

102003348 - Åpen

Rapport

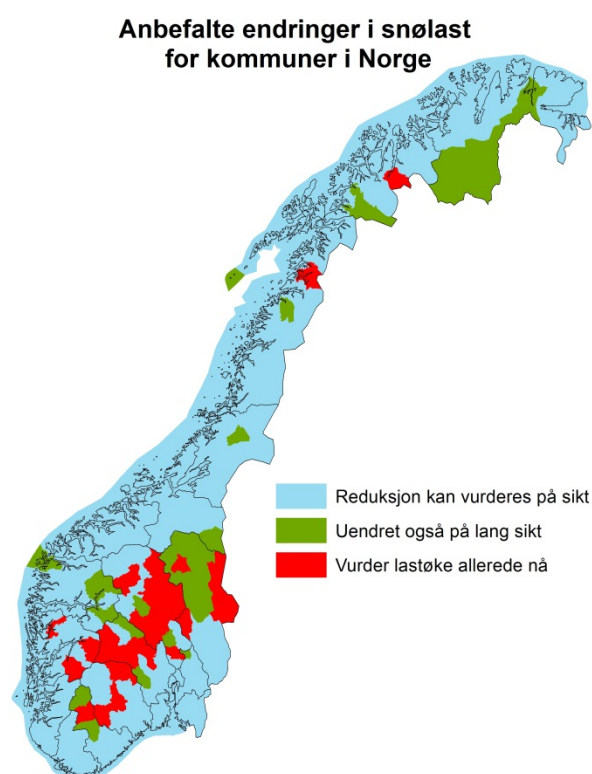
Klima- og sårbarhetsanalyse for bygninger i Norge

Snølast og våt vinternedbør

Forfatter(e)

Tore Kvande (SINTEF)

Helga Therese Tilley Tajet og Hans Olav Hygen (Meteorologisk Institutt)



SINTEF Byggforsk

Admin Kunnskapsformidling

2013-05-30

SINTEF ByggforskPostadresse:
Postboks 4760 Sluppen
7465 TrondheimSentralbord: 73593000
Telefaks: 73593380byggforsk@sintef.no
<http://www.sintef.no/Byggforsk/>
Foretaksregister:
NO 948007029 MVA

Rapport

Klima- og sårbarhetsanalyse for bygninger i Norge

Snølast og våt vinternedbør

EMNEORD:Klima
Sårbarhet
Bygningsmassen
Bestandighet
Statikk
Nedbør
Snø
Temperatur**VERSJON**

2.0

DATO

2013-05-30

FORFATTER(E)Tore Kvande (SINTEF)
Helga Therese Tilley Tajet og Hans Olav Hygen (Meteorologisk Institutt)**OPPDRAGSGIVER(E)**

Direktoratet for byggkvalitet (DiBK)

OPPDRAGSGIVERS REF.

Sissel Karin Andersen

PROSJEKTNR

102003348

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

19+ vedlegg

SAMMENDRAG

Rapporten omfatter en klima- og sårbarhetsanalyse for bygninger i Norge der kombinasjonen av parameterne snølast på tak og våt vinternedbør er analysert. Oppdraget omfattet simulering for normalperioden 1961-1990 og ett fremtidig scenario for perioden 2071-2100. For å gi informasjon om variasjon har vi inkludert en nyere normalperiode og to ekstra scenarier.

Det mest sentrale tiltaket for å styrke motstandsevnen for bygninger i Norge med tanke på snølast er knyttet til karakteristisk snølast på mark gitt i NS-EN 1991-1-3:2003 + NA:2008. Endring i karakteristisk snølast gitt i standarden vil ha effekt for nye bygninger og for tiltak på eksisterende bygninger som omfatter bærekonstruksjonen.

Vi anbefaler å vurdere økning av den karakteristiske snølasten på mark for totalt 34 kommuner. De fleste i et belte fra indre Aust-Agder via Telemark, Hordaland, Buskerud, Oppland og til Hedmark. Vurderingene er gjort ved sammenligning av de tre scenariene med 50års snølast for normalperiode 1961-1990. Vi har ikke sammenlignet med de karakteristiske snølastene på mark gitt i NS-EN 1991-1-3:2003 + NA:2008 direkte siden metodikken for bestemmelse av snølast er ulik.

UTARBEIDET AV

Tore Kvande

SIGNATUR**KONTROLLERT AV**

Jorun-Marie Hisdal

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Jonas Holme

SIGNATUR**RAPPORTNR**

102003348

ISBN

ISBN-nummer

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2013-04-30	
2.0	2013-05-30	Tabell 6 er supplert med snølast. Teksten i kap. 6 er ajourført i samsvar med det.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Bakgrunn og mål	4
2.1	Snølast på tak.....	4
2.2	Andre utfordringer med våt vinternedbør.....	5
3	Metode og gjennomføring	5
3.1	Metodikk.....	5
3.2	Klimadata og projeksjoner	6
3.3	Bygningsmassen.....	6
3.4	Begrensninger	8
4	Snølast	8
4.1	Snølast på mark.....	8
4.2	Konsekvenser	11
5	Våt snø	15
6	Anbefalte tiltak	Error! Bookmark not defined.
7	Litteratur	19

BILAG/VEDLEGG

Powerpointpresentasjon

1 Innledning

På oppdrag for Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) ved Sissel Karin Andersen har SINTEF Byggforsk gjennomført en klima- og sårbarhetsanalyse for bygninger i Norge der kombinasjonen av parameterne snølast på tak og våt vinternedbør er analysert. Analysen inkluderer forslag til tiltak for å styrke motstandsevnen for bygninger.

Oppdraget omfattet simulering for normalperioden 1961-1990 og ett fremtidig scenario for perioden 2071-2100. For å gi informasjon om variasjon har vi inkludert en nyere normalperiode og to ekstra scenarier slik at studien har omfattet følgende perioder:

- 1961-1990
- 1981-2010
- 2071-2100 scenario HADA2
- 2071-2100 scenario HADB2
- 2071-2100 scenario MPIB2

Studien er en videreføring av to tidligere studier utført for Statens bygningstekniske etat (BE):

- Kvande, T, Almås, A-J., Mcinnes, H. og Hygen, H.O., 2012:
Klima- og sårbarhetsanalyse for bygninger i Norge. Videreføring av rapport 3B0325. Oppdragsrapport 3E0119, SINTEF Byggforsk, Oslo
- Øyen, C., Almås, A-J., Hygen, H.O. og Sartori, I., 2010:
Klima- og sårbarhetsanalyse for bygninger i Norge. Utredning som grunnlag for NOU om klimatilpassing. Oppdragsrapport 3B0325, SINTEF Byggforsk, Oslo

Klima- og sårbarhetsanalysen av snølast er samkjørt med de to tidligere studiene. Det betyr at samme metodikk er benyttet og at bakgrunnsteksten er gjentatt i denne rapporten. Samme presentasjonsform er benyttet også i denne rapporten. Det vil si at endring i snølast og konsekvensen på landets bygninger er presentert i form av Norgeskart og fylkesvise oversikter.

Prosjektet har vært et samarbeidsprosjekt mellom Meteorologisk institutt og SINTEF Byggforsk med SINTEF Byggforsk som kontraktpartner overfor DiBK.

2 Bakgrunn og mål

2.1 Snølast på tak

Snøen som faller om vinteren legger seg på hustak og andre horisontale konstruksjoner. Dette gir en belastning på taket som vi kaller snølast. Dersom snølasten blir større enn det takkonstruksjonen er dimensjonert for vil det være stor risiko for kollaps. Våt snø er tyngre enn tørr snø. Et mildere klima kan derfor gi større snølast i enkelte områder. I tillegg vil kombinasjonen av snø på taket og nedbør i form av regn gi økt belastning. Øyen et. al (2010) og Kvande et. al (2012) anbefaler at snølaststandarden som benyttes for dimensjonering av tak bør ta hensyn til fremtidig klimaendring og at et tillegg med snølast for klimascenarioer kan være aktuelt.

Ett mål med denne studien er å vurdere behovet for revisjon av dimensjonerende snølast i de enkelte kommunene i Norge.

2.2 Andre utfordringer med våt vinternedbør

Våt snø kan også gi andre utfordringer ut over økt snølast på bygninger. Et våtere vinterklima kan medføre at snø og is demmer opp for større mengder vann som kan finne veien gjennom bygningskomponentene og trenge inn i bygningen. Om vinteren har bakken dårligere dreneringsevne på grunn av frost. Dermed må vannet finne andre veier. I verste fall finner vannet veien inn i en bygning. Dette kan også øke vanntrykket på grunnmur som allerede er utsatt for frostsprengning. Kombinasjonen av økte forekomster av svingninger rundt 0 °C med frostsprengning og inntrengning av fukt, mer våt nedbør om vinteren og smeltevann som renner ukontrollert, vil ha klart negativ innvirkning på konstruksjoner av puss og murverk, samt grunnmurskonstruksjoner. I tillegg vil utette ytterkonstruksjoner, som tak, vegger, vinduer, dører, terrasser og beslagsdetaljer, bli mer utsatte for vannlekkasjer.

Kvande et. al (2012) fremskaffet en oversikt over endring i våt vinternedbør, men uten å ta hensyn til sammenfallende våt vinternedbør og snødekke. Ett mål med denne studien er derfor å vurdere hyppigheten av våt vinternedbør på snødekke.

3 Metode og gjennomføring

3.1 Metodikk

For å kunne koble bygningsdata og klimadata i et og samme dataverktøy, er Matrikkelen benyttet. Matrikkelen er Norges offentlige register over grunneiendommer (eiendomsregister). Den er en videreutvikling av det tidligere nasjonale GAB-registeret (eiendom, bygning og adresse). Statens kartverk er sentral matrikkelstyresmakt, og er ansvarlig for ordning, drift og vedlikehold av matrikkelen. Matrikkelen inneholder også et digitalt eiendomskart.

Eiendommene i Matrikkelen er inndelt kommunevis med et visst antall gårder og underbruk. Hver gård har et gårdsnummer (gnr.), og hvert bruk har et bruksnummer (bnr.). Gårdsnumrene er unike innenfor hver kommune, mens bruksnumrene begynner på nytt for hver gård. Matrikkelbetegnelsen kan også inneholde festenummer (fnr.) og seksjonsnummer (snr.). For at hver enkelt eiendom skal ha et unikt nummer i hele landet, tilføyes også kommunenummeret før selve matrikkelnummeret. Hver unike bygning har også andre data registrert, som byggeår, materialbruk etc. Det er likevel stor variasjon i hva som er registrert for de ulike bygningene, bortsett fra parameteren ”bygningstype”, som er registrert for alle bygg. Derfor har vi valgt å fremstille data sortert etter bygningstyper.

Matrikkeldatabasen er omgjort til GIS-data (digitaliserte geografiske informasjonssystemer) slik at bygningsdata og klimadata kan sammenstilles i samme analyseverktøy. Hver bygning har en x- og y-koordinat som gir den en unik geografisk 2-dimensjonal plassering. Noen bygninger har også oppgitt en z-koordinat som angir høyde over havet, dvs. høydekote, men dette er ikke angitt ved et stort nok antall til at det er benyttet i grunnlaget for denne rapporten. For å løse dette problemet har vi lagt inn en terrengmodell av Norge i GIS-verktøyet slik at vi kan fastsette den 3-dimensjonale komponenten, z-koordinaten. Z-koordinaten er spesielt viktig i konsekvensanalysen for havnivåstigning, men også for snølast.

Klimadata for dagens situasjon (normalperioden 1961-1990), samt grenseverdier for ulike klimaparametere, viser hvilke bygninger som er påvirket av dagens klima og hvordan de er påvirket. Når vi endrer klimadataene til en annen normalperiode eller scenarioer for fremtidens klima, fremgår det i GIS-modellen hvilke bygninger som blir påvirket av endringene. Disse dataene hentes ut, sorteres og fremstilles her i tabeller, kart og figurer.

3.2 Klimadata og projeksjoner

Det finnes i verden flere regnesentre som gir projeksjoner for fremtidige klimaendringer basert på globale klimamodeller. For å beregne disse projeksjonene trengs informasjon om utviklingen av atmosfærens drivhusgasser. Dette er standardisert i rapporter fra IPCC. Fra de globale projeksjonene må det gjennomføres nedskaleringer for å gi informasjon om de lokale endringene. I denne rapporten er tre ulike globale projeksjoner benyttet, to beregnet ved Hadelysenteret i England, og én beregnet ved Max Planck Institute i Tyskland. Utslipps scenariene A2 og B2, fra IPCC sin SRES rapport om utslippsscenarioer, er benyttet. Disse to scenariene er ganske ulike da A2 betyr få restriksjoner og kan beskrives som et "business-as-usual"-scenario, mens B2 har lagt inn klare restriksjoner i utslipp. Valget av projeksjoner fra disse scenariene skyldes noe så enkelt som tilgjengelighet.

For å foreta beregninger av effekten av klimaendringer trengs projeksjoner med høy oppløsning i tid og rom. Ved Meteorologisk institutt har vi foretatt en nedskalering av de globale resultatene til daglige grid med oppløsning på 1 km for fastlands Norge (Engen-Skaugen, 2007). Videre har NVE kjørt en hydrologisk modell på resultatene. Dette er svært arbeidskrevende prosesser, noe som begrenser utvalget av resultater.

Simuleringene for Norge er i vår studie gjort for følgende normalperioder:

- 1961-1990 (som er den vanlige normalperioden å bruke i dag)
- 1981-2010
- 2071-2100 scenario HADA2 (som de to tidligere studiene er basert på)
- 2071-2100 scenario HADB2
- 2071-2100 scenario MPIB2

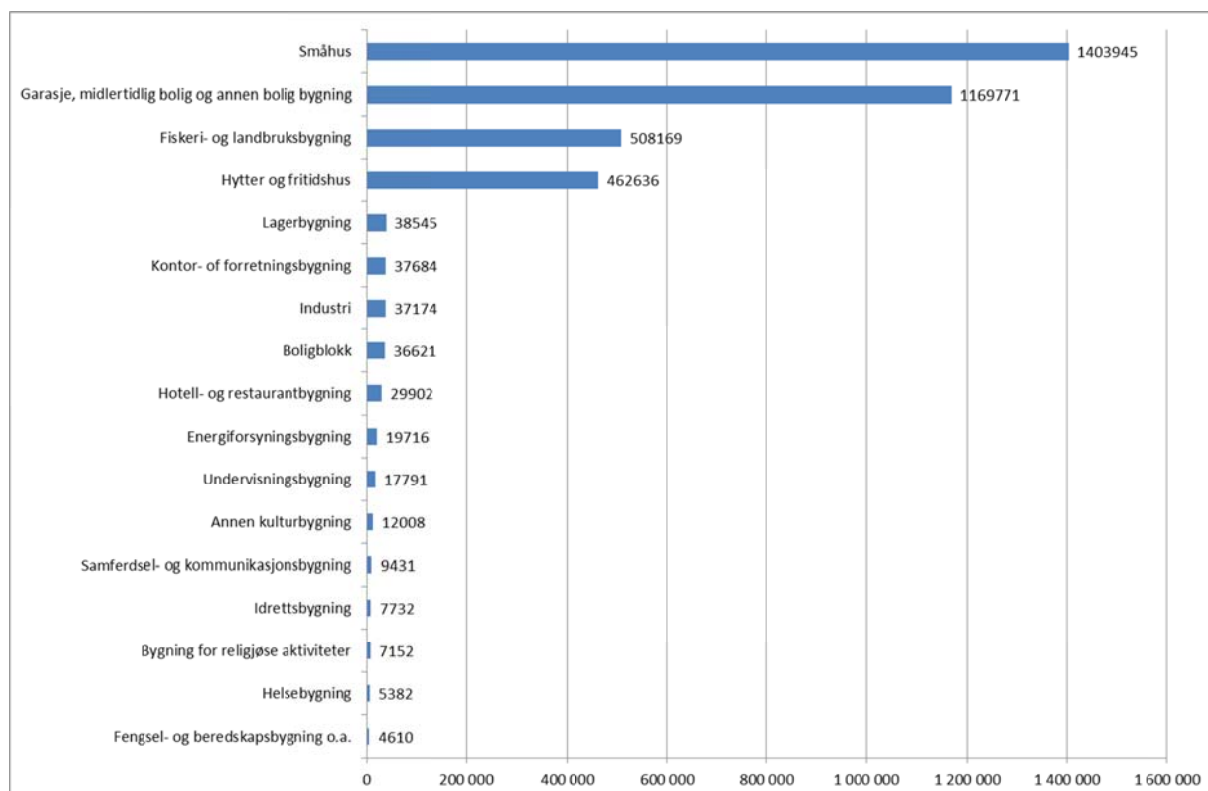
Studiene utført av Øyen et. al (2010) og Kvande et. al (2012) så kun på projeksjonen HADA2.

Projeksjonene mangler data for enkelte ytterkanter av Norge. Disse områdene vil på endringskart fremstå med reduksjon i klimalaster.

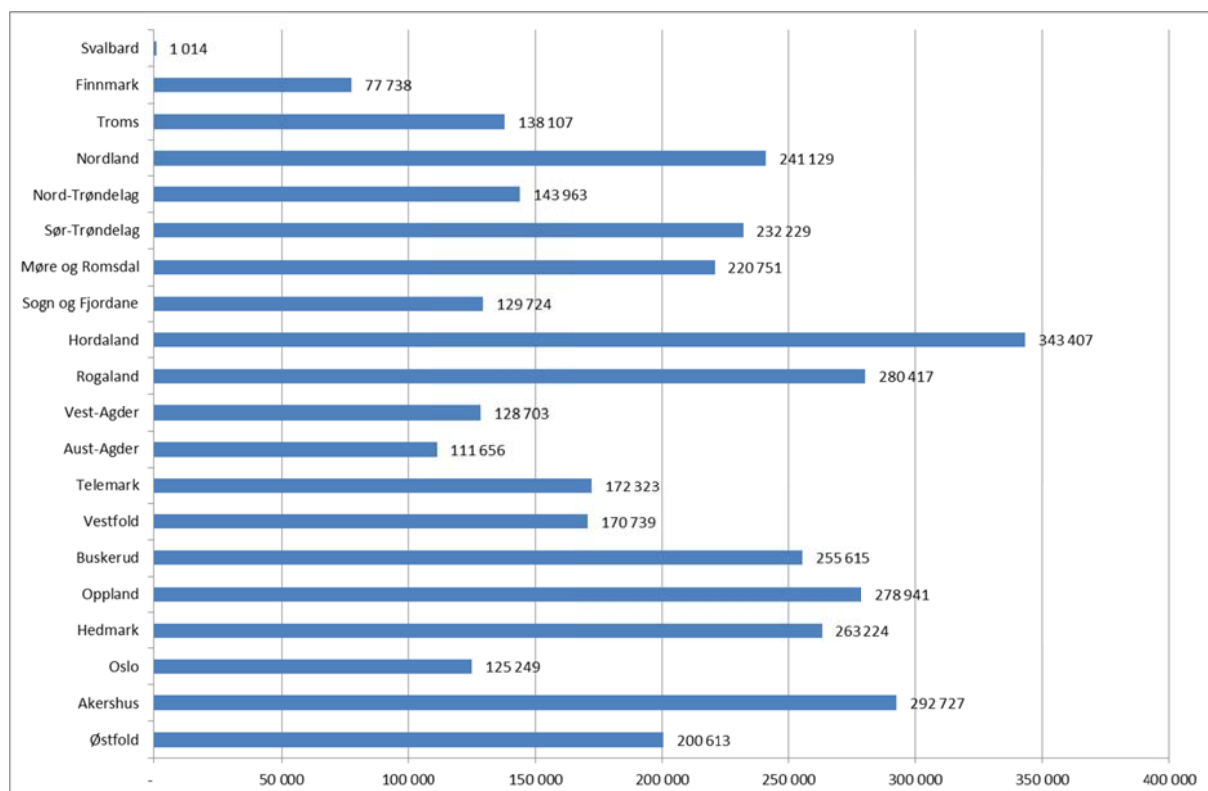
3.3 Bygningsmassen

Studien baserer seg på samme bygningsinformasjon som Øyen et. al (2010) og Kvande et. al (2012), med uttrekk fra matrikkelen per januar 2010. Uttrekket omfatter bygningsmassen i alle landets den gang 430 kommuner. I vår nye studie har vi tatt hensyn til sammenslåingene av Mosvik og Inderøy kommune samt av Harstad og Bjarkøy kommune slik at studien samsvarer med dagens 428 kommuner.

Våre analyser baserer seg på en fordeling av den norske bygningsmassen i de ulike bygningskategoriene som vist i figur 3.3 a. Totalt omfatter datauttrekket 3 808 269 bygninger med fylkesvis fordeling som vist i figur 3.3 b.



Figur 3.3 a
Antall bygninger i Norge i Matrikelens ulike bygningskategorier (datauttrekk fra Matrikelen januar 2010)



Figur 3.3 b
Antall bygninger i de ulike fylkene (datauttrekk fra Matrikelen januar 2010)

3.4 Begrensninger

Rapporten tar utgangspunkt i hvordan klimaendringer påvirker eksisterende bygninger på fastlands-Norge. Potensielle feilkilder er primært knyttet til mulige feilkilder i matricellen, i klimaprojeksjonene og i forskyvning i grid mellom klimadata for normalperioden og projeksjonen. Forskyvning i grid kan, avhengig av lokal topografi, føre til relativt stor forskyvning i høyde og dermed tilsvarende forskyvning av snølast.

Rapporten tar utelukkende for seg hvordan klimaendringer vil påvirke eksisterende bygninger per januar 2010. Det er ikke gjort framskrivninger for økning i antall bygninger. Vi ser i analysen ikke på infrastruktur.

Analysen er gjort på kommunenivå. Det betyr at en endring for kommunesenteret gjelder for alle bygninger i kommunen. Dette fordi de fleste målestasjonene er plassert i kommunesentrene. I tillegg er også en stor del av bygningene plassert i nær omkrets av kommunesenteret. I kommuner hvor noen bygninger ligger langt fra kommunesenteret, og kanskje på en mye høyere eller lavere høydekote, vil det være feilkilder i dataene. For å minimere feilkildene kreves analyser på kommunenivå, se Kvande et. al (2012).

Det er ikke fullt samsvar mellom snølastene fremstilt i denne studien og snølast på mark gitt i det nasjonale tillegget av snølaststandarden NS-EN 1991-1-3:2003+NA:2008. Dataene er fremstilt etter to avvikende metoder og vi kjenner ikke metodegrunnlaget for snølaststandarden detaljert nok til å foreta en full sammenligning av dataene.

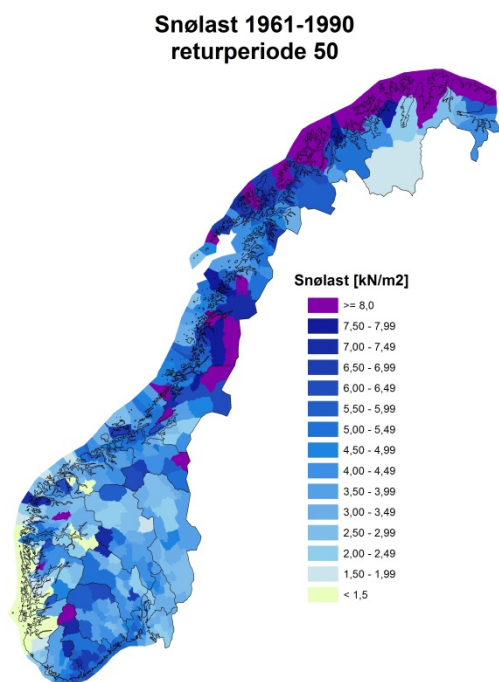
4 Snølast

4.1 Snølast på mark

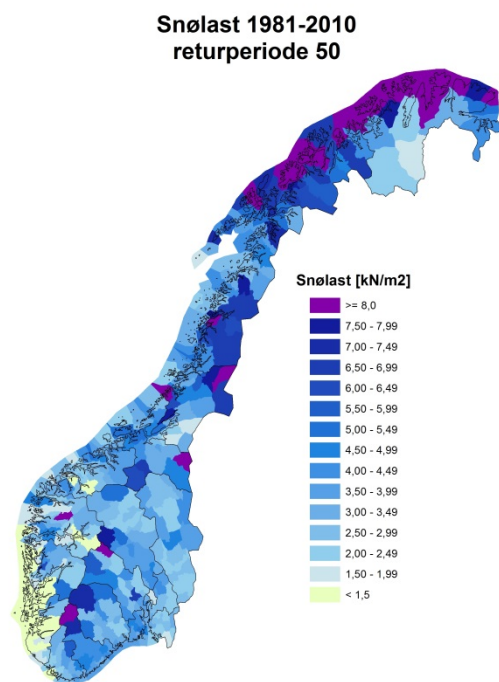
Ved beregning av snølast på tak er utgangspunktet karakteristisk snølast på mark, men justert med formfaktor for det aktuelle taket, eksponeringskoeffisient for topografi (vind) og termisk koeffisient. I tillegg skal det tas hensyn til ekstraordinære lokale forhold. Grunnlaget for omregning av snølast på mark til snølast på tak er gitt i NS-EN 1991-1-3:2003 + NA:2008. Vi har i vår studie sett på snølast på mark.

Maks snølast på mark med returperiode 50 år er bestemt statistisk ved bruk av Gumbel-fordelingen med utgangspunkt i data for Snow Water Equivalent (SWE) for de fem normalperiodene. SWE er et mål for mengden vann i snø og dermed et uttrykk for tyngden til snøen. Datagrunnlaget for SWE benyttet i denne rapporten er stilt til disposisjon av NVE.

Ved beregning av maks snølast med returperiode 50 år er resultatene gjort kommunevis ut i fra kommunesentrenes geografiske posisjon. Resultatene er vist i figurene 4.1 a-e hvor figur 4.1 a og b er basert på de to historiske måleseriene og figur 4.1 c-e er basert på de tre projeksjonene.

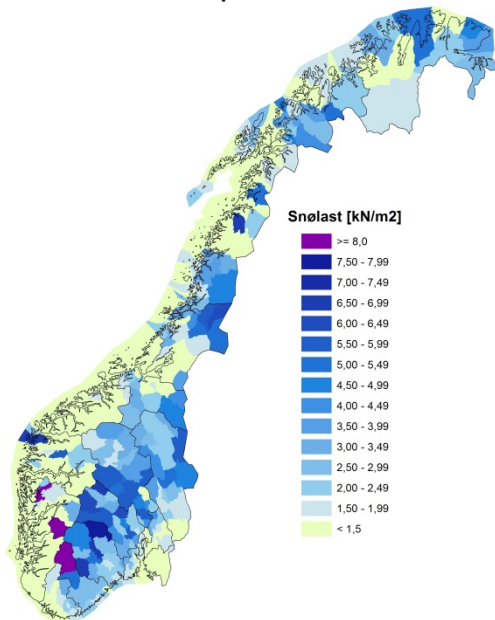


Figur 4.1 a
Maks snølast på mark med returperiode 50 år basert på normalperioden 1961-1990



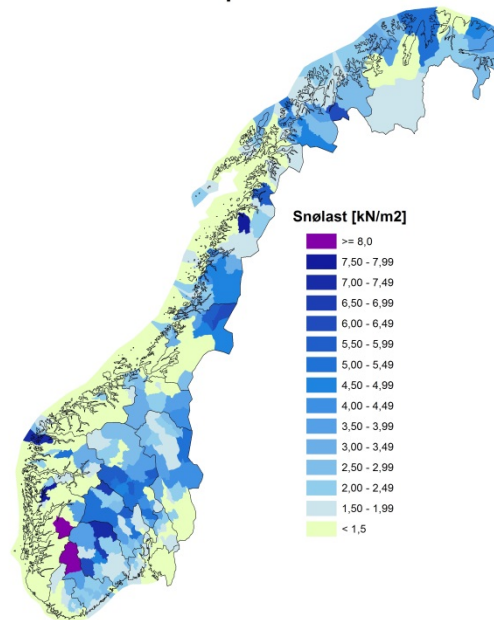
Figur 4.1 b
Maks snølast på mark med returperiode 50 år basert på normalperioden 1981-2010

**Snølast HADA2 2071-2100
returperiode 50**



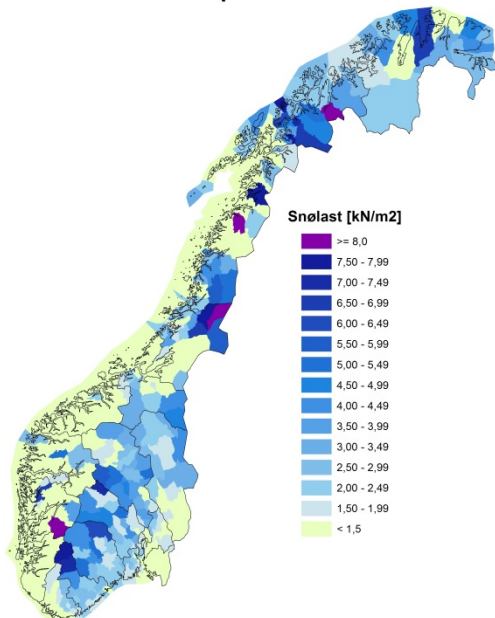
Figur 4.1 c
Maks snølast på mark med returperiode 50 år basert på normalperioden 2071-2100 projeksjon HADA2

**Snølast HADB2 2071-2100
returperiode 50**



Figur 4.1 d
Maks snølast på mark med returperiode 50 år basert på normalperioden 2071-2100 projeksjon HADB2

**Snølast MPIB2 2071-2100
returperiode 50**



Figur 4.1 e
Maks snølast på mark med returperiode 50 år basert på normalperioden 2071-2100 projeksjon MPIB2

4.2 Konsekvenser

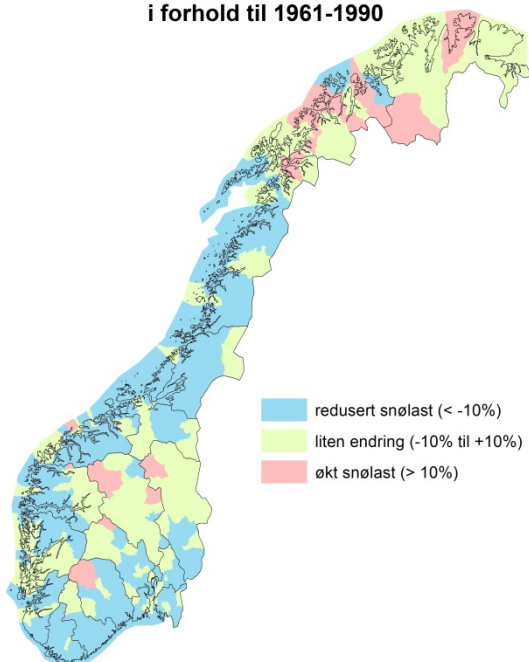
Endring i maks snølast på mark i forhold til gjeldende normalperiode 1961-1990 er vist i figur 4.2 a-e. Vi har i framstillingen betraktet en endring på $\pm 10\%$ som liten, mens endring ut over det er å betrakte som enten reduksjon eller økning i maks snølast. En fylkesvis oppstilling av konsekvensene for dagens bygninger er vist i figur 4.2 f-i. En oppsummering for landet samlet er gitt i tabell 4.2 a.

Tabell 4.2 a

Antall kommuner og bygninger som er berørt av endringen i maks snølast i forhold til normalperioden 1961-1990 for normalperioden 1981-2010 og de tre scenariene

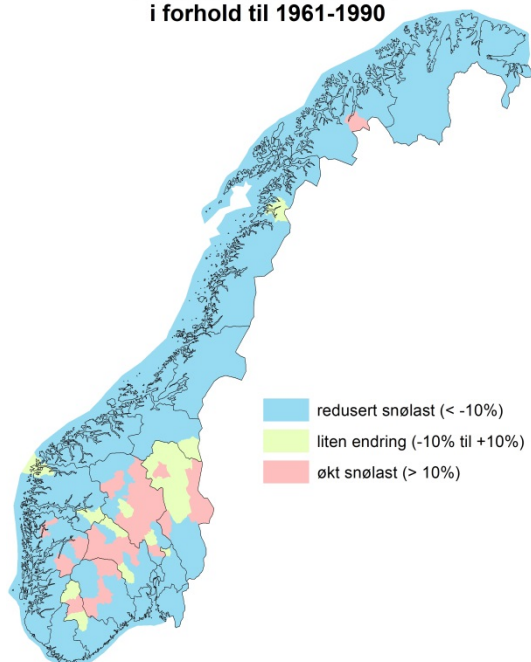
Endring	Antall	1981-2010	HADA2	HADB2	MPIB2
Økt snølast (>10%)	Kommuner	26	33	26	20
	Bygninger	144 216	329 227	258 415	120 926
Liten endring ($\pm 10\%$)	Kommuner	159	21	20	22
	Bygninger	1 505 718	144 584	153 756	178 281
Redusert snølast (<-10%)	Kommuner	243	374	382	386
	Bygninger	2 157 321	3 333 444	3 395 084	3 508 048

**Endring snølast 1981-2010
i forhold til 1961-1990**



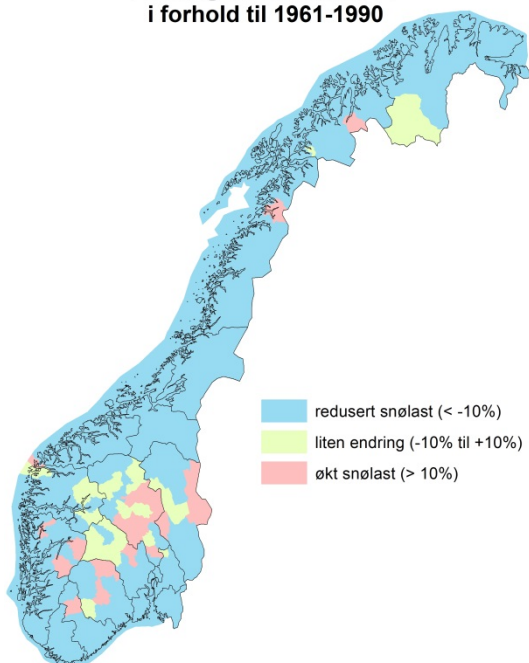
Figur 4.2 a
Endring i maks 50års snølast for normalperioden 1981-2010 i forhold til 1961-1990

**Endring snølast HADA2
i forhold til 1961-1990**



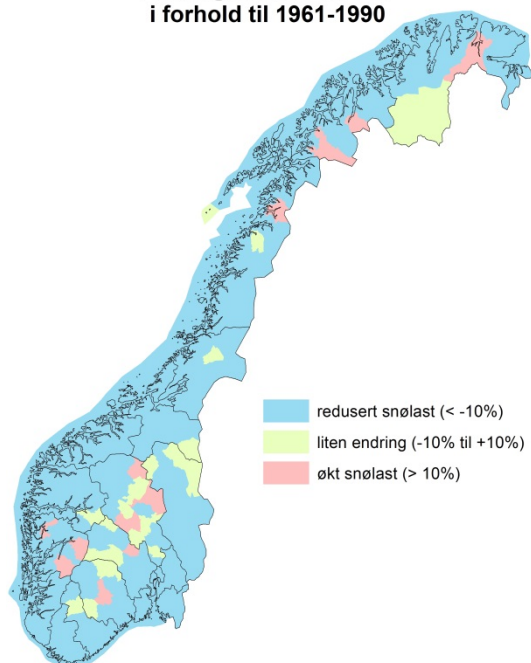
Figur 4.2 b
Endring i maks 50års snølast for normalperioden HADA2 i forhold til 1961-1990

**Endring snølast HADB2
i forhold til 1961-1990**

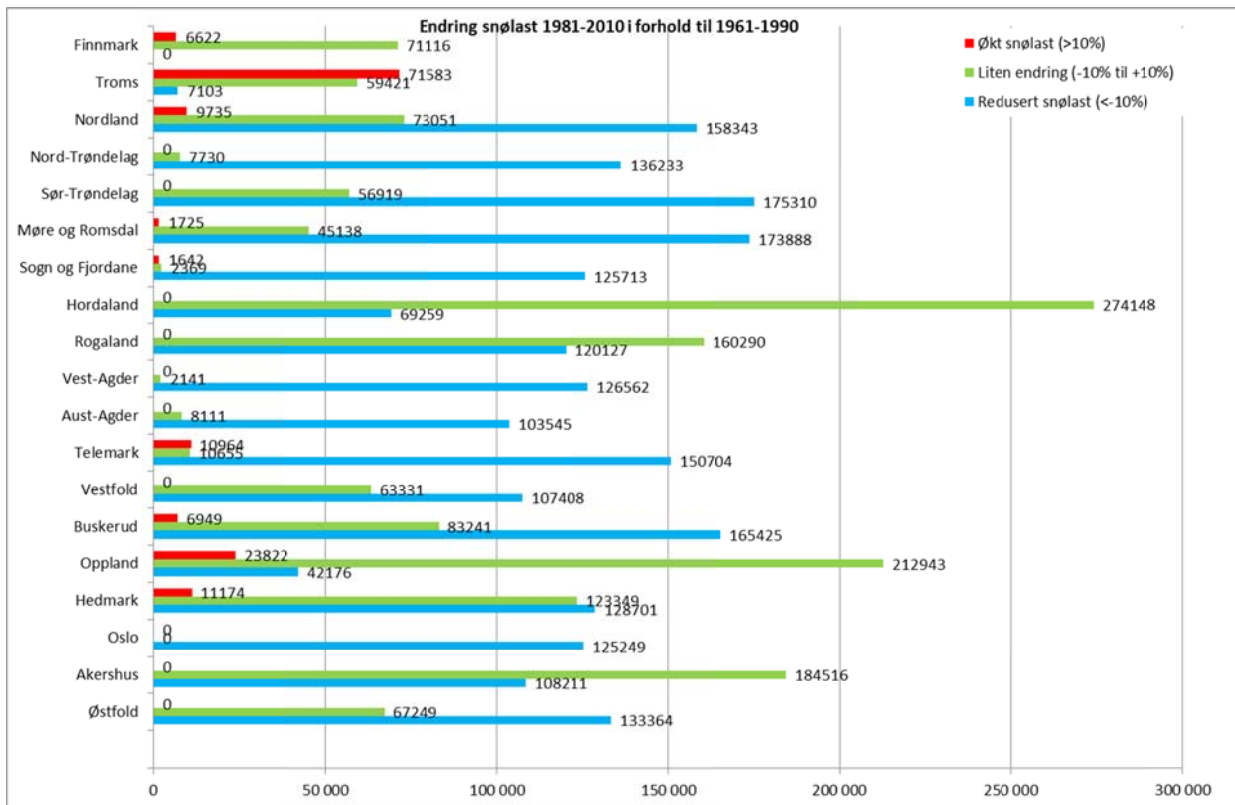


Figur 4.2 c
Endring i maks 50års snølast for normalperioden HADB2 i forhold til 1961-1990

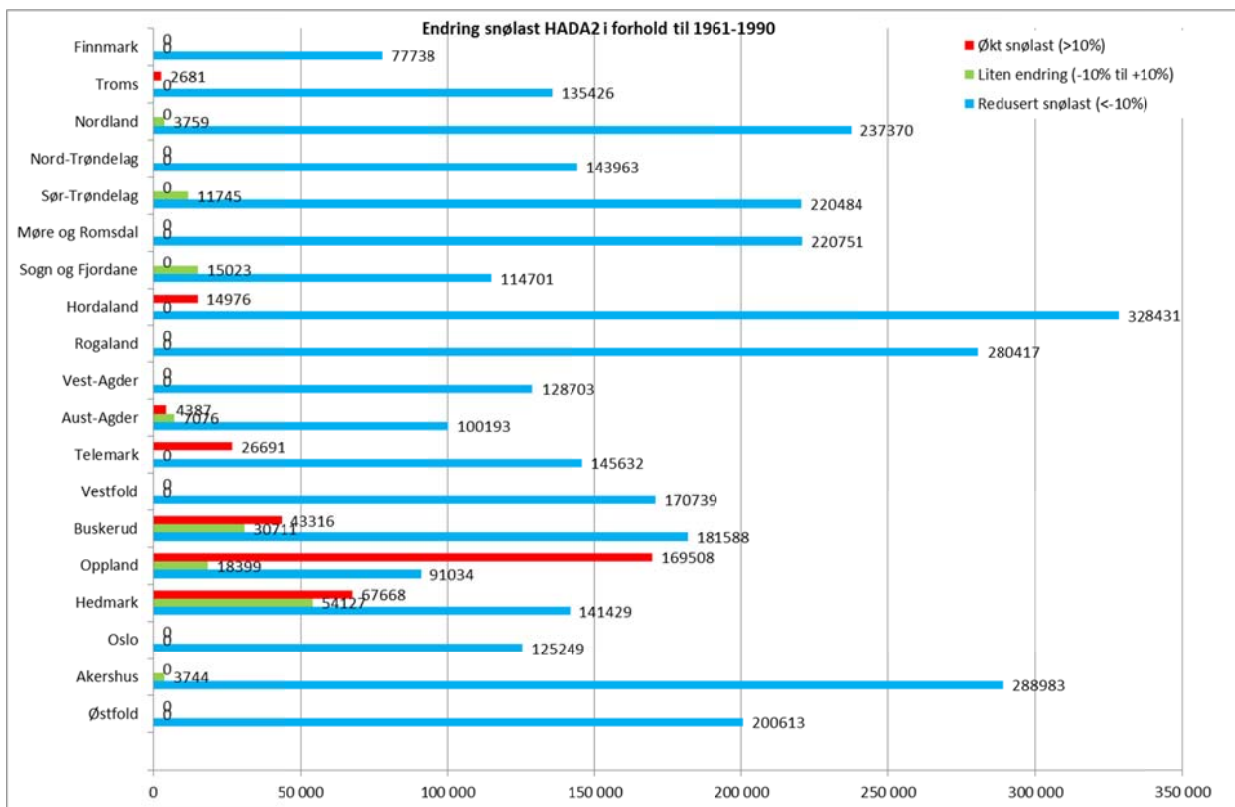
**Endring snølast MPIB2
i forhold til 1961-1990**



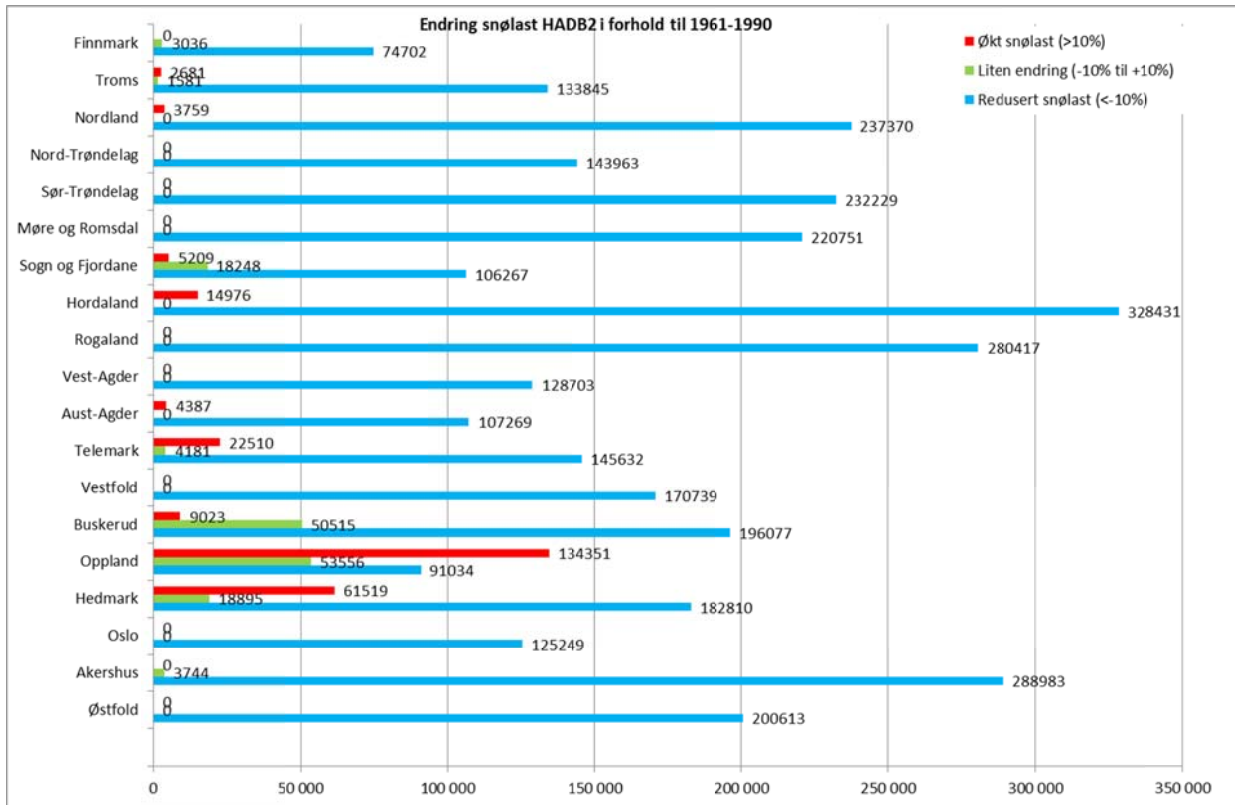
Figur 4.2 d
Endring i maks 50års snølast for normalperioden MPIB2 i forhold til 1961-1990



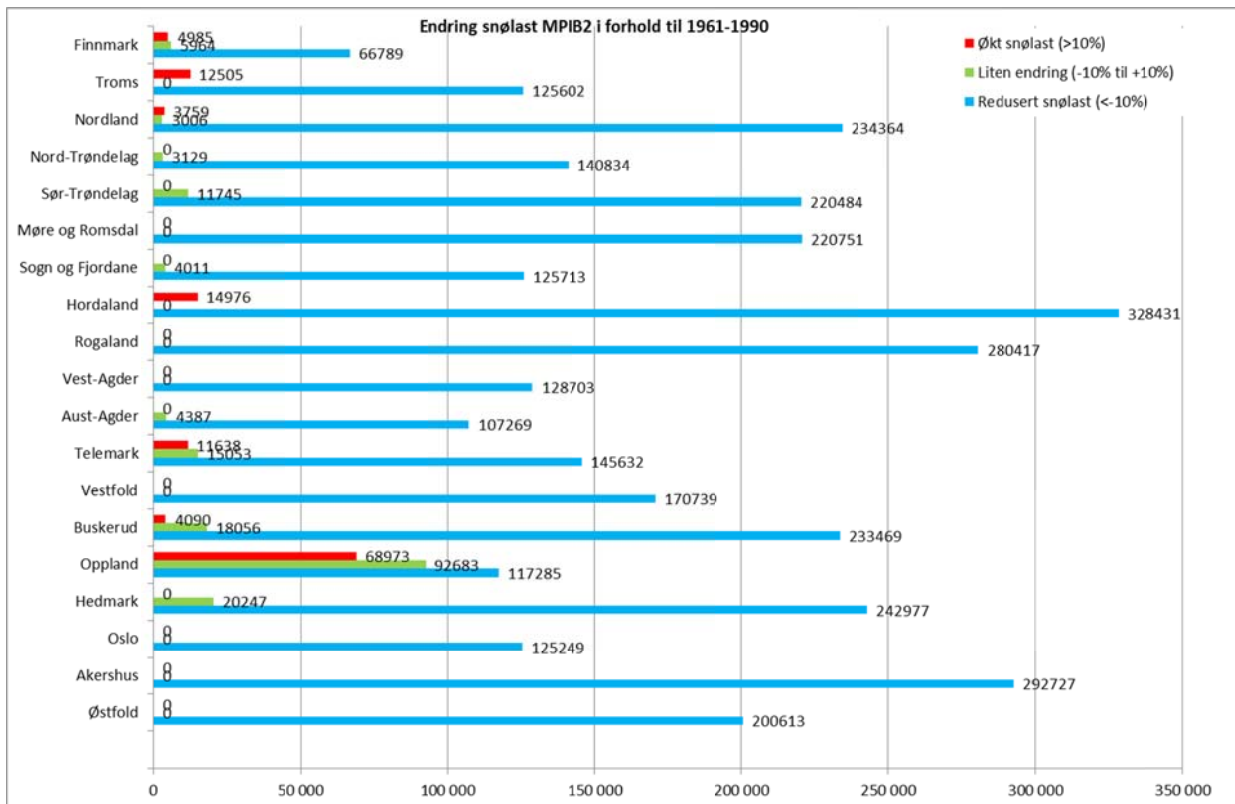
Figur 4.2 f
Antall bygninger i hvert fylke berørt av endringer i maks 50års snølast 1981-2010 i forhold til 1961-1990



Figur 4.2 g
Antall bygninger i hvert fylke berørt av endringer i maks 50års snølast HADA2 i forhold til 1961-1990



Figur 4.2 h
Antall bygninger i hvert fylke berørt av endringer i maks 50års snølast HADB2 i forhold til 1961-1990



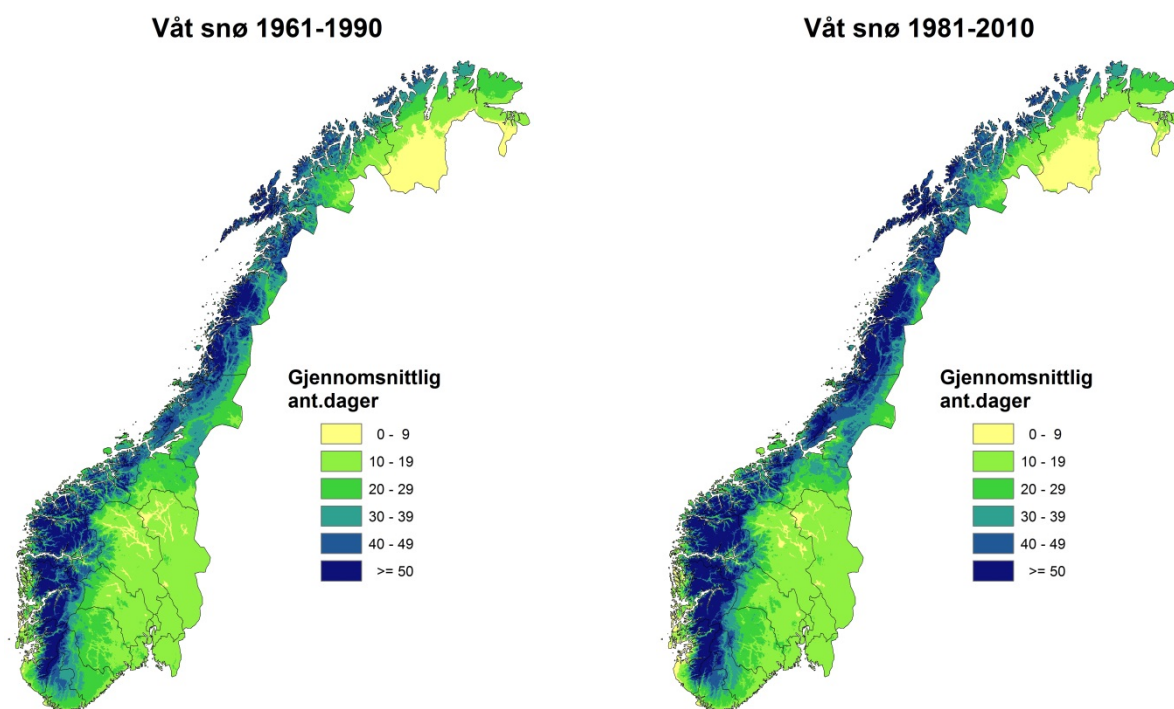
Figur 4.2 i
Antall bygninger i hvert fylke berørt av endringer i maks 50års snølast MPIB2 i forhold til 1961-1990

5 Våt snø

Vi har i denne delen av studiet koblet nedbørsdata med observasjoner/projeksjoner av snødekke på bakken. Våt snø er i denne sammenhengen definert som regn samtidig som det ligger snø på bakken. Mer eksplisitt har vi telt antall dager i hver normalperiode med:

- Temperatur > 0°C
- Nedbør > 1,0 mm
- Snow Water Equivalent (SWE) > 1 kg/m (tilsvarer et snødekke på 10 mm)

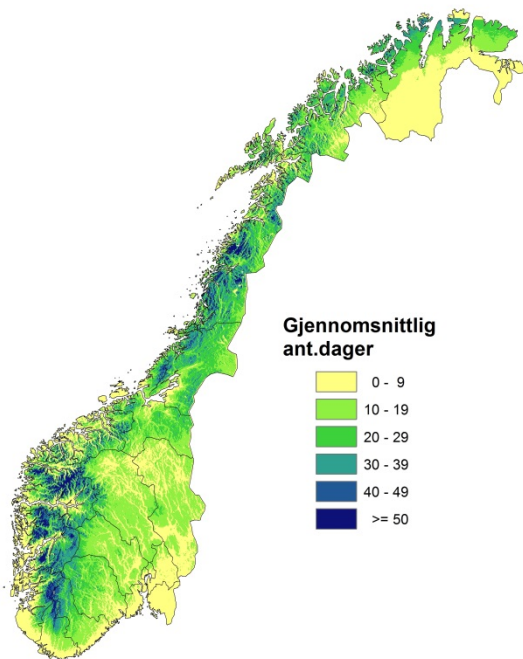
Vi har telt gjennomsnittlig antall dager med våt snø etter definisjonen over for de fem ulike normalperiodene. Resultatene er oppsummert i figur 5 a-e, hvor figur 5 a og b er basert på historiske måledata mens figur 5 c-e er basert på de tre projeksjonene. Mens antall dager med sammenfallende regn og snødekke på bakken har økt fra 1961-1990 til 1981-2010 kan vi forvente en nedgang i antall dager ut i fra de tre projeksjonene for perioden 2071-2100. Denne nedgangen skyldes i stor grad en forventet reduksjon i snøsesongen.



Figur 5 a
Årlig antall dager med snødekke på bakken og regn for normalperioden 1961-1990

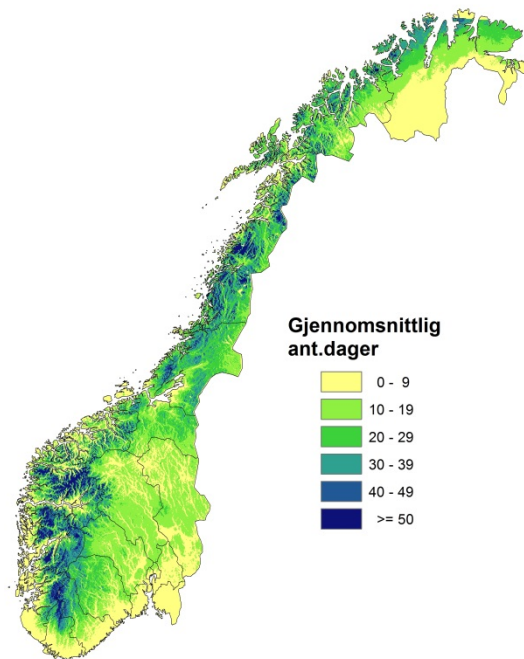
Figur 5 b
Årlig antall dager med snødekke på bakken og regn for normalperioden 1981-2010

Våt snø HADA2 2071-2100



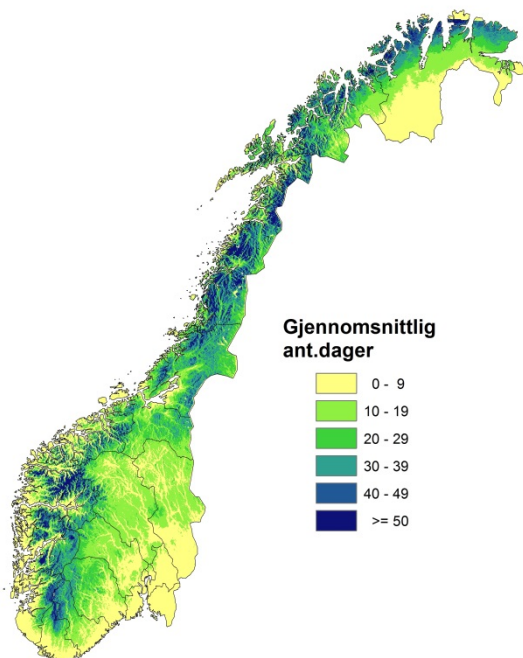
Figur 5 c
Årlig antall dager med snødekke på bakken og regn for normalperioden 2071-2100 projeksjon HADA2

Våt snø HADB2 2071-2100



Figur 5 d
Årlig antall dager med snødekke på bakken og regn for normalperioden 2071-2100 projeksjon HADB2

Våt snø MPIB2 2071-2100



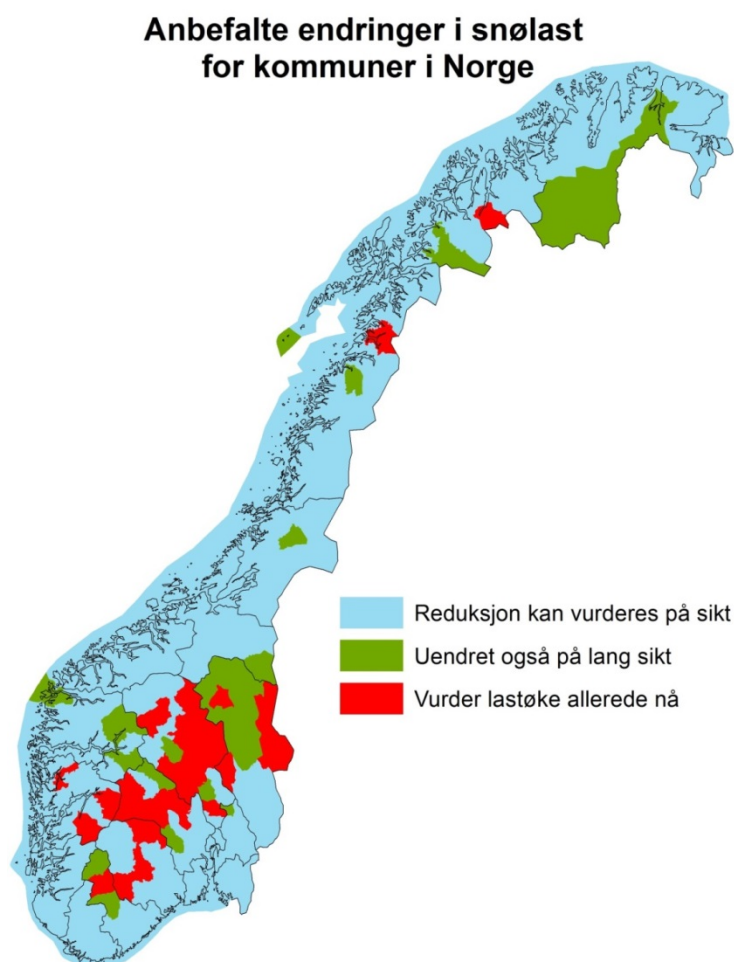
Figur 5 e
Årlig antall dager med snødekke på bakken og regn for normalperioden 2071-2100 projeksjon MPIB2

6 Anbefalte tiltak

Det mest sentrale tiltaket for å styrke motstandsevnen for bygninger i Norge med tanke på snølast er knyttet til karakteristisk snølast på mark gitt i NS-EN 1991-1-3:2003 + NA:2008. Endring i karakteristisk snølast gitt i standarden vil ha effekt for nye bygninger og for tiltak på eksisterende bygninger som omfatter bærekonstruksjonen.

Våre anbefalinger for de enkelte kommunene i Norge er vist i figur 6. Kommuner hvor vi anbefaler å øke snølast på mark er oppsummert i tabell 6. Dette gjelder totalt 34 kommuner. De fleste i beltet Telemark, Hordaland, Buskerud, Oppland og Hedmark. Vurderingene er gjort ved sammenligning av de tre scenariene med 50års snølast for normalperiode 1961-1990. Vi har ikke sammenlignet scenariene med de karakteristiske snølastene på mark gitt i NS-EN 1991-1-3:2003 + NA:2008 direkte siden metodikken for bestemmelse av snølast er ulik.

Forslag til nye snølast er i tabell 6 gitt for hver av de berørte kommunene. Forslagene er fremkommet ved å addere økningen i 50års snølast fra normalperioden 1961-1990 til 2071-2100 med dagens snølastverdier i NS-EN 1991-1-3:2003 + NA:2008. Det er i beregningene av lastøke benyttet middelverdier for snølastene i de tre scenariene. Minste lastøkning er satt til 0,5 kN/m .



Figur 6
Anbefalte endringer i snølast for kommuner i Norge

Tabell 6

Kommuner hvor vi anbefaler at snølastene i NS-EN 1991-1-3:2003 + NA:2008 økes

Fylke	Kommune med anbefalt økning i snølast	Snølast i NS-EN 1991-1-3:2003 + NA:2008 [kN/m ²]	Økningen i snølast 1961-1990 til 2071-2100 [kN/m ²]	Forslag til ny snølast i NS-EN 1991-1-3:2003 + NA:2008 [kN/m ²]
Hedmark	Alvdal	4,0	0,5	4,5
	Engerdal	4,0	1,0	5,0
	Ringsaker	3,5	0,5	4,0
	Trysil	4,0	0,5	4,5
Oppland	Dovre	4,0	0,5	4,5
	Etnedal	4,5	1,0	5,5
	Gausdal	4,5	0,5	5,0
	Gran	4,0	1,0	5,0
	Lillehammer	4,5	1,0	5,5
	Lom	3,5	0,5	4,0
	Nord-Aurdal	4,5	1,0	5,5
	Nord-Fron	4,0	0,5	4,5
	Nordre Land	4,5	1,0	5,5
	Ringebu	4,0	2,0	6,0
	Sel	3,5	0,5	4,0
	Sør-Aurdal	4,5	1,0	5,5
	Sør-Fron	4,0	1,0	5,0
	Vestre Slidre	4,5	1,5	6,0
	Øyer	4,0	2,0	6,0
Buskerud	Flå	3,5	1,5	5,0
	Hol	5,0	0,5	5,5
	Krødsherad	4,5	0,5	5,0
	Nes	3,5	0,5	4,0
	Nore og Uvdal	4,5	0,5	5,0
Telemark	Fyresdal	4,5	0,5	5,0
	Kviteseid	4,5	1,0	5,5
	Seljord	4,5	1,5	6,0
	Tinn	4,5	1,0	5,5
Aust-Agder	Valle	5,0	1,5	6,5
Hordaland	Eidfjord	3,0	1,0	4,0
	Odda	2,5	5,0	7,5
	Vaksdal	3,0	3,0	6,0
Nordland	Sørfold	4,5	1,0	5,5
Troms	Storfjord	5,0	3,0	8,0

Det er viktig at detaljdiskusjoner om ny karakteristisk snølast på mark for de identifiserte kommunene gjøres i samarbeid med Standard Norge. Vi anbefaler at denne diskusjonen starter etter informasjon fra DiBK til Standard Norge. Diskusjonen om endring av det nasjonale tillegget i NS-EN 1991-1-3:2003 + NA:2008 bør inkludere behov for justering av høydetillegget i den enkelte kommune.

For kommuner med økning i snølast vil behovet for overvåking av eksisterende bygningsmasse øke. Dette må ivaretas i den daglige driften av de enkelte bygningene. Det vil være et behov for styrket informasjon.

De fleste kommunene vil oppleve en redusert snølast i følge scenariene. Her må det imidlertid påpekes at vi har sett på kommunesentret og ikke vurdert endring i høydetillegget.

7 Litteratur

Engen-Skaugen T., 2007:

Refinement of dynamically downscaled precipitation and temperature scenarios. *Climate Change*, 84, 365-382, doi 10.1007/s10584-007-9251-6

Hanssen-Bauer, I. (red.), 2009:

Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpassing. Norsk klimasenter, Oslo

Kvande, T, Almås, A-J., Mcinnes, H. og Hygen, H.O., 2012:

Klima- og sårbarhetsanalyse for bygninger i Norge. Videreføring av rapport 3B0325. Oppdragsrapport 3E0119, SINTEF Byggforsk, Oslo

NOU 2010:10

Tilpassing til eit klima i endring. Noregs offentlege utgreiingar, Oslo

NS-EN 1991-1-3:2003 + NA:2008

Eurokode 1: Laster på konstruksjoner - Del 1-3: Allmenne laster – Snølaster. Standard Norge, Oslo

Øyen, C., Almås, A-J., Hygen, H.O. og Sartori, I., 2010:

Klima- og sårbarhetsanalyse for bygninger i Norge. Utredning som grunnlag for NOU om klimatilpassing. Oppdragsrapport 3B0325, SINTEF Byggforsk, Oslo

Klima- og sårbarhetsanalyse for bygninger i Norge

Snølast og våt vinternedbør

Et samarbeidsprosjekt mellom Meteorologisk institutt og SINTEF Byggforsk for Direktoratet for byggkvalitet (DiBK)



Bakgrunn

- Snøen som faller om vinteren legger seg på hustak og andre horisontale konstruksjoner. Dette gir en belastning på taket som vi kaller snølast.
- Dersom snølasten blir større enn det takkonstruksjonen er dimensjonert for vil det være stor risiko for kollaps.
- Våt snø er tyngre enn tørr snø. Et mildere klima kan derfor gi større snølaste i enkelte områder. I tillegg vil kombinasjonen av snø på taket og nedbør i form av regn gi økt belastning.



Mål

1. Å vurdere behovet for revisjon av dimensjonerende snølast i de enkelte kommunene i Norge
2. Å vurdere hyppigheten av våt vinternedbør på snødekke



Tidligere studier

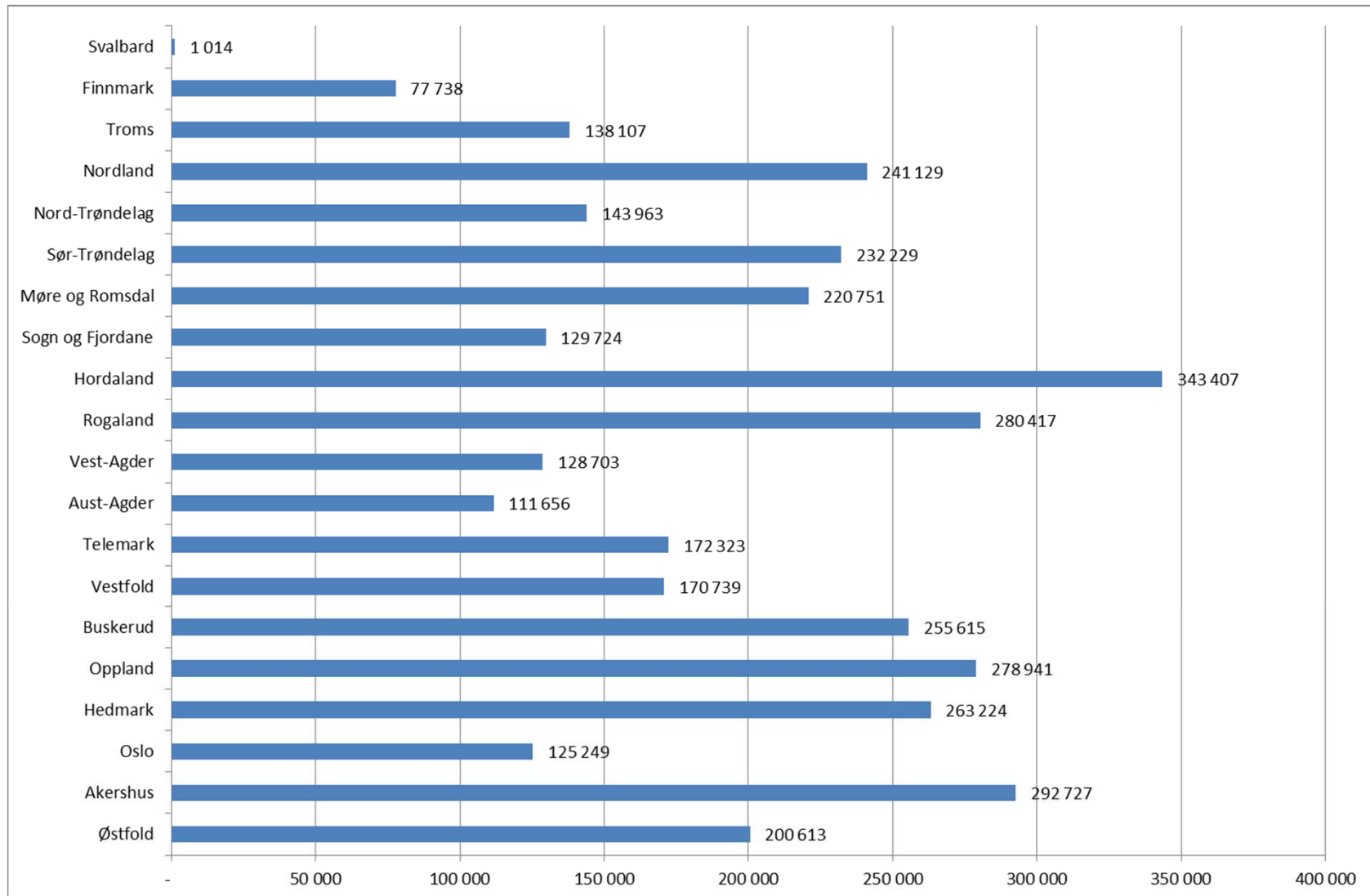
- Studien er en videreføring av to tidligere studier utført for Statens bygningstekniske etat (BE):
 - Kvande, T, Almås, A-J., Mcinnes, H. og Hygen, H.O., 2012:
Klima- og sårbarhetsanalyse for bygninger i Norge. Videreføring av rapport 3B0325. Oppdragsrapport 3E0119, SINTEF Byggforsk, Oslo
 - Øyen, C., Almås, A-J., Hygen, H.O. og Sartori, I., 2010:
Klima- og sårbarhetsanalyse for bygninger i Norge. Utredning som grunnlag for NOU om klimatilpassing. Oppdragsrapport 3B0325, SINTEF Byggforsk, Oslo
- Klima- og sårbarhetsanalysen av snølast er samkjørt med de to tidligere studiene. Det betyr at samme metodikk er benyttet og at bakgrunnsteksten er gjentatt i den nye rapporten. Samme presentasjonsform er benyttet også i den nye rapporten.
- Endring i snølast og konsekvensen på landets bygninger er presentert i form av Norgeskart og fylkesvise oversikter.

Metode

- Koble bygningsdata og klimadata
- Matrikkeldatabasen er omgjort til GIS-data slik at bygningsdata og klimadata kan sammenstilles i samme analyseverktøy
- Oppdraget omfattet simulering for normalperioden 1961-1990 og ett fremtidig scenario for perioden 2071-2100. For å gi informasjon om variasjon har vi inkludert en nyere normalperiode og to ekstra scenarier slik at studien har omfattet følgende perioder:
 - 1961-1990
 - 1981-2010
 - 2071-2100 scenario HADA2
 - 2071-2100 scenario HADB2
 - 2071-2100 scenario MPIB2

- Antall bygninger i de ulike fylkene
- Totalt omfatter datauttrekket 3 808 269 bygninger
- Datauttrekk fra Matrikkelen januar 2010

Bygningsmassen



Begrensninger

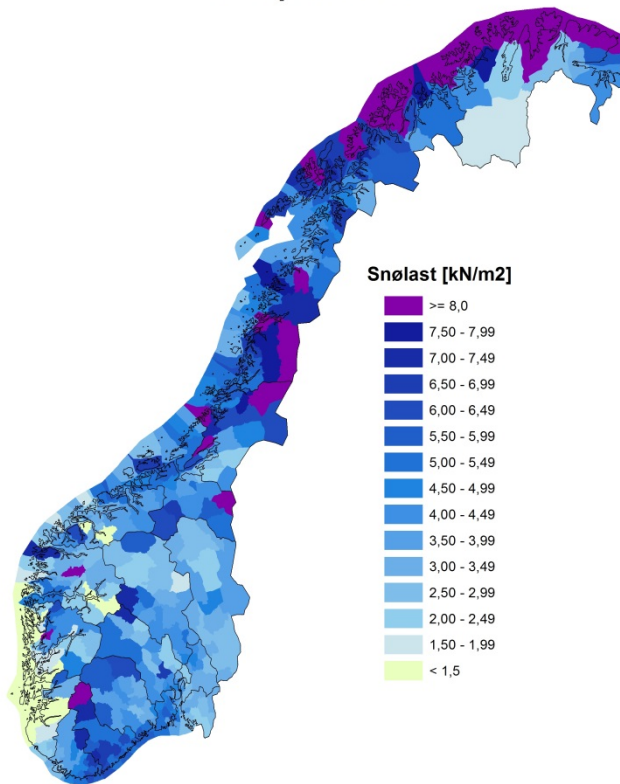
- Rapporten tar utgangspunkt i hvordan klimaendringer påvirker eksisterende bygninger på fastlands-Norge.
- Potensielle feilkilder er primært knyttet til mulige feilkilder i matrikkelen, i klimaprojeksjonene og i forskyvning i grid mellom klimadata for normalperioden og projeksjonen. Forskyvning i grid kan, avhengig av lokal topografi, føre til relativt stor forskyvning i høyde og dermed tilsvarende forskyvning av snølast.
- Rapporten tar utelukkende for seg hvordan klimaendringer vil påvirke eksisterende bygninger per januar 2010. Det er ikke gjort framskrivninger for økning i antall bygninger. Vi ser i analysen ikke på infrastruktur.
- Analysen er gjort på kommunenivå. Det betyr at en endring for kommunesenteret gjelder for alle bygninger i kommunen.
- Det er ikke fullt samsvar mellom snølastene fremstilt i denne studien og snølast på mark gitt i det nasjonale tillegget av snølaststandarden NS-EN 1991-1-3:2003+NA:2008. Dataene er fremstilt etter to avvikende metoder og vi kjenner ikke metodegrunnlaget for snølaststandardens detaljert nok til å foreta en full sammenligning av dataene.

Snølast på mark

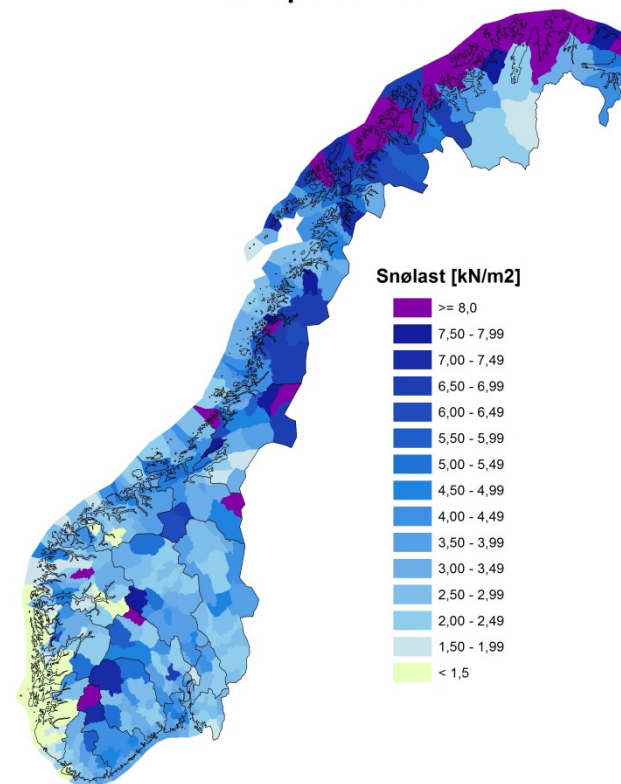
- Maks snølast på mark med returperiode 50 år er bestemt statistisk med utgangspunkt i data for Snow Water Equivalent (SWE) for de fem normalperiodene. SWE er et mål for mengden vann i snø og dermed et uttrykk for tyngden til snøen. Datagrunnlaget for SWE benyttet i denne rapporten er stilt til disposisjon av NVE.
- Ved beregning av maks snølast med returperiode 50 år er resultatene gjort kommunevis ut i fra kommunesentrenes geografiske posisjon.

Maks snølast på mark - I

Snølast 1961-1990
returperiode 50

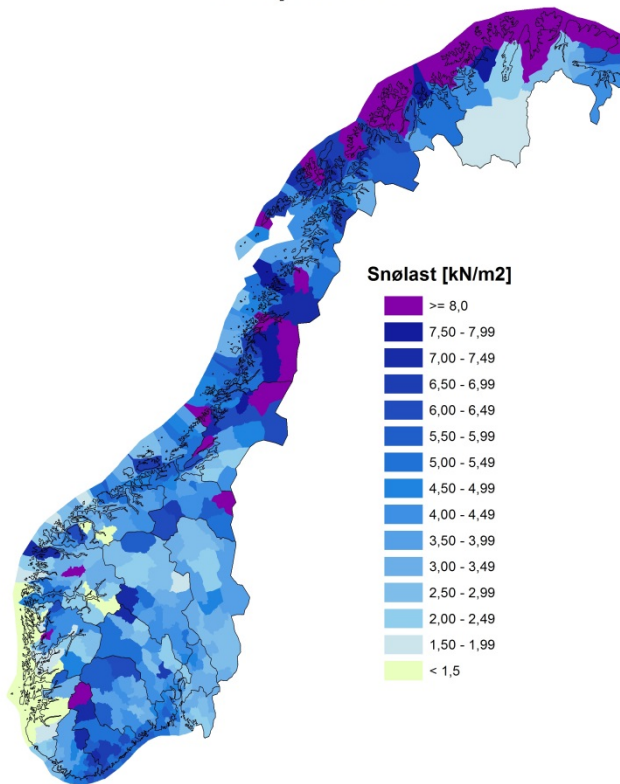


Snølast 1981-2010
returperiode 50

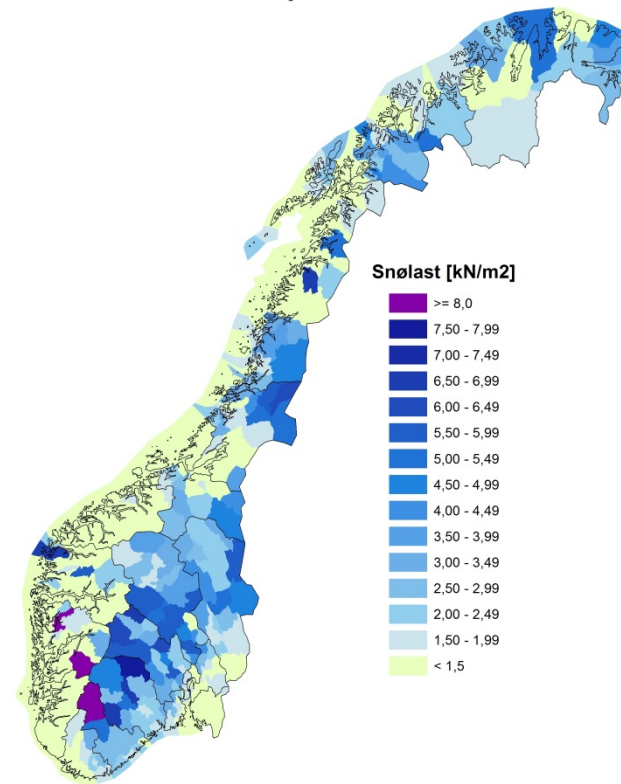


Maks snølast på mark - II

Snølast 1961-1990
returperiode 50

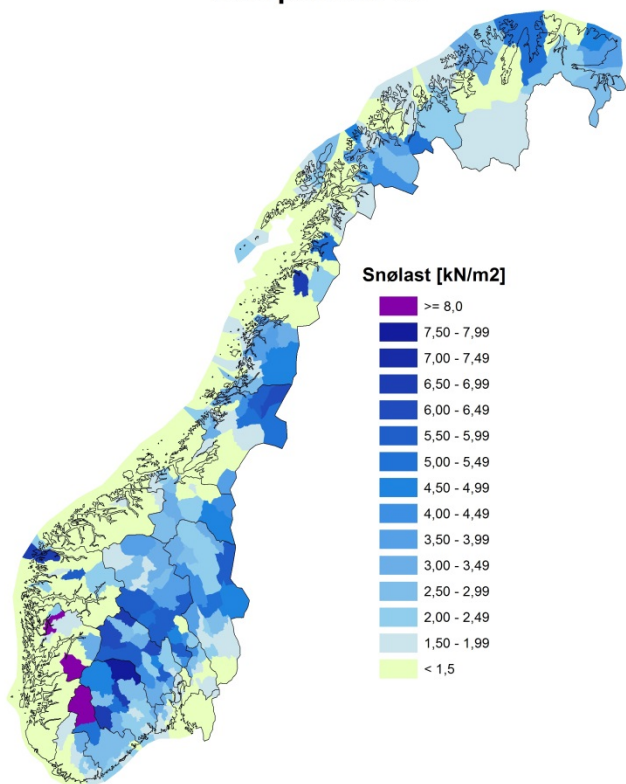


Snølast HADA2 2071-2100
returperiode 50

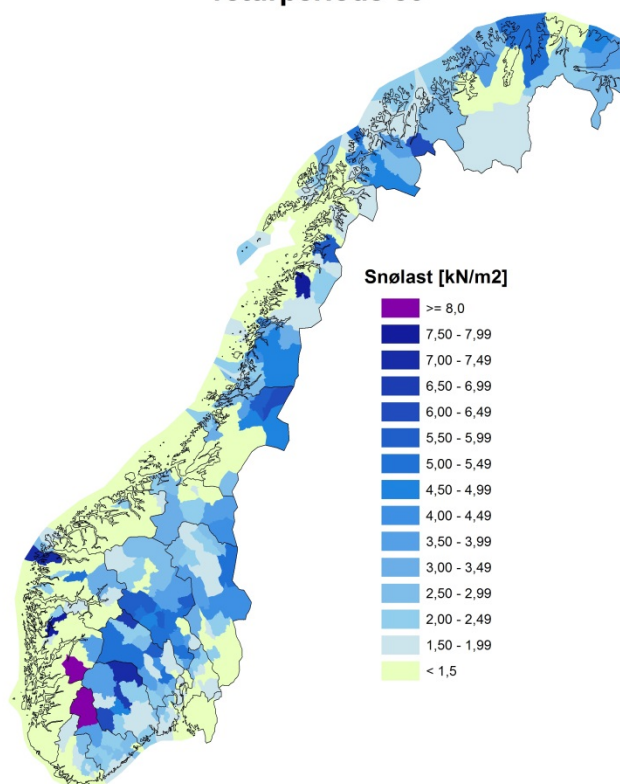


Maks snølast på mark - III

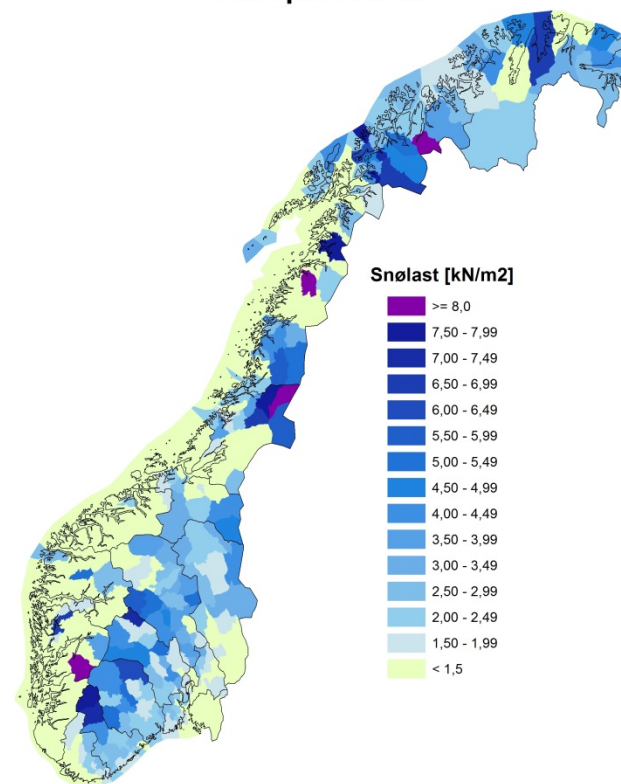
**Snølast HADA2 2071-2100
returperiode 50**



**Snølast HADB2 2071-2100
returperiode 50**

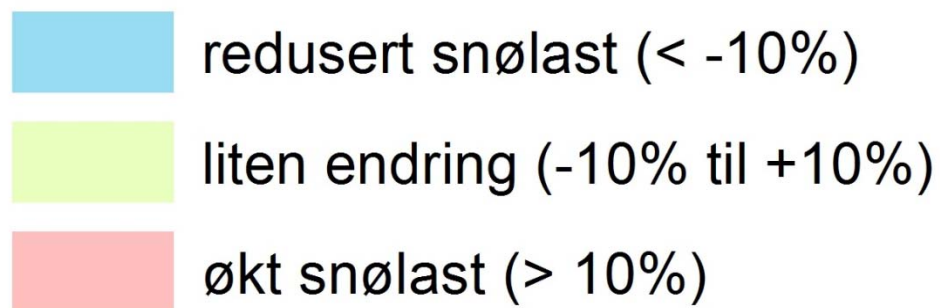


**Snølast MPIB2 2071-2100
returperiode 50**



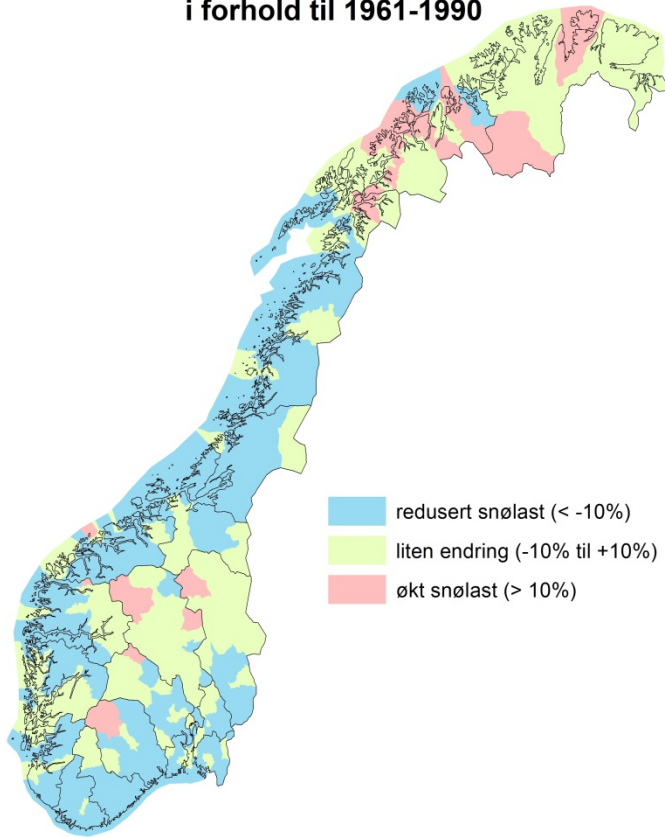
Endringer

- Vi har i framstillingen betraktet en endring på $\pm 10\%$ som liten, mens endring ut over det er å betrakte som enten reduksjon eller økning i maks snølast

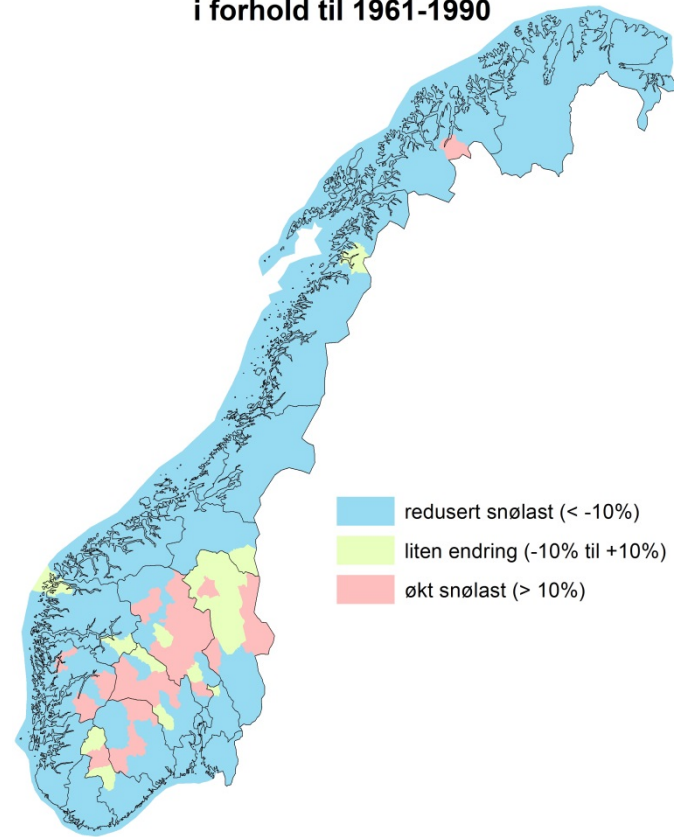


Endring maks snølast på mark - I

Endring snølast 1981-2010
i forhold til 1961-1990

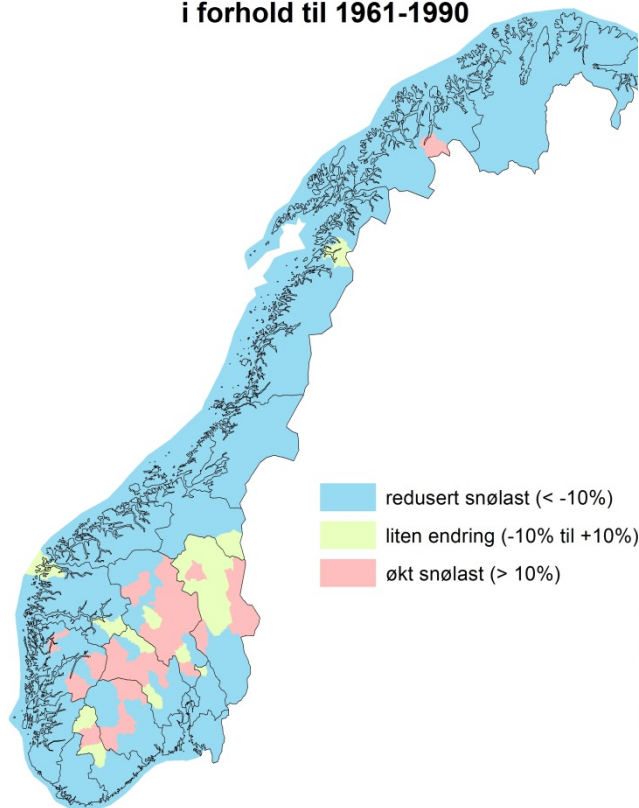


Endring snølast HADA2
i forhold til 1961-1990

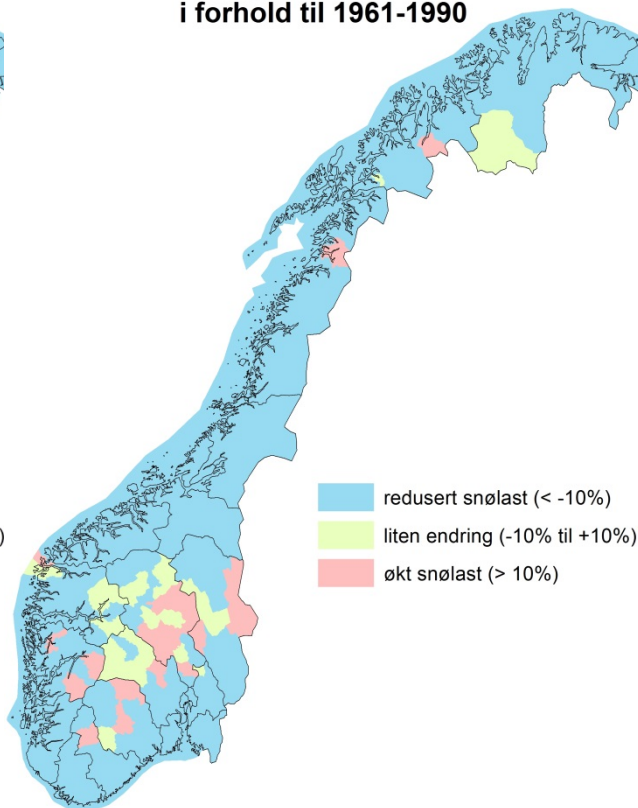


Endring maks snølast på mark - II

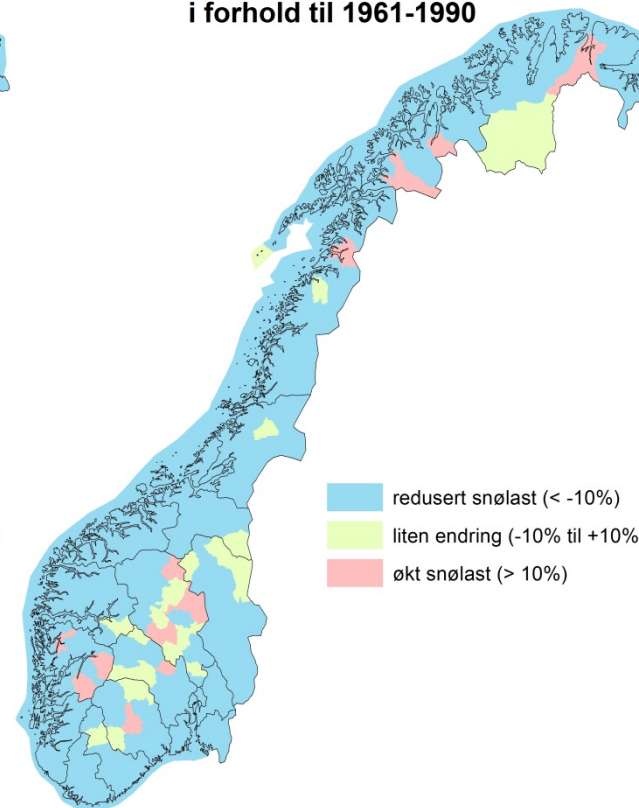
Endring snølast HADA2
i forhold til 1961-1990



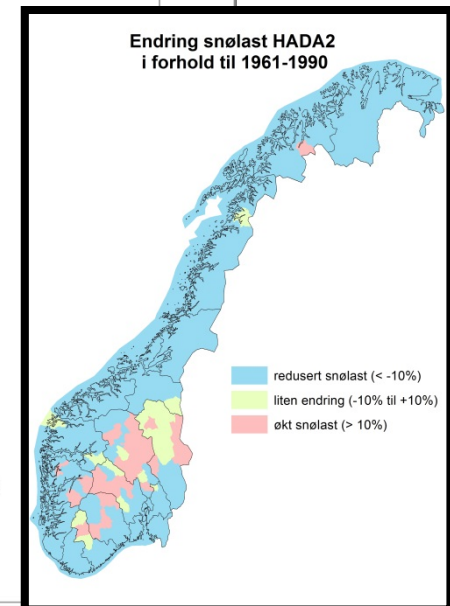
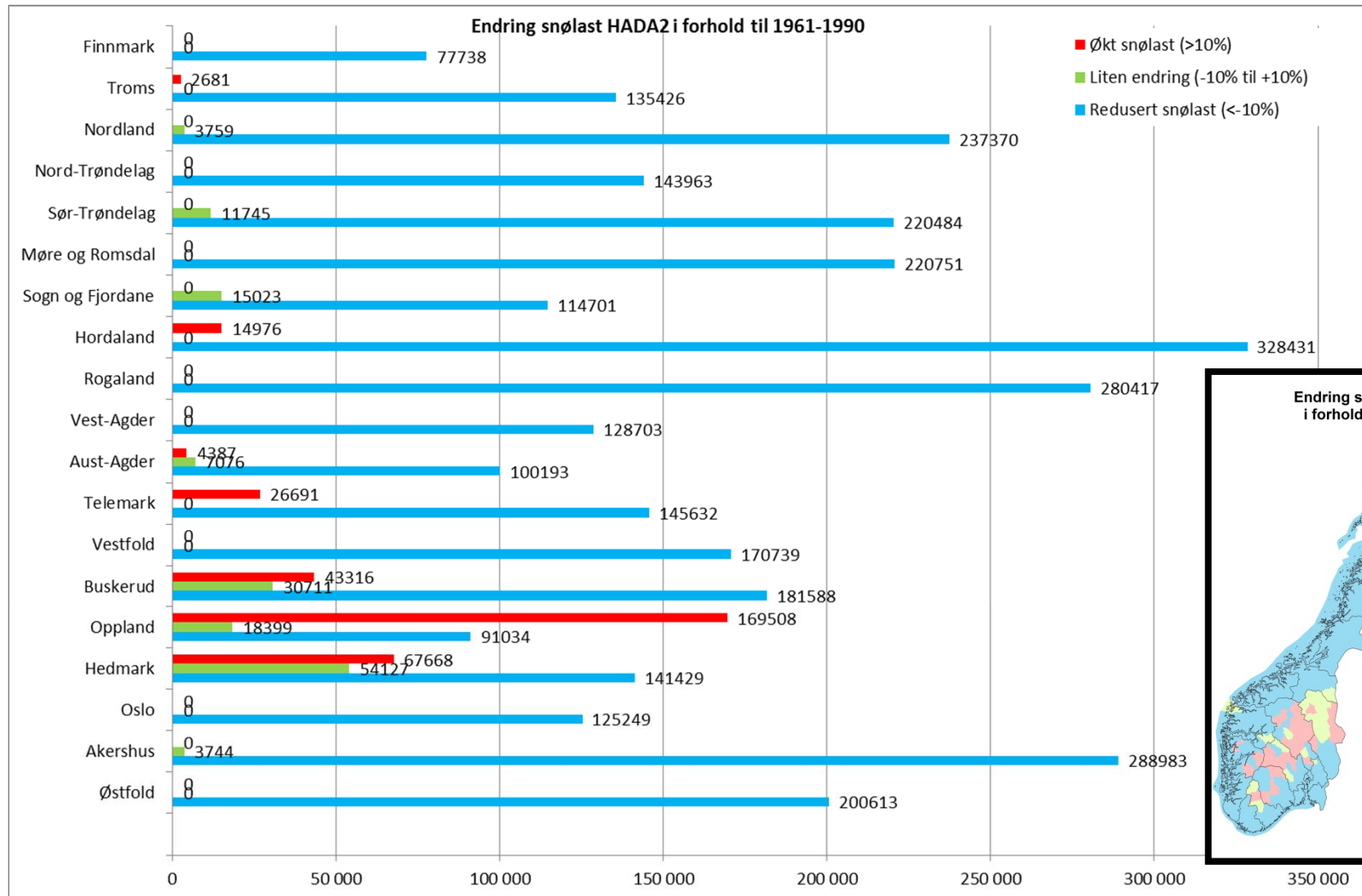
Endring snølast HADB2
i forhold til 1961-1990



Endring snølast MPIB2
i forhold til 1961-1990



Antall bygninger berørt i hvert fylke (HADA2 mot 1961-1990)



Konsekvenser

- Antall kommuner og bygninger som er berørt av endringen i maks snølast i forhold til normalperioden 1961-1990 for normalperioden 1981-2010 og de tre scenariene

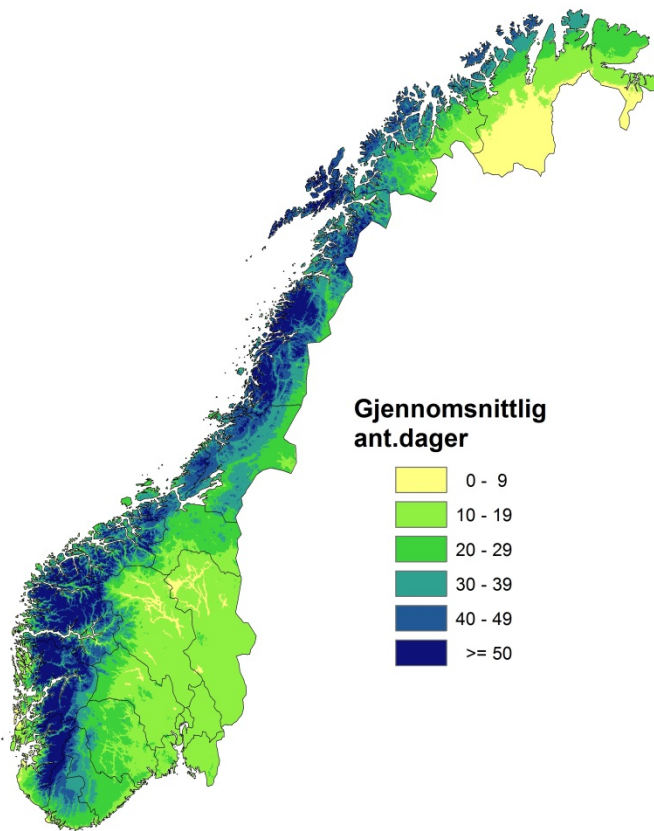
Endring	Antall	1981-2010	HADA2	HADB2	MPIB2
Økt snølast (>10%)	Kommuner	26	33	26	20
	Bygninger	144 216	329 227	258 415	120 926
Liten endring (±10%)	Kommuner	159	21	20	22
	Bygninger	1 505 718	144 584	153 756	178 281
Redusert snølast (<-10%)	Kommuner	243	374	382	386
	Bygninger	2 157 321	3 333 444	3 395 084	3 508 048

Våt snø

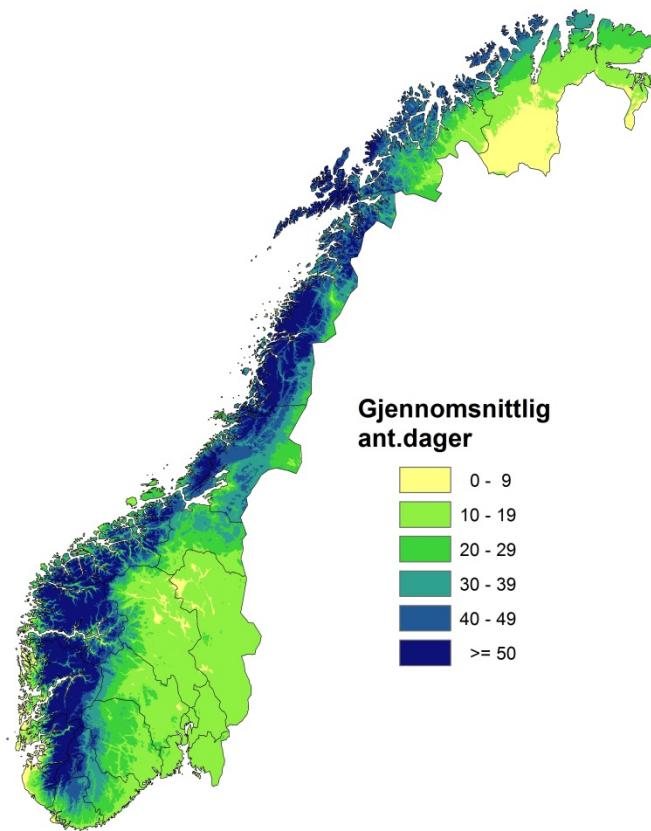
- Våt snø er i denne sammenhengen definert som regn samtidig som det ligger snø på bakken. Mer eksplisitt har vi telt antall dager i hver normalperiode med:
 - Temperatur > 0°C
 - Nedbør > 1,0 mm
 - Snow Water Equivalent (SWE) > 1 kg/m² (tilsvarer et snødekke på 10 mm)
- Vi har telt gjennomsnittlig antall dager med våt snø etter definisjonen over for de fem ulike normalperiodene

Våt snø resultat - I

Våt snø 1961-1990

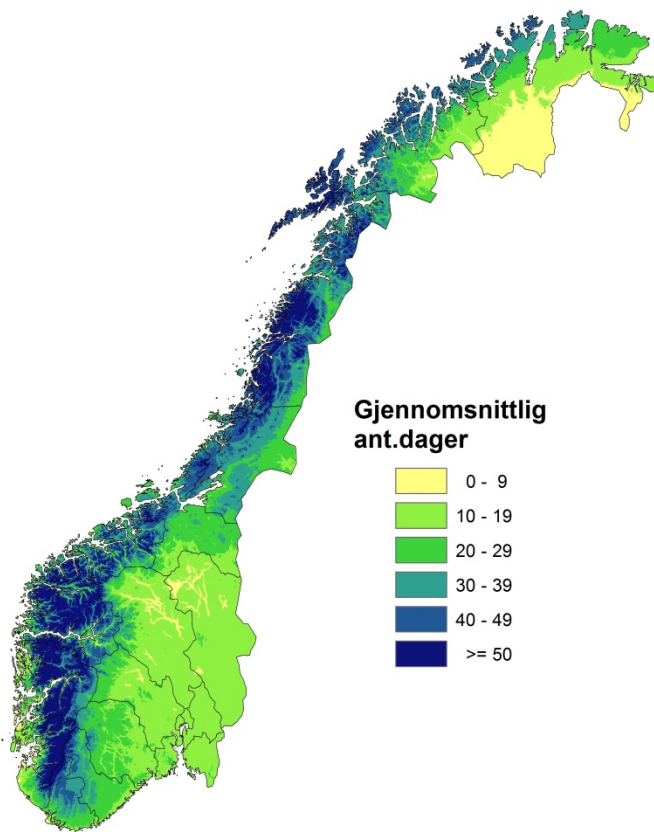


Våt snø 1981-2010

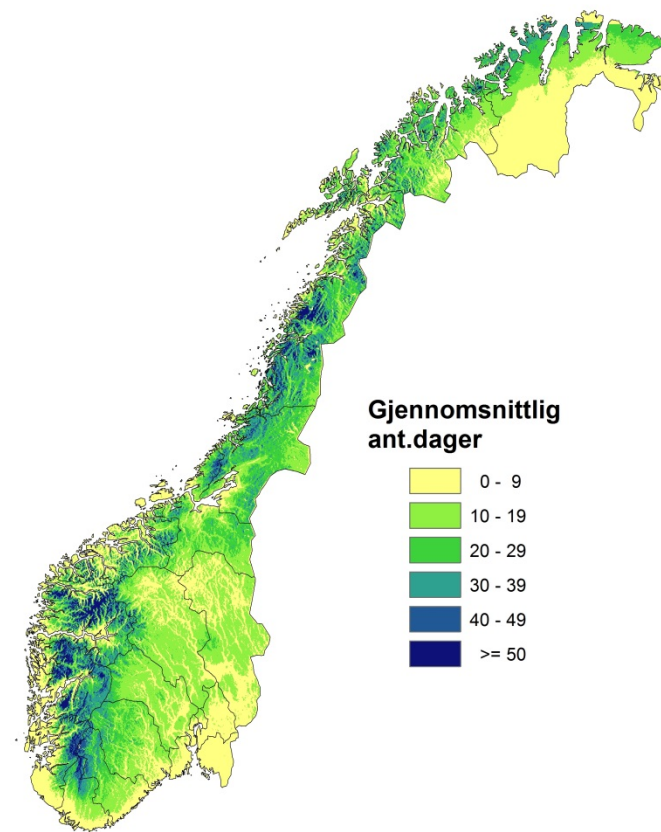


Våt snø resultat - II

Våt snø 1961-1990

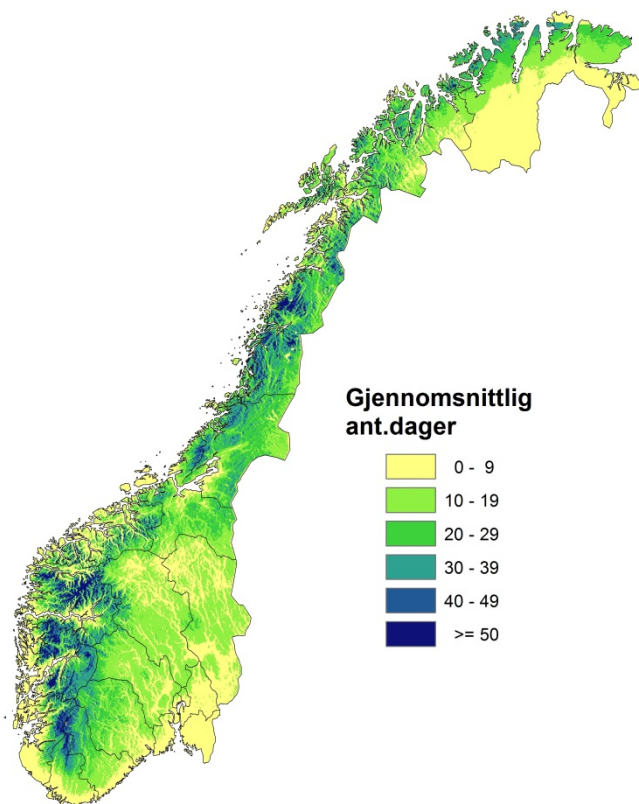


Våt snø HADA2 2071-2100

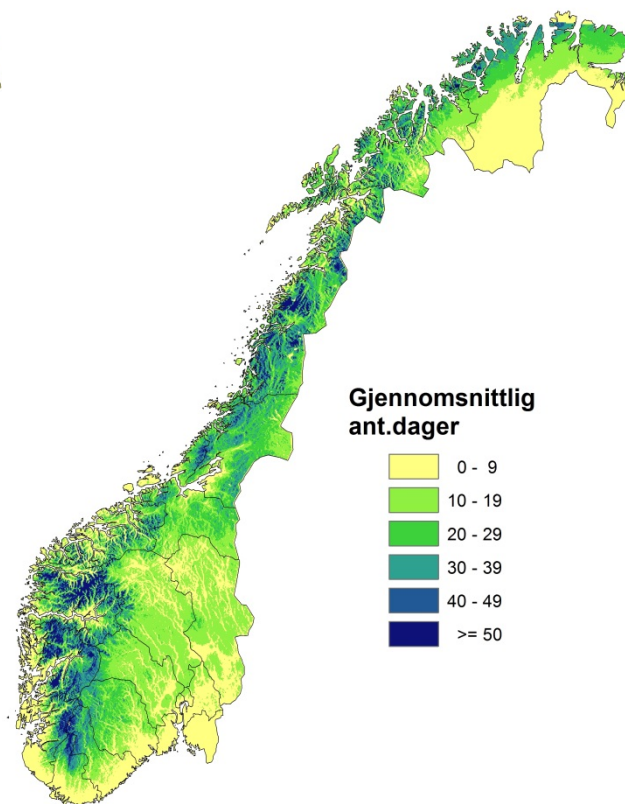


Våt snø resultat - III

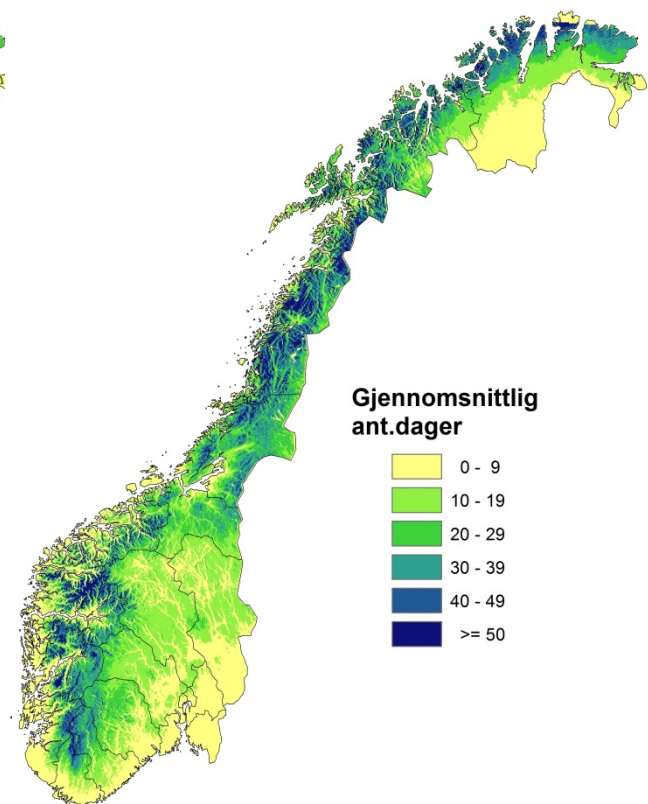
Våt snø HADA2 2071-2100



Våt snø HADB2 2071-2100



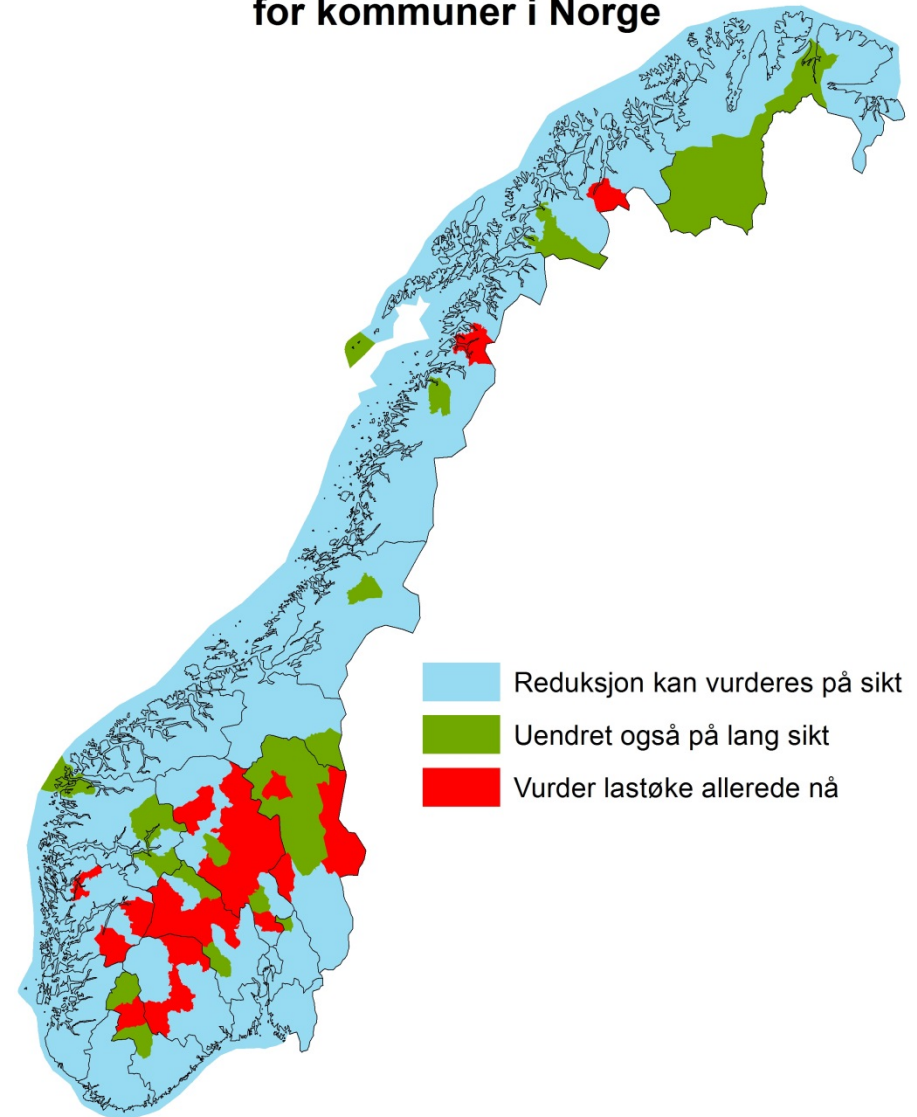
Våt snø MPIB2 2071-2100



Anbefalte endringer i snølast for kommuner i Norge

Anbefalte tiltak

- Det mest sentrale tiltaket for å styrke motstandsevnen for bygninger i Norge med tanke på snølast er knyttet til karakteristisk snølast på mark gitt i NS-EN 1991-1-3:2003 + NA:2008
- Endring i karakteristisk snølast gitt i standarden vil ha effekt for nye bygninger og for tiltak på eksisterende bygninger som omfatter bærekonstruksjonen
- Vi har ikke sammenlignet med de karakteristiske snølastene på mark gitt i NS-EN 1991-1-3:2003 + NA:2008 direkte siden metodikken for bestemmelse av snølast er ulik



- Kommuner hvor vi anbefaler at snølastene i NS-EN 1991-1-3:2003 + NA:2008 økes

Forslag til økte snølaster - I

Fylke	Kommune med anbefalt økning i snølast	Snølast i NS-EN 1991-1-3:2003 + NA:2008 [kN/m ²]	Økningen i snølast 1961-1990 til 2071-2100 [kN/m ²]	Forslag til ny snølast i NS-EN 1991-1-3:2003 + NA:2008 [kN/m ²]
Hedmark	Alvdal	4,0	0,5	4,5
	Engerdal	4,0	1,0	5,0
	Ringsaker	3,5	0,5	4,0
	Trysil	4,0	0,5	4,5
Oppland	Dovre	4,0	0,5	4,5
	Etnedal	4,5	1,0	5,5
	Gausdal	4,5	0,5	5,0
	Gran	4,0	1,0	5,0
	Lillehammer	4,5	1,0	5,5
	Lom	3,5	0,5	4,0
	Nord-Aurdal	4,5	1,0	5,5
	Nord-Fron	4,0	0,5	4,5
	Nordre Land	4,5	1,0	5,5
	Ringebu	4,0	2,0	6,0
	Sel	3,5	0,5	4,0
	Sør-Aurdal	4,5	1,0	5,5
	Sør-Fron	4,0	1,0	5,0
	Vestre Slidre	4,5	1,5	6,0
	Øyer	4,0	2,0	6,0

- Kommuner hvor vi anbefaler at snølastene i NS-EN 1991-1-3:2003 + NA:2008 økes

Forslag til økte snølaster - II

Fylke	Kommune med anbefalt økning i snølast	Snølast i NS-EN 1991-1-3:2003 + NA:2008 [kN/m ²]	Økningen i snølast 1961-1990 til 2071-2100 [kN/m ²]	Forslag til ny snølast i NS-EN 1991-1-3:2003 + NA:2008 [kN/m ²]
Buskerud	Flå	3,5	1,5	5,0
	Hol	5,0	0,5	5,5
	Krødsherad	4,5	0,5	5,0
	Nes	3,5	0,5	4,0
	Nore og Uvdal	4,5	0,5	5,0
Telemark	Fyresdal	4,5	0,5	5,0
	Kviteseid	4,5	1,0	5,5
	Seljord	4,5	1,5	6,0
	Tinn	4,5	1,0	5,5
Aust-Agder	Valle	5,0	1,5	6,5
Hordaland	Eidfjord	3,0	1,0	4,0
	Odda	2,5	5,0	7,5
	Vaksdal	3,0	3,0	6,0
Nordland	Sørfold	4,5	1,0	5,5
Troms	Storfjord	5,0	3,0	8,0



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no