet i kommune, ikke minst i de befolkningsmessige små kommunene.

4.5 Virkemidler – kort oppsummering

I tabellen under har vi satt opp noen eksempler på mulige virkemidler, basert på drøftingen i avsnittene foran. Tabellen er ikke fullstendig, men er ment som illustrasjoner på mulige virkemidler for å fremme ivaretagelse av kulturminner utsatt for havnivåstigning.

Tabell 4.1: Eksempel på aktuelle virkemidler i forhold til kulturminner og havnivåstigning

Virkemidler	Aktuelle tiltak
Regulative	<p>Bør regionale myndigheter gis et sterkere ansvar overfor kommunene på dette feltet?</p> <p>Tidshorison: Bør det kreves mer langsiktig (mer enn 10-12 år) strategisk planlegging i plan- og bygningsloven, når det gjelder kommunene?</p> <p>Oppfølging: Bruker kommunene mulighetene i plan- og bygningsloven for å ta hensyn til havnivåstigning?</p>
Økonomiske	<p>Øremerking av midler for utsatte kystkommuner kan være et tiltak</p> <p>Subsidiering av tiltak som anses som veldig nyttige, men er kostbare</p>
Informative	<p>Behov for kontinuerlig oppdatering og tilgjengeliggjøring av kunnskapsgrunnlag: oppdaterte og nedskalerte oversikter over mulig havnivåstigning</p> <p>Vurdere behovet for en nasjonal politikk for valg av scenarier</p> <p>Utvikle og spre kunnskap om innovative løsninger for tilpasning til bygg i sjøkanten til kommune, fagmiljø, konsulenter med mer</p>

4.6 Mange interesser og betydelig usikkerhet

Kommunene er tillagt en sentral rolle i alt klimatilpassningsarbeid. Det er kommunene som har ansvaret for å sikre trygg infrastruktur og boliger på sine arealer. Et sentralt spørsmål er i hvilken grad de faktisk tar dette ansvaret: Det er hektisk på mange plan og byggesakskontorer, det er mange målkonflikter og tidspress for å få igjennom planer fra utbyggere. Den politiske interessen for å trekke inn hensyn til klimaendring varierer også. Mange små kommuner kan dessuten ha problemer med å ha tilstrekkelig kompetanse.

Dagens statsapparat er et resultat av en rekke reformer de siste decenniene: fristilling, markedsretting, konkurranse, privatisering og brukerbetaling er noen stikkord. Samtidig har ansvaret på sentralt statlig nivå i noen tilfeller blitt oppsplittet. Mens det for 30 år siden ble snakket om en «segmenterte stat» benyttes den «fragmenterte stat» nå som betegnelse. Når en ny utfordring – som klimatilpassning – skal møtes i forvaltningen, må det altså forstås mot et bakteppe der det administrative apparat ikke lenger entydig kan ses som en monolitisk struktur.

Utfordringene med havnivå blir (nok en) ny utfordring kommunene må løse. Dette kan bli en særlig stor utfordring for små kommuner. Regionalt samarbeid mellom kommuner kan bli mer aktuelt enn tidligere. Uansett bør det regionale nivået, som fylkeskommune og fylkesmann, styrke sin kompetanse for å veilede kommunene. Det ligger også en utfordring for statsetater som Norges vassdrags- og energidirektorat og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap når det gjelder informasjon og veiledning overfor kommunene.

Tilpassning til havnivåstigning er ikke bare preget av at mange aktører er involvert, men også at en står overfor betydelig usikkerhet. En vet ikke med sikkerhet hvordan havnivåstigningen vil slå ut i framtiden: Dette innebærer usikkerhet i modellene som skal omsettes til konkret dimensjonering av høyder, noe som reiser flere spørsmål av prinsipiell karakter. Er det kommunene som tar stilling til dette; skal enhver kommune forholde seg til sin egen fortolkning av usikkerhetene og oppfatning av hvor mye havet skal stige? Er det i så fall akseptabelt at kommunene – med bakgrunn i usikkerheten – velger å se bort fra havnivåstigning? Skal en på nasjonalt hold spille en klarere rolle i å gi retningslinjer for hva kommunene skal forholde seg til? I Tilpassningsmeldingen henstiller Regjeringen om at det er de høye framskrivningene som skal legges til grunn i planleggingsarbeid i Norge (MD, 2013).

En mulig måte å håndtere usikkerhet på er å behandle det som en risiko, at man sier at det er en prosentvis sjanse for at noe kommer til å inntreffe. I dette tilfellet vil det dreie seg om en prosentvis sjanse for at et kulturminne vil bli utsatt for havnivåstigning. Dette kan så vurderes opp mot kulturhistorisk og økonomisk verdi, og så fatte en beslutning basert på dette. Samtidig er ikke risikoforståelse noe universelt – det tolkes ikke likt av alle. Dette blir tydelig når man ser på tilpassning til framtidige klimaendringer. Selv om framskrivninger har vist seg å være særdeles viktige for å forstå effektene av klimaendringer, er det mye som tyder på at de ikke har vært like nyttige når man skal avgjøre hvordan man skal tilpasse seg (Wilby and Dessai, 2010). I forbindelse med klimatilpassning er det en rekke forskere som argumenterer for at framskrivninger som skal brukes i tilpassning er mindre viktige, men at det heller er den kulturen og konteksten de tolkes i som er avgjørende (Adger, 2003, Adger et al., 2009, Dessai et al., 2004, Dessai and Hulme, 2004, Dessai et al., 2005).

Vi vil understreke at helhetlig tenkning rundt tilpassning er satt som førende prinsipp fra myndighetshold, da dette antas å legge til rette for løsninger som står seg i et komplekst samfunn. Det helhetlige perspektivet kommer veldig klart fram i den såkalte «mainstreaming»-tilnærmingen: Tilpassning til klimaendring behandles da ikke som et politikkområde for seg selv, men integreres i eksisterende sektorer. Videre skal sektorene seg imellom koordinere avgjørelser, slik at et tiltak vedtatt i en avdeling ikke fører til utfordringer for en annen avdeling. Denne tilnærmingen kan gi økt samsvar mellom politikkområder, færre sjanser for duplisering av politikktutforming eller motsigende vedtak samt gjøre det enklere å håndtere interessekonflikter mellom tilpassning og andre hensyn (Kok and de Coninck, 2007).

4.7 En sterkere rolle for fylket?

Fylkeskommunen er allerede regional kulturminnemyndighet og har dermed en nøkkelrolle i forvaltningen av kulturarven vår. Forskere har også sett på hvilken rolle fylket kan ha i arbeidet med klimatilpasning. Hanssen og kolleger (2012) framholder i sin artikkel om flernivå-styring av klimatilpasning at det er et stort potensial for det regionale nivået som en koordinerende part i arbeidet. De påpeker viktigheten av nettverksstyring når det gjelder klimatilpasning for å få til koordinering av tilpasningstiltak og her kan fylkeskommunen spille en viktig rolle (Hanssen et al., 2012). Fylkeskommunen er allerede i en «megler»-posisjon mellom myndighetsnivåer og mellom kommuner. Gjennom meglerarbeidet kan fylkeskommunen bidra til å oppnå synergieffekter (Hanssen et al., 2012).

Flere aktører øker også kompleksiteten i tilpasningsarbeidet, og det er dermed alltid verdt å spørre seg om hvilket mål som skal oppnås og hvordan forskjellige aktører kan bidra til å nå det målet. Her blir det relevant å spørre om hvilke forutsetninger fylket/fylkeskommunen har for å bidra til måloppnåelse i skjæringspunktet mellom klimaendringer og kulturarv. Spesifikt for havnivåstigning er målet da å bevare alle kulturminner som er utsatt for denne effekten av klimaendringer, begrense skadeomfanget på disse, eller bare være oppmerksom på at de er utsatt? Når vi vet hva som er målet med tilpasningen kan vi identifisere trekk eller funksjoner hos fylket som kan bidra til å bevare, begrense skadeomfanget på eller registrere kulturminner som er utsatt for havnivåstigning.

Tilpasningsmeldingen understreker at den delen av forvaltningen som sitter med ansvar på et område også har ansvar for klimatilpasning for dette området (MD, 2013). Gitt at fylket er regional kulturminnemyndighet, er det naturlig at også dette myndighetsnivået får en rolle i arbeidet med klimatilpasning for kulturminner. I tillegg til å ha koordineringsansvaret som Hanssen og kolleger etterlyser kan fylket bidra til å gjøre kunnskap om kulturminner og havnivåstigning tilgjengelig for kommunene.

4.8 Kunnskapshull

Hittil har vi lite forskning på havnivåstigning og forvaltning av kulturminner. Dette er også et felt som generelt har fått relativt liten oppmerksomhet i Kommune-Norge. Hvorfor vier ikke kommunene dette feltet større oppmerksomhet?

En annen utfordring er at forankringen av ansvar hos myndighetene når det gjelder formidling av kunnskap er utydelig. Det foreligger kunnskap, men siden framskrivninger for havnivåstigning har mye usikkerhet knyttet til seg, ses det på som utfordrende å omsette framskrivningene til konkret handling. Hvordan bør kunnskapen om havnivåstigning formidles til lokalt nivå: bør det for eksempel etableres konkrete retningslinjer for tilpasning til havnivåstigning?

Negative konsekvenser av et tiltak som påføres en tredjepart, tilsier at dette også kan forekomme når det gjelder forvaltning av havnivåstigning dersom ikke forskjellige sektorer samarbeider om løsninger. Derfor blir koordinering av forskjellige vedtak viktig. Vi ser for oss dette kan være et område det vil være nyttig å bygge opp kunnskap om. Vi trenger for eksempel å vite mer om hvilke sektorer det dreier seg om.

Referanser

- ADGER, W. N. 2003. Social capital, collective action, and adaptation to climate change. *Economic geography*, 79, 387-404.
- ADGER, W. N., DESSAI, S., GOULDEN, M., HULME, M., LORENZONI, I., NELSON, D. R., NAESS, L. O., WOLF, J. & WREFORD, A. 2009. Are there social limits to adaptation to climate change? *Climatic change*, 93, 335-354.
- AMUNDSEN, H., BERGLUND, F. & WESTSKOG, H. 2010. Overcoming barriers to climate change adaptation - a question of multilevel governance? *Environment and Planning C: Government and Policy*, 28, 276-289.
- AMUNDSEN, H., HEGE WESTSKOG AND JONAS VEVIATNE 2008. Forvaltning - notat om fordeling av ansvar. CICERO Report. Oslo: CICERO - Center for international climate and environmental research Oslo.
- BALDERSHEIM, H. 1972. Klienter og handlemåtar i regionalplanlegginga. *Tidsskrift for samfunnsforskning* 13/1972
- DANNEVIG, H., RAUKEN, T. & HOVELSRUD, G. 2012. Implementing adaptation to climate change at the local level. *Local Environment*, 17, 597-611.
- DE BEER, J., CHRISTIENSSON, A. & BOOGAARD, F (eds) 2012. Sustainable Urban Water Planning Across Boundaries. Skint Water Series. The Interreg IVB North Sea Region Programme. EU
- DESSAI, S. & HULME, M. 2004. Does climate adaptation policy need probabilities? *Climate Policy*, 4, 107-128.
- DESSAI, S., LU, X. & RISBEY, J. S. 2005. On the role of climate scenarios for adaptation planning. *Global Environmental Change*, 15, 87-97.
- DESSAI, S., W. NEIL ADGER, MIKE HULME, JOHN TURNPENNY, JONATHAN KÖHLER, AND RACHEL WARREN 2004. Defining and Experiencing Dangerous Climate Change. *Climatic Change*, 64, 11-25.
- DSB. 2011. 4 av 10 kommuner har ikke innarbeidet klimatilpasning i planverk. Available: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/kampanjer/klimatilpasning-norge-2/bibliotek/undersokelser/jhdj.html?id=649861> [Accessed March 20, 2013].
- EAKIN, H., ERIKSEN, S., EIKELAND, P.-O. & ØYEN, C. 2011. Public sector reform and governance for adaptation: implications of new public management for adaptive capacity in Mexico and Norway. *Environmental management*, 47, 338-351.
- FYLKESMANNEN I AUST-AGDER OG FYLKESMANNEN I VEST-AGDER 2011. Risiko- og sårbarhetsanalyse for Aust-Agder og Vest-Agder.
- HANSEN, G. S., MYDSKE, P.K. & DAHLE, E. 2012. Multi-level coordination of climate change adaptation: by national hierarchical steering or by regional network governance? *Local Environment*, 1-19.
- HARVOLD, K. 2009. Klima, kroner og kommuner. Kommunal Rapport 42/2009
- HARVOLD, K. 2010 (red): Ansvar og virkemidler ved tilpasning til klimaendringer. CIENS-rapport 1-2010. CIENS. Oslo
- HARVOLD, K & RISAN, L.C. 2010. Kommunal klima- og energiplanlegging. NIBR-notat 2010:107. NIBR. Oslo
- HARVOLD, K. 2011. Tenke globalt – handle lokalt. Ordførerundersøkelsen 2010: Norske ordføreres vurdering av klimaendring og lokalt klimaarbeid. NIBR-rapport 2011:10. NIBR. Oslo
- HÅKONSEN, L. T. E LUNDER, T.E & LØYLAND, K. 2005. Evaluering av forsøket med øremerkede tilskudd. Rapport nr. 220. Telemarksforskning. Bø
- JD 2008. St.meld. nr. 22 (2007-2008). Samfunnsikkerhet: Samvirke og samordning. Oslo: Det Kongelige Justis- og Politidepartement.

- KOK, M.T.J. & DE CONINCK, H. C. 2007. Widening the scope of policies to address climate change: directions for mainstreaming. *Environmental Science & Policy*, 10, 587-599.
- MD 2013. St.meld. 33. (2012-2013) Klimatilpasning i Norge. In: MILJØVERNDEPARTEMENTET (ed.). Oslo: Departementenes Servicesenter.
- MD 2013b. St.meld. 35 (2012-2013). Framtid med fotfeste. Kulturminnepolitikken. In: NOU, 2002. NOU2002:01. Fortid former framtid. Statens forvaltningstjeneste: Oslo
- RAUKEN, T. 2011. Municipalities managing climate change. In: KELMAN, I. (ed.) Municipalities addressing climate change - A case study of Norway. New York: Nova Science Publishers.
- RAUKEN, T., MYDSKE, P.K. & WINSVOLD, M. forthcoming. Mainstreaming climate change adaptation at the local level.
- SCHARPF, F. W. 1999. *Governing in Europe: effective and democratic?*, New York, Oxford University Press.
- VEDUNG, E. 1998. Carrots, sticks and Sermons, in BEBELMAS-VIDEK, RIST & VEDUNG: Carrots, Sticks and Sermons. Policy Instruments and their Evaluation. Transaction Publishers. London
- WILBY, R. L. & DESSAI, S. 2010. Robust adaptation to climate change. *Weather*, 65, 180-185.

5 Oppsummering og kunnskapshull

Dette kapittelet oppsummerer de foregående kapitlene og har et spesielt fokus på kunnskapshull og anbefalinger for fremtidig arbeid og forbedringer.

5.1 Sentrale nøkkelpunkter

- Vannstanden relativt til land kan forventes å stige langs mesteparten av vår kyst og stigningen ventes å variere langs kysten pga. ulik grad av landhevning.
- Siden tidevanns- og stormflonivåene varierer langs kysten, må kulturminnenes høyder sammenliknes med de lokale nivåene relativt til kartnull, både for nåtid og fremtid. Det er ikke mulig å gjøre en systematisk vurdering kun basert på forventet endring i vannstand.
- Risikoen for stormflo og ekstremvannstand representerer allerede i dag en trussel for kulturminner; mot 2100 vil kommuner på kysten fra Møre og Romsdal til Varangerfjorden kunne oppleve stormflo opp mot 3 meter over kartnull.
- Litteraturen om klimaendringer og kulturarv er av generell art, og det finnes lite som fokuserer på effekter av havnivåendringer på kulturarv.
- Alle typer eller kategorier av kystnære kulturminner vil kunne bli påvirket av endret vannstand: både bygninger, arkeologiske kulturminner og landskap.
- Nasjonale databaser som Askeladden, gir et utgangspunkt for å vurdere kulturminners sårbarhet for de lokale effektene av endringer i vannstand.
- Mangel på kartlegging av kulturminners høyde over havet representerer en generell utfordring. Selv om lokale estimater på forventet vannstand finnes, kan de ikke relateres til kulturminnelokalitetene uten høydebestemmelse av sistnevnte.
- Direkte effekter av havnivåendring på kulturminner er i første rekke knyttet til endringer i normal vannstand og stormflonivåer, som representerer hhv. vedvarende påvirkning og ekstremhendelser.
- Ansvar for håndteringen av havnivåstigning er fragmentert: Ansvar ligger på flere ulike instanser. Dette kan gi koordineringsutfordringer.
- I dagens situasjon vil en styrking av det regionale kulturminnevernet kunne være et viktig tiltak for å ivareta kulturminner ved kysten.
- Selv om det finnes kunnskap om havnivåstigning, blir ikke denne alltid benyttet i forvaltningen: usikkerhet knyttet til framskrivninger av havnivåstigning kan føre til at beslutninger ikke blir tatt.

5.2 Oppsummering

Havet stiger i hovedsak grunnet økende havtemperatur og smelting av is på land. På grunn av landheving er det først i de siste tiår at vannstanden har steget i deler av landet. Siden havstigningen er akselererende vil imidlertid vannstanden forventes å stige stadig flere steder og nå stadig høyere i fremtiden. Det forventes en vannstandsøkning langs sør- og vestlandskysten på mellom omtrent 20 og 80 cm mot slutten av dette hundreåret. I Troms og Finnmark forventes en noe lavere økning. I Oslofjorden, Nord-Trøndelag og Nordland er tallene ca. 30 cm lavere. Det forventes ikke økning i stormfloaktivitet, men de ekstreme vannstands nivåene som opptrer i slike tilfeller representerer en trussel allerede i dag og med fremtidig stigning av middelvannstanden kan stormflonivåene stige tilsvarende. Lavere vannstand (på grunn av landheving) kan fortsatt finne sted i løpet av de neste 100 år i områder som Oslofjorden og Midt-Norge, men bare hvis havnivåstigningen følger de lavest sannsynlige estimatene.

Flere rapporter om klimaendringer og kulturarv har tatt utgangspunkt i kulturminnetyper og miljøer når det gjelder kategorisering, og delt kulturminnene inn i overordnede, grove kategorier som bygd kulturarv, arkeologi og landskap/parker/hager. Andre fremstillinger av klimaendringenes effekter på kulturminner har tatt utgangspunkt i materialer som mur og tre eller i klima indikatorer som økt temperatur, økt nedbør, mer flom etc. Svært lite av litteraturen om klima og kulturarv har fokus på effekter av endret havnivå, mens flom og kysterosjon er hyppigere omtalt og vurdert. Mangelen på sårbarhetsvurderinger/risikoanalyser i forbindelse med stigende havnivå er en stor utfordring i arbeidet med dette temaet.

Direkte påvirkning på kulturminner fra klimaendringer kan bestå av gradvis påvirkning over tid eller ekstremhendelser. Eksempler på langtidseffekter kan være kysterosjon og økning av råtesopp i bygninger pga. stigende vannstand og ekstremhendelser kan være ødeleggelser fra flom eller stormflo. De fleste av disse prosessene er naturlige og har i stor grad gått sin gang over lang tid. Pga. havnivåøkning vil sonene som blir påvirket flyttes stadig høyere og lenger inn på land. Effekten av høyere vannstand er større jo flatere kysten er. Ligger større tilgrensende landområder nokså lavt over havnivået, vil bare noen få cm gjennomsnittlig økning i vannstanden medføre at stormflo eller høye bølger kan skylle flere meter lenger innover land, sette større arealer under vann og berøre flere kulturminner. Det mangler imidlertid lokale og regionale vurderinger av kulturminnenes sårbarhet. Generelt vil en kunne si at beliggenheten ved kysten vil gjøre en del byer sårbare overfor vannstandsøkning og høyere stormflomål.

Ivaretagelse av kulturminner nær havnivået i Norge, står i dag overfor to forvaltningsmessige utfordringer: en sektorisert eller fragmentert forvaltning og mange små kommuner. Ulike fagetater har klare interesser langs kysten og disse er ikke nødvendigvis sammenfallende. Dette kan føre til konfliktsituasjoner som ikke alltid vil lede til koordinerte løsninger. For å ivareta kulturminnevernet er det behov for samarbeid på tvers av fagfelt og sektorer. Det er mange små kommuner langs kysten, ikke alle av disse har kapasitet til å prioritere kulturminner. Styrking av det regionale kulturminnevernet, kan være et forvaltningsmessig svar på begge disse to utfordringene. For å ivareta helhet i den sektoriserte stat kan et forsterket regionalt nivå yte veiledning/støtte til små kommuner, samtidig som de i større grad kan se sammenhengen mellom ulike fagmyndigheter. Det kan også være viktig å skille mellom vern av kulturminner som vil bli utsatt for gradvis økende påvirkning, og beredskap mot ekstremhendelser som stormflo.

5.3 Kunnskapshull og anbefalinger

- Vi mangler både nasjonale og lokale oversikter som kobler kulturminnedata med endringer i vannstand, samt analyser av sårbarhet og robusthet for de kulturminnene/kategoriene som blir berørt av endringene. Det bør gjennomføres slike vurderinger ned på et detaljert og helt konkret nivå.
- Overordnede oversikter over kulturminner har svært varierende grad av nøyaktig innmåling, og – ikke minst – mangler høydekoordinater. Sistnevnte er helt nødvendig for vurdering av mulig fremtidig påvirkning fra havet, og kan løses ved bruk av eksisterende data lagt inn i en terrengmodell med god oppløsning.
- Nyere tids bebyggelse og kystnære kulturminner er ikke samlet i noen oversikt, siden disse ikke er automatisk fredet etter kulturminneloven. I en del kommuner vil denne typen kulturminner være den mest utsatte kulturminnekategorien.
- Det er behov for mer konkret kunnskap knyttet til direkte effekter på kulturminnetyper og materialer, f.eks. arkeologiske kulturlag og objekter, effekter av økte salter på bygningsoverflater og konstruksjoner osv.
- Geologi og erosjonsdata bør kobles til kulturminnedata både med tanke på vedvarende påvirkning og ekstremhendelser.
- Havnivåstigning og forvaltning av kulturminner har generelt fått liten oppmerksomhet i kommune-Norge. Dette feltet bør vies mer oppmerksomhet på lokalt plan.
- Det er ikke tydelig forankring av ansvar hos myndighetene når det gjelder retningslinjer for anvendelse av kunnskap som inneholder usikkerhet. Uten signaler og retningslinjer på hvordan havstigningsestimater og deres usikkerhetsintervaller bør tas til vurdering, er det en utfordring å omsette framskrivningene til konkret handling. Hvordan dette bør formidles til lokalt nivå, er et åpent spørsmål. Bør det f.eks. etableres konkrete retningslinjer for tilpasning til havnivåstigning? Beslutningstaking under usikkerhet er et fagfelt som vil kunne gi innspill på denne problemstillingen.
- Negative konsekvenser som påføres en tredjepart ved tiltak mot konsekvenser av havstigning, kan forekomme dersom ikke forskjellige vedtak koordineres. Dette kan være et område det bør bygges opp kunnskap om. Det trengs også en god oversikt om hvilke sektorer det dreier seg om.
- Det kan være nyttig og ressursbesparende å skille mellom vern av kulturminner utsatt for gradvis økende vannstand, og beredskap mot ekstremhendelser som stormflo.
- Det er uvisst hvor store klimagassutslippene faktisk vil bli i fremtiden. Det avhenger av bl.a. politiske avgjørelser og teknologitviking. Derfor vil det alltid være usikkerhetsintervaller tilknyttet estimater av fremtidig vannstand.
- I tillegg er ismassenes respons på en gitt temperaturøkning også i stor grad ukjent. Rammene for dette blir stadig bedre bestemt.

CIENS

Forskningscenter for miljø og samfunn

Oslo Centre for Interdisciplinary
Environmental and Social Research

Post- og besøksadresse:

CIENS

Gaustadalléen 21
0349 OSLO

Tel.: +47 22 18 51 00

Fax: +47 22 18 52 00

www.ciens.no

Print: CopyCat AS

ISSN: 1890-4572

ISBN: 978-82-92935-12-05