



NIKU Oppdragsrapport nr 53/2010

Klima og kulturminner

Særlig sårbare områder i Norden

Thomas Risan

Forord

Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU) har utarbeidet denne rapporten for Riksantikvaren. Rapporten er del av et større nordisk prosjekt: *Effekter av klimaendringer på kulturminner og kulturmiljø*, finansiert av Nordisk ministerråd. Kartfremstillingene i denne rapporten representerer fremskrivninger for perioden 2071-2100.

Rapporten er skrevet av Thomas Risan med innspill fra Inga Fløisand. Kari Ch Larsen har vært ansvarlig for overordnet prosjektstyring og kvalitetssikring. Kontaktpersoner hos Riksantikvaren har vært May Britt Håbjørg og Anne Kaslegard.

Oslo, mars 2010

Innholdsfortegnelse

1. Innledning.....	4
1.1. Bakgrunn	4
1.2. Rapportens innhold	4
1.3. Mål og målgrupper.....	5
2. Datagrunnlag og metode.....	6
2.1. Datagrunnlaget	6
2.2. Metode.....	6
2.3. Klimaendringenes direkte og indirekte påvirkninger og effekter	8
2.4. Skalanivå	9
3. Effekter av klimaendringer på bygninger, arkeologi, kulturmiljø og landskap	11
3.1. Bygninger	11
3.2. Arkeologi.....	18
3.3. Landskap	23
4. Diskusjon.....	26
4.1. Generell vurdering av risiko for de nordiske landene	26
4.2. Veien videre.....	27
5. Referanser	28
6. Appendiks	30
6.1. Oversikt over lokalitetsarter som utgjør kulturminnetypen bygninger	30
6.2. Informanter	31

1. Innledning

1.1. Bakgrunn

I sin fjerde hovedrapport fremlegger FNs Klimapanel betydelig dokumentasjon på klimaendringer (IPCC 2007) og det pekes på at utviklingen i blant annet temperatur, havnivå, istykkelse og nedbør gir entydige bevis på at det globale klimasystemet er i ferd med å endres. I forskningsprosjektet RegClim (Regional Climate Development Under Global Warming) ble det for noen år tilbake utviklet scenarier for klimautvikling i Norden, omkringliggende havområder og deler av Arktis ved en global oppvarming. Modellberegninger viser at vi kan forvente mer ekstrem nedbør og vind i Norge (Haugen et al, 2008), men at det sannsynligvis blir små endringer i bølger og stormflo (Røed og Debernard 2008) i 2050 sammenlignet med normalperioden 1961-1990. Imidlertid kan vi forvente oss flere vinterflommer i vassdragene som følge av varmere temperaturer (Roald et al, 2008). Disse resultatene antas å gi en viss indikasjon for hvilke klimaendringer man kan forvente også for resten av Norden.

De nordiske landene har både særskilte og felles utfordringer med hensyn til den framtidige forvaltningen av kulturminner og kulturmiljø sett i lys av de varslede klimaendringer. For å synliggjøre de viktigste utfordringene ble det i 2008 satt i gang et nordisk samarbeidsprosjekt med tittel *Effekter av klimaendringer på kulturminner og kulturmiljø*. I prosjektet skal det utarbeides en oversikt over den kunnskapen som de enkelte land besitter, om effekter av klimaendringer på kulturminner og kulturmiljø og konsekvenser av disse endringene for kulturminneforvaltningene. Hovedmålet er å sette kulturminneforvaltere bedre i stand til å møte de varslede klimaendringene. Prosjektet er finansiert av Nordisk ministerråd og deltagende land og autonome områder er Norge, Sverige, Finland, Island, Danmark, Grønland og Færøyene. I arbeidet med dette nordiske samarbeidsprosjektet har det framkommet et behov for å få en oversikt over hvilke områder i Norden som er mest sårbare. Med sårbare menes da områder med særlig viktige og/eller store konsentrasjoner av kulturminner og kulturmiljø som ser ut til å bli særlig påvirket av klimaendringer.

Tidligere forskning vedrørende klimaendringer og kulturminner er ikke omfattende, og har i det alt vesentlige fokusert på effektene av ekstremhendelser (Wellheiser et. al. 2005; Cassar 2005; Nelson 1991; Dow et. al. 1998; Spennemann og Look 1998; Tjernshaugen 2004).

Effektene av klimaendringene består imidlertid ikke utelukkende av ekstremhendelser, men også gradvis påvirkning over tid. Eksempler på førstnevnte kan være flom eller stormflo, og som eksempler på langtidseffekter kan nevnes kysterosjon og økning av råtesopp i bygninger. De fleste av disse prosessene er naturlige og har i stor grad gått sin gang over lang tid. Imidlertid vil nedbrytningshastigheten og skadeomfanget med stor sannsynlighet øke i fremtiden grunnet endrede klimatiske forhold.

1.2. Rapportens innhold

I denne rapporten redegjøres det for klimaendringer som kan påvirke særskilt sårbare kulturarv i Norden. Klimaendringene består av en rekke klimaprosesser med et bredt spekter av effekter innenfor Norden. Mange av disse vil være begrenset til enkelte geografiske områder, slik som smelting av innlandsis – mens andre vil forekomme i de fleste land i Norden.

Oppgaven har derfor vært å identifisere hvilke prosesser som er virksomme i de ulike delene av Norden, samt å fremstille kart som illustrerer sårbare kulturminner og kulturmiljøer sammen med forventede klimaendringer. Kartfremstillingene i denne rapporten, representerer fremskrivninger for perioden 2071-2100. Ved å tilegne seg et overblikk over

hvilke endringsprosesser som er virksomme og hvilke kulturminner/kulturmiljø som er utsatt vil forvaltningen kunne igangsette forskning, overvåkning og forebyggende tiltak.

Kapittel 2 redegjør for valg av kulturminnetype og datagrunnlag samt avgrensninger med hensyn til direkte og indirekte klimaeffekter og skalanivå. Kapittel 3 beskriver resultatene systematisert etter kulturminnetyper og klimaparametre. Kapittel 4 inneholder diskusjon, sammenfatning og forslag til videre arbeid.

1.3. Mål og målgrupper

Målet med prosjektet *Klima og kulturminner – særlig sårbare områder i Norden* er å gi en oversikt over områder i Norden som er spesielt sårbare sett i forhold til kombinasjonen av viktige og/eller store forekomster av kulturminner/kulturmiljø og forventede, større klimaendringer. Målgruppen er først og fremst de nordiske kulturminneforvaltningene.

2. Datagrunnlag og metode

2.1. Datagrunnlaget

Som utgangspunkt for rapporten er det benyttet informasjon fra prosjektdeltagerne i hovedprosjektet, lett tilgjengelige skriftlige kilder samt kartdata. Deltagerne i hovedprosjektet har en god kvalitativ oversikt over hvilke kulturminner og kulturlandskap som anses for å være særskilt sårbare i de respektive landene. Det har likevel vist seg å være en utfordring, innenfor rammene av dette prosjektet, å skulle favne hele Norden med samme tilnærming.

Det er en utfordring å samle inn digital stedfesting av kulturminner og klimafremskrivningsdata fra samtlige land som grunnlag for kartproduksjon til illustrasjon av situasjonen i de ulike nordiske landene. En av utfordringene er varierende grad av digital stedfesting av kulturminner i landene. For eksempel foreligger det ikke slike data fra Grønland, og på Island er kun 3% av de kjente kulturminnene digitalt innmålt.

Videre varierer tilgjengeligheten på nasjonale digitale klimascenariedata – både samlet sett og knyttet til de ulike klimatiske prosesser (temperatur, nedbør etc.). Det har derfor vært nødvendig å konsentrere arbeidet til områder hvor digitale kartdata har vært mulig å fremstille selv eller der prosjektgruppen i hovedprosjektet har kunnet supplere med data. Datagrunnlaget både mht klimafremskrivninger og digital kartfesting av kulturminner er p.t. mest fullstendig for Norge og NIKU har derfor valgt å illustrere risikobildet for noen av effektene av klimaendringene med kartfremstillinger fra Norge. Som grunnlagsdata til kartene har det blitt benyttet kulturminner fra Riksantikvarens kulturminnebase, Askeladden. Det er shape-filer fra publikumsdatabasen som er benyttet. Der det i dette arbeidet ikke har vært mulig å presentere kart er utfordringene beskrevet med tekst. De prosessene som er illustrert med data fra Norge må forventes å ha overføringsverdi til andre områder av Norden.

Kulturminnelokalitetene er i kartfremstillingene kategorisert i lokalitetsarter eller typer. I analysen har vi slått sammen noen av disse lokalitetsartene for å identifisere lokaliteter som inneholder bygninger, se Tabell 4 i appendiks. De innsamlede kulturminne- og kulturlandskapsdata har blitt filtrert og lagt over temakart over klimaendringer. På denne måte oppnås en oversikt over hvor mange kulturminner som kan være utsatt for påvirkning av de ulike klimaendringer og meteorologiske fenomener. Det har vært enkelt å nyttiggjøre seg Askeladdendata til de kartanalyser som er utført. Som grunnlagskart er det benyttet data fra "Norge digitalt".

Under arbeidet har NIKU og Riksantikvaren diskutert hvilke parametre som skal inngå i prosjektet og på hvilket nivå sårbarhet skal kartlegges. Det resultatmessige ambisjonsnivået er tilpasset prosjektets tids- og ressursmessige rammer.

2.2. Metode

NIKU har valgt å dele inn kulturminnene i typene bygninger, arkeologi og landskap, med utgangspunkt i prosjektgruppens kategorisering (Riksantikvaren 2009). Risiko for nedbrytning av disse kulturminnene som følge av klimapåvirkninger eller effekter av endret klima er vurdert. I denne studien har NIKU tatt utgangspunkt i selve kulturminnet mens andre fremstillinger av klimaendringenes effekter på kulturminner har tatt utgangspunkt i fysiske materialer (Noah's ark, 2007) eller i klimaindikatorer (World Heritage Reports 22, 2007). I det følgende gis en kort beskrivelse av de valgte kulturminnetypene og deres sårbarhet for utvalgte klimaparametre og effekter av endret klima.

Bygninger

Kategorien bygninger innbefatter både byggeskikk og materialbruk. De tradisjonelle byggematerialene tre, stein og murstein finnes i alle de nordiske landene. I moderne tid har vi i tillegg fått nye kulturminner i andre materialer, som betong og stål. Alle bygningsmaterialer vil være utsatt for nedbrytning over tid, og endringer i klimatiske forhold kan ha innvirkning på hvor raskt dette skjer (Riksantikvaren 2009: 5). 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 (ibid: 9)

Arkeologiske kulturminner

Arkeologiske kulturminner består av en rekke ulike typer spor fra bosetting, 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 (Riksantikvaren 2009).

Omgivelsene det arkeologiske materialet befinner seg i, det være seg luft, jord eller vann, er avgjørende for hvordan materialet bevares og dermed for hvordan det påvirkes av klimaendringer. 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 (Riksantikvaren 2009).

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. Kulturminner av tre som ligger i saltvann er utsatt for angrep av ulike arter av pælemark, og klimaendringer vil kunne ha innvirkning på utbredelsen av disse muslingdyrene (Riksantikvaren 2009).

Kulturmiljø og landskap

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 (Riksantikvaren 2009).

Mange faktorer, for eksempel topografi, jordsmonn og nærhet til kyst eller elveløp, vil ha betydning for hvordan klimaendringer vil innvirke på et landskap – og på de enkelte elementene i form av bygninger og anlegg, arkeologiske kulturminner etc. Noen landskap vil derfor være mer utsatt for følger av mer ekstremvær, for eksempel flom og ras, enn andre. Landskap vil også kunne påvirkes over tid, for eksempel ved at et gradvis varmere klima fører til økt biologisk vekst. Til tross for enkelte fellesnevner har imidlertid både jordbrukslandskap og bylandskap i Norden sterke regionale og lokale særtrekk. Det samme har andre slags landskap, slik som ulike typer kystlandskap eller fjelllandskap. Dette innebærer at sårbarheten overfor klimaendringer i stor grad vil variere lokalt (Riksantikvaren 2009).

Klimaparametre og effekter av endret klima

Klimaendringsprosesser i Norden består hovedsakelig av endring av parametrene temperatur, nedbør samt endringer i havnivå. Dette leder til en rekke klimaendringseffekter, slik som endring i hyppighet av ekstremhendelser, som storm, flom og ulike typer ras. Videre leder det til gradvise endringsprosesser som frostsprengning, saltkrystallisering, råte, kysterosjon og havnivåstigning.

Effektene av klimaendringer kan derfor deles inn i to hovedkategorier:

- Effekter av ekstremhendelser
- Langtidseffekter

Både ekstremhendelser og langsiktige endringer vil i stor grad inntreffe uansett. Klimaendringene kan imidlertid påvirke hyppigheten eller omfanget av effektene for disse hendelsene og ikke minst tempoet i utviklingen. Tabell 1 viser en samlet oversikt over klimaparametre og tilhørende effekter på valgte kategoriene av kulturminner.

Tabell 1. Effekter av klimaparametre som påvirker kulturminner. Effektene er listet opp etter kulturarvstyper: bygninger, arkeologi og landskap.

Kulturarvstype					
Bygninger	Råte og sopp som følge av økt fuktighet	Endringer i mengde og geografisk plassering av frost-tine sykkluser	Endringer i mengde og geografisk plassering av saltforvitring av murverk	Økt snølast som følge av mer konsentrert nedbør	Økte vindkrefter (muligens meget aktuelt i sørlige Skandinavia)
Arkeologi	Erosjon (flomerosjon, bølgeerosjon, vinderosjon) og kysterrosjon som følge av havnivåstigning	Flom som følge av økt nedbør	Smelting av breer og permafrost som følge av økt temperatur	Vind. Vindfall og rotvelter som følge av løsere grunnforhold. Grunnen blir løsere av nedbør, som også gjør trekroner tyngre	Ras. Jordras som følge av økt nedbør som leder til løsere grunnforhold
Landskap	Økt temperatur fører til endringer i vegetasjons-sammensetn.	Gjengroing forsterkes pga. lenger vekstsesong	Havnivåstigning som følge av økt avsmelting av innlandsis og volumutvidelse av havvann		

2.3. Klimaendringenes direkte og indirekte påvirkninger og effekter

Sårbare områder er kartlagt med utgangspunkt i direkte påvirkninger. Av direkte påvirkninger kan nevnes temperaturendringer, endringer i nedbørsmønster og havnivåstigning. Innenfor rammene av denne rapporten har det vært for ressurskrevende å gå i dybden på de indirekte, sektorovergripende effektene. Disse er imidlertid svært viktige og kunne med fordel studeres nærmere i fremtidige prosjekt. Det er viktig å være oppmerksom på at kulturminner og kulturmiljøer kan bli påvirket av sekundæreffekter knyttet til avbøtende klimatiltak og beredskapsplaner. Klimatilpasning i sektorer som transport, jordbruk, skogbruk og energiproduksjon kan påvirke kulturarven negativt. Innen sektorplanlegging og avbøtende tiltak må man i så stor grad som mulig inkorporerer kulturarv i planene (Haugen & Risan 2007, Risan 2007, Berghäll & Minna 2008).

Kravene til et lavere og mer bærekraftig energibruk i bygninger, også fredede og verneverdige bygninger, kan være et eksempel på en indirekte påvirkning forårsaket av

fokuset på klimaendringer. I både Danmark og Sverige har man kommet langt¹ med problemstillingene knyttet til bevaringsverdige/fredede bygninger og energieffektivisering. I Sverige er det skrevet en håndbok for energibruk i kirker (Melander 2008), og i Danmark foreligger det en midtveisrapport fra et prosjekt om energirenovering i fredede bygninger (Strunge Jensen A/S 2009), samt en rapport om energioptimering av fredede eiendommer (Slots- og Ejendomsstyrelsen 2009).

2.4. Skalanivå

Ved kartanalyser vil det alltid være nødvendig å være bevisst de unøyaktigheter som introduseres ved å arbeide med data produsert for ulike skalanivå. Den digitale informasjonen fra regionale klimamodeller produsert for Nord-Europa vil i mange tilfeller ha en for grov oppløsning til å kunne benyttes til å identifisere hvor effekten av de ulike klimaendringsprosessene kan påvirke kulturminner og kulturlandskap. Nedskalering av klimaendringsdata fra globale til regionale modeller og videre til nasjonale modeller er et forsøk på å oppnå høyere oppløsning. Effektene av klimaendringene er på nasjonale data forsøkt inndelt i graderte soner. Disse effektene har i mange tilfeller en mer avgrenset geografisk utbredelse og representerer derfor en mer lokal effekt som ikke fremkommer på kart på nasjonalt nivå.

Eksempelvis er det ikke alle trehus i en sone med risiko for økning av råteskader som faktisk vil bli eksponert for denne risiko. Dette vil være avhengig av lokalgeografiske og lokalklimatiske forhold, og ofte vil mikroklimaet være avgjørende for trusselbildet og levekår for råtesopper. Svært små forandringer for eksempel i temperaturforhold og/eller fuktforhold kan gi store utslag for råtesopp utvikling.

Grunnet oppløsningen på nasjonale kart vil noen kulturminner kunne havne på feil side av avgrensningen mellom ulike risikosoner.



Figur 1. Råteskader. Ofte er det de indre delene av stukkene som er angrepet, mens overflaten er relativt intakt. Dette gjør at råteskader kan være vanskelig å oppdage før skaden har kommet veldig langt. Foto: Mycoteam.

¹ Se for eksempel <http://www.sparaochbevara.se/index.php>

I utgangspunktet hadde vært ønskelig å benytte klimafremskrivninger frem til 2050. Frem til 2050 er variasjonene i de ulike klimascenariene mindre, mens variasjonen mellom scenariene blir større i perioden 2050-2100. Tidsskala er imidlertid en utfordring fordi mange av fremskrivningskartene som foreligger representerer fremskrivninger for perioden 2071-2100. I denne rapporten er det benyttet fremskrivninger for normalperioden 2071-2100 i kartfremstillingene (Haugen 2008a;b).

3. Effekter av klimaendringer på bygninger, arkeologi, kulturmiljø og landskap

3.1. Bygninger

Frostsprenning er ikke et nytt fenomen i Norden, men det er forventet at én effekt av klimaendringene vil være en øking av frostsprenning av bygningsmaterialer, der nedbørsøkningen er den viktigste faktoren. Spesielt truede områder i Norden er områder som frem til nå har hatt et vinterklima preget av temperaturer stabilt under frysepunktet som med en gjennomsnittlig temperaturøkning på minst 2-3 °C, vil preges av varierende vintertemperaturer over og under frysepunktet. Dette vil medføre at vann som har trukket inn i konstruksjonene vil kunne fryse og tine gjentatte ganger i løpet av fremtidens vintre og forårsake frostsprenning i større grad enn før (Haugen 2008b). Samtidig vil noen områder i Norden, særlig de sørlige deler, få en minskning i antall frysepunktpassasjer grunnet en temperaturøkning som gjør at vintertemperaturene i større grad vil være over frysepunktet. Stenbygninger vil naturlig nok være sårbare for frostsprenning, men også grunnmurer i trebygg og ruiner vil påvirkes av så vel frostsprenning som saltkrystallisering.

Det er forventet at klimaendringene i Norden vil føre til en økning av saltkrystallisering av stein og mørtel grunnet økt nedbør og derved endrede fuktighetsforhold i materialene. Områder som vil bli utsatt for kraftig økt nedbør er spesielt truet. Grunnet mildere klima er det også forventet at mer nedbør vil komme som regn istedenfor som snø hvilket vil tilføre mer fuktighet i bygningsmaterialene. Den økte nedbøren vil kunne gi flere tilfeller av nedfuktinger og påfølgende opptørking hvilket vil kunne gi økt saltkrystallisering (Haugen 2008a).

Det vil også kunne forventes endret hyppighet av jordras grunnet endrede grunnforhold, se Figur 6. Videre vil endrede grunnforhold som følge av bølgeslagserosjon, eller flomerosjon kunne true bygningsmassen i deler av Norden, se Figur 2.

Økt nedbør gir også økt risiko for akutte fuktskader (flom, lekkasjer) samt høyere relativ luftfuktighet. En økning i gjennomsnittstemperaturen kombinert med høyere relativ luftfuktighet vil optimalisere enkelte sopparters livsvilkår, og skadene kan dermed opptre hyppigere eller i områder der de tidligere ikke har representert noe problem (Matsson et al. 2008). Råte vil trolig bli den effekt av klimaendringene som vil føre til flest skader på bygningsmaterialer (Haugen pers. medd. 02.03.10).

I det nedenstående er det gjort et forsøk på å identifisere hvilke bygninger som ligger i høyrisikosone for frostsprenning, saltkrystallisering, råte og jordras. Jordras er en ekstremhendelse, mens frostsprenning, saltkrystallisering og råte snarere representerer endringer av mer langsom karakter. Det bør undersøkes på lokalitetsskala om disse risiki faktisk foreligger.

Det er kartlagt risiko for salt- og frostskaader for bygninger for perioden 2071-2100. Bygningslokalitetene er fargekodet i henhold til plassering i ulike risikosoner. For saltutfelling er det to slike soner, sone for moderat risiko samt sone med sterkt økt risiko. Det var ingen områder i Norge som hadde lav risiko for saltkrystallisering (Haugen pers. medd. 02.03.10). For frostsprenning er det tre soner: lav risiko, moderat risiko og høy risiko. Resultatene er sammenfattet i Tabell 2.

I kartfremstillingene for bygninger er flere kategorier eller lokalitetsarter kulturminner, fra kulturminnedatabasen Askeladden, slått sammen. For en oversikt over dette, se Tabell 4 i appendiks. Figur 3 til Figur 7 viser bygningslokalitetenes endrede risiko for ulike klimapåvirkninger for perioden 2071-2100.



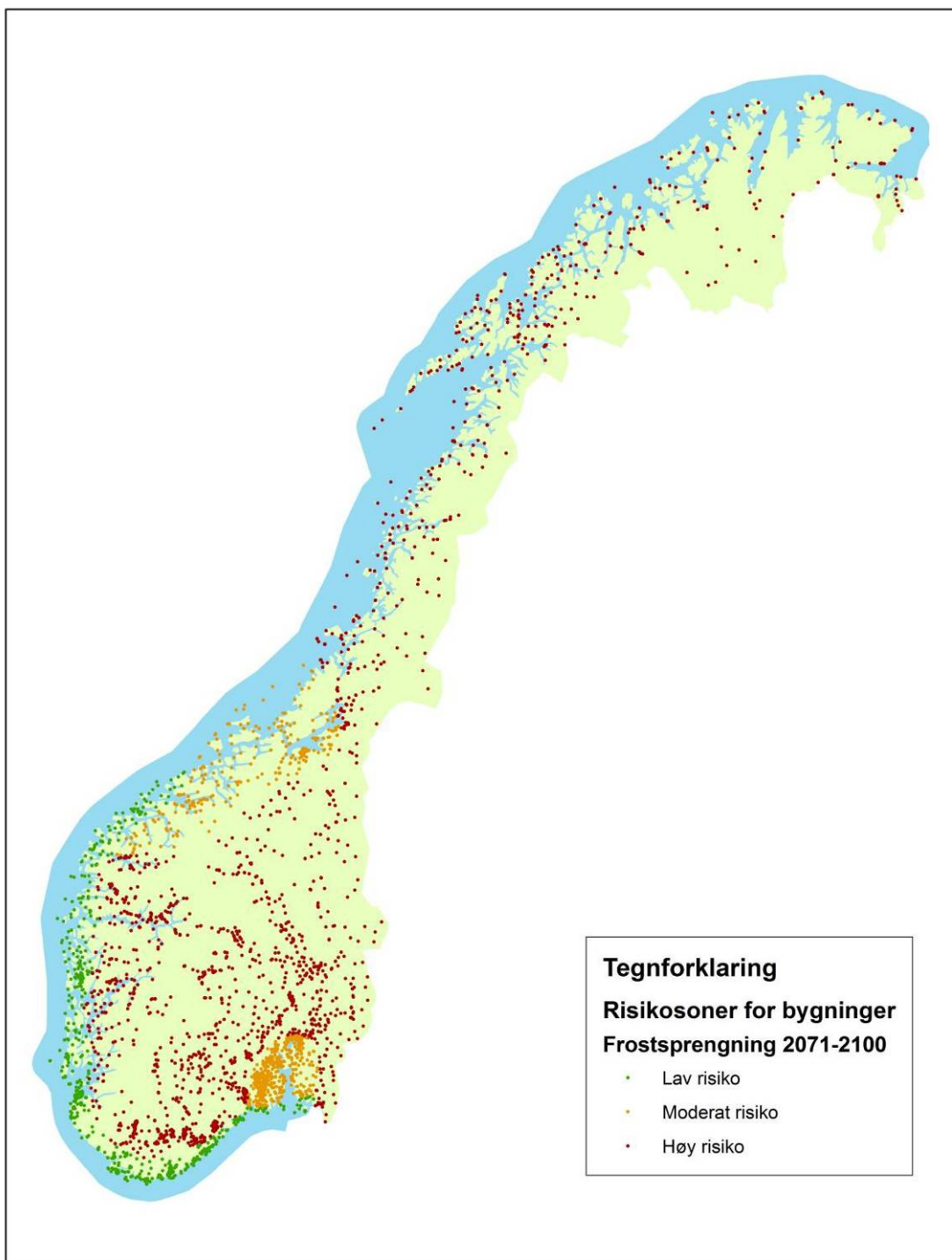
Figur 2. Kystnære bygninger i Norden er blant annet truet av kysterosjon. Bildet viser eksempel på kysterosjon på Svalbard. Fangststasjonen Fredheim består av fire mindre bygninger og rester etter to båter. Båtene ble knust til pinneved av et stort isflak/isfjell som strandet på stranden en sommerdag i 1996. Raskanten/strandbrinken brytes stadig ned og avstanden fra hovedbygningen til raskanten har minsket med 11 m i perioden 1990 – 2009. Foto: Anne-Cathrine Flyen, NIKU.

Tabell 2. Risiko for salt- og frostskafer på bygningslokalteter (fra Riksantikvarens kulturminnedatabase Askeladden) i Norge. For en oversikt over hva som er regnet som bygningsminner, se Tabell 4 i appendiks. Det finnes ikke områder i Norge hvor det er lav risiko for saltkrystallisering, følgelig er ikke denne risikokategorien med i tabellen.

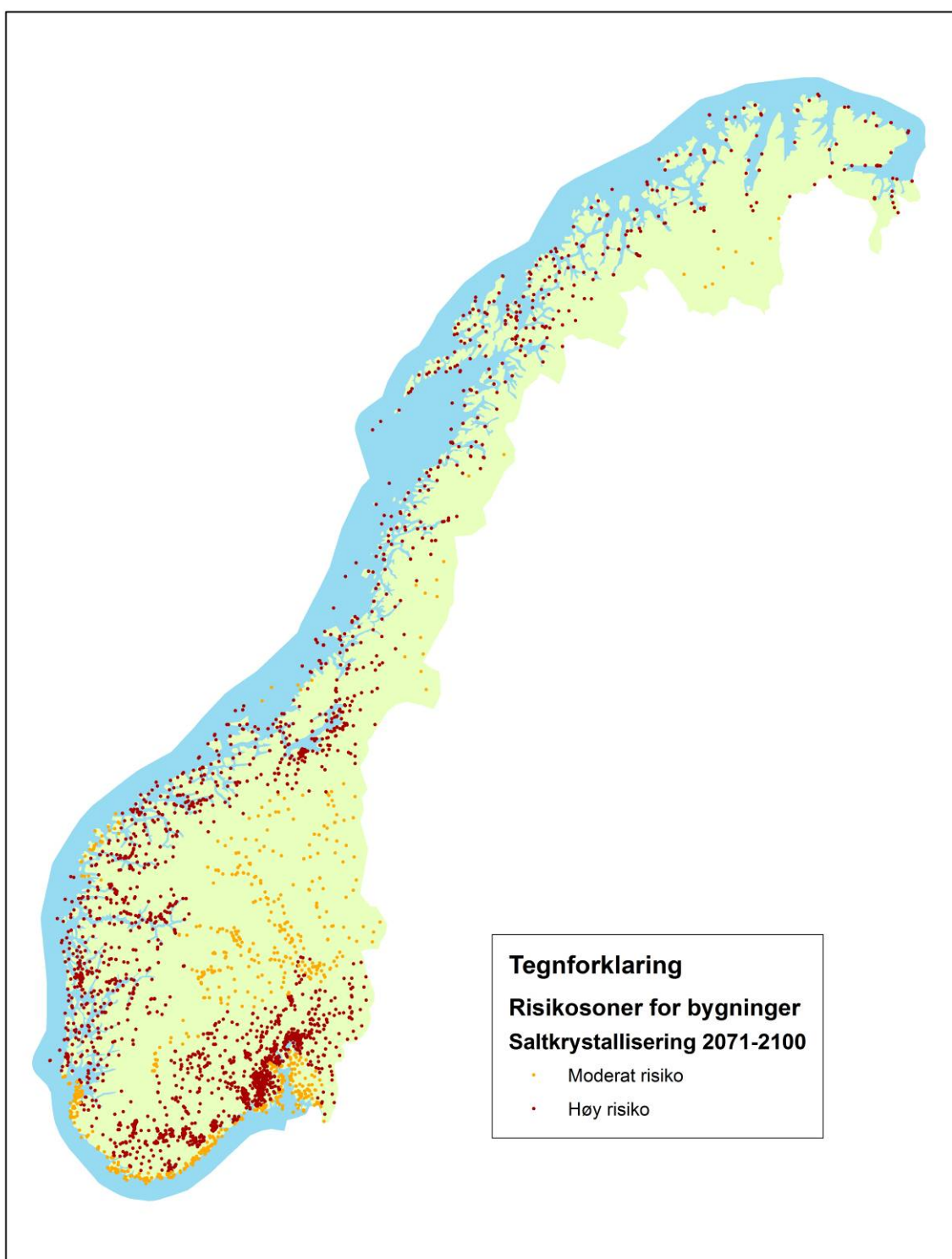
Saltkrystalliseringssisiko for bygningsminner				
	Moderat risiko	Høy risiko	SUM	
	3269	1047	4316	
Frostsprenningsrisiko for bygningsminner				
	Lav risiko	Moderat risiko	Høy risiko	SUM
	911	1277	2128	4316

Som nevnt over vil trolig risiko for råte være en av de største trusler. Sintef har utarbeidet et råtekart for Norge som er delt inn i tre soner. Dette råtekartet er benyttet som utgangspunkt for definering av råterisiko for bygningslokalitetene. Bygningslokalitetene er tildelt fargekoder ut fra hvilken sone for råtefare bygningene ligger innfor. Den forventede økningen i frekvensen av ekstremvær med sterk vind og mye nedbør driver mer fuktighet inn i bygningskonstruksjonen og gir mindre tid til uttørring.

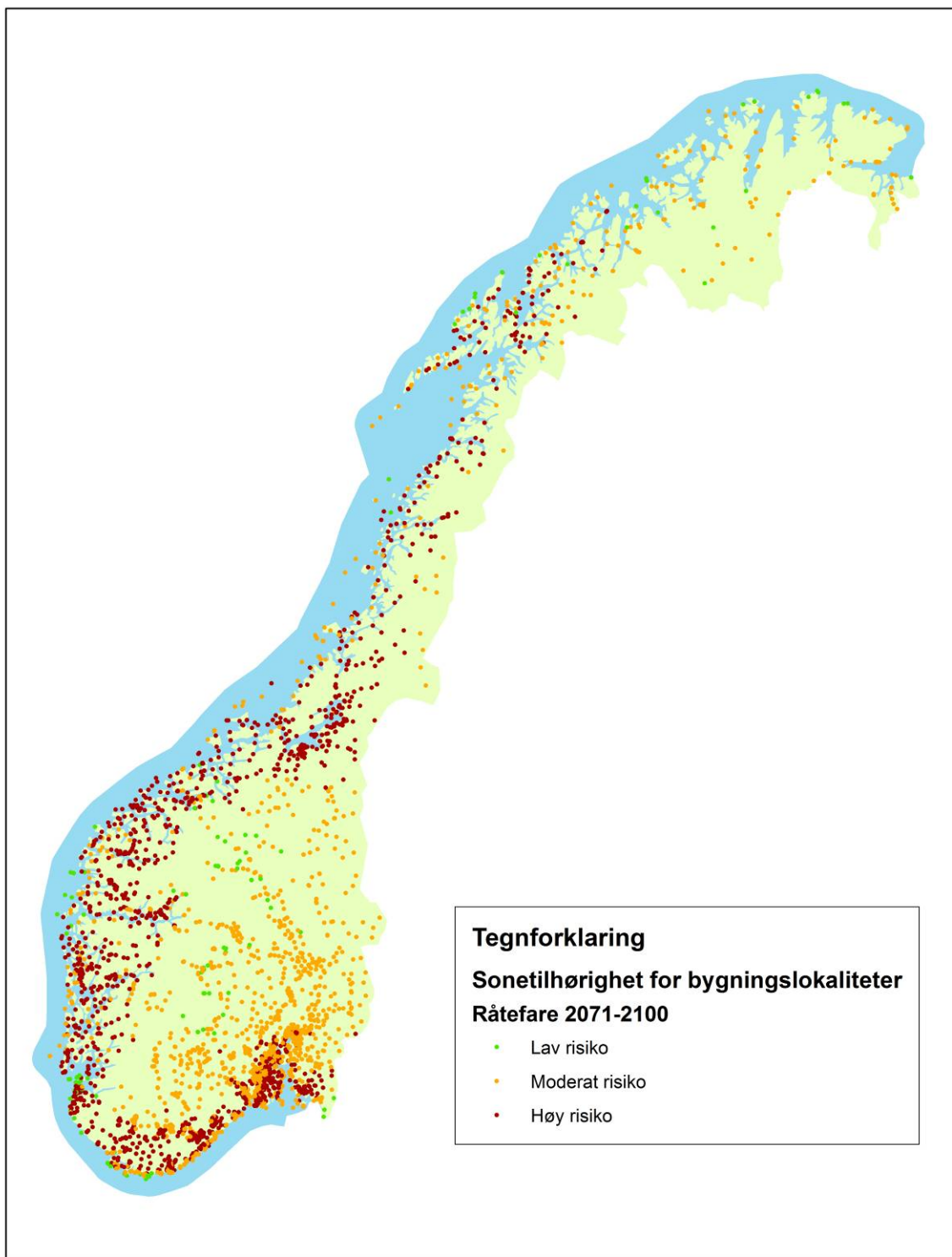
Risikobildet for jordras som følge av erosjon og løsere grunnforhold vil i enkelte områder av Norden endre seg som følge av klimaendringene. Det er derfor utført en analyse hvor bygninger i Norge er tildelt fargekoder ut fra sonetilhørighet til soner med forventet endring i hyppighet samt grad av usikkerhet. Det er grunn til å merke seg at det er knyttet ulik grad av usikkerhet til de ulike sonene for jordrashyppighet. Det knytter seg stor usikkerhet til reduksjonen av jordrashyppighet på Sørlandet og den uendrede hyppigheten på Østlandet.



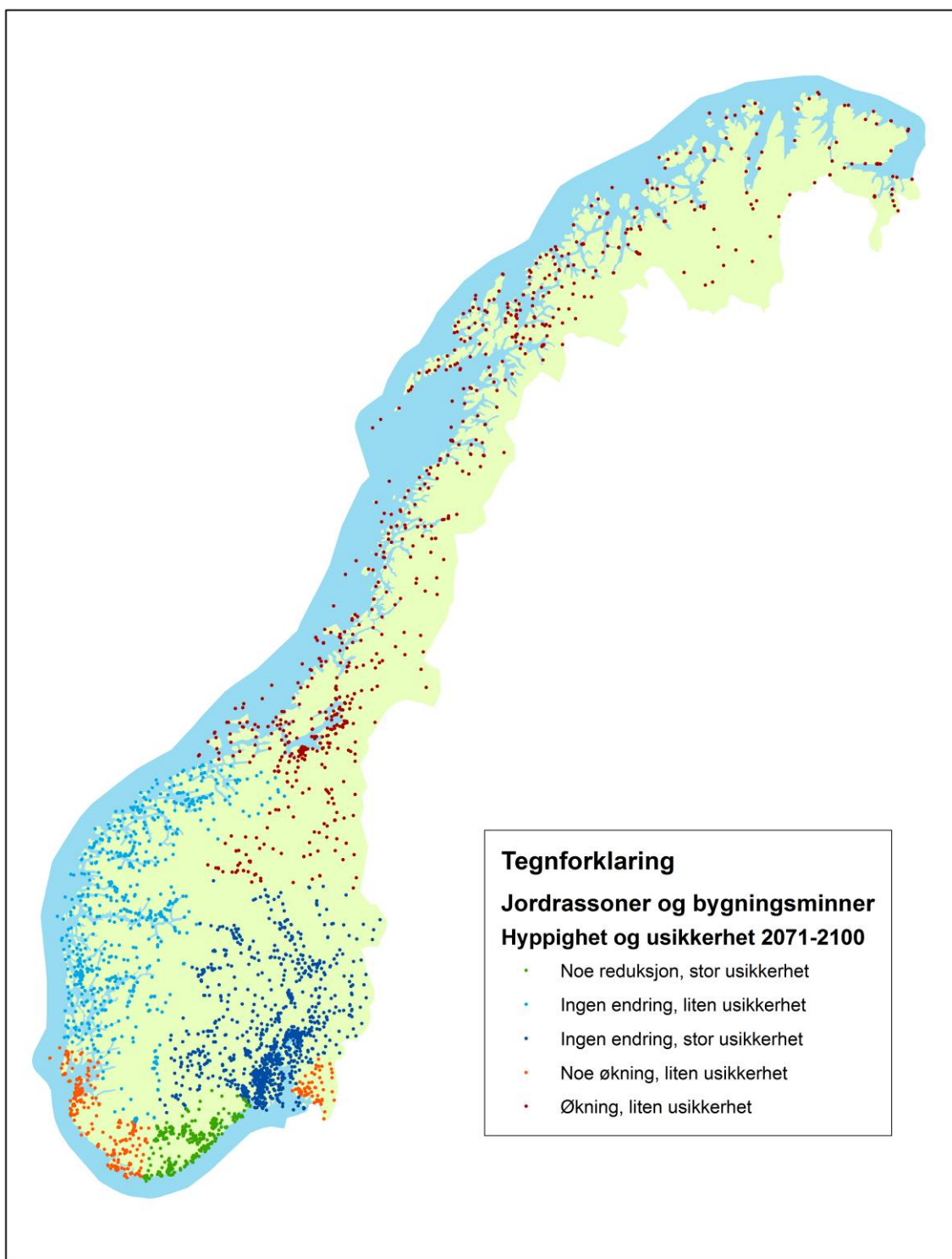
Figur 3. Risiko for frostsprengning for bygningslokaliteter i Norge. Det er tatt utgangspunkt i observerte antall frostsykler på minimum 6 timer i perioden 01.08.07-01.08.08 samt nedbør i samme periode. Dette er deretter sammenlignet med forventet temperatur og nedbørmengde i 2071-2100 samt årsgjennomsnitt for perioden 1961-1990, og en samlet risikoklassifisering er deretter utført. **Lav risiko:** områder med forventet årsgjennomsnitt på 9-11°C hvor det allerede nå er lavt gjennomsnitt på antall frostsykler (gj.sn. 14 sykler/år). **Høy risiko:** områder med forventet årsgjennomsnitt på under 7°C hvor det allerede nå er høyt gjennomsnitt på antall frostsykler (gj.sn. 49 sykler/år). **Middels risiko:** områder hvor forventet årsgjennomsnitt ligger mellom 7-9°C og med middels antall frostsykler (gj.sn. 27 sykler/år).



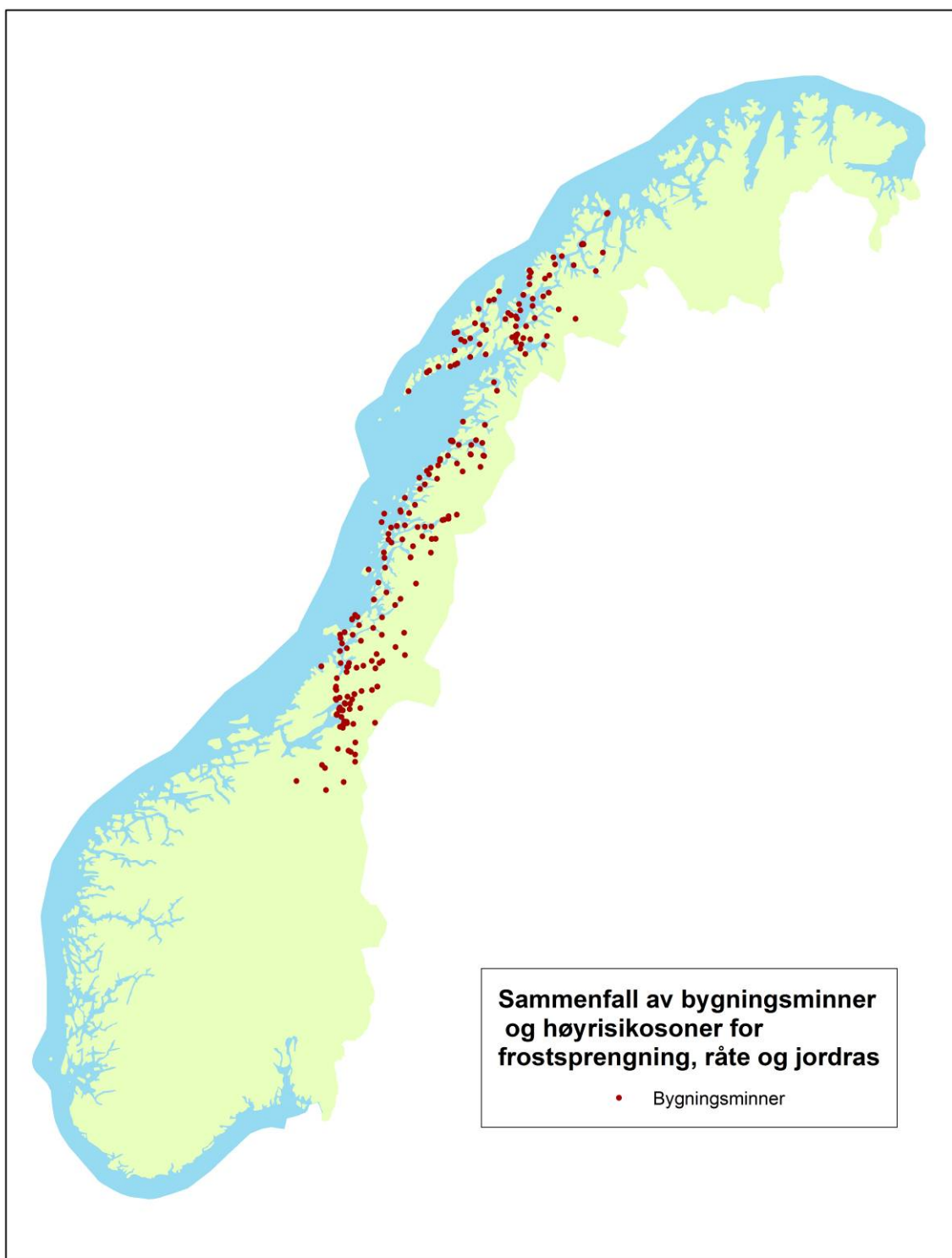
Figur 4. Risiko for saltkrystallisering for bygningslokaliteter i Norge. De to risikosonene for Norge i perioden 2071-2100 er delt inn i høy risiko og moderat risiko. **Høy risiko** er definert som områder med mer enn 20% nedbørsøkning og/eller mer enn 50 dager kortere periode med snødekke. **Moderat risiko** er definert som områder med mindre enn 20% nedbørsøkning og mindre enn 50 dager kortere periode med snødekke.



Figur 5. Sonetilhørigheten til bygningslokaliteter, basert på SINTEFs soneinndeling av råtefare i Norge (Sintef Byggforsk 2009).



Figur 6. Endringer i relativ hyppighet av jordskred 2071-2100 som følge av fremtidige klimaendringer (Løvø, 2009). Bygningslokalitetene er fargekodet i henhold til fremtidig økning i relativ hyppighet av jordskred i respektive hyppighetssone, samt grad av usikkerhet i forventet økning.



Figur 7 Hotspot. Disse lokalitetene ligger i høyrisikosoner for både frostsprengning, råte og jordras.

Ved å identifisere de bygninger som ligger innenfor høyrisikosoner for flere tema er det mulig å identifisere "Hotspots". Ut fra de foreliggende karter ble det utført en slik analyse for bygninger som ligger innenfor høyrisikosoner for både frostsprengning, råte og jordras, se Figur 7.

3.2. Arkeologi

Gravminner er en av arkeologiens viktigste kilder til kunnskap om forhistorien. I tillegg til å ha stor vitenskaplig verdi, er det en fornminnekategori som er vanlig i hele Norden, og som har stor formidlingsverdi. NIKU har derfor valgt å illustrere trusselbildet for jordras med denne fornminnetypen. Jordras kan føre til at selve gravminnet raser ut, eller det kan føre til at rasmassene kan skade eller dekke til selve gravminnet.

Bergkunst er valgt med tanke på sin sårbarhet for samme klimaendringseffekter som visse bygningsmaterialer. Sten og mørtel er materialer som er sårbare for frostsprengning samt saltkrystallisering eller mineralutfelling. Frostsprengning og saltkrystallisering er også et problem for de bergflater som inneholder bergkunst (Bjelland & Helberg 2006, Norsted 2010, Norsted in press).

Fra Færøyene er det jordfaste fortidsminner og deres utsatthet for landsenkning i kombinasjon med havnivåøkning og kysterosjon som er valgt som eksempel. Illustrasjonene (se Figur 8 og Figur 9) er hentet fra Arge (2010).



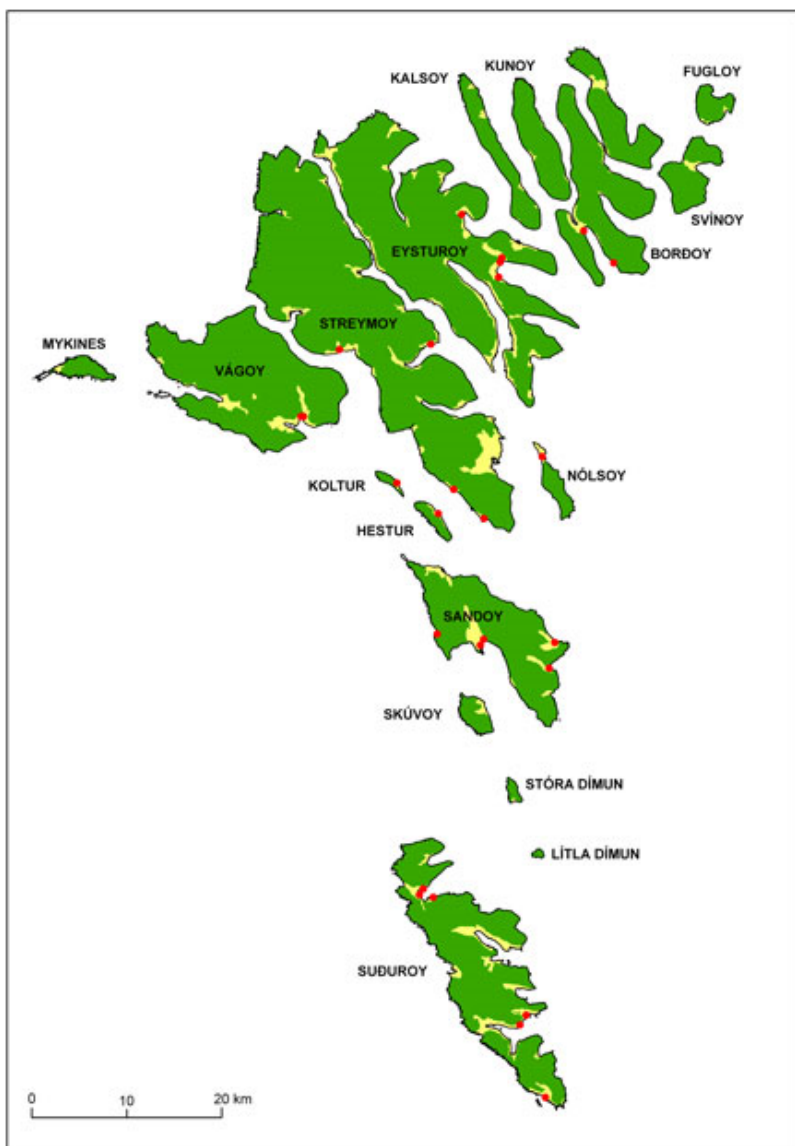
Figur 8. Lokalitet fra vikingtid i en erodert strandskrent på Sandoy, Færøyene. Foto: S.V. Arge.

Mange av Færøyenes fornminner ligger strandnært og er ekstra utsatt for kysterosjon og havnivåøkning. Den naturlige landsenkning blir aksentuert av havnivåstigningen og dette fører til erosjonsskader på Færøyenes kulturminne (Arge 2010).

Det er kartlagt risiko for salt- og frostskaider for bergkunstlokaliteter i Norge for perioden 2071-2100, Figur 10 og Figur 11. Lokalitetene er fargekodet i henhold til plassering i ulike risikosoner. For saltutfelling er det to slike soner: sone for moderat risiko samt sone med høy risiko. Det var ingen områder i Norge som hadde lav risiko for saltkrystallisering. For frostsprengning er det tre soner: lav risiko, moderat risiko og høy risiko.

Bergkunsten vil i likhet med stenbygninger være utsatt for frostsprengning. Av de i denne undersøkelsen 1413 bergkunstlokalitetene, ligger 631 i sonen hvor det er moderat økt risiko for saltkrystallisering, 782 ligger i sonen for sterkt økt risiko for saltkrystallisering. Mineralutfelling er en alvorlig trussel mot bergkunst (Bjelland & Helberg 2006, Norsted 2010,

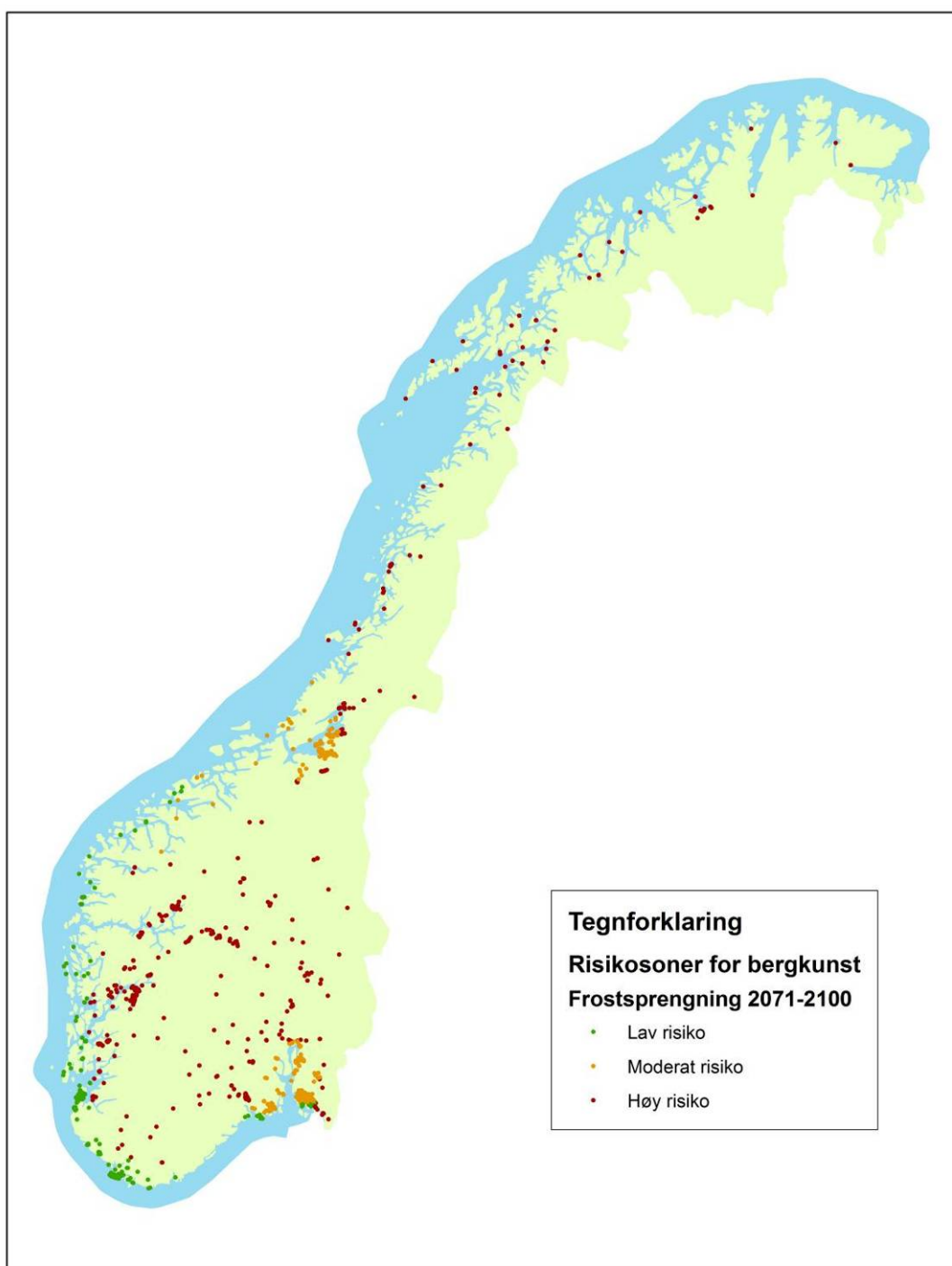
Norsted in press). Bergkunsten vil også være utsatt for saltkrystallisering. Av de i denne undersøkelsen 1413 bergkunstlokalitetene, ligger 623 i sonen hvor det er høy risiko for frostsprengning, 493 ligger i sonen for moderat risiko og kun 297 ligger i sonen for lav risiko for frostsprengning. Resultatene er sammenfattet i Tabell 3.



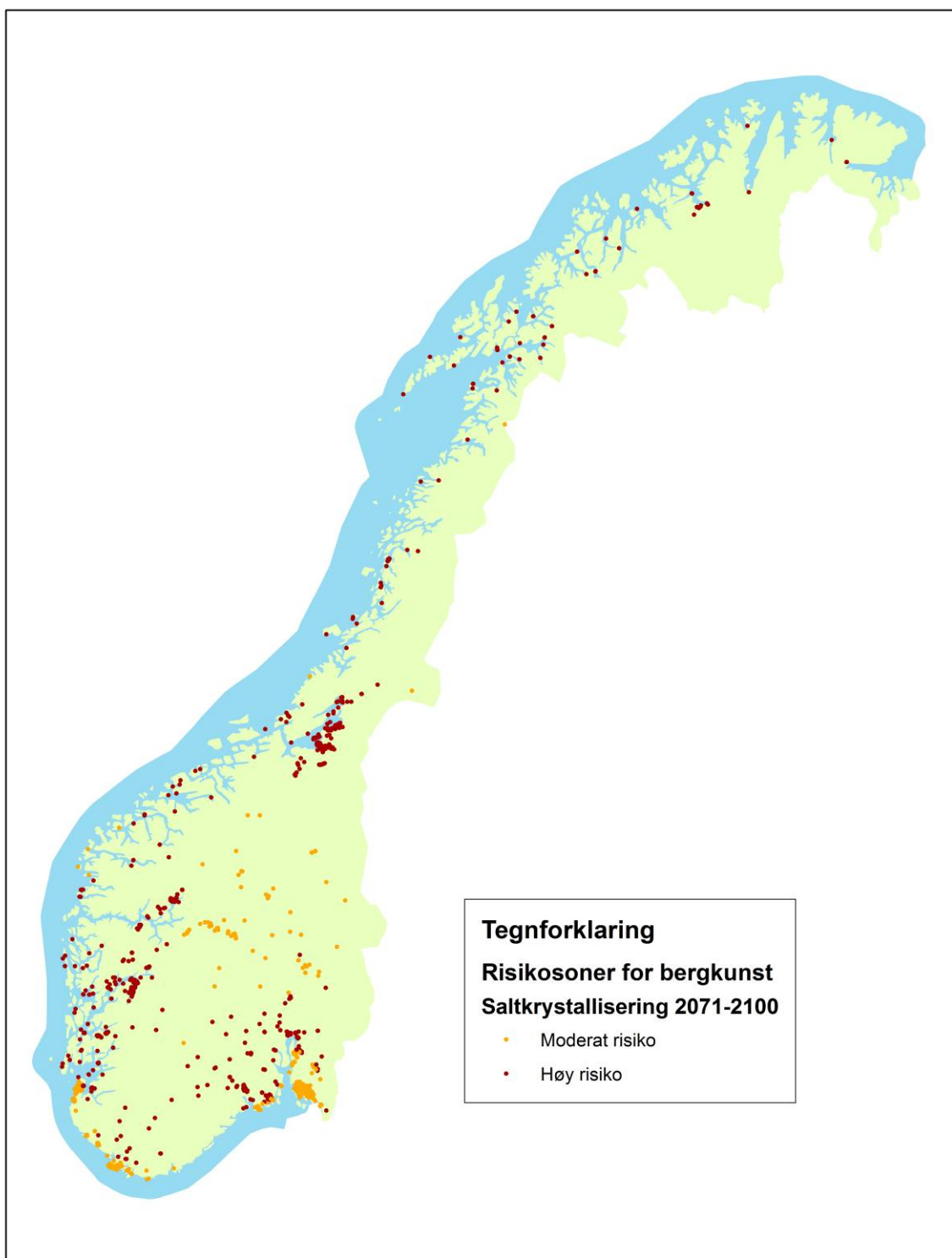
Figur 9. Kart over Færøyene som viser lokaliteter hvor det er registrert jordfaste fortidsminner, som eroderer i strandsoner. Kart: H. D. Michelsen og S. V. Arge.

Tabell 3. Risiko for salt- og frostskaider på bergkunstlokaliteter (fra Riksantikvarens kulturminnedatabase Askeladden) i Norge. Det finnes ikke områder i Norge hvor det er lav risiko for saltkrystallisering, følgelig er ikke denne risikokategorien med i tabellen.

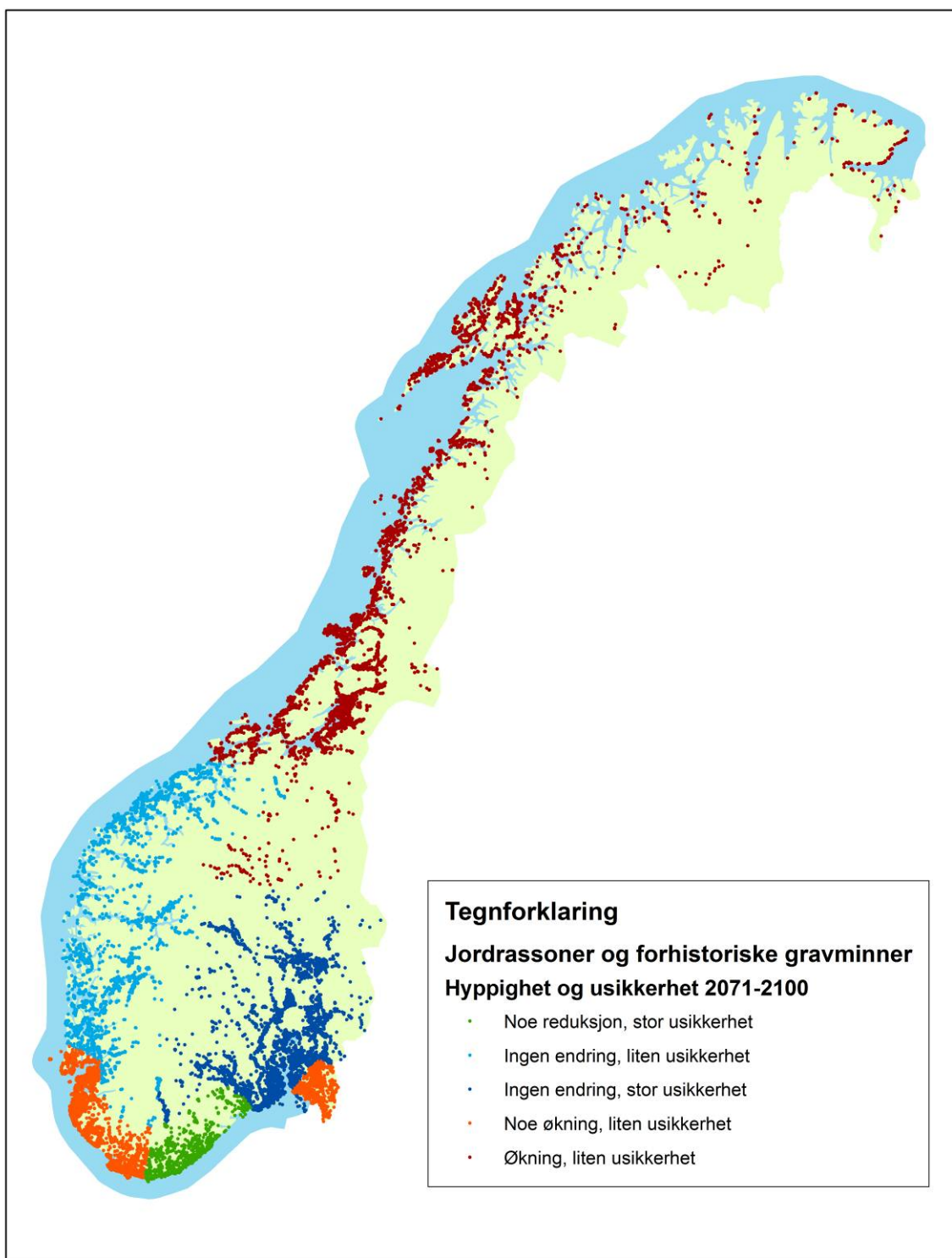
Saltkrystalliseringsrisiko for bergkunst				
	Moderat risiko	Høy risiko	SUM	
	631	782	1413	
Frostsprengningsrisiko for bergkunst				
	Lav risiko	Moderat risiko	Høy risiko	SUM
	297	493	623	1413



Figur 10. Risiko for frostsprengning for bergkunstlokaliteter i Norge. Det er tatt utgangspunkt i observerte antall frostsykler på minimum 6 timer i perioden 01.08.07-01.08.08 samt nedbør i samme periode. Dette er deretter sammenlignet med forventet temperatur og nedbørsmengde i 2071-2100 samt årsgjennomsnitt for perioden 1961-1990, og en samlet risikoklassifisering er deretter utført. **Lav risiko:** områder med forventet årsgjennomsnitt på 9-11°C hvor det allerede nå er lavt gjennomsnitt på antall frostsykler (gj.sn. 14 sykler/år). **Høy risiko:** områder med forventet årsgjennomsnitt på under 7°C hvor det allerede nå er høyt gjennomsnitt på antall frostsykler (gj.sn. 49 sykler/år). **Middels risiko:** områder hvor forventet årsgjennomsnitt ligger mellom 7-9°C og med middels antall frostsykler (gj.sn. 27 sykler/år).



Figur 11. Risiko for saltkrystallisering for bergkunstlokaliteter i Norge. De to risikosonene for Norge i perioden 2071-2100 er delt inn i høy risiko og moderat risiko. Høy risiko er definert som områder med mer enn 20% nedbørsøkning og/eller mer enn 50 dager kortere periode med snødekke. Moderat økt risiko er definert som områder med mindre enn 20% nedbørsøkning og mindre enn 50 dager kortere periode med snødekke.



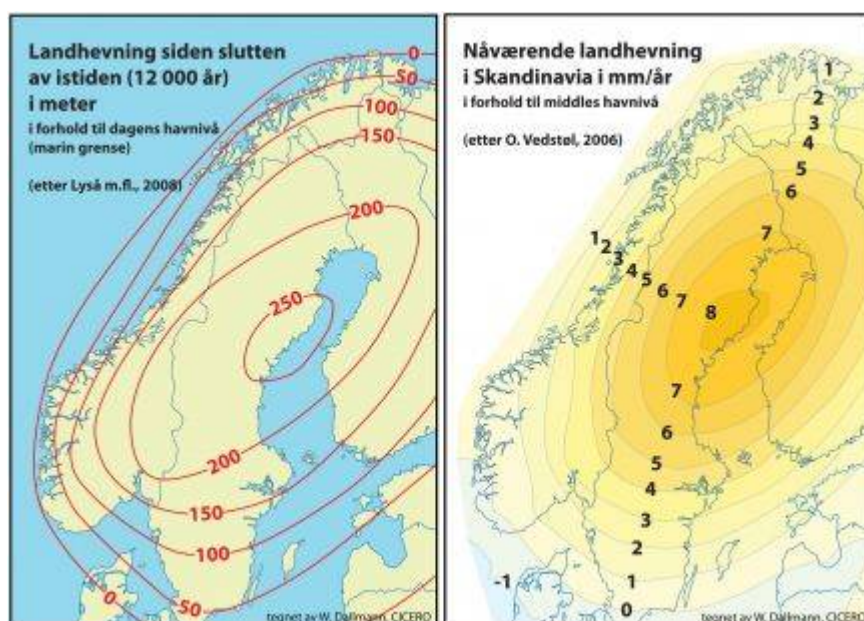
Figur 12. Endringer i relativ hyppighet av jordskred som følge av fremtidige klimaendringer (Løvø, 2009). Gravminner er fargekodet i henhold til fremtidig økning i relativ hyppighet av jordskred samt grad av usikkerhet i forventet økning.

3.3. Landskap

Nordens kulturlandskap er i stadig endring. Mange av disse endringene er forårsaket av helt andre prosesser enn klimaendringer. Eksempelvis er globalisering av jordbruket, med endringer i driftsomfang og driftsformer noe som påvirker vårt nordiske kulturlandskap. Gjengroing grunnet omlegginger i jordbruket, er en prosess som ikke kan kobles direkte til klimaendringer. Det er imidlertid grunn til å tro at jordbrukets betingelser endrer seg ved at vekstsesonger forlenges og at nye kulturplanter kan kultiveres. Som Berghäll og Pesu påpeker (Bärghell og Pesu 2008) mangler UNESCO tilstrekkelig informasjon når det gjelder klimaendringene på kulturmiljøet (UNESCO 2008). Kulturmiljø og landskap vil imidlertid bli påvirket av effekter av havnivåøkning, flom, økt gjengroingshastighet og artsendringer i vegetasjonssammensetningen (Se for eksempel Jordbruksverket 2007, Berghäll & Pesu 2008, Normander et al. 2009).

Når det gjelder havnivåøkning så er variasjoner i middelvannstanden knyttet til tidevann, stormflo og bølger. Tidevann bestemmes av månen og solens stilling i forhold til jorden og er upåvirket av klimaendringer. Stormflo og bølger bestemmes derimot av atmosfæriske forhold som vind og lufttrykk. Klimaendringer som gir endring i vindforholdene kan derfor forventes å gi mulige endringer også i bølge- og stormfloforholdene (Røed og Debernard, 2008).

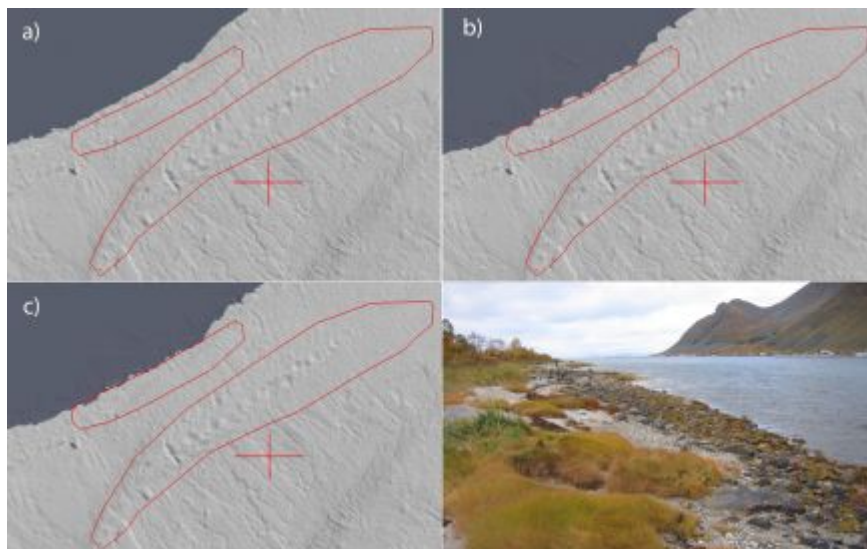
Endringer i vannføring henger sammen med endringer i snødekket. Flere perioder med mildt vær i vinterhalvåret og en generell økning i nedbør gir større vannføring i vassdragene om vinteren. Om våren vil avrenningen bli redusert i lavlandet som følge av redusert snødekke, mens den øker i høyereliggende områder som følge av tidligere snøsmelting. Avrenningen om sommeren blir redusert på grunn av mindre nedbør og større fordamping, mens avrenningen om høsten øker der nedbøren øker (Roald et al, 2008).



Figur 13. Figuren viser landhevingen i Skandinavia. I vise områder er landhevingen så stor at den utligner havnivåstigningen (Dalmann & Risan 2008).

I visse områder av Norden foregår det i dag en landheving, mens det i andre områder foregår en landsenkning. Den største landhevingen foregår ved Sveriges verdensarv, "Höga kusten". I Danmark, deler av Norge, syd-vestkysten av Sverige (se Figur 13) og Færøyene (Arge 2010) derimot, foregår det en landsenkning. Havnivåøkningen vil utjevnes i områder med stor landheving og forsterkes i områder med landsenkning. Der disse to prosessene sammenfaller, både landsenkning og havnivåøkning, er ikke bare ras og

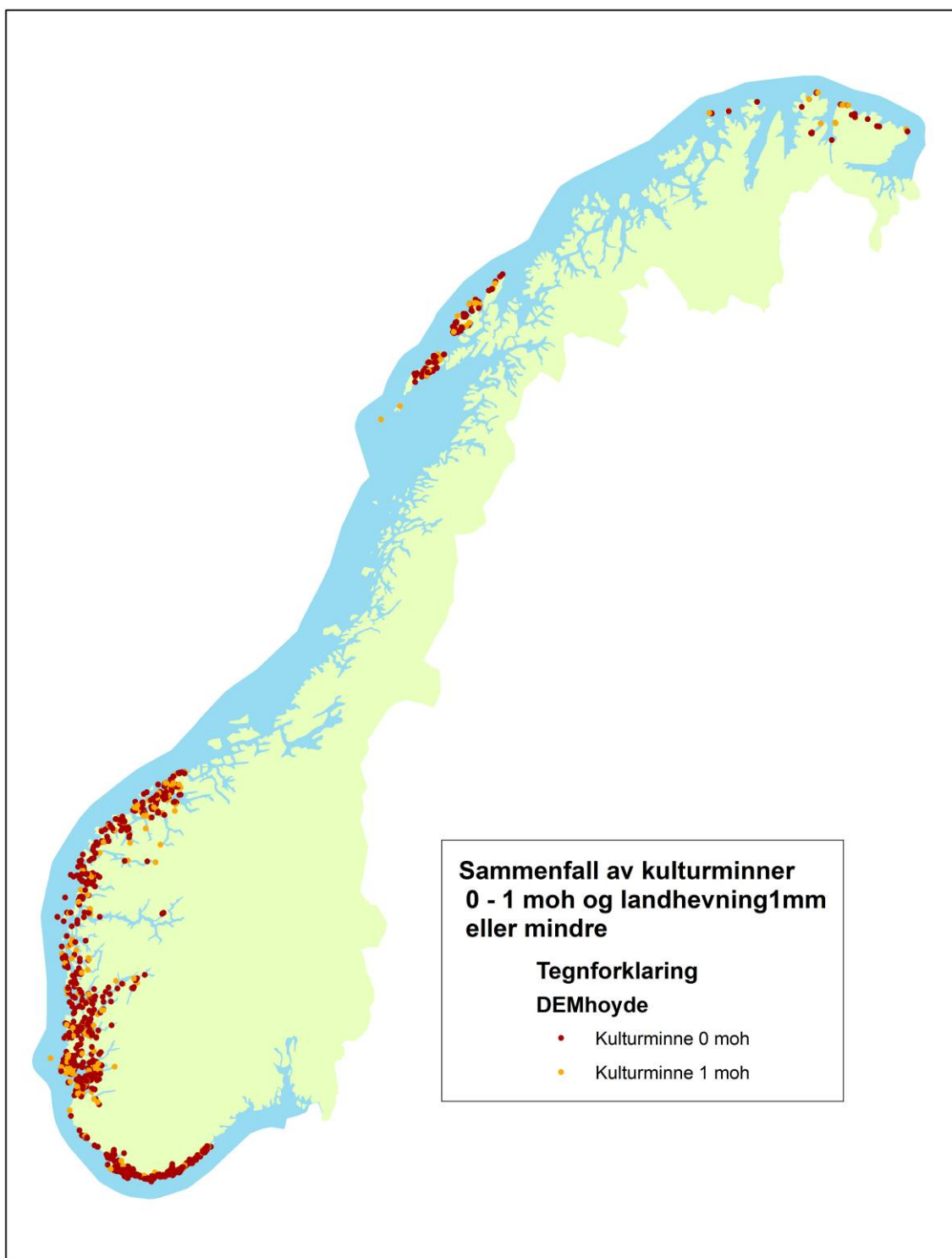
erosjonsfare en risiko – men det foreligger også en risiko for at større arealer kan settes under vann.



Figur 14 Strandsonen på Grunnfarnes, i Torsken kommune, Norge, hvor LIDAR analyse er gjennomført. Foto: Ole Risbøl. a) 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. 6m fra sjøkanten. b) Her er havnivået hevet med 77,4 cm, den nordligste kulturminnelokaliteten er nå delvis oversvømmet. Dette er en av de mulige maksimalnivåene for havnivået i år 2100. c) Her er havnivået hevet med 97,4 cm i henhold til en annen beregning av maksimalnivået for havnivået i 2100. Vannet går ca. 2,1 meter innenfor avgrensningen av kulturminnelokaliteten. Havnivået er kalibrert for landheving. (Ill. Ole Risbøl).

Både flom i elver og flomsituasjonen langs kysten av Norge vil bli analysert av Norges vassdrags- og energidirektorat. Det vil i løpet av høsten 2010 publiseres flomaktsomhetskart for hele Norge, og disse flomaktsomhetskartene kommer til å innarbeides, og utgjøre en vesentlig del, i det kommende Flomdirektivet (Ivar O. Peereboom, pers. medd. 02.03.2010). Lignende arbeider har blitt utført i Finland, i prosjektet EXTREFLOOD (Bärghell og Pesu 2008).

Det er i det nedenstående gjort et forsøk på å identifisere de kulturminnene som kan bli påvirket av havnivåøkning i Norge. Utgangspunktet er kulturminnene i Riksantikvarens database, Askeladden, samt en digital terrengmodell over hele Norge. Terrengmodellen er fra "Norge digitalt" og har 25m grid. I tillegg ble det benyttet informasjon om nåværende landheving i Skandinavia (Dallmann & Risan 2008). De kulturminnene som ligger på 0 og 1 meter over havet i de områdene som har 1 mm eller mindre landheving anses for å være sårbare. Disse er fremstilt på kart, se Figur 15. Det ble funnet 1691 kulturminnelokaliteter hvorav 1329 lå 0 meter over havet og 362 lå 1 meter over havet. Kulturminnene ligger i tre områder: Sørvestlandet, Lofoten og Vesterålen samt Finmarkskysten. 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.



Figur 15 Kulturminner som kan være truet av havnivåstigning. Andre kulturminner i Norge ligger i områder hvor den årlige landhevingen utligner eller minsker effekten av en havnivåstigning.

4. Diskusjon

Det er mange landskapstyper og klimasoner i Norden, og disse utsettes for ulike effekter av klimaendringer. Det finnes imidlertid mange fellesnevner, slik at mange prosesser opptrer over store områder i Norden. Resultatene fra denne rapporten, i form av kart som indikerer risikobildet på nasjonalt nivå i Norge, samt i ett tilfelle fra Færøyene, bør derfor ha overføringsverdi til de andre områder i Norden. Etter hvert som datatilfanget øker vil det bli mulig å identifisere såkalte "Hotspots" andre steder i Norden.

For Norge vil denne overordnede oversikten måtte danne utgangspunkt for mer lokale vurderinger av hvilke kulturminner og kulturmiljøer som er utsatt for endringer i risikobildet for skader forvoldt av klimaendringer. Det er ikke sikkert at risikobildet på lokalskalanivået samsvarer med risikobildet i risikosoner som er generert på nasjonalt skalanivå. Derfor bør kulturminner og bygninger undersøkes på lokalitetsnivå for å bringe på det rene det faktiske risikobildet. Først bør det undersøkes om de lokale forhold på såkalte "hotspots" faktisk sammenfaller med risikobildet på nasjonalt skalanivå. Deretter bør man vurdere risikobildet i andre deler av landet.

4.1. *Generell vurdering av risiko for de nordiske landene*

Den generelle økningen i nedbør i Norden vil føre til større risiko for råteskader i fremtiden. Råte og sopp er en stor trussel for store deler av Nordens bygningsmasse, hvor tremateriale i Skandinavia og Finland er en dominerende materialtype (Riksantikvaren 2009). Den økte nedbørsmengden vil også gi økt risiko for saltkrystallisering (Haugen 2008a).

Videre vil økt nedbør føre til økt risiko for ekstremhendelsen flom. Det forventes at en del av denne flomrisiko vil være forårsaket av styrtregn, og at en del av disse flomhendelsene vil opptre i andre sesonger enn det som er vanlig nå, for eksempel sommerstid (Berghäll & Pesu 2008). Ekstremhendelsen flom anses å innebære økt risiko for kulturminner på Færøyene samt i Danmark, Sverige, Finland og Norge (Haugen & Risan 2007, Berghäll & Pesu 2008, Nygård Jørgensen 2008, Wikman 2008).

Kysterosjon påvirker store områder i Norden. Kysterosjon forekommer på Grønland (Andreasen 2008), Svalbard (Flyen 2009), Færøyene (Arge 2010) og Danmark (Nørgård Jørgensen 2009). Havnivåstigning kan forsterke erosjonsprosessene og vil i områder med landsenkning, som på Færøyene, syd-vestkysten av Sverige og i Danmark, kunne utgjøre en trussel for bygninger og kulturminner (Arge 2010, Nørgård Jørgensen 2008, Wikman 2008). Også kulturminner og bygninger i områder i Norge hvor det foregår landsenkning, og områder med sparsom landheving vil være sårbare for havnivåstigning (Dallmann & Risan 2008).

Temperaturøkning vil gi økt opptining av permafrost og avsmelting av fonner, isbreer og innlandsis og dette utgjør et problem, særlig på Grønland, Svalbard og Island (Andreasen 2008, Flyen 2009, Kristjónudóttir 2009). På Grønland blir denne effekten forsterket av landhevningen, med dramatiske effekter på landskap og kulturminner (Andreasen 2008).

Temperaturøkningen vil i sørlige deler av Norden føre til mindre risiko for frostsprengning, grunnet færre tine-fryse-sykluser. Områder noe lenger nord, der det til nå har vært et vinterklima preget av temperaturer stabilt under frysepunktet, vil oppleve flere tine-fryse-sykluser med økt risiko for frostsprengning (Haugen 2008b).

Ekstremhendelser som stormen Gudrun i Sverige kan føre til skader på kulturminner og miljø (Wikman 2008). Det er vel særlig løse grunnforhold og tyngre trekroner som kan gi skogskader i form av rotvelter. Ved lange nedbørsperioder blir trærnes rotfeste dårligere, og

trekronen tyngre av vann. Vinden blåser derfor lettere trærne over ende. Slike naturskader er registrert ved kontrollregistreringer i Norge (Haugen & Risan 2007, Risan 2007). Ekstremhendelser som storm anses for å innebære en økt risiko for kulturarven i Danmark, Sverige, Finland og Norge (Haugen & Risan 2007, Berghäll & Pesu 2008, Nygård Jørgensen 2008, Wikman 2008).

Klimatiltak og beredskapsplaner knyttet til ekstremhendelser bør inkorporere kulturarvsdimensjonen for å unngå å lede til sekundæreffekter på kulturarv (Haugen & Risan 2007).

Det foreligger risiko for at indirekte effekter av klimatilpassning på et tverrsektorielt nivå vil kunne påvirke bygninger, kulturminnernes og landskap (se kap. 2.3).

4.2. Veien videre

Det bør også i fremtiden være et utstrakt samarbeide mellom de Nordiske land når det gjelder tiltak for å sikre kulturarven mot de risiki klimaendringene representerer. Digital stedfesting av kulturminner, av den type Askeladden har levert til denne rapporten bør skaffes til veie i de andre områdene av Norden, og danne utgangspunktet for analyser av risikosoner og sårbare bygninger, arkeologiske kulturminner og kulturmiljø/kulturlandskap. Risikosoner generert på nasjonale nivå bør etterprøves på lokalt skalanivå for å etablere om lokaliteter omfattes av ulike risiki.

Det er behov for metodeutvikling for å frembringe større presisjon i risikobedømminger vedrørende klimaendringseffekter. For å etablere overvåkningsdata med lange tidsserier er det behov for flere overvåkningsprosjekt knyttet til forventede klimaendringseffekter.

Kunnskapshullene vedrørende klimaendringer og sårbare kulturminner/kulturlandskap er store og mange, og det kreves ny forskning for å nedfelle egnede strategier i forvaltningen til å møte endringene i tiden fremover.

5. Referanser

- Arge, S., 2008. Effekter land for land. Færøyene.
http://www.ra.no/Norsk/Prosjekter/Klima_og_kulturarv/Effekter_land_for_land/Faroyene/
 Publisert 20.01.2008. Lest 07.01.2010.
- Arge, S., 2010. Klimaendringer på Færøerne: Stigende hav kan true færøyske fortidsminder. Første gang publisert i FRØDI 2, 2009.
<http://www.ra.no/?module=Articles;action=Article.publicShow;ID=115790> Publisert 26.01.2010.
- Andreasen, C. 2008. Effekter land for land. Grønland.
<http://www.ra.no/?module=Articles;action=Article.publicShow;ID=4846> Publisert 20.11.2008. Lest 07.01.2010
- Berghäll J., og P. Minna, 2008. Climate Change and the Cultural Environment. Recognized Impacts and challenges in Finland.. I: The Finnish Environment 44en | 2008. Ministry of Environment. Helsinki.
- Bjelland, T. og B.H. Helberg (red.), 2006. Bergkunst. En veiledning i dokumentasjon, skjøtsel, tilrettelegging og overvåkning av norsk, bergkunst. Riksantikvaren. Oslo
- Cassar, M., (2005). Climate change and the historic environment, in Research report, Centre for Sustainable Heritage London: University College London.
- Dallmann, W. og T. Risan, 2008. Havnivåøkning og kulturminner.
<http://www.klimakommune.no/kulturarv/Havnivokning.shtml> Publisert 11. Nov 2008. Lest 22.02.2010
- Dow, G. T., C. S. Hayles, S. L. Garvin, C. H. Sanders, M. C. Phillipson & Building Research Establishment, 1998. Impact of climate change on building, London: BRE.
- Flyen A.C. Coastal erosion – a threat to the cultural heritage of Svalbard?. I Polar research in Tromsø 2009. <http://npweb.npolar.no/filearchive/PRI2009.pdf> Publisert 18.12.2009. Lest 26.02.2010.
- Hanssen-Bauer, I., H. Drange, E.J. Førland, L.A. Roald, K.Y. Børsheim, H. Hisdal, D. Lawrence, A. Nesje, S. Sandven, A. Sorteberg, S. Sundby, K. Vasskog og B. Ådlandsvik (2009): Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilplassing, Norsk klimasenter, september 2009, Oslo
- Haugen, A., 2008a. Saltkrystallisering i stein og mørtel.
http://www.klimakommune.no/kulturarv/Saltkrystallisering_i_stein_og_m_rtel.shtml Publisert 11. Nov 2008. Lest 22.02.2010.
- Haugen, A., 2008b. Frostsprengning av bygningsmaterialer i kulturminner.
http://www.klimakommune.no/kulturarv/Frostsprengning_av_bygningsmaterialer_i_kulturminner.shtml Publisert 11. Nov. 2010. Lest 22.02.2010
- Haugen, A. og T. Risan. 2007. Klimaforandringenes påvirkning av vår kulturarv. I: VANN. Nummer 3 2007 – 42. årg.
- Haugen, J.E., Køltzow, M., Iversen, T. 2008, Mer ekstrem nedbør og vind i Norge, Klima 2-08, Cicero, Oslo.
- IPCC, 2007, Climate Change, the Fourth Assessment Report (AR4) of the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- Jordbruksverket, 2007. En meter i timmen – klimaförändringarnas påverkan på jordbruket i Sverige. Rapport 2007:16
- Kristjónudóttir, I.S., 2008. Effekter land for land. Island.
http://www.ra.no/Norsk/Prosjekter/Klima_og_kulturarv/Effekter_land_for_land/Island/ Publisert 02.01.2009. Lest 07.01.2009
- Løvø, 2009, Økt fare for skred i framtida, <http://www.ngu.no/no/Aktuelt/2009/Okt-fare-for-skred-i-framtida2/> publisert 05.10.2009, lest 22.02.2010.
- Mattsson, J., E. Hole og T. Olstad. 2008. Råtesopp.
http://www.klimakommune.no/kulturarv/Raatesopp_og_klimaendringer.shtml Publisert 11. Nov. 2008. Lest 22.02.2008
- Melander, D., 2008. Handbok i hållbar energianvändning för kyrkan. Verbum. Stockholm.
- Nelson, C. L., 1991. Protecting the past from natural disasters, Washington, D.C.: Preservation Press, National Trust for Historic Preservation.
- 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.

- Normander, B. og C. Ingerslev Henriksen, T.S. Jensen, H. Sanderson, T. Henrichs, L. Ege Larsen, A. Branth Pedersen, 2009. Natur og Miljø 2009. Del B: Fakta. Faglig rapport fra DMU nr. 751
- Norsted, T., 2010 Maleriene i Bukhammarhula, Moskenes kommune. Forekomster og tilstand. I: NIKU Oppdragsrapport nr. 44/2010.
- Norsted, T., In press. Safeguarding the cave paintings in Lofoten, Northern Norway. In: Rock Art Research.
- Nørgård Jørgensen, A., 2008. Effekter land for land. Danmark.
http://www.ra.no/Norsk/Prosjekter/Klima_og_kulturarv/Effekter_land_for_land/Danmark/.
Publisert 20.11.2008. Lest 07.01.2010.
- Riksantikvaren 2009: Kulturminner, kulturmiljø og landskap i Norden. Delrapport 2 fra prosjektet: Effekter av klimaendringer på kulturminner og kulturmiljø. Oslo
- Risan, T., 2007. Preserving Norway's Cultural Heritage in a Changing Climate. The Archaeologist. Winter 2007. Number 66.
- Roald L.A., Beldring, S., Engen-Skaugen, T., Førland, E.J. 2008, Flere vinterflommer, Klima 2-08, Cicero, Oslo.
- Røed, L.P. og Debernard, J.B. 2008, Små endringer i bølger og stormflo, Klima 2-08, Cicero, Oslo.
- Sintef Byggforsk 2009 Råte, sopp-og algevekst på bygninger,
<http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/kampanjer/klimatilpasning-norge/bibliotek/publikasjoner/rate.html?id=545046> Publisert 22.03.2009. Lest 20.01.2010
- Slots- og Ejendomsstrelsen. 2009. Energioptimering af fredede kulturejendomme i Slots- og Ejendomsstyrelsen. Introduktion til de centrale problemstillinger.
<http://www.ses.dk/Home/Energi~/media/Files/Energi/Rapport%20energiptimering%20hovedafsnit.ashx> Publisert oktober 2009. Lest 03.02.2010
- Strunge Jensen A/S, 2009. Energirenovering i fredede bygninger. Afdækning av muligheter for implementering av energibesparende tiltag i fredede bygninger med afsæt i det fredede bygningskompleks Fæstningens Materialgård. Midtvejsrapport – Mars 2009.
<http://www.realea.dk/upload/rapporten.pdf> Lest 03.02.2010.
- Spennemann, D. H. R. & D. W. Look, 1998. Disaster management programs for historic sites, S.I.: U.S. National Park Service; Association for Preservation Technology (APT). Western Chapter; Charles Sturt University. The Johnstone Centre.
- Tjernshaugen, A., 2004. Tredje hovedrapport fra FNs klimapanel (IPCC): norsk oversettelse av sammendrag, Oslo: CICERO.
- UNESCO 2007. World Heritage Reports 22 (2007): Climate Change and World Heritage. Paris, UNESCO World Heritage Center. 51 s.
- UNESCO 2008. Policy document on the impacts of climate change on World Heritage Properties; 2008 <http://whc.unesco.org/uploads/activities/documents/activity-397-2.pdf> Publisert 06.06.2008. Lest 25.01.2010
- Wellheiser, J. G., N. E. Gwinn & International Federation of Library Associations and Institutions. Preservation and Conservation Section, 2005. Preparing for the worst, planning for the best: protecting our cultural heritage from disaster: proceedings of a conference sponsored by the IFLA Preservation and Conservation Section, München: Saur.
- Wikman, M., 2008. Effekter land for land. Sverige.
http://www.ra.no/Norsk/Prosjekter/Klima_og_kulturarv/Effekter_land_for_land/Sverige/
Publisert 20.11.2008. Lest 07.01.2010.

6. Appendiks

6.1. Oversikt over lokalitetsarter som utgjør kulturminnetypen bygninger.

Tabell 4. Lokalitetsarter fra Askeladden som utgjør kulturminnetypen bygninger.

KODER	LOK_ART
20101	Havneområde
20103	Kirkested
20104	Klosteranlegg
20105	Bergverk-gruveanlegg
20117	Annen bygningslokalitet
20118	Boligeiendom
20119	Bygårdsanlegg
20121	Fiskevær-sjøbruksanlegg
20122	Feriested-landsted
20123	Embetsgård-embetsbolig
20124	Handel-overnatting
20125	Husmannsplass
20128	Seteranlegg
20129	Offentlig myndighet
20130	Undervisningsanlegg
20131	Annen tekn-ind. lokalitet
20132	Bensinstasjon
20133	Kraftverk
20135	Fyrstasjon-losstasjon
20137	Industrianlegg
20138	Jernbaneanlegg
20139	Vannforsyningsanlegg
20142	Annen type lokalitet
20151	Herregård-lystgård
20152	Humanitær institusjon
20153	Kulturinstitusjoner
20155	Finansinstitusjon
20161	Prestegård
20181	Kongsgård-slott

6.2. Informanter

Tabell 5. Oversikt over informanter som har gitt innspill til arbeidet.

Land	Navn	Tilknytning
Norge	May Britt Håbjørg	Riksantikvaren
Norge	Anne Kaslegard	Riksantikvaren
Grønland	Claus Andreassen	Nunatta Katersugaasivia Allagaateqarfialu (Greenland National Museum and Archives)
Island	Inga Sóley Kristjónudóttir	Fornleifavernd ríkisins
Sverige	Maria Wikman	Riksantikvarieämbetet
Finland	Aulis Tynkkynen	Miljöministeriet
Danmark	Anne Nørgård Jørgensen	Kulturarvsstyrelsen
Færøyene	Símun Arge	Føroya Fornminnissavn Kulturhistorisk Museum