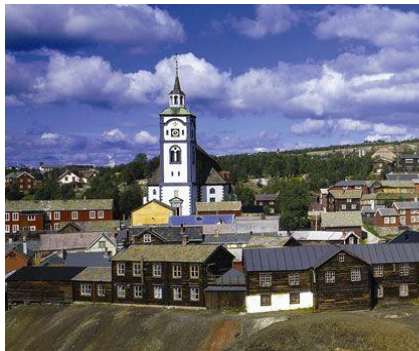


Overvåkingsprogram for å måle effekt og konsekvens av klimabelastningene bygninger

Forprosjekt 4. mars 2016



Innhold

KONKLUSJON - ANBEFALINGER OG GJENNOMFØRING	4
BAKGRUNN	7
Forprosjekt 2015.....	7
MILJØOVERVÅKING.....	9
Hva er hensikten med miljøovervåking og hvordan skal vi bruke dataene?	9
Hva er miljøovervåking?	9
Hva vil og kan vi overvåke?	9
Målemetoder.....	10
Etablering av referansepunkt og gjennomføring av ROS-analyse	11
Læringspotensialet	12
Bruk av dataene	13
KLIMAET.....	15
Klimaendringene.....	15
Klimadata - historisk, nåtidig og forventa klima.....	21
Hvordan bruke klimadataene i overvåkingen	25
EFFEKT OG KONSEKVENNS AV KLIMABELASTNINGENE.....	26
Klimabelastninger og skader på kulturminner	26
UTVELGELSE AV BYGNINGER FOR OVERVÅKING.....	28
Valg av bygningstyper	28
Bygningskategorier – bygningstyper og klimabelastninger.....	29
LAGRING OG TILGJENGELIGHETEN AV DATA	32
Tidsperspektiv og lagring av data.....	32
Tilgjengelighet.....	33
RIKSANTIKVARENS FORSLAG TIL MILJØOVERVÅKING	34
Forslag til miljøovervåkingsaktiviteter	34
Konkretisering av metoder og temaer for overvåking	34
Utdyping av de 3 prioriterte overvåkingsaktivitetene.....	35
PROSJEKTPLAN – UTVIKLING OG GJENNOMFØRING	37

KONKLUSJON - ANBEFALINGER OG GJENNOMFØRING

Riksantikvaren ønsker å sette i gang et langvarig prosjekt for miljøovervåking av effektene og konsekvensene av klimabelastningene for våre eldste og mest verdifulle bygninger. En slik overvåking vil gi oss basis for bedre forvaltning både av disse svært verdifulle bygningene, men også andre tradisjonelt bygde bygninger. Det vil og gi kunnskap som er nyttig for hele bygningsmassen i Norge.

Både overvåking av ulike typer klimarelaterte skader og overvåking av potensialet for skader, kan over kort og lang sikt si noe både om bygningenes/bygningsdelens/materialenes motstandskraft og om utviklingsforløp av skader. Vi vil slik få bedre grunnlag for å gjennomføre tiltak når det er nødvendig. Data fra overvåking av klimaet og sannsynlige klimascenarier vil være relevant for å forstå belastningen og utviklingen av skader bedre. Dette omfatter for eksempel data om nedbørmengder, relativ luftfuktighet og temperatur.

Bygningstypeavgrensning

I utgangspunktet var tanken at dette skulle omfatte kun automatisk fredete middelalderbygninger, men Riksantikvaren ønsker å utvide dette til å omfatte også bygninger på verdensarvstedene Bryggen i Bergen og Røros. Begrunnelse for denne utvidelsen er at vi slik både vil dekke flere av våre mest verdifulle bygningstyper og også andre geografiske områder. Dette gjør resultatene relevante for et langt større antall bygninger.

Bygningskategorier

Norge har et variert klima. Det vil derfor være interessant å følge ulike bygningstyper i ulike klimasoner. Ut fra de ulike bygningstypene holdt opp mot de lokale klimabelastningene vil vi få fram ulike «bygningkategorier» som vi ønsker å overvåke. Vi vil ha som mål at utvalget av bygninger for overvåking ut fra disse kategoriene, gir oss et godt kunnskapsgrunnlag både om den aktuelle bygningkategorien og overføringsverdi til andre tradisjonelt bygde bygninger med samme klimabelastning.

Overvåkingsaktivitet

Riksantikvaren ønsker å starte opp følgende overvåkingsaktiviteter:

A. Overvåking av utvikling av faren for skader og utvikling av etablerte skader grunnet klimabelastning over lang tid i et utvalg objekter. Vi tenker oss to nivåer:

Nivå 1 - Overvåking av et lite utvalg uoppvarmede automatisk freda bygningers respons på økt temperatur og nedbør for å erfare hvilke konsekvenser et fuktigere klima gir for ømfintlige bemalte interiører og gjenstander. Både periodevis manuell visuell registrering ved fotografering og måling av temperatur og fukt holdt opp mot klimadata vil være aktuelt.

- Anslagsvis 2-4 middelalderkirker uten eller med lite oppvarming av tre og stein

Nivå 2 - Periodevis (5-årig) manuell primært visuell registrering ved blant annet bruk av fotodokumentasjon/grafiske tegneprogrammer. Dette bør omfatte

- Et utvalg fra alle de aktuelle middelalderske bygningkategoriene dvs de ulike bygningstypene i ulike klimasoner og med forskjellige innklimatiske forhold, det vil si både oppvarmede og uoppvarmede bygninger. Anslagsvis 25 objekter
 - Et utvalg objekter på Bryggen i Bergen og i Røros. Anslagsvis 10 objekter.
- Fukt- og temperaturmålinger over kortere tid kan være aktuelle for et fåtall objekter for blant annet å sjekke ut riktigheten i eventuelle simuleringer av skadeutvikling for temperatur- og fuktighet som vi bruker.

B. Overvåking av endring av husbukkens utbredelse

- a. kartlegging av husbukkens utbredelse nå og gjentakelse hvert 5. år

- C. **Registrering framover av klimarelaterte skader på alle middelalderhus i landet** for å etablere statistikk oversikt over utviklingen. Sammen med overvåking av enkeltbygg primært retta mot skader som utvikler seg over tid, vil en slik oversikt over skader pga plutselige hendelser, gi et bredt bilde av belastningene og skadeutvikling, og derved gi oss et bedre grunnlag for å sette i gang tiltak.

Oppstartsdokumentasjon

For å gjennomføre en målrettet miljøovervåking må vi etablere et startpunkt, et referansepunkt, for den enkelte bygning/bygningsdel/overvåkingspunkt. En grundig bygningsundersøkelse inklusive skadehistorikk og dokumentasjon er et grunnlag for sammenligning med dataene fra overvåkingen i framtida.

Et viktig grunnlag for valg av overvåkingsmetoder og temaer vil være ROS-analyser (risiko- og sårbarhetsanalyser). Basert på ROS-analysene og de prioriterte temaene for overvåking, skal overvåkingen skreddersys til de enkelte bygningene/bygningsdelene. Valg av og utvikling av overvåkingsmetoder/-verktøy vil være en del av oppstarten.

Slik grundig oppstartsdokumentasjon gir oss også mulighet for å lære mer om disse bygningene.

Utvikling av prosjektet og gjennomføring

2016

I første halvdel av året vil vi

- Utvikle overvåkings- og arbeidsmetoder
 - Utvikle «prototyp» oppstartsregistrering og ROS-analyse
 - Ytterligere utdyping av temaer og metoder for overvåking inkludert vurderinger av bruk av klimadata for de to overvåkingsnivåene under punkt A
 - Utvikle opplegg for oppstartsregistrering av husbukkens utbredelse
 - Utvikle metoder for å få inn, lagre, systematisere og bruke data knytta til registrering framover av klimarelaterte skader på alle middelalderhus
- Velge ut bygninger for miljøovervåking (alternativt prinsipper for utvelgelse)
- Utvikle system for lagring, bruk og formidling av dataene og kunnskapen som programmet gir
- Utvikle prosjektplan og framdriftsplan for hovedprosjektet

Annen halvdel av 2016 brukes til anbudsinnhenting

2017

I 2017 ønsker vi å starte opp hovedprosjektet.

For overvåking Nivå 1 ønsker vi å komme i gang med overvåkingene av alle objektene i løpet av 2017/18.

For overvåking Nivå 2 ser vi for oss at vi årlig igangsetter grundig analyser og overvåking av om lag 20% av de utvalgte objektene, slik at vi i løpet av en 5 års periode har alle objektene under overvåking. For hovedmengden av de overvåkede objektene tenker vi oss en framdrift hvor vi hvert 5. år følger opp objektene med grundige befaringer.

Kartlegging av husbukkens utbredelse og registrering av skader starter opp i 2017. Vi tenker oss også her 5. årlige intervaller for oppfølgende registrering på de utvalgte objektene.

Oppstart registrering av klimarelaterte skader på alle middelalderhus i landet.

Vi ønsker i tillegg til den faste faglige oppfølgingen av overvåkingen og resultatene, å holde årlig seminar for gjennomgang av årets resultater, hvilke utviklingstrender vi ser og vurdering av behov for tiltak.

BAKGRUNN

Klimaet endrer seg nå og vil endre seg framover. Stigende havnivå, mer regn, mer uvær og høyere temperaturer fører til flere skader. Alle materialer er utsatt for nedbrytning over tid, og klimaforhold er avgjørende for hvor hurtig dette vil foregå. De fleste materialer brytes raskere ned i et varmere og fuktigere klima. I tillegg til de gradvise endringene som foregår over lang tid, vil ekstremværhendelser, mer flom og flere ras gi akutte skader på kulturhistoriske bygninger og andre kulturminner.

Det arbeides for å redusere klimaendringene, men vi ser allerede endringer av klimaet, og vi vet at klimaet vil endre seg framover selv om vi skulle lykkes i å redusere klimagassutslippene framover. Dette kommer til å gi større utfordringer for eiere og forvaltere av all bebyggelse i Norge, inkludert verneverdig bebyggelse. Et hovedmål for Riksantikvarens arbeid er å utvikle god forvaltning av kulturminner og kulturmiljøer i et endra klima.

Klimaendringene vil føre til at vi må endre vår forvaltning. At bygninger blir godt vedlikeholdt i tide vil i framtida bli enda viktigere enn før. Bruk av tradisjonelle metoder og materialer får økt betydning, men i noen sammenhenger vil det være nødvendig å gjøre endringer. Eksempler på dette vil kunne være nye takrenner på middelalderkirker som aldri har hatt behov for det før, og behov for å panele tømmervegger som til nå har klart seg i vær og vind.

Klimaendringene vil kunne få store konsekvenser for våre middelalderbygninger. Dette er blant de kulturhistorisk mest verdifulle bygningene vi har. De står fortsatt etter svært lang tids påkjenninger fra varierende klima. De er antakelig noen av de mest robuste bygningene av sitt slag. Men de forventete klimaendringene framover vil kunne utsette dem for belastninger de tidligere ikke har vært utsatt for. Et varmere og våtere klima vil kunne få store konsekvenser, men samtidig kan det også være at nettopp disse bygningene, med så lang historie, vil takle klimaendringene.

Riksantikvaren har vurdert etablering av et helt nytt overvåkingsprogram for å se på konsekvenser og effekter av klimaendringene på eldre bygninger i tre og stein. Overvåkingen var opprinnelig tenkt konsentrert om automatisk freda bygninger fra middelalderen, dvs stavkirkene, steinkirkene og profane middelalderhus i tre. Vi har imidlertid ønsket å vurdere å utvide overvåkingen til også å omfatte bygninger på Svalbard fra før 1946 og bygninger på verdensarvstedene Bryggen i Bergen og Røros. Det ser svært viktig å forvalte alle disse bygningstypene godt. Klimaendringene kan få enda større konsekvenser for den automatisk fredete bygningsmassen på Svalbard både pga de store klimaendringene, men ikke minst også fordi de enkle fangsthyttene aldri var ment å vare lang tid. Dette gjenspeiles i den tradisjonelle konstruksjonen og materialbruken. Vi har imidlertid endt opp med ikke å ta med overvåking av bygninger på Svalbard i vår anbefaling. Se egen begrunnelse for endring av typer bygninger inkludert.

Et slikt overvåkingsprosjekt vil gi oss kunnskap ikke bare om hvordan vi skal forvalte både disse bygningene og andre nyere tradisjonelt bygde bygninger, men også mange andre bygninger. Prosjektet vil gi oss økte kunnskaper om materialbruk, håndverk og løsninger som representerer gode klimaløsninger. Dette kan være et bidrag også inn mot utvikling av bærekraftige løsninger i moderne bygninger.

Forprosjekt 2015

Vi har høsten 2015 gjennomført et forprosjekt for et overvåkingsprogram for å utrede hvordan et slikt program bør utformes med hensiktsmessige metoder.

Viktige temaer har vært;

- Hva kan, bør og vil vi overvåke?
- Hvordan kan overvåkingen gjennomføres (teknologi mm)?
- Hvordan velge ut objekter for overvåking?
- Hvordan oppbevare, sikre tilgjengelighet til og bruke resultatene?

Som del av forprosjektet har vi engasjert Mycoteam, NIKU, Treteknisk institutt og Norsk Klimaservicesenter for å gi faglige innspill. Vi har avholdt felles diskusjonsmøter med alle involverte. Mycoteam, NIKU, Treteknisk institutt har levert en samlet rapport med vurderinger av mange av de aktuelle problemstillingene. Mycoteam ved Johan Mattsson har hatt det overordna ansvaret for rapporten. Norsk klimaservicesenter har levert en oversikt over historisk, nåtidig og forventet framtidig klima for et utvalg av steder i Norge med automatisk freda bygninger. Disse rapportene er brukt som bakgrunn for mange av våre vurderinger og forslag til videre arbeid i denne rapporten.

MILJØOVERVÅKING

Hva er hensikten med miljøovervåking og hvordan skal vi bruke dataene?

Hensikten med innsamlingen av data er både

- å skaffe grunnlag for god forvaltning underveis, skaffe data som gir oss grunnlag til å gjennomføre aktuelle tiltak o.l. og
- skaffe data over lang tid som gir oss kunnskap om langsiktig utvikling og gir viktig informasjon som kan brukes i videre forskning og simulering av konsekvenser av fremtidens klimabelastninger

Riksantikvaren ønsker å etablere et overvåkingsprogram for å

- Redusere tap av kulturminneverdier
- Ha bedre kontroll med utviklingen av tilstanden for våre mest verdifulle bygninger
- Ha et bedre grunnlag for å vurdere risiko for klimarelaterte skader og vurdering av hvilke tiltak som bør settes i verk for å unngå disse.
- I større grad være føre var, redusere skader og gjøre endringer/tiltak til rett tid og slik også redusere behovet for ressurser
- Få bedre kunnskap om hva som er god forvaltning av også yngre tradisjonelt bygde bygninger

Vi vil overvåke forhold som muligens vil endre seg, som ikke blir fanget opp i vanlig forvaltning og som vil ha betydning for ivaretagelsen av bygningsarven utover den aktuelle overvåkede bygningen.

Hva er miljøovervåking?

Miljøovervåking er en systematisk innsamling av data ved hjelp av etterprøvbare metoder.

Overvåkingen omfatter både påvirkning, effekter og miljøtilstand. Miljøovervåking kan altså betegnes som verktøy og en metode som skal vise tilstanden, trusler og en eventuell uheldig utvikling på et tidlig tidspunkt. Et viktig moment med miljøovervåking er å identifisere veien utviklingen går, og sørge for at kunnskapen bidrar til beslutninger som ivaretar en bærekraftig bruk og vern av våre kulturminner og kulturmiljøer.

Hva vil og kan vi overvåke?

Klimapåkjenninger er en av mange årsaker til skader på kulturminner. For å overvåke klimaets effekter og konsekvenser for kulturminner er det nødvendig å skille disse fra effekter og konsekvenser som har andre årsaker.

Utvikling av skader som utvikler seg over lang tid er mest aktuelt som overvåkingstema. Når det gjelder miljøovervåking vil det være mindre aktuelt å se på skader etter plutselige hendelser slik som flom og ras, og kanskje også vind. Men vi ønsker å etablere en oversikt over skader slik at de kan forutsees og begrenses.

Eksempler på skader som utvikler seg over tid er i stor grad knyttet til slike faktorer som temperatur, nedbør, økt fukt inkludert havnivåheving, solinnstråling, slagregn og temperatursvingninger rundt null grader. Skadetyperne kan dels inngå i tre kategorier.

- **biologiske skader** slik som skader pga mugg- og råtesopp og treskadeinsekter,
- **mekaniske skader** slik som skader fra frostsprengning i puss, tegl eller takstein i tegl, oppsprekking i treverk, sviaktende fundament og kollaps i tak pga snølast.
- **kjemiske skader** slik som korrosjon i metaller og tekstiler, saltsprengning av overflater og

maling, nedbryting av stein, fotokjemiske skader

Vi ønsker at overvåkingen skal fange opp skadeutvikling, eller forhold som kan føre til skadeutvikling og se dette i relasjon til klimabelastningene. Dette kan også si noe både om bygningenes / bygningsdelens / materialenes motstandskraft og om utviklingsforløp av skader og derved gi oss grunnlag for bedre å kunne gjennomføre tiltak når det er nødvendig.

Målemetoder

Et fuktigere klima fører til fuktigere konstruksjoner og økt fare for skader. I overvåkingsammenheng kan man følge med på dette både gjennom rene fukt- og temperaturmålinger, men også gjennom sjekk av tegn på fuktbelastning og skadeutvikling.

Overvåking av fare for eller utvikling av eksisterende skader kan knyttes til mange forhold, for eksempel registrering av

- mugg-, grønske- og mosevekst som indikator på høy fuktighet og derved fare for skade
- endring av materialenes egenskaper slik som nedbryting av overflaten,
- tegn på forhold som saltvandring og frostskafer
- høy fuktighet
- registrering av råteangrep,
- registrering av husbukgangrep og angrep fra andre dyr og insekter, inkludert randsoneproblematikk/endring av utbredelsesområde
- setninger, utglidninger, bevegelser knyttet til endringer i grunnene (jordsig, vann mm),
- svakheter i konstruksjonen pga klimabelastninger (snølast, vindlast)

Ved de fleste skader finnes det en rekke forhold som viser hvilken utvikling skaden har hatt. Dette kan være hva slags skade det er snakk om, hvor skaden forekommer, hvordan det skadede materialet ser ut og hvordan en eventuell skadeorganisme ser ut. Dette vil være viktig grunnlagsvurderinger ved oppstart av overvåkingen, og det vil gi kunnskap om hvordan skaden vil utvikle seg, hvilke forhold som vil påskynde eller sakke utviklingen, hvordan vi bør overvåke og når vi må påregne å reparere, skifte ut, beskytte ol.

Overvåking av ulike typer klimarelaterte skader som ikke i dag utgjør en fare for tap av kulturhistorisk verdi, kan over kort eller lang tid si noe både om bygningenes / bygningsdelens / materialenes motstandskraft og om utviklingsforløp, hastighet mm. Dette vil gi oss konkret kunnskap om skadeutvikling, og om når vi bør gripe inn for å hindre tap av kulturhistoriske verdier.

Fukt- og temperaturmålinger

I rapporten fra Mycoteam m. fl. fokuseres det på målinger av fukt og temperatur for å følge med på faren for utvikling av skader. Fukt- og temperaturavhengige skader vil kunne falle inn under alle de tre skadetyperne; biologiske, mekaniske eller kjemiske skader. Fukt- og temperaturmålinger kan gjøres som øyeblikksmålinger, korttidslogging eller langtidslogging. Vi kan tenke oss at langtidslogging kan utføres både gjennom regelmessig manuell avlesning eller kontinuerlig automatisk registrering.

Riksantikvaren ser en stor utfordring i hvordan i praksis og innenfor eksisterende ressurser omdanne dataene knyttet til temperatur og fukt til konkret kunnskap om utviklingen av risikoen for skader. Videre vil slike målinger heller ikke registrere skadeutvikling i seg selv. Vi ser imidlertid samtidig at slike målinger kan gi viktig kunnskap. Ett viktig tema i sammenheng med slike målinger er hvor nøyaktige klimadata man bør ha.

Manuell besiktigelse

Manuell besiktigelse vil kunne være registreringer av eventuelle endringer slik som ulik skadeutvikling, mugg-/mose/grønskevekst, nedbryting av overflater, øyeblikksmålinger av fukt (hvor det tas hensyn til siste perioders klimabelastning) og andre tegn på belastning. Dette forutsetter grundig registrering av disse forholdene ved oppstart og et godt opplegg for periodiske registreringer og tolkninger.

Det må arbeides med å utdype hvilke metoder som velges for slik periodisk registrering.



De små røde sirklene representerer detaljert dokumentasjon, den store røde sirkelen dokumentasjon av bygningen som helhet og den grønne sirkelen forhold i omgivelsene med betydning for risiko.

Før man vurderer metoder for overvåking må man definere hva man ønsker å oppnå med overvåkingen og hvordan innsamlede overvåkingsdata skal benyttes. Dette må vurderes på et overordnet nivå, være utgangspunkt for utvelgelse av overvåkingsobjekter og i tillegg tilpasses de enkelte objektene. Hensikten vil ha betydning for nivået på overvåkingen, hva som skal overvåkes, hvordan vi skal overvåke og hvilken kompetanse som må trekkes inn i arbeidet.

Etablering av referansepunkt og gjennomføring av ROS-analyse

Grundig bygningsundersøkelse som referansepunkt

For å gjennomføre en målrettet miljøovervåking må vi etablere et startpunkt, et referansepunkt, for den enkelte bygning / bygningsdel / overvåkingspunkt. Dette vil være viktig både for å etablere et «nullpunkt», og for å finne ut hvordan, hva og hvor på bygningen vi skal overvåke. En grundig bygningsundersøkelse og dokumentasjon er en forutsetning som sammenligningsgrunnlag for dataene fra overvåkingen i framtida. En slik grundig bygningsundersøkelse er også en forutsetning for å kunne forstå hvilke belastninger en bygning har vært utsatt for fram til nå, hva som har forårsaket etablerte skader og vurdering av risiko for utvikling av disse og etablering av nye skader.

En grundig bygningsundersøkelse må inneholde kartlegging av grunnleggende forhold om

- bygningens konstruksjon og oppbygging, materialer, klimabeskyttende løsninger inkludert bygningsfysikk og bygningsbiologi
- hva som har unngått skader samt hvilke områder som er blitt skadet

Bygningsundersøkelsen som avklarer og dokumenterer tilstanden i bygningen må utføres av personer med spesialkompetanse tilpasset bygningen og problemstillingen.

Den grundige registreringen av enkeltbygningene ved oppstart vil også gi anledning til å studere hvordan man lokalt har utviklet en byggeskikk tilpasset klimabelastningene. Ved et endra klima vil det også kunne være aktuelt å vurdere om tradisjonelle løsninger utviklet i ett område, bør overføres også til andre områder som har fått en annen klimabelastning. Dette vil også kunne relateres til de klimaendringene vi allerede har sett, j.fr. dataene fra Norsk Klimaservicesenter.

ROS-analyse (risiko- og sårbarhetsanalyse)

Et viktig grunnlag for valg av overvåkingsmetoder og temaer vil være vurderinger av risikoen for skader basert på de forventede klimaendringene og kunnskap om bygningen/bygningstypen. Det er utviklet gode simuleringsprogram som kan være aktuelle å benytte. Dette skal være en del av oppstartsarbeidet før miljøovervåkingen igangsettes. Utvikling av slike scenarier eller ROS-analyser må tilpasses våre spesielle behov. Antakelig vil den pågående gjennomgangen av stavkirkene og Aurlandsprosjektet være et nyttig grunnlag for videreutvikling.

Risikokonstruksjoner og etablerte skader må undersøkes og vurderes. Det vil også være viktig å se på skade- og utbedringshistorikken for bygningene. Gjennom dette vil vi kunne se hva som er det vanlige mønstret for skader, årsaken til skader og velge ut overvåkingspunkter som reelt vil bli mer utsatt pga et endret klima. I dette ligger også å vurdere mulige konsekvenser av de klimaendringene vi allerede har sett de siste 100 år.

Læringspotensialet

Automatisk freda bygninger fra middelalderen har tålt klimabelastninger gjennom lang, lang tid. De er sannsynligvis de mest robuste av sitt slag. Det er et læringspotensial i hva som har gjort at disse bygningene har overlevd i så lang tid. Vi vil kunne hente ut kunnskap om hvordan tidligere klimaendringer har påvirket bygningene og bygningsdelene. Vi kan se lokal tilpassing, hvilke deler det



Synlige tegn på fuktbelastningene på de deler av veggene som er mest utsatt for fuktbelastning ved nedbør – slagregn og sprut opp fra bakken. Foto: Marte Boro © Riksantikvaren.

har vært nødvendig å bytte ut, hvordan de eldre bygningsdelene og materialene har motstått belastningene, og hva som er klimasmarte løsninger og risikosoner på ulike bygningstyper. Vi vil kunne se på forskjellene på slitasje mm på gamle og nyere materialer, og slik lære også av for eksempel Middelalderprogrammets tiltak.

Dette vil være kunnskap som kan hentes ut ved analyse av de bygningene som velges ut for overvåking og samtidig også underlag for valg av overvåkingsobjekt, tema mm. I tillegg til at denne kunnskapen vil være relevant for selve overvåkingen, vil dette som sideeffekt gi nyttig kunnskap inn mot videre forvaltning og vurdering av tiltak på disse og andre bygninger, samt gi kunnskap som kan utnyttes i utviklingen av bærekraftig moderne byggeri.

Bruk av dataene

Kunnskapen denne overvåkingen gir må omsettes i tiltak for å sikre disse bygningene. Det må innføres rutiner som gjør at overvåkingsresultatene blir fulgt opp og ved behov må nødvendige former for tiltak bli gjennomført.

Som del av overvåkingsprogrammet bør det minst årlig være en oppfølging hvor dataene blir tolket av personer med relevant kompetanse, og resultatene bør formidles til de ansvarlige for enkeltbyggene og bygningstypene, hvor de gjøres direkte oppmerksom på endringer og anbefalinger. I tillegg bør det være et årlig MOV-seminar hvor resultatene presenteres og diskuteres innen kulturminneforvaltningen og andre relevante fagmiljøer.

I tillegg til at dataene knyttes til Riksantikvarens database Askeladden, bør det etableres en kunnskapsbank hvor overvåkingsresultatene, vurderingene av behov for endring av forvaltning/ny tiltak og aktuelle tiltak blir gjort tilgjengelig for å sikre kunnskapsoverføring.



Ved kartlegging av faren for klimarelaterte skader på Lomen stavkirke ble faren forbundet med mer nedbør framhevet. På oversida av kirka ligger et større skrånende jordstykke. Samtidig vet vi at mengden overvann vil øke i forbindelse med mer nedbør og spesielt på frossen mark. Dette kan føre til mer fuktbelastning inn mot kirka og også fare for jordsig. Et viktig tiltak her kunne være å unngå pløying om høsten og avlede vann/jord i forbindelse med kirkegårdsmuren. Oppfølging av slike type farer vil kunne komme inn under miljøovervåkingen. Foto Marte Boro © Riksantikvaren

Askeladden som lagrings- og formidlingsdatabase vil være viktig. Se eget kapittel om dette. Søkbare registreringer i Askeladden vil danne grunnlag for å få fram statistisk materiale, som kan være grunnlag for vurderinger av utvikling og risiko på et nivå over enkeltbygninger. Dette er viktig for å få fram interessante resultater både for kategorier av automatisk fredete bygninger, andre kategorier tradisjonelle bygninger, konstruksjonsløsninger og materialtyper. Slikt statistisk materiale vil kunne være viktig forskningsgrunnlag i framtida.

KLIMAET

Klimaendringene

Klimaendringene pågår nå. De fysiske endringene har vi bare så vidt sett begynnelsen på. I Norge forventes det et varmere og våtere klima, og deler av kysten vil oppleve en havnivåstigning på mellom 20 og 80 centimeter mot slutten av dette hundreåret. Stigende havnivå, økte stormflommål og økt kysterosjon er en trussel for kystnær bebyggelse i utsatte områder. Mer regn og økt fuktighet vil føre til mer råte og soppvekst. Alle bygningsmaterialer er utsatt for nedbrytning over tid, og klimaforhold er avgjørende for hvor hurtig dette vil foregå. De fleste materialer brytes raskere ned i et varmere og fuktigere klima. I tillegg til de gradvise endringene som foregår over lang tid, vil klimaendringene medføre flere ekstremværhendelser, flere ras og mer flom som kan gi akutte skader på kulturhistoriske bygninger og andre kulturminner. Eiere og forvaltere av kulturminner og kulturmiljøer får derfor større utfordringer fremover når det gjelder å ta vare på kulturarven i et endret klima.

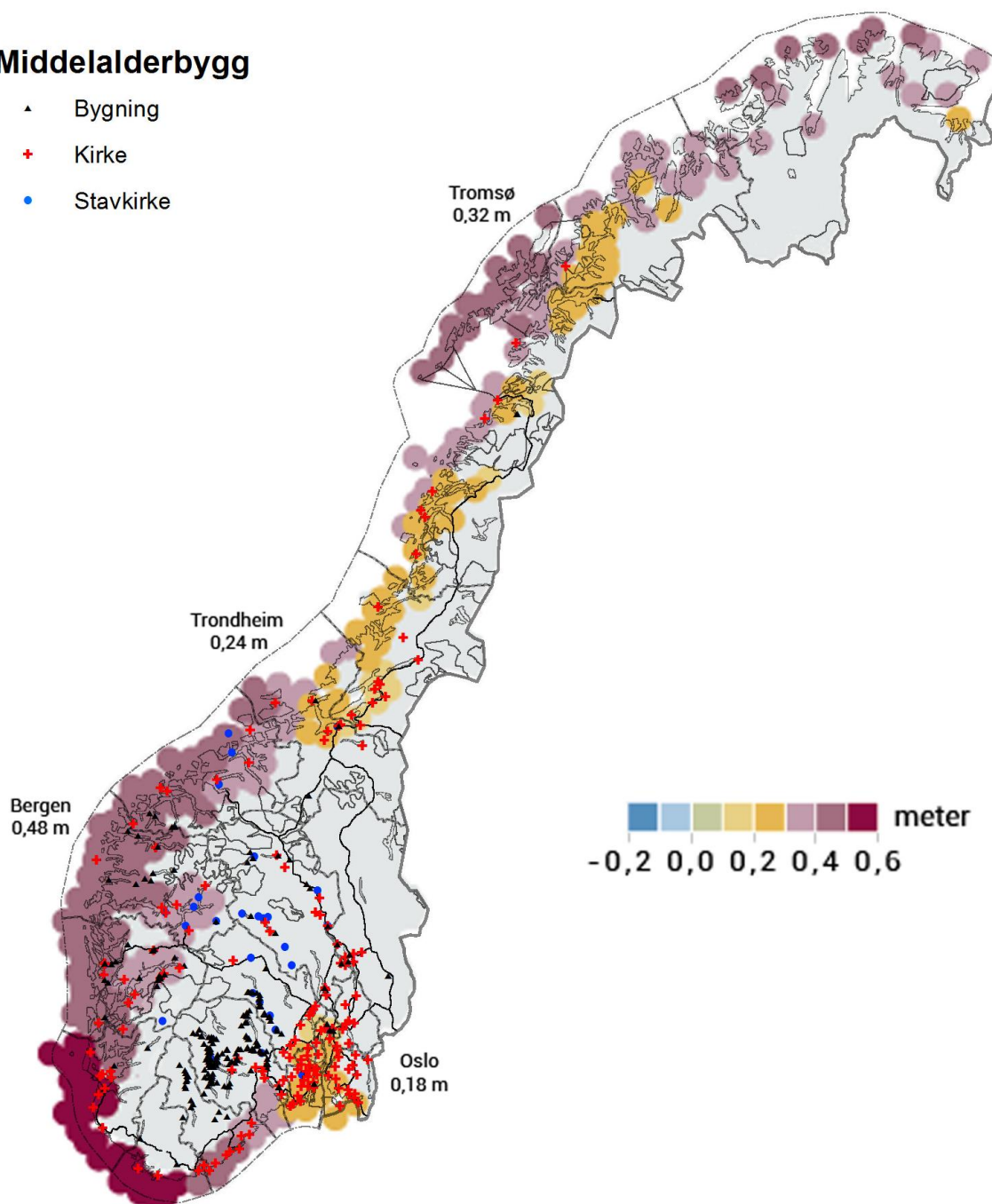
Gjennomsnittlig årstemperatur har økt om lag dobbelt så mye i Arktis som i resten av verden de siste ti årene. De fleste steder øker temperaturen hurtigere om vinteren enn om sommeren. Det er registrert temperaturendringer i permafrosten over store deler av Arktis de siste årene, og på Svalbard ses endringene tydelig. Endringer i permafrosttemperatur og tykkelse på det aktive øverste jordlaget kan skape vansker for infrastrukturen i framtida. Typiske utfordringer framover vil være økt erosjon, bedre forhold for mugg og soppdannelse, økt fare for ras og jordsig, høyere havnivå, mer rust på gjenstander og anlegg av jern/metall, tining i permafrost som gir mer ustabile masser og raskere nedbrytning av organisk materiale i grunnen og lengre båtsesongen med større turisttilstrømning og derved slitasje på vegetasjon og kulturminner.

FORVENTET HAVNIVÅSTIGNING 2081-2100

Korrigert for landheving i et høyutslippsscenario (RCP8.5)

Middelalderbygg

- ▲ Bygning
- + Kirke
- Stavkirke

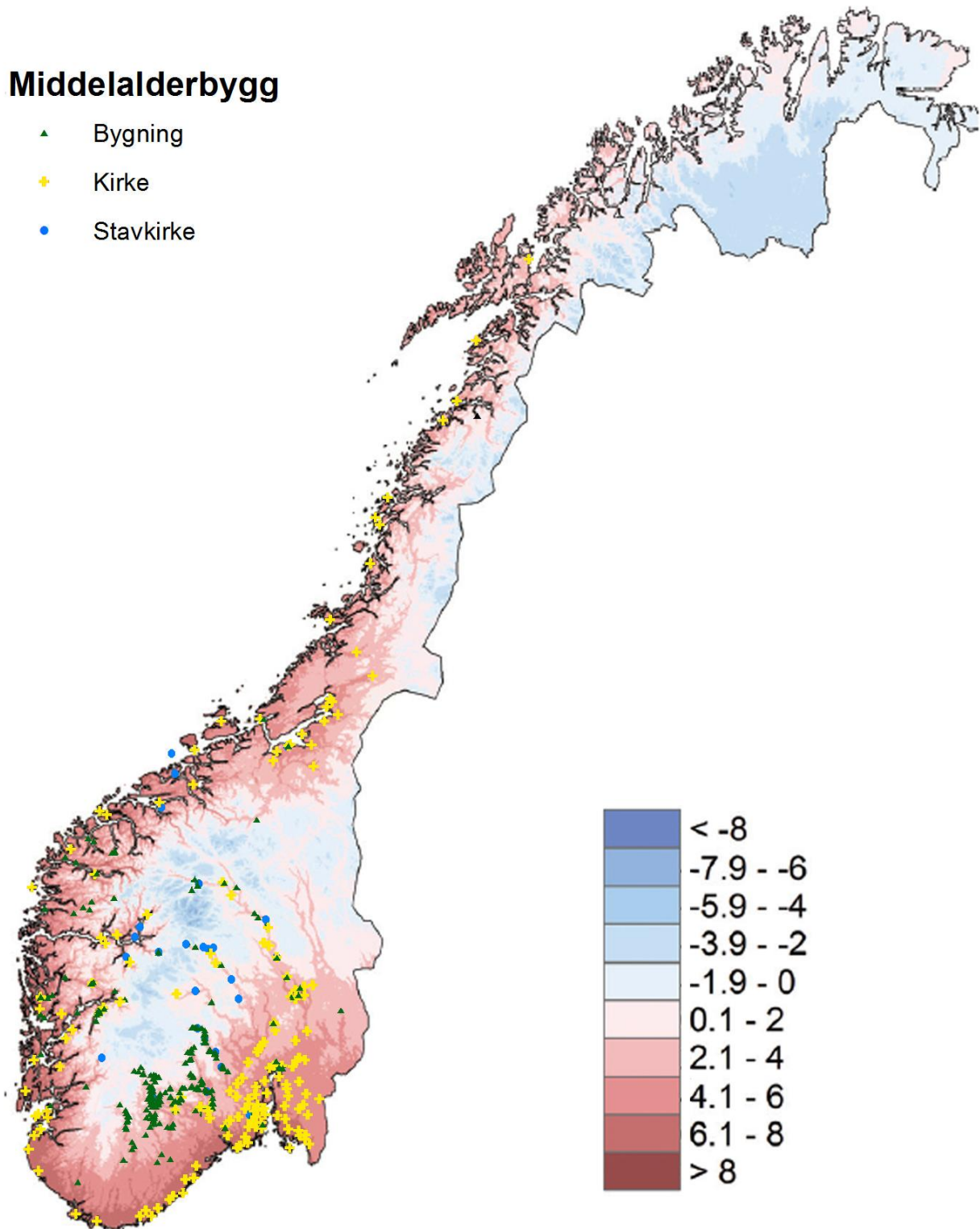


Kilde: Kartverket, Nansensenteret, Bjerknessenteret for klimaforskning 2015 /miljøstatus.no

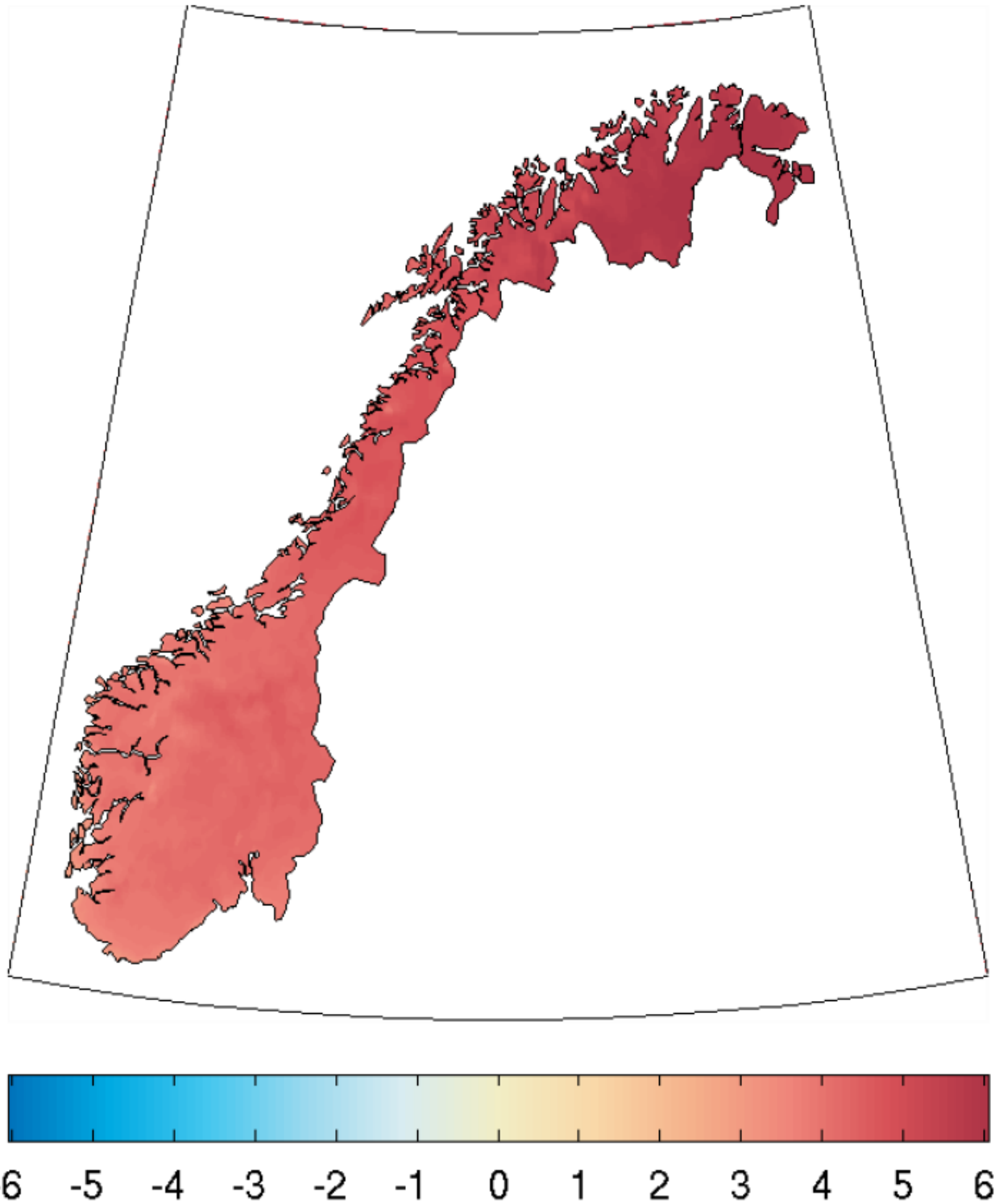
Kartet over viser den antatte havnivåstigningen for ulike deler av landet. Høyest blir stigningen på sørvestlandet, Vestlandet og Troms/Finmark. Vi har ikke data som gjør det mulig å vise hvilke bevaringsverdige bygninger som ligger så lavt at de vil være utsatt når havnivået stiger. Det er svært mye infrastruktur i disse områdene med store utfordringer for alle sektorer.

Middelalderbygg

- ▲ Bygning
- ✦ Kirke
- Stavkirke



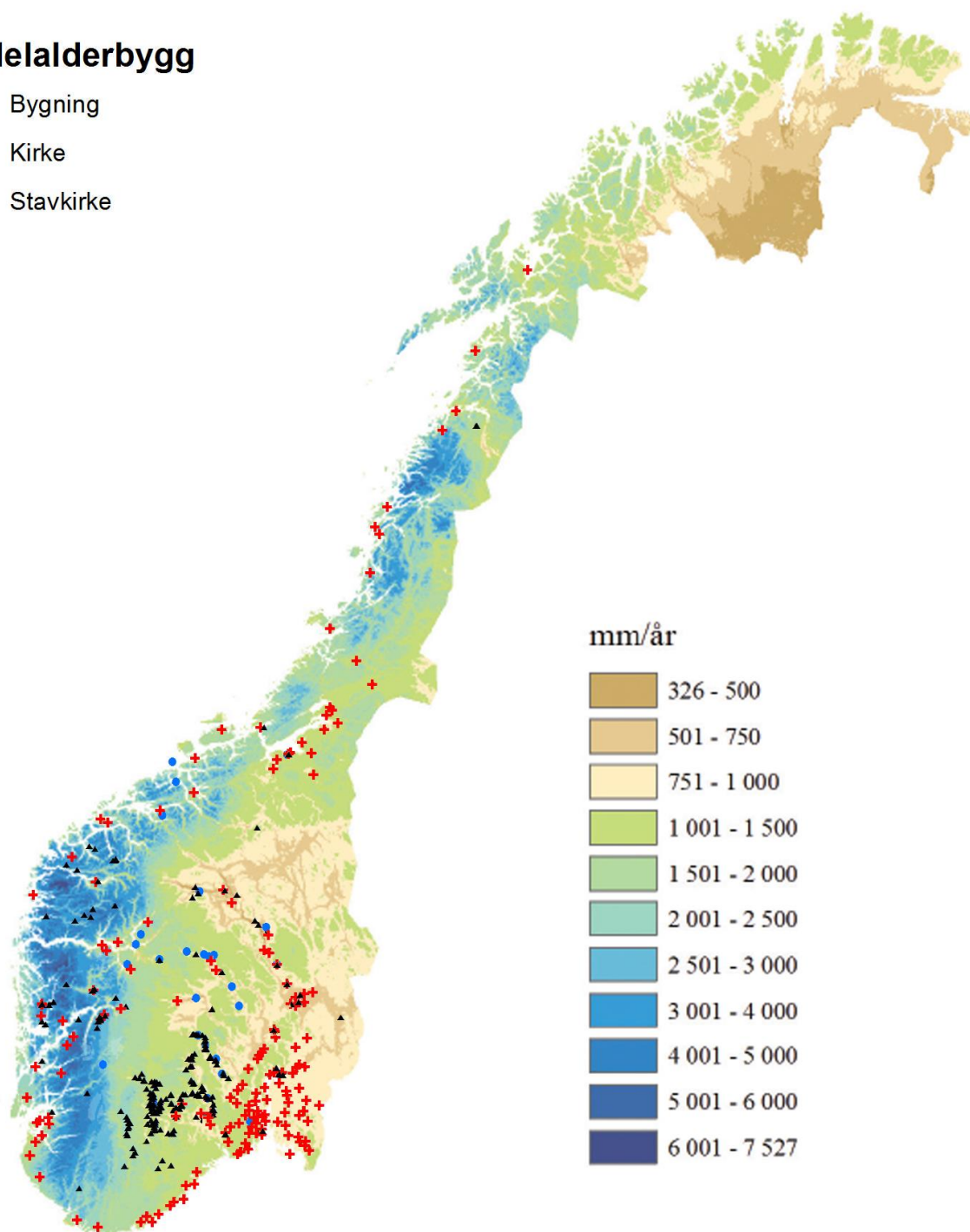
Kart som viser årsmiddeltemperatur (°C) i referanseperioden 1971-2000 og middelalderbygninger. Observer at mange av de profane middelalderbygningene i tre (benevnt Bygning) ligger i områder med forholdsvis kjølig klima.
Kilde rapporten Klima i Norge 2100 og Riksantikvaren.



Kart som viser forventet endring av middeltemperaturen (°C) fram mot 2100 og middelalderbygninger. Vel så viktig som å se på årsmiddeltemperatur vil være å se på middeltemperatur i de ulike årstidene og mer detaljert på temperaturvariasjonene. Kilde: Norsk klimaservicesenter.

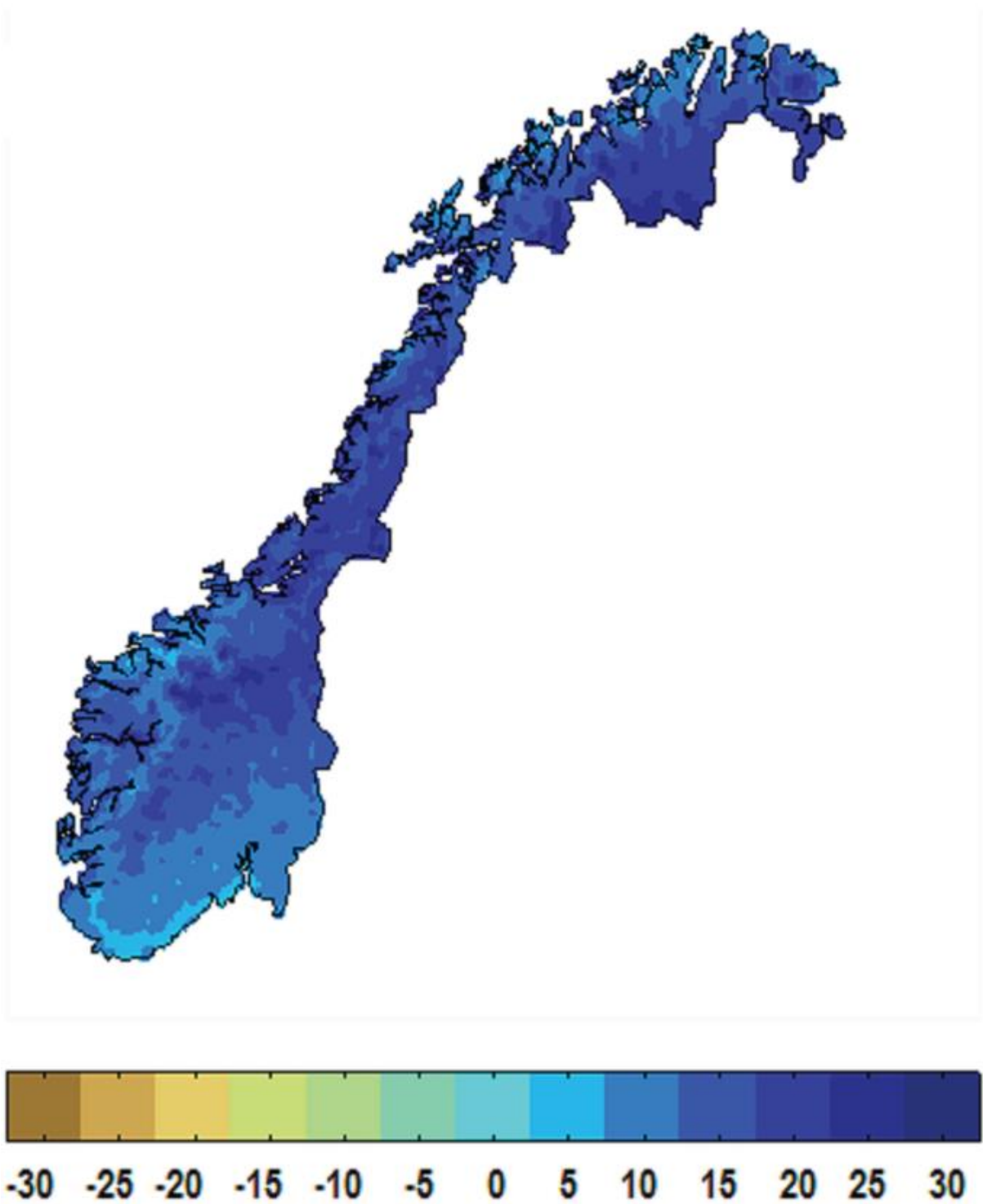
Middelalderbygg

- ▲ Bygning
- + Kirke
- Stavkirke



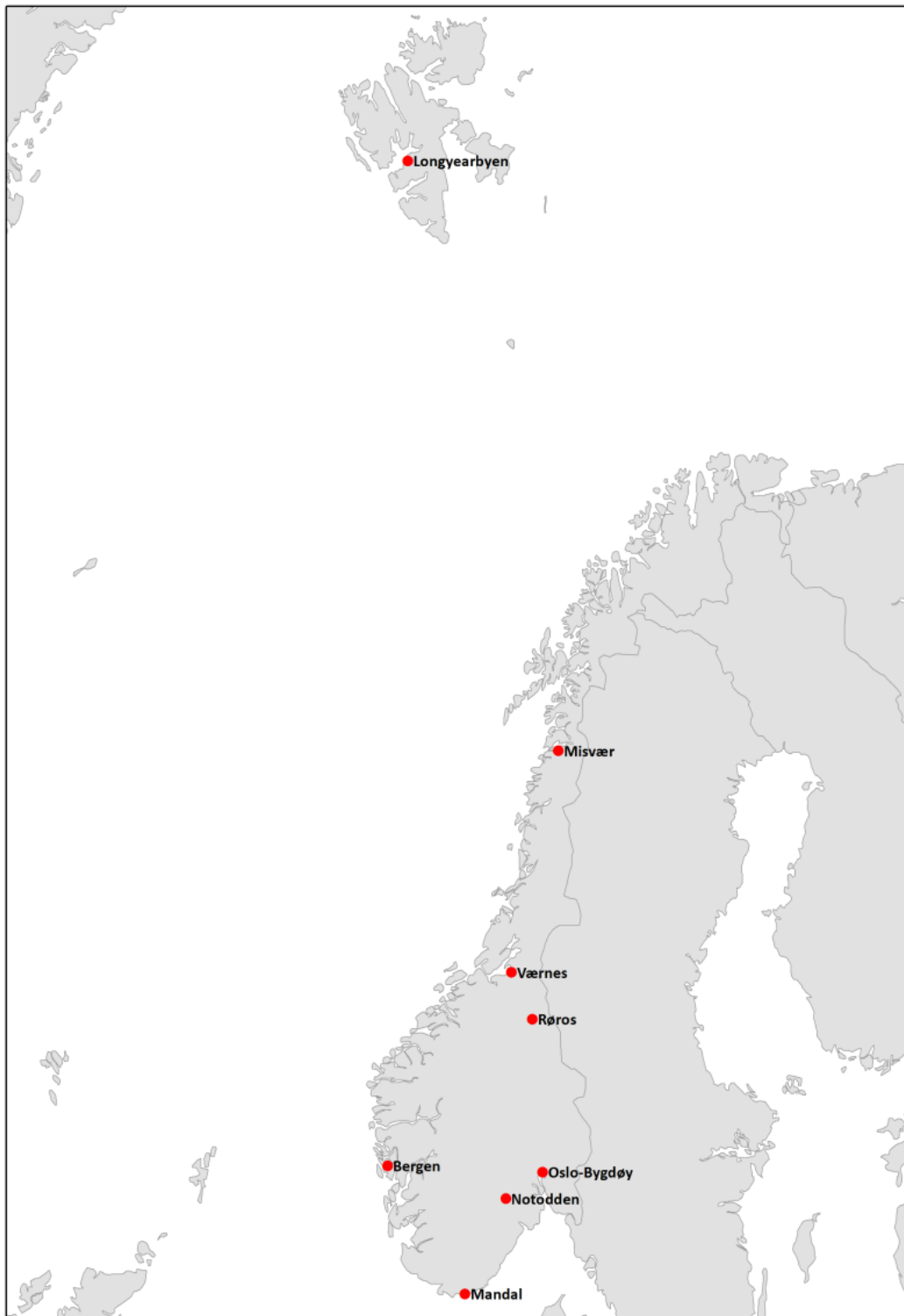
Kart som viser midlere årsnedbør (mm) i referanseperioden 1971-2000 og middelalderbygninger.

Som vi ser ligger mange av de profane middelalderbygningene (benevnt Bygning) i tørre og kalde (se foregående kart) strøk. Det kan ha mange årsaker slik som for eksempel at fordelingen av bygninger i middelalderen ikke var jevn, økonomien har betydd mye både for hvor det ble satt opp bygninger og hvor de er erstattet av andre bygninger. Men også de klimatiske forholdene har hatt betydning for hvor det er bevart middelalderbygninger. Kilde: Rapporten Klima i Norge 2100 og Riksantikvaren



Kart som viser endring av nedbørsendringi % fram mot 2100. Den prosentvise økningen vil være stor i områdene med mange middelalderbygninger slik som indre strøk av Østlandet, sørøstlandet og Trøndelag, men mest nedbør vil det fortsatt være langs kysten av Vestlandet, Trøndelag og Nordland. Vel så viktig som å se på årsnedbør, vil være å se på middelnedbør i de ulike årstidene og mer detaljert på frekvens blant annet av kraftig nedbør, gjerne også kombinert med vind for å observere slagregn. Kilde: Norsk klimaservicesenter

Klimadata - historisk, nåtidig og forventa klima



Norsk klimaservicesenter har utarbeidet oversikt over historisk klimautvikling, dagens klima og forventa framtidig klima for 7 utvalgte steder (se kart) i Norge i tillegg til informasjon om klima på Svalbard.

Vi har bedt Norsk Klimaservicesenter presentere historisk klimautvikling, dagens klima og forventa framtidig klima for en del utvalgte steder der det både er automatisk freda bygninger og værstasjoner som kan gi gode data.

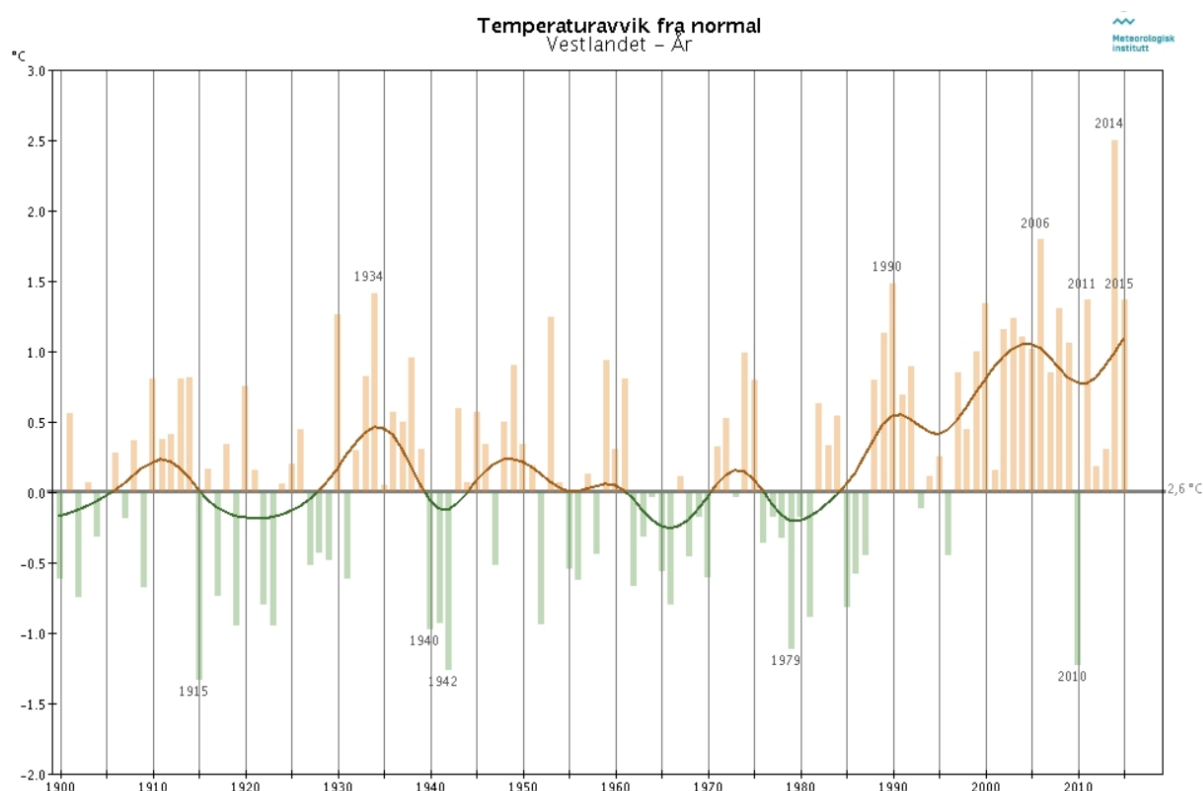
Bakgrunnen for at vi har fått utarbeidet disse dataene er å få fram

- noe av bredden av klimaforholdene der vi i dag har middelalderbygninger
- endringene vi kan forvente for ulike steder
- historiske data som sier noe om endringene i belastninger fram til nå

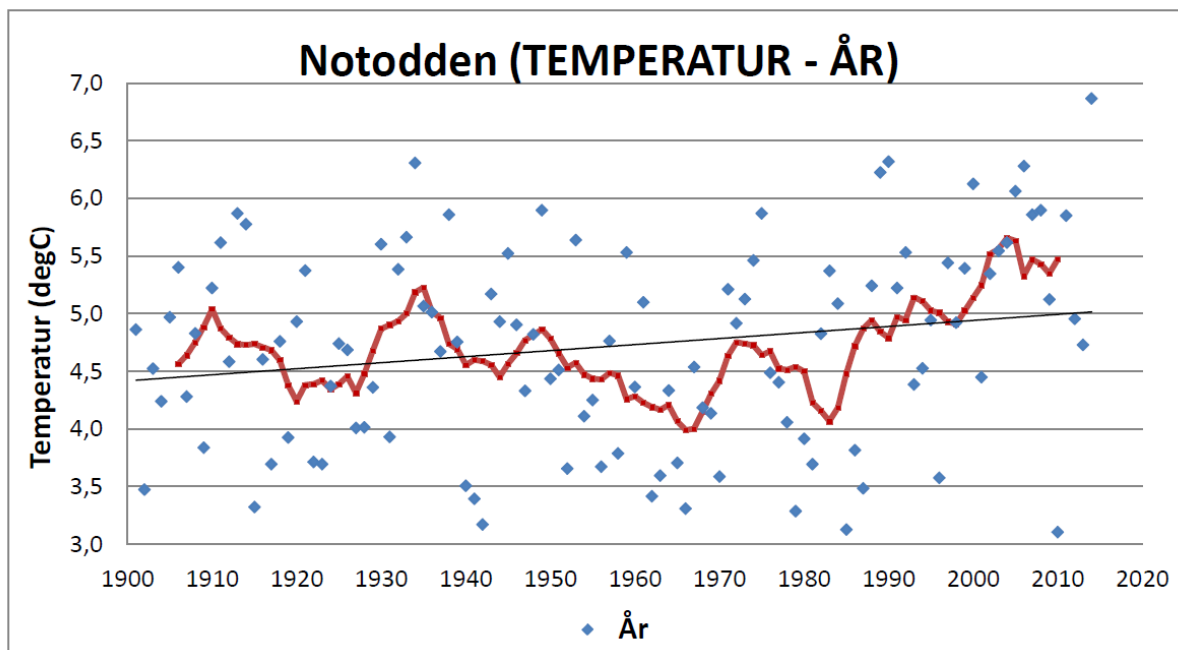
Gjennom disse dataene har vi fått mer kunnskap om

- hvilke typer klimadata vi kan få fram og bruke i miljøovervåkingsammenheng
- hvilke begrensninger som finnes i dataene (hvor måles det, hva måles, når måles det, hvilke data kan krysses mot hverandre, hvor sikre/usikre er dataene generelt og når vi kan og bør anvende dem på enkeltbygg)
- hensiktsmessige nivåer/omfang av data i vår sammenheng

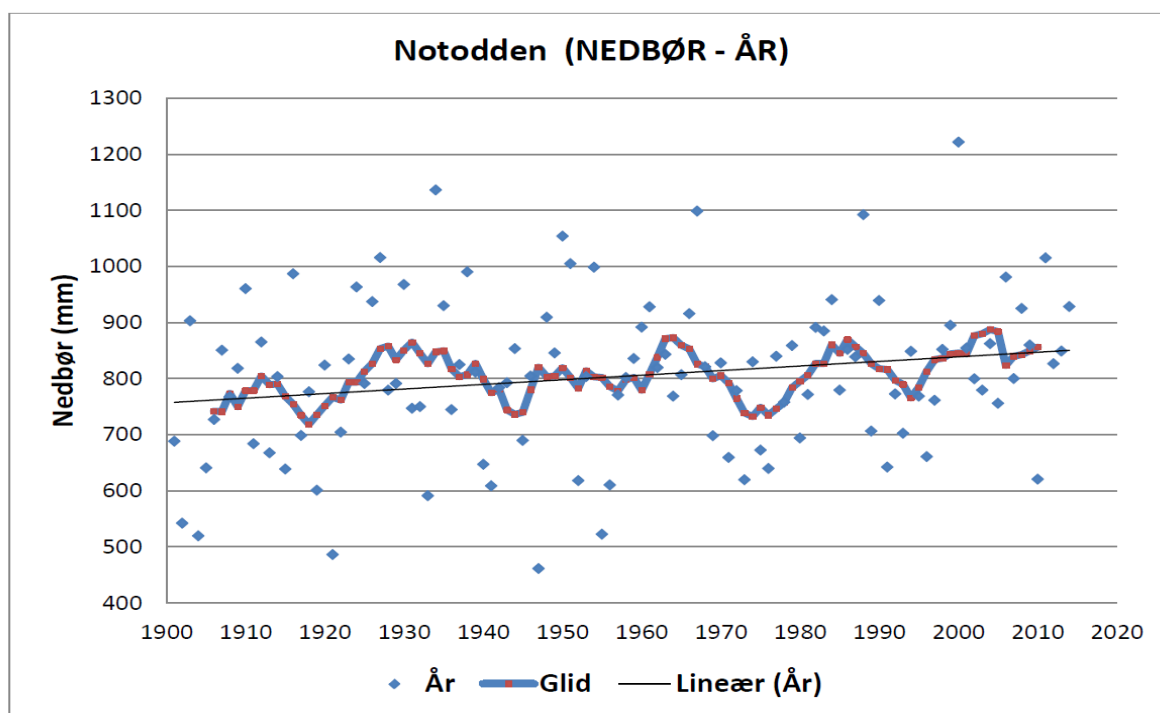
Under forarbeidene til disse dataene er disse forholdene diskutert i møter med representanter fra Norsk Klimaservicesenter, Mycoteam, NIKU og Treteknisk institutt, og er slik et grunnlag for utredningen som de sistnevnte har utarbeidet.



Graf over viser temperaturavvik fra normalen pr år for Vestlandet. Det er samme tendens for alle landsdelene. Hovedtendensen i temperaturutviklingen og nedbørutviklingen for Norge de siste drøyt 100 år er at det har blitt varmere. Fra 1900 frem til cirka 1988 lå temperaturen jevnt nær normalen, med en kortvarig varmere periode på 30 tallet. Etter 1988 og frem til i dag har temperaturen vært jevnt varmere enn normalen, med en tendens til fortsatt oppvarming. Kilde: Meteorologisk institutt



Grafen over viser årstemperatur for Notodden – Heddal 1900-2014. Grafen under som viser årsnedbør for Notodden – Heddal 1900-2014. Figurene viser verdier for hvert år (blå diamanter), glidende 10-årsmiddel (rød kurve) og lineær trend (heltrukken svart linje). Det er svært store variasjoner i både temperatur og nedbør fra år til år.



Historiske data

De historiske dataene for de utvalgte stedene er basert på fylkesvise tidsserier og justert til å representere temperaturforholdene på det utvalgte stedet. Det er store variasjoner fra år til år. For de utvalgte steder viser resultatet at temperaturen har økt med om lag 1°C (fra 0,7 til 1,3) fra 1900 til 2015. Økningene både for temperatur og nedbør har primært kommet i tiden etter 1988.

Økningen fordeler seg ikke likt på de ulike årstidene. Vårtemperaturen ser ut til å øke mer enn for de øvrige årstidene. Årsnedbøren for de utvalgte steder for samme periode viser en økning på fra 17% til 23%. Også her ser vi at temperatur og nedbør har ligget rundt en normal, mens det etter ca 1988 og fram til i dag har vært varmere og mer nedbør.

Dagens klima

Verdiene i materialet i rapporten fra Norsk klimaservicesenter er basert på 1x1 km rutenett-verdier. Det er tatt utgangspunkt i tiden fra 1971-2000 og 1958-2014. Forholdene ved de utvalgte stedene er i utgangspunktet svært ulike. For eksempel har Røros en gjennomsnittlig årsmiddeltemperatur på 0 °C og 712 mm nedbør, mens Bergen har en gjennomsnittlig årsmiddeltemperatur på 7,6 °C og 2539 mm nedbør. I vår sammenheng er endringene det mest interessante. Tradisjonell byggeskikk og våre eldste bygninger er tilpasset de historiske klimabelastningene på de ulike stedene.

Framtidig klima

Det er presentert to scenarier for klimautvikling; RCP4,5 som forutsetter kontinuerlig vekst i klimautslippene de første årene og kraftig reduksjon fra 2020, og RCP8,5 som forutsetter kontinuerlig vekst i klimagassutslippene («business as usual»). Det er vist

- endring i temperatur
- endring i nedbør
- endring i hyppighet av episoder med kraftig 1-døgns nedbør
- endring relativ endring i intensitet på døgn med kraftig nedbør

Som det framgår over er endring av temperatur de siste 115 år for de utvalgte stedene ca 1°C (fra 0,7 til 1,3). Forutsatt økning videre fram mot år 2100 er fra 3 til 6 °C. Årsnedbøren for de utvalgte stedene for de siste 115 år viser en økning på fra 17% til 23%. Forutsatt økning fram mot år 2100 er fra 0% til 32,5%.

For mer detaljer vises det til rapporten «*Klimaforhold ved utvalgte steder med automatisk fredede bygninger*» NCCS report no. 1/2016. Her vil man kunne se detaljer blant annet når det gjelder årstider, maksimums- og minimumstemperaturer og nedbør. For vurdering av de økte klimabelastningenes betydning for nedbrytning og skader vil for eksempel tørkeperioder mellom kraftig nedbør og maksimumstemperaturer være av stor betydning. Når det gjelder økning av brannfaren har perioder med tørke og kortere perioder med snødekket stor betydning.

Svalbard

Vi har ikke mottatt de samme type data for Svalbard, men data (Miljøstatus på Svalbard 2013) viser at gjennomsnittlig årstemperatur har økt om lag dobbelt så mye i Arktis som i resten av verden de siste ti årene. De fleste steder øker temperaturen hurtigere om vinteren enn om sommeren. Modellberegninger tyder på at gjennomsnittlig årstemperatur vil fortsette å stige i hele Arktis. Økningen er grovt regnet å bli rundt 3-5°C over land og 7°C over havområdene innen utgangen av dette århundret. Vintertemperaturen ventes å øke betydelig mer (miljøstatus.no). For Svalbard viser de beste regionale klimamodellene en økning i gjennomsnittlig årstemperatur mot slutten av århundret på fra 3-4 °C i sørvest til 6-8 °C i nordøst (Miljøstatus for Svalbard). Økt smelting av isbreer, i tillegg til økt tilførsel av vann fra elver, tilfører mer ferskvann til havet. Dette bidrar til å heve det

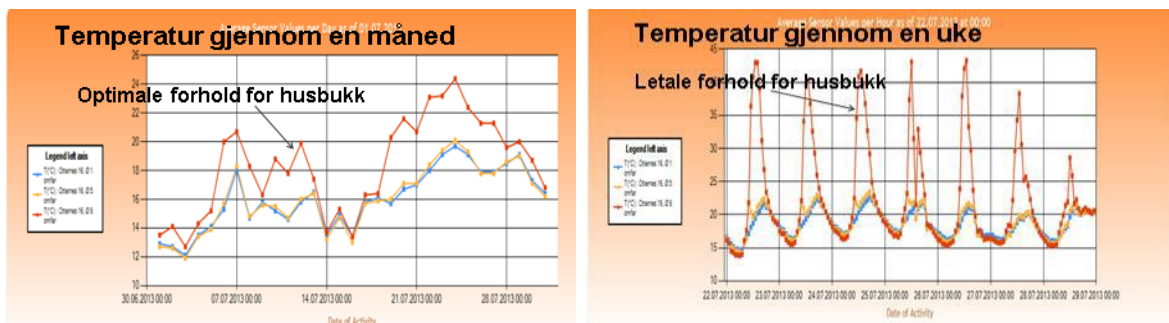
globale havnivået og påvirker sannsynligvis sirkulasjonsmønsteret i havet som sørger for å bringe varme fra tropene til polene. Dermed påvirkes klimaet både globalt og regionalt av isbresmelting på Svalbard. På Svalbard er det permafrost over alt unntatt under de store isbreene. Det er registrert temperaturendringer i permafrosten over store deler av Arktis de siste årene, og på Svalbard ses endringene tydelig. Endringer i permafrosttemperatur og tykkelse på det aktive øverste jordlaget kan skape vansker for infrastrukturen i fremtiden (Miljøstatus for Svalbard). I tillegg forventes økt nedbør, spesielt i form av regn sommerstid, mindre havis og derved mer bølger mot land og mer vind.

Hvordan bruke klimadataene i overvåkingen

Et viktig mål ved overvåkingen vil være å finne relasjonene mellom skadeutvikling/faren for skadeutvikling knytta til klimabelastning. Klimadata må derfor innhentes og holdes opp mot resultatene av overvåkingen. Hvor nøyaktige disse dataene må være må vurderes nøye.

Meteorologiske data foreligger med ulik nøyaktighetsgrad. De historiske dataene og dataene for dagens klima i rapporten fra NCCS er basert på griddete datasett. Data fra værstasjoner er langt mer nøyaktig enn slike beregnede data. Men noen værstasjoner driftes for eksempel ikke vinterstid. Lokalklimaet ved en bygning vil kunne være annerledes enn selv ved en nærliggende værstasjon. Det kan derfor være aktuelt å måle klima rett ved bygningen. Men vi vet også at forholdene kan være svært ulike på en solvegg og på en nordvegg, og oppunder raftutstikket sammenligna med forholdene lengre nede hvor veggen ikke er beskyttet av takutstikket på samme vis. Et viktig spørsmål blir derfor hvor nøyaktige værdata vi er avhengig av for å kunne tolke resultatene av overvåkingen riktig og derved kunne dra de korrekte slutningene.

Det er skader og fare for skader på grunn av klimabelastningene vi skal måle, ikke klimabelastningene i seg selv. Det er også viktig å ha i mente at resultatene skal ha overføringsverdi til hele bygningskategorien, og også andre tradisjonelle bygningskategorier, og ikke bare gi data som kan brukes for å forstå den ene bygningen. Kategori i denne sammenhengen definert ut fra både teknisk oppbygging/materialer og klimabelastning.



Detaljeringen av temperatur- og fuktdataer kan være svært viktig for å tolke risiko for skader. Dette er her illustrert ved to kurver for målt temperatur. Til venstre er dette presentert som døgnmiddel, mens til høyre med timeverdier. Temperaturdataene til venstre ser ut til å være ideelle for husbukk, mens de mer nøyaktige dataene til høyre viser at makstemperaturene daglig vil være dødelig for husbukken. Kilde: Mycoteam m. fl 2015

EFFEKT OG KONSEKVENNS AV KLIMABELASTNINGENE

Klimabelastninger og skader på kulturminner

Klimaet utsetter kulturminnene og kulturmiljøene for påkjenninger. Det har klimaet gjort til alle tider, men de forventete klimaendringene vil føre til større påkjenninger, og risikoen for skader vil øke. Et endret klima fører i liten grad til nye typer skader. Det er stort sett de samme skadetyperne som vil oppstå, men risikoen for at det vil oppstå skader vil sannsynligvis øke. For mer informasjon om konsekvensene av klimaendringene for kulturminner og miljøer vises til Riksantikvarens nettside <http://www.riksantikvaren.no/Tema/Klimaendringene-og-kulturminner>. Å skille disse skadene fra «normale» skader vil være vanskelig. I vår sammenheng vil det være mest formålstjenlig å se på risiko for skader pga klimabelastningene, og ikke skille mellom det vi kan kalle «normale» skader og skader på grunn av et endra klima.

Våre gamle bygninger har klart seg gjennom lang tid, de er noe av det mest robuste vi har. Dette gjør at vi kan lære av disse bygningene. Det er imidlertid ikke derved sagt at de vil motstå klimabelastningene på samme måte når klimaet endrer seg. Bygningsarven kan være sårbar for klimaendringer på flere måter. De fleste materialer brytes raskere ned i et varmere og fuktigere klima, og flere ekstremværhendelser kan både gi akutte og langsomme skader på bygninger og kulturminner. De klimatiske forholdene spiller dessuten sammen og forsterker påvirkningene. Samtidig kan også andre forhold enn vær og klima gi påkjenninger på bygninger, konstruksjoner, materialer og overflater, og disse kan forsterke påkjenningene fra vær og klima. Dette kan for eksempel være feil bruk av reparasjonsmaterialer, feil styring av inneklimate eller mangel på vedlikehold.

Klimaendring	Varmere og våtere				Tørrere somre	Varmere				Mer ekstremvær		Våtere
	Økt snølast	Økt avrenning (vinter høst)/flom (vår)	Økte sopp- og insektsangrep	Økt salt-krySTALLISERING		Lengre vekst-sesong	Flere 0-grad passerlinger	Mindre snødekke – økt brannfare	Havnivåstigning, springflo og bølgeerosjon	Fonnsmelting	Mer vindskader	
Resultatet av klimaendring												
Kategori kulturminne (bygningstype – klimasone)												
...												

Illustrasjon hentet fra «Kulturminner og klimaendringer - Pilotprosjekt - Aurland kommune» (noe videreutvikla) som viser en måte å utvikle oversikt over konsekvensene av de ulike faktorene i de forventa klimaendringene, knytta opp mot type kulturminne/kulturmiljø. For å utvikle en tilsvarende oversikt ikke bare over økte belastninger pga klimaendringene, men belastningene fra klima i det hele tatt, vil denne oversikten måtte utvides med parametere som for eksempel nedbryting pga sollys og tørkeskader.

De fleste kulturminnene på Svalbard var aldri bygd for å vare, noe som i seg selv er en utfordring når vi

i dag vil ta vare på dem. Dette gjaldt spesielt fangsthyttene, men også industriminne. Mange kulturminne ligger nær sjøen, gjerne i standkanten og/eller nær bratte skrenter, og er utsatt for erosjon, ras og jordsig. Dette fører til både utvasking og utrasing av kulturminne. Bedre forhold for mugg og soppdannelse kan føre til raskere nedbryting av/skader på både hytter og arkeologisk materiale i bakken. Høyere havnivå, vil kunne få store konsekvenser for de kulturminnene som ligger nær vann. Høyere temperatur og mer regn sommerstid vil føre til mer rust på gjenstander og anlegg av jern/metall. Med mindre havis blir båtsesongen lengre og besøksområder blir flere. Dette kan føre til økt turisme og at turister kommer i land på andre steder enn før og vil også kunne føre til økt slitasje på vegetasjon og kulturminne. Tining i permafrost gir mer ustabile masser, som igjen fører fare for skader på hytter, taubanebukker og andre anlegg og organisk materiale som har vært godt preservert/nedfrosset i permafrosten blir utsatt for organisk nedbryting. Positive effekter for kulturminne kan være bedre/raskere tilvekst av planter, som kan føre til mindre skader på vegetasjon eller at slike skader raskere gror igjen.

UTVELGELSE AV BYGNINGER FOR OVERVÅKING

Valg av bygningstyper

Et utgangspunkt for dette prosjektet var at det skulle omfatte kun automatisk fredete middelalderbygninger. Riksantikvaren ønsket imidlertid også å vurdere om prosjektet også bør omfatte bygninger på Svalbard fra før 1946, se eget avsnitt om dette. I tillegg ønsker vi å innbefatte verdensarvstedene Røros og Tyskerbryggene i Bergen. Begrunnelse for dette er at vi slik både vil dekke flere av våre mest verdifulle bygningstyper og også andre geografiske områder.

Røros er innskrevet på Verdensarvlista, har mange tradisjonelt bygde bygninger og ligger i et tørt og kaldt innlandsklima som kommer til å endre seg framover. Tyskerbryggene i Bergen er også innskrevet på Verdensarvlista og har slik også svært høy kulturhistorisk verdi. Den ligger utsatt til i vannkanten og vil kunne gi oss også data knyttet til havnivåstigning. Både på Røros og ved Tyskerbryggene foregår det overvåking som kan ha overføringsverdi og som vi derfor kan dra nytte av også i det praktiske arbeidet. Ved å utvide slik at miljøovervåkingen omfatter også bebyggelse på Røros og på Brygge vil resultatene bli relevante for et langt større antall bygninger. Klimaendringene i Arktis er større og raskere enn i fastlands Norge. De mange fredete enkle bygningene og konstruksjonene på Svalbard er særlig utsatt for disse endringene. Det er en særlig utfordring å ta vare på bygningsarven på Svalbard pga den tekniske tilstanden.

Kunnskap om bygningen

Enkelte bygninger er veldokumenterte og det har vært gjennomført for eksempel inneklimatemålinger over lang tid. Tidligere kunnskap vil kunne gi en merverdi til vår overvåking og vi vil kunne få fram mer kunnskap. Etableringen av en meget god oversikt over bygningens tilstand ved oppstarten vil kunne bli enklere og bedre i slike tilfeller.

Utvalg

Det må gjøres en faglig vurdering av hvor mange bygninger som bør inngå fra hver av de ulike kategoriene. Dette vil blant annet baseres på hvor mange vi har av hver av kategoriene, hvor utsatt de er for klimarelaterte skader og deres kulturhistoriske verdi, men også muligheten for å innhente interessante data.

Utvalget av bygninger for MOV må også baseres på kunnskap om:

- Konstruksjonstyper
- Bruk og oppvarming
- Eksisterende dokumentasjon for bygningene.
- Historikk når det gjelder skader, utskifting av deler mm
- Veggfast dekor
- Eiere som stiller husene til rådighet og som i noen tilfeller kan bidra med sin kompetanse.

Museumsbygg er ofte spesielt utsatt pga ny klimasituasjon etter flytting og ofte omfattende endringer ellers. Samtidig har vi store bygningshistoriske verdier samla på våre museer. Bygninger i daglig bruk eller under daglig ettersyn, spesielt bygg i offentlig eie, vil kunne egne seg for overvåking med lokal oppfølging, blant annet fordi de har etablerte forvaltning-, drift- og vedlikeholdsplaner, gode oversikter over hva som er gjort av utbedringstiltak mm og fordi de som regel har godt kompetente forvaltningsansvarlige.

Stedlig kompetanse

Vi tenker oss flere typer overvåking. Den kan i noen grad forutsette oppfølging av en stedlig representant. Primært vil dette være folk ansatt i fylkeskommunen eller på museer, men det kan i

enkelte tilfeller være hensiktsmessig at dette er eieren.

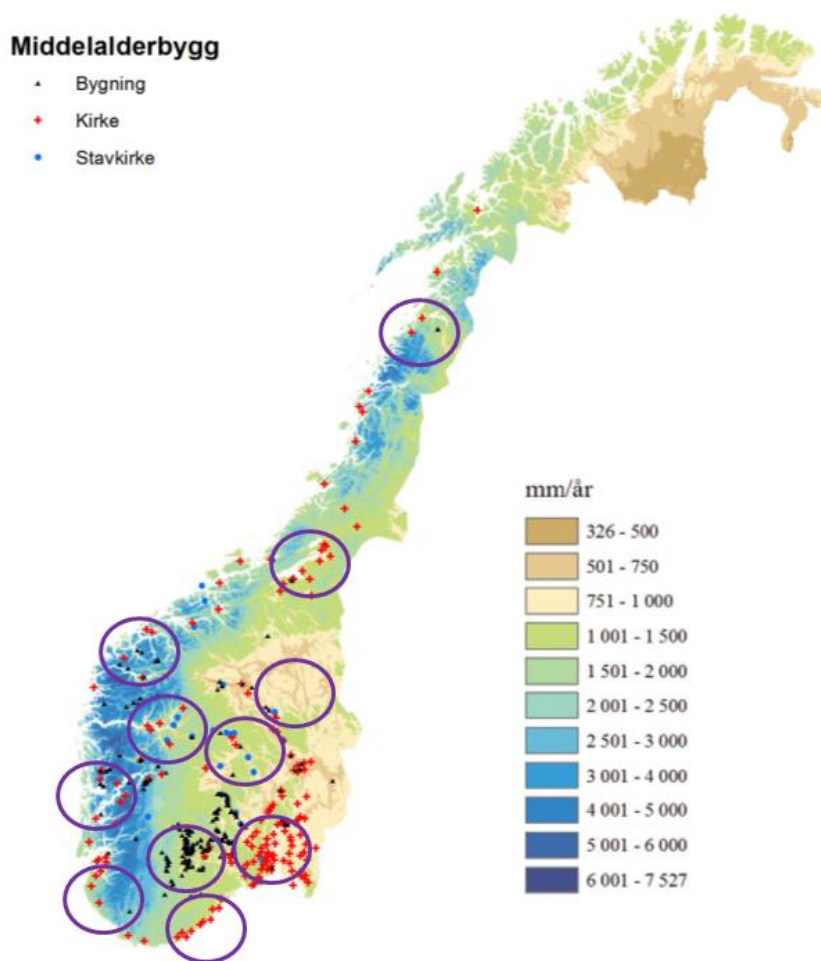
Kategorien museumsbygg vil kunne gi et positivt samarbeid til museumssektoren. Museumssektoren er nå svært opptatt av klimaendringenes økte belastning på bygningene og har et større samarbeidsprosjekt på gang. Riksantikvaren er involvert i dette arbeidet. Andre aktuelle aktører kan for eksempel være Forsvarsbygg.

Bygningskategorier – bygningstyper og klimabelastninger

Norge har et variert klima. Felles for klimaframskrivningene er at det vil bli våtere og varmere i alle deler av landet. Det vil derfor være interessant å følge ulike bygningstyper i ulike klimasoner. Ut fra bygningstypene over holdt opp mot klimabelastningene vil vi få fram ulike «bygningsskategorier» som vi ønsker å overvåke.

Utvalget av bygninger for overvåking skal gi oss et godt kunnskapsgrunnlag for den aktuelle bygningsskategorien og ha overføringsverdi til andre bygninger med samme klimabelastning.

Når vi i det følgende bruker begrepet «bygningsskategori» henviser det til inndeling i kategorier hvor det både er tatt hensyn til bygningstype/konstruksjoner/materialer og stedlige klimabelastninger.



Kart med avmerkinger av områder som kan være aktuelle å prioritere for overvåking av bygninger. Benevnelsen «bygninger» omfatter profane middelalderbygninger.

Klima/geografi	Tørt og kjølig innlandsklima	Kystklima - i strandkanten	Kystklima noe inn fra ytre kyst
Type bygning			
Profan tømmerbygning - Oppvarmet / ikke oppvarmet			
Stavkirke - Oppvarmet / ikke oppvarmet			
Steinkirke - Oppvarmet / ikke oppvarmet			
Verdensarvsteder – nyere tid - Oppvarmet / ikke oppvarmet			

Et skjema som kan brukes for en foreløpig utvelgelse av objekter for MOV. Utvelgelsen må baseres på grundige vurderinger av enkeltbygninger.

Nærhet til meteorologiske målestasjoner

For å kunne tolke målingene vil det være viktig å ha gode klimadata. Hvor gode disse klimadataene må være må vurderes nøye. Nærhet til meteorologiske målestasjoner vil også kunne være et kriterium der det logges fukt og temperatur på bygninger.

Bevaring og overvåking av kulturminner og kulturmiljø på Svalbard

Det har vært arbeidet med miljøovervåking av kulturminner på Svalbard i lang tid. På 90-tallet fikk Sysselmannen på Svalbard i oppdrag å "Utarbeide grunnlagsoversikt og et håndterbart oppdateringssystem over erosjonstruete kulturminnelokaliteter." MOSJ (Miljøovervåking Svalbard og Jan Mayen) er et pågående miljøovervåkingssystem og er en del av den statlige miljøovervåkingen i Norge. MOSJ henter relevant informasjon fra tematiske overvåkingsprogrammer på land, i luft og i



Fredheim høsten 2012 Foto som viser hvordan endring av erosjonskanten kan true bygningsarven på Svalbard. På grunn av den økende kysterosjonen ble hele fangststasjonen våren 2015 flyttet til terrassen som en ser bak flaggstanga.

Foto: Irene Skauen Sandodden, Sysselmannen på Svalbard.

havet. MOSJ benytter et utvalg av sentrale indikatorer fra de ulike tematiske programmene og setter dem i sammenheng på tvers av fag og temaer. Fagrådet i MOSJ består av representanter for Miljødirektoratet, Riksantikvaren, Sysselmannen på Svalbard, Havforskningsinstituttet, Meteorologisk institutt og Norsk Polarinstitutt. Dataene som presenteres i MOSJ kommer fra mange institusjoner som utfører overvåking. De enkelte dataleverandørene er ansvarlige for å kvalitetssikre data og for å tolke trender i den enkelte dataserien. For kulturminnefeltet har det vært vanskelig å utvikle gode miljøovervåkingsmetoder. Overvåking av erosjonsskader og ferdselsslitasje har vært det mest aktuelle.

På Svalbard er alle kulturminner eldre enn 1946 automatisk fredet. Antall lokaliteter er høyt og mange ligger i villmarkspregete områder. Det er verken mulig, eller ønskelig, å ta vare på alle kulturminnene gjennom vedlikehold. Det er utarbeidet en samlet liste over de ca. 100 viktigste kulturminnene og kulturmiljøene, hvorav 50 har særlig høy prioritet. Oppfølgingen av de prioriterte objektene varierer fra kun tilsyn, forslag til fredning, sikring i arealplan og til omfattende restaurering og vedlikehold. Om lag 70 av de prioriterte kulturminnene er bygninger. Disse bygningene skal vedlikeholdes godt. Fordi de fleste av disse bygningene er bygd med enkle materialer, ikke er ment å vare lenge og dessuten blir utsatt for kraftige klimabelastninger vil dette somoftest innebære omfattende vedlikehold. Dette gjør det særlig utfordrende å finne hensiktsmessige overvåkingsmetoder på bygningsnivå. Det vil være enklere å overvåke disse bygningenes omgivelser med fokus på erosjon og slitasje. Riksantikvaren ser betydningen av å ha et godt miljøovervåkingssystem for kulturminner på Svalbard, men vi anbefaler at dette utvikles i andre sammenhenger enn i dette prosjektet.

LAGRING OG TILGJENGELIGHETEN AV DATA

Tidsperspektiv og lagring av data

Klimascenariene som lages i dag fokuserer primært på perioden fram til 2050 og 2100. Vi bør derfor ha et svært langt tidsperspektiv på overvåkingen, minst et perspektiv på 35 år. Dataene må følgelig kunne lagres og være tilgjengelig gjennom mange år.

Askeladden

Askeladden er Riksantikvarens offisielle database over fredete kulturminner og kulturmiljøer i Norge. Dette er vårt sentrale hjelpemiddel for oversikt over kulturminnene og brukes aktivt i vår forvaltning. Askeladden inneholder i dag også data fra tilstandsvurderingene av freda bygninger. Dataene og resultatet av miljøovervåkingen bør legges inn i eller knyttes til Askeladden.

Både Askeladden og tilstandsvurderingsmodulen legger til rette for systematisk registrering og kontroll. Så mye som praktisk og økonomisk tilrådelig av miljøovervåkingsdataene bør legges inn slik at det er søkbart og at det bearbeides og brukes på mange nivåer og måter. Dataene fra målingene vil ikke alltid vil være enkle å omsette direkte til kunnskap og handling. Derfor bør det legges til rette for enkle sammendrag/varsling o a som kan fungere godt for vår daglige forvaltning av enkeltbygg og grupper av bygg. Dette kan gjøres i form av enkel tallfesting eller fargekode, men med utdypende data linket til dette, der det er behov for dette. Se under.

Riksantikvaren er pliktig til å ta vare på dataene for eksempel i Askeladden. Vi vurderer det derfor som kurant å videreføre dataene og beholde dem operative over lang tid. Det er viktig at de lagres i en egnet database, som enkelt kan tolkes til enhver tid. Dokumenter bør lagres i formater som excel og pdf.

Det vil være hensiktsmessig å gjennomføre et pilotprosjekt før oppstart av hovedprosjektet for å komme fram til hvilke data vi ønsker å hente inn og hvordan vi best kan legge dem inn eller koble dem til Askeladden. Vi må påregne noe utvikling av Askeladden for å få på plass ønsket funksjonalitet, anslagsvis kroner 2-300 000,- i løpet av 2016.

Ulike typer data skal lagres

Resultatet av overvåkingen kan deles i 3

- Oppstartsregistreringer, registrering av startpunktet
- Logdata fra kontinuerlig målinger, primært fukt og temperatur, og vurderinger/tolkninger av disse dataene
- Periodiske befaringsregistreringer, primært skriftlige notater og foto, men muligens også målinger

Dataene og tolkningene av disse må være tilgjengelig for forvaltningen underveis slik at de kan brukes for å sikre en god forvaltning av bygningene. Dataene må også være tilgjengelig for forskning mm.

Oppstartsregistreringene

Oppstartsregistreringene skal være svært grundige. Dataene fra dem må systemiseres. Tilstandsregistreringen i Askeladden kan være et utgangspunkt, men disse registreringene vil være langt grundigere og inneholde flere temaer. Dataene i tilstandsvurderingsdatabasen er knyttet til bygningsdeler. Miljøovervåkingsdataene bør organiseres på samme vis. Databasen for tilstandsregistrering kan utvikles noe for å passe til de nye miljøovervåkingsdataene. Det er i dag også rubrikker for fritekst, og det vil også være mulig å linke data, slik som rapporter, foto mm, til databasen i stedet for å legge alt inn i den.

Logdata og tolkninger av disse

Logdataene vil hovedsakelig bestå av data fra kontinuerlig måling av fukt og temperatur på utvalgte bygningsdeler på enkelthus. Miljøovervåkingsdata fra borehull i grunnen i middelalderbyene knyttes i dag til Askeladden gjennom en kobling til den arkeologiske lokaliteten. Logdataene struktureres i Askeladden som én tabell som inneholder alle målingene. På samme måte kan data fra overvåking av middelalderbygninger knyttes opp til Askeladden.

Det må etableres entydige IDer for de enkelte målepunktene. Dette kan knyttes til Askeladden ID og videre detaljeres med undernumre for de enkelte målepunktene i et objekt. Informasjon fra målepunktene vil bli lagt inn i excel-skjema, j.fr. dagens løsning for borehull i middelalderbyene.

Dataene bør tolkes slik at de gjøres operative for de ansvarlige for forvaltningen av denne enkeltbygningen og for gruppen av bygninger. Denne tolkningen vil være en periodisk gjennomgang av dataene, og kan ha form av en skriftlig rapport som linkes til Askeladden. Det vil også kunne være behov for varsling når enkelte verdier overskrides, en form for alarm som gjør de ansvarlige oppmerksomme på situasjonen. Dette kan løses ved at aktuell(e) saksbehandlere varsles via epost, eller en beskjed i Askeladdens grensesnitt.

Befaringsregistreringene

For enklere overvåking vil periodiske registreringer fra befaringer være aktuelle. Slike registreringer skal systematiseres knytta til bygningsdelsnivå slik som dagens tilstandsvurdering i Askeladden, men vil inneholde mer detaljer og kanskje også andre tema. Databasen for tilstandsregistrering kan utvikles noe for å passe til de nye miljøovervåkingsdataene. Det er i dag rubrikker for fritekst i databasen, og det vil også være mulig å linke data, slik som rapporter, foto mm, til databasen i stedet for å legge alt inn i den.

Tilgjengelighet

Dataene fra miljøovervåkingen skal både være en måte å følge utviklingen av risikoen for skader pga av et endra klima på et overordnet nivå og samtidig være et hjelpemiddel for kulturminneforvaltningen i oppfølging av enkeltbygg og grupper av bygg. Slik kan forvaltningen gjennomføre tiltak som hindrer skader på disse verdifulle bygningene. Dette er svært viktig på disse bygningene og bygningsdelene hvor aldersverdien er så høy.

Registreringene og tolkningene av disse dataene må derfor være en del av grunnlagsmaterialet for de som er ansvarlig for forvaltningen. Risikoen for at slike registreringer ikke utnyttes er stor. Det må derfor utvikles gode rutiner for oppfølging, og sikres at dataene er relevante for forvaltningen. Vi ser på dette som et viktig område å følge opp i forbindelse med etableringen av overvåkingsprosjektet, og som en del av pilotprosjekt våren 2016.

Forslag til miljøovervåkingsaktiviteter

Riksantikvaren ønsker å starte opp følgende overvåkingsaktiviteter:

A. Overvåking av utvikling av faren for skader og utvikling av etablerte skader grunnet klimabelastning over lang tid i et utvalg objekter. Vi tenker oss to nivåer:

Nivå 1 - Overvåking av et lite utvalg uoppvarmede automatisk freda bygningers respons på økt temperatur og nedbør for å erfare hvilke konsekvenser et fuktigere klima gir for ømfintlige bemalte interiører og gjenstander. Både periodevis manuell visuell registrering ved fotografering og måling av temperatur og fukt holdt opp mot klimadata vil være aktuelt.

Anslagsvis 2-4 middelalderkirker uten eller med lite oppvarming av tre og stein

Nivå 2 - Periodevis (5-årig) manuell primært visuell registrering ved blant annet bruk av fotodokumentasjon/grafiske tegneprogrammer. Dette bør omfatte

- Et utvalg fra alle de aktuelle middelalderiske bygningskategoriene dvs de ulike bygningstypene i ulike klimasoner og med forskjellige inneklimate forhold, det vil si både oppvarmede og uoppvarmede bygninger. Anslagsvis 25 objekter
- Et utvalg objekter på Bryggen i Bergen og i Røros. Anslagsvis 10 objekter.

Fukt- og temperaturmålinger over kortere tid kan være aktuelle for et fåtall objekter for blant annet å sjekke ut riktigheten i eventuelle simuleringer av skadeutvikling for temperatur- og fuktighet som vi bruker.

B. Overvåking av endring av husbukkens utbredelse

kartlegging av husbukkens utbredelse nå og gjentagelse hvert 5. år

C. Registrering framover av klimarelaterte skader på alle middelalderhus i landet for å etablere statistikk oversikt over utviklingen. Sammen med overvåking av enkeltbygg primært retta mot skader som utvikler seg over tid, vil en slik oversikt over skader pga plutselige hendelser, gi et bredt bilde av belastningene og skadeutvikling, og derved gi oss et bedre grunnlag for å sette i gang tiltak.

Konkretisering av metoder og temaer for overvåking

Overvåking av skadeutvikling/risikoen for skadeutvikling

Vi ønsker at overvåkingen skal fange opp skadeutvikling eller forhold som kan føre til skadeutvikling, og se dette i relasjon til klimabelastningene. Hva og hvordan man velger å overvåke må bli gjenstand for nøye vurdering. Dette vil avhenge av hvilke farer vi ser på som størst framover for disse bygningskategoriene, så vel som egenskapene til de bygningene og bygningsdelene vi velger å overvåke.

Bruk av klimadata

Et viktig mål ved overvåkingen vil være å finne relasjonene mellom skadeutvikling/faren for skadeutvikling og klimabelastning. Klimadata må derfor brukes opp mot resultatene av overvåkingen.

Oppstartsregistrering

For å gjennomføre en målrettet miljøovervåking må vi etablere et startpunkt, et referansepunkt, for den enkelte bygning/bygningsdel/overvåkingspunkt. En grundig bygningsundersøkelse inklusive skadehistorikk og dokumentasjon er en forutsetning som sammenligningsgrunnlag for dataene fra overvåkingen i framtida. Slik grundig oppstartsdokumentasjon gir oss også mulighet for å lære mer om disse bygningene.

Et viktig grunnlag for valg av overvåkingsmetoder og temaer vil være ROS-analyser (risiko- og sårbarhetsanalyse). Dette må være en del av oppstartsarbeidet før miljøovervåkingen igangsettes. Ut fra de prioriterte temaene for overvåking må overvåkingen så skreddersys til de enkelte bygningene/bygningsdelene. Valg av og utvikling av overvåkingsmetoder/-verktøy vil være en del av oppstarten.

Riksantikvaren ønsker i løpet av våren 2016 å utvikle en metode for oppstartsdokumentasjon. Vi vil da samle fagfolk med relevant kompetanse for i samarbeid å komme fram til hvilke data som er nødvendige, hvordan disse kan skaffes, hva vil være nødvendig kompetanse, hvordan man skal jobbe med ROS-analyser og hvordan man skal utvikle miljøovervåkingsopplegg for den enkelte bygningen.

Utdyping av de 3 prioriterte overvåkingsaktivitetene

A – Overvåking av utvikling av faren for skader og utvikling av etablerte skader grunnet langsomme klimaforandringer

Fukt- og temperaturmålinger

Der vi velger å gjennomføre fukt- og temperaturmålinger må det utredes hvordan dataene samles inn, tolkes og hvilke kostnader disse medfører. Kontinuerlig automatiske målinger vil være ressurskrevende. Det er derfor svært viktig å prioritere gjennomføring der disse dataene har stor betydning, og vi vil få stor nytte av dem. Det vil også være viktig å samkjøre dette med annen tilsvarende overvåking som gjennomføres gjennom andre prosjekter – for eksempel Bryggen i Bergen og på Røros.

Simulering og ROS-analyse

Valg av overvåkingsmetoder og temaer vil gjøres blant annet basert på vurderinger av de antatte endringene framover og hvordan bygget sannsynligvis vil reagere på endringene. Det er utviklet gode simuleringprogrammer for fukt og temperatur som kan være deler av grunnlaget for scenarier/risikovurderinger for skadeutvikling. Vi kan se for oss at vi bruker konkrete målinger til å sjekke ut riktigheten av disse simuleringene i de tilfellene det mangler slik kunnskap.

Overvåkingsmetoder

Ut fra de prioriterte temaene for overvåking må overvåkingen skreddersys til de enkelte bygningene/bygningsdelene. Valg av og utvikling av overvåkingsmetoder/-verktøy vil være en del av oppstarten.

Bygningers respons på økt temperatur og nedbør

Et viktig spørsmål er hvilke konsekvenser et fuktigere klima vil få for bemalte ømfintlige flater og gjenstander i uoppvarmete (eller lite oppvarmete) automatisk freda bygninger. Dette gjelder særlig steinkirker, stavkirker og profane bygg med bemalt interiør. Vi har gjennom lang tid fulgt opp slike

typer bygg gjennom målinger, reduksjon av oppvarming for å unngå bevegelser i trematerialer mm. Det finnes følgelig mye data og omfattende kunnskap om denne type materialer og gjenstander, men vi mangler kunnskap om klimaendringenes virkning på dem. Riksantikvaren ønsker derfor å måle bygningers respons på økt temperatur og nedbør. Dette bør gjøres i samarbeid med Kirkens Arbeidsgiverorganisasjon som bistår forvalterne av aktuelle kirkebygg.

B - Husbukkens utbredelse

Husbukken vil kunne bre seg til nye områder, angripe bygninger som tidligere har vært forskånet for slike angrep. Det er behov for å oppdatere et 50 år gammelt utbredelseskart. Vi ønsker å gjennomføre en systematisk gjennomgang av grensene for utbredelse av husbukk, men gjentakelsesintervaller hvert 5. år. Ved oppstarten vil det velges ut anlegg for videre overvåking. Ved hjelp av kursing kan dette gjennomføres av lokale krefter.

C - Registrering framover av klimarelaterte skader på alle middelalderhus i landet

Slik registrering er tenkt å omfatte alle middelalderhus i landet. Ekstremværehendelser kan være flom, stormflo/bølger, vind, brann, ras mm som kan knyttes til klimabelastning. Hensikten er å etablere statistikk som kan gi oss oversikt over utviklingen. Sammen med overvåking av enkeltbygg primært retta mot skader som utvikler seg over tid, vil en slik oversikt over skader pga plutselige hendelser gi et bredt bilde av belastningene, skadeutvikling og derved gi oss et bedre grunnlag for å sette i gang tiltak. Dette bør vurderes om dette også bør omfatte en historisk gjennomgang av hvilke fredete bygninger som er blitt skadet av ras eller flom de siste 20-50 årene.

PROSJEKTPLAN – UTVIKLING OG GJENNOMFØRING

2016

I første halvdel av året vil vi

- Utvikle overvåkings- og arbeidsmetoder,
 - Utvikle «Prototyp» oppstartsregistrering og ROS-analyse
 - Ytterligere utdyping av temaer og metoder for overvåking inkludert vurderinger av bruk av klimadata for de to overvåkingsnivåene under punkt A
 - Utvikle opplegg for oppstart registrering av husbukkens utbredelse
 - Utvikle metoder for å få inn, lagre, systematisere og bruke data knytta til registrering framover av klimarelaterte skader på alle middelalderhus i landet
- Velge ut bygninger for miljøovervåking (alternativt prinsipper for utvelgelse)
- Utvikle system for lagring, bruk og formidling av dataene og kunnskapen
- Utvikle prosjektplan og framdriftsplan for hovedprosjektet

Annen halvdel av 2016 brukes til anbudsinnhenting

2017

I 2017 ønsker vi å starte opp hovedprosjektet.

- For overvåking Nivå 1 ønsker vi å komme i gang med overvåkingene av alle objektene i løpet av 2017/18.
- For overvåking Nivå 2 ser vi for oss at vi årlig igangsetter grundig analyser og overvåking av om lag 20% av de utvalgte objektene, slik at vi i løpet av en 5 års periode har alle objektene under overvåking. For hovedmengden av de overvåkede objektene tenker vi oss en framdrift hvor vi hvert 5. år følger opp objektene med grundige befaringer.
- Kartlegging av husbukkens utbredelse og registrering av skader starter opp i 2017. Vi tenker oss også her 5. årlige intervaller for oppfølgende registrering på de utvalgte objektene.
- Oppstart registrering av klimarelaterte skader på alle middelalderhus i landet.

Vi ønsker i tillegg til den faste faglige oppfølgingen av overvåkingen og resultatene, å holde årlig seminar for gjennomgang av årets resultater, hvilke utviklingstrender vi ser og vurdering av behov for tiltak.

	Forarbeider	Anbuds innhenting	Husbukk Intervall 5 år	MOV nivå 1 2-4 kirker	MOV nivå 2 Intervall 5 år 25 + 10 objekter	Skadeoversikt
2016	X	X				
2017			X	X	X/5	X
2018				X	X/5	X
2019				X	X/5	X
2020				X	X/5	X
2021			X	X	X/5	X
OSV						