

Klimaprofil

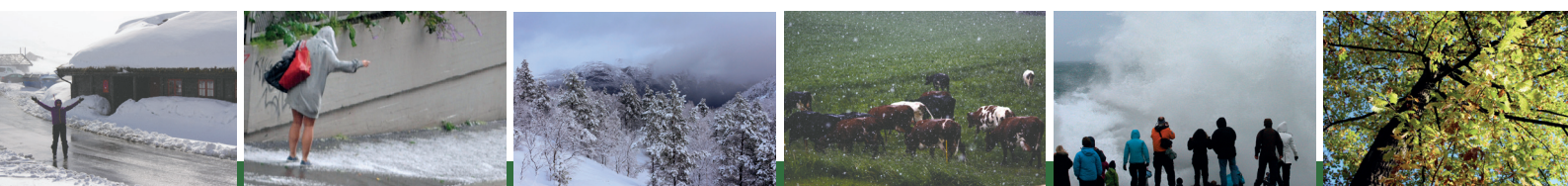
Telemark

Et kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning

Oktober 2016



Flom i Heddøla ved Omnesfoss, september 2015. Foto: NVE/Trine Lise Sørensen



Klimaprofilen gir et kortfattet sammendrag av klimaet, forventede klimaendringer og klimautfordringer i Telemark. Den er ment som kunnskapsgrunnlag og hjelpemiddel i overordnet planlegging, samt supplement til Klimahjelperen [1]. Klimaprofilen gir en oversikt over klimarelaterte problemstillinger og opplysninger om hvor en kan få mer detaljert informasjon om disse. Mye av informasjonen i klimaprofilen er hentet fra «Klima i Norge 2100» [2] og har fokus på endringer frem mot slutten av århundret (2071–2100) i forhold til 1971–2000. De menneskeskapte klimaendringene vil fortsette også etter 2100 dersom ikke utslippene reduseres vesentlig.

I klimaprofilen beskrives forventede klimaendringer med høye klimagassutslipp fordi regjeringen i Stortingsmeldingen om Klimatilpasning [3] sier at en for å være «føre var» skal legge til grunn høye alternativer fra de nasjonale klimafremskrivningene når konsekvensene av klimaendringer vurderes. Dette høye utslippsscenariet tilsvarer at de globale klimagassutslippene fortsetter å øke som i de siste tiårene. «Klima i Norge 2100» [2] inkluderer også klimafremskrivninger basert på såkalte middels og lave utslipp. For samme klimagassutslipp vil ulike klimamodeller gi forskjellig resultat. I klimaprofilen beskrives en midlere verdi fra ulike modeller. Spredningen i resultater er beskrevet nærmere i «Klima i Norge 2100».

På klimaservicesenter.no er det gitt detaljerte data for midlere verdier og spredning for alle årstider, og for ulike klimagassutslipp både frem til 2031-2060 og til 2071-2100.

På klimatilpasning.no finner du veiledning, erfaring og kunnskap om klimatilpasning.

Klimaendringene vil særlig føre til behov for tilpasning til kraftig nedbør og økte problemer med overvann; havnivåstigning og stormflo; endringer i flomforhold og flomstørrelser; og skred.

ØKT SANNSYNLIGHET

	Det er forventet at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og hyppighet. Dette vil også føre til mer overvann
	Det forventes flere og større regnflommer
	Økt fare som følge av økte nedbørmengder
	Som følge av havnivåstigning forventes stormflonivået å øke

MULIG ØKT SANNSYNLIGHET

	Det forventes ikke økning i sommernedbøren. Høyere temperaturer og økt fordampning kan derfor gi økt fare for tørke om sommeren
	Kortere isleggingssesong, hyppigere vinterisganger samt at isganger muligens vil skje tidligere og høyere opp i vassdragene enn i dag
	Med et varmere og våtere klima vil snøgrensen gå høyere, og regn vil oftere falle på snødekt underlag. Dette kan redusere faren for tørrsnøskred og øke faren for våtsnøskred og sørpeskred i skredutsatte områder

UENDRET ELLER MINDRE SANNSYNLIGHET

	Snøsmelteflommene vil komme stadig tidligere på året og bli mindre mot slutten av århundret
---	---

USIKKERT

	Trolig liten endring
	Økt erosjon som følge av kraftig nedbør og økt flom i elver og bekker kan utløse flere kvikkleireskred
	Hyppigere episoder med kraftig nedbør vil kunne øke hyppigheten av disse skredtypene
	Det er ikke forventet at klimaendringene vil gi vesentlig økt fare for fjellskred

Tabell 1. Sammendrag som viser forventede endringer i Telemark fra 1971–2000 til 2071–2100 i klima, hydrologiske forhold og naturfarer som kan ha betydning for samfunnssikkerheten.

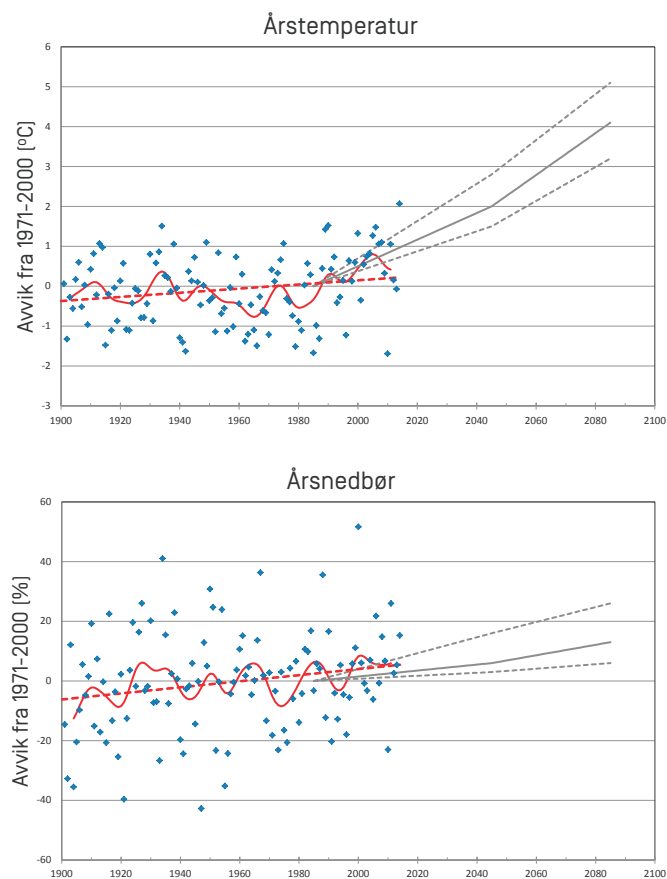
1. Klimaet og klimaendringer i Telemark

Det er store kontraster i klima mellom ulike deler av Telemark. Nær kysten er klimaet mildt og med gjennomsnittlig årstemperatur på over 7 °C, mens fjellstrøkene har årstemperatur på under -2 °C. Vinterstid kan det bli kaldere enn -35 °C i enkelte indre dalstrøk, mens det på varme sommerdager kan bli over 30 °C både ved kysten og i dalstrøkene. Sommerstid er kyststrøkene i Telemark blant de varmeste og mest solrike i landet. Årsnedbøren varierer fra under 800 mm i enkelte dalstrøk, til over 1000 mm i vestlige deler av fylket. I enkelte dalstrøk kan det bli kraftige vindkast i vær-situasjoner med sterk vestavind i høyden. Det beregnes at årstemperaturen i Telemark øker med ca. 4 °C, og nedbøren øker med ca. 15 % i løpet av århundret sammenliknet med perioden 1971–2000. Dager med mye nedbør kommer litt hyppigere, og med økt nedbørintensitet. For vind viser beregningene små endringer, men usikkerheten i fremskrivningene for vind er stor.

1.1 Temperatur

Gjennomsnittlig årstemperatur i Telemark er beregnet å øke med ca. 4,0 °C. Den største temperaturøkningen beregnes for vinteren, ca. 4,5 °C, mens sommertemperaturen er beregnet å øke med ca. 4,0 °C. Vekstsesongen vil øke med 1–3 måneder, og mest nær kysten. Vinterstid vil dagene med svært lav temperatur bli sjeldnere. Temperaturendringene forventes ikke i seg selv å få vesentlige konsekvenser for den kommunale planleggingen, men de kan gi effekter i kombinasjon med endringer i andre klimaelementer, for eksempel nedbør.

Figur 1 viser avvik i årstemperatur (°C) og årsnedbør (%) fra gjennomsnittsverdi for perioden 1971–2000. Dersom man kjenner disse gjennomsnittsverdiene for et sted, kan figuren brukes til å gi en indikasjon på hvor høye og lave årsverdiene for temperatur og nedbør har vært i



Figur 1. Historiske og beregnede fremtidige avvik i fra gjennomsnittsverdier [1971–2000] for årstemperatur og årsnedbør i Telemark. Blå prikker viser verdier for enkeltår i perioden 1900–2014, stiplet rød strek er observert trend, mens rød kurve viser glattede 10-års variasjoner. Heltrukken grå strek og stiplede grå streker viser hhv. midlere, lav og høy modellberegning for høye utslipp.

perioden 1900–2014, og hvilke verdier som kan forventes mot slutten av dette århundret. For enkelte steder i Telemark er disse gjennomsnittsverdiene for temperatur/nedbør for perioden 1971–2000:

- Skien 6,4 °C/ 840 mm
- Notodden 5,5 °C/ 695 mm
- Jomfruland 7,3 °C/ 950 mm
- Treungen (Tveitsund) 5,5 °C/ 975 mm
- Haukeliseter 0,8 °C/ 840 mm

1.2 Nedbør

Årsnedbøren i Telemark er beregnet å øke med ca. 15 %. Sesongmessig fordeler dette seg slik:

- Vinter: 30 %
- Vår: 25 %,
- Sommer: 0 %
- Høst: 10 %.

Det er forventet at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og hyppighet i alle årstider. Dette vil stille større krav til overvannshåndteringen i fremtiden. Nedbørintensiteten i døgn med kraftig nedbør forventes å øke med ca. 15 %. Størst økning i intensitet (ca. 25 %) er forventet vinterstid. For kortvarige nedbørepisoder er det indikasjoner på at økningen i intensitet kan være større enn for døgnnedbør. Inntil videre foreslås det derfor et klimapåslag på 40 % på regnskyll med kortere varighet enn 3 timer.

1.3 Vind

Klimamodellene gir liten eller ingen endring i midlere vindforhold i dette århundret, men usikkerheten i fremskrivningene for vind er stor. Det viktigste for kommuner er at kunnskap om lokale vindforhold tas med i planleggingen.

1.4 Snø

Det beregnes en betydelig reduksjon i snømengdene og antall dager med snødekke. Snøsesongen i Telemark blir 1–4 måneder kortere; med størst reduksjon i midtre strøk av fylket. Det vil bli flere smelteepisoder om vinteren som følge av økning i temperaturen. Snølast på tak vil neppe øke ut over det som omfattes av gjeldende standard.

2. Effekter på hydrologi

Gradvis reduserte snømengder vil gi gradvis mindre snøsmelteflommer; mens regnflommene forventes å bli større. Økt forekomst av lokal, intens nedbør øker sannsynligheten for flom i tettbygde strøk og i små, bratte vassdrag som reagerer raskt på regn. Man må være spesielt oppmerksom på at mindre

bekker og elver kan finne nye flomveier. I små elver som reagerer raskt på regn anbefales et klimapåslag på minst 20 %. Flomfare i et endret klima skal tas hensyn til ifølge Byggteknisk forskrift TEK10 [4].

2.1 Flom og vannføring

Dagens forhold

Skien vassdraget er Telemarks største elv, og består av en vestlig gren (Vinje–Tokke-vassdraget) og østlig gren (Tinn-vassdraget). I vestgrenen av Skien vassdraget er det vanlig at årets største flom er en snøsmelteflom om våren. De største registrerte flommene ved Totak har vært snøsmelteflommer i mai eller juni, men sterk regulering demper flommene. Dersom det også kommer regn under snøsmeltingen vil flommene bli spesielt store, som i juni 1927. Også intens nedbør om sommeren kan gi store skadeflommer, særlig i østgrenen. De største flommene i østgrenen av Skien vassdraget (målt ved Tinne) har vært regnflommer om sommeren og høsten, i tillegg til snøsmelteflommer i mai, juni og juli. Nylige flommer har funnet sted i mai 2004, etter rask snøsmelting og regnbyger samt i juli 2007 og september 2015, etter langvarig regnvær. Kraftig regnvær førte til store flomskader i Notodden 24. juli 2011 og 6. august 2013. Også i Rjukan og Tinn har kraftig regn ført til dramatiske flomhendelser, delvis på grunn av skred utløst av nedbøren. Sideelver som bryter ut av sitt normale løp kan være en viktig skadeårsak i flomsituasjoner. Skadepotensialet er spesielt stort når elva går gjennom tettsteder og bebygde områder.

Mange tettsteder og byggefelt er anlagt på skredvifter rundt små og store elver. Skadene her skyldes ofte både oversvømmelse, erosjon og stor masseføring (stein og grus som kan bidra til flomskadene). Flomskadene kan bli store på bebygde områder, infrastruktur og jordbruksområder. Dessuten skaper flom ofte problemer for fremkommelighet på vegnettet.

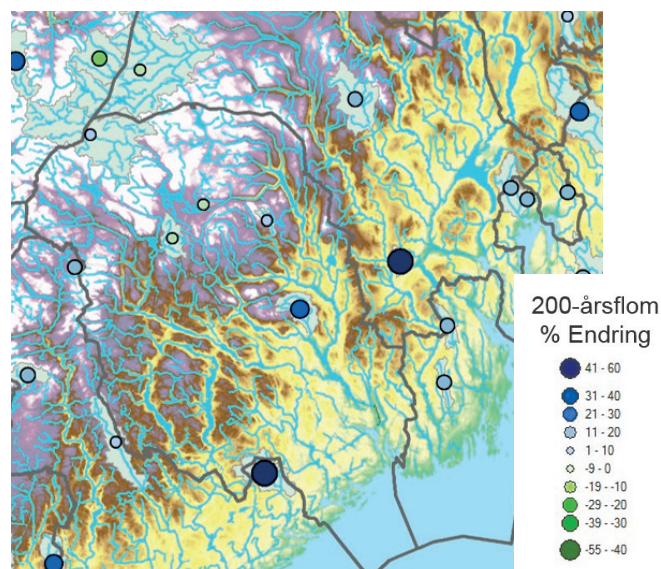
Observerte endringer

Basert på utvalgte målestasjoner er det beregnet at vannføringen i Telemark i perioden 1985–2014 var noe større enn i perioden 1971–2000. Vannføringen har økt i alle sesonger, og den prosentvise økningen

har vært særlig stor om høsten. Dette skyldes at nedbøren faller som regn i stedet for snø, og dermed renner av med én gang. Økt vannføring om vinteren og våren skyldes at snøsmeltingen starter tidligere.

Fremtidige endringer

I Telemark forventes gjennomsnittlig årlig vannføring å øke noe, fordi nedbøren øker. Økt temperatur vil også påvirke vannføringen gjennom året fordi den påvirker både snøakkumulasjon, snøsmelting og fordampning. Endringene i en bestemt sesong kan derfor bli store: Om vinteren forventes stor økning i vannføring fordi nedbøren øker og mer vil komme som regn i stedet for snø. Om våren forventes økt vannføring i fjellet fordi nedbøren øker, men redusert vannføring i lavlandet fordi snøen smelter tidligere. Om sommeren forventes redusert vannføring fordi snøsmeltingen er ferdig i fjellet, og at det fordampes mer samtidig som sommernedbøren ikke forventes å øke. Om høsten forventes økt vannføring fordi mer nedbør



Figur 2. Forventet median prosentvis endring i 200-års flom fra 1971–2000 til 2071–2100 (fra [5]).

kommer som regn i stedet for snø. Beregningene viser at også de ekstreme vannføringene vil endre seg (figur 2). Denne figuren viser beregnet endring i flomvannføring fram mot slutten av århundret, i prosent. Blå sirkler betyr en økning i flomstørrelsen, grønne betyr en reduksjon.

Klimaendringer i form av mer intense nedbørepisoder, høyere temperatur og mer nedbør som regn i stedet for snø forventes derfor å endre flomregimet i Telemark fram mot 2100 slik:

- Det forventes ikke større flommer i store elver som i dag har snøsmelteflom som årets største flom. Snøsmelteflommene vil komme stadig tidligere på året og bli mindre mot slutten av århundret.
- Nedbøren forventes å øke. I elver hvor årets største flom i dag er en regnflom forventes det derfor en økning i flomstørrelsen. Dersom det utføres flomberegninger og fremstilles flomsonekart, bør en regne med 20 % økning i vannføringen (se anbefaling nedenfor).
- I mindre, bratte vassdrag som reagerer raskt på nedbør, og i tettbygde strøk med tette flater vil mer intens nedbør skape særlige problemer. I mindre bekker og elver må man forvente en økning i flomvannføringene og man må være spesielt oppmerksom på at mindre elver kan finne nye flomveier. Her anbefales et klimapåslag på minst 20 %.

Anbefalt klimapåslag på flomvannføring er 0 % for store nedbørfelt dominert av snøsmelteflommer, og minst 20 % for mindre nedbørfelt, avhengig av flomsesong, regulering, feltstørrelse og avstand til kysten.

Flomfarekart i Telemark

Det er laget flomfarekart (flomsonekart) for flere strekninger i Skiensvassdraget. De er tilgjengelig digitalt på NVEs kartkatalog http://gis3.nve.no/kartkatalog/metadatahg_datasett.html. Anbefalt klimapåslag i parentes.

- Heddøla: [Flomsonekart Tuven](#) (20 %)
- Flatdøla: [Flomsonekart Flatdal](#) (20 %)
- Bygdaråi: [Flomsonekart Seljord](#) (20 %)
- Hjartdøla: [Flomsonekart Sauland](#) (20 %)
- Tokkeåi: [Flomsonekart Dalen](#) (0 %)
- Skienselva: [Flomsonekart Skien](#) (0 %)
- Eidselva: [Flomsonekart Ulefoss](#) (0 %)
- Måna: [Flomsonekart Rjukan](#) (0 %)

Dersom flomfarekart ikke finnes, gjelder anbefalingene som står i NVEs retningslinje 2-2011 [6] for dagens klima, også for fremtiden. Det vil i de fleste tilfeller være tilstrekkelig å sette av soner på minimum 20 meter på hver side av bekker og 50-100 meter på hver side av elver for å dekke områder med potensiell flomfare. På flate elvesletter vil flommen ha større utstrekning. Kapittel 5 i NVEs retningslinje 2-2011 [6] beskriver hvordan man kan ta hensyn til klimaendringer i arealplanleggingen. For flom i små vassdrag har NVE laget en veileder 3-2015 [7] som beskriver hvordan man kan identifisere og kartlegge flomutsatte områder langs bekker. Aktsomhetskart for flom finnes også på [NVEs kartkatalog](#).

2.2 Tørke

Sommernedbøren i Telemark forventes ikke å øke, men økt temperatur vil føre til at snøsmeltingen vil foregå tidligere, og at fordampningen vil øke både om våren og sommeren. Dermed er det sannsynlig at man kan få noe lengre perioder med liten vannføring i elvene om sommeren, og lengre perioder med lav grunnvannstand og større markvannsunderskudd. Dette medfører noe økt sannsynlighet for tørke og skogbrannfare mot slutten av århundret, og kan også gi et økt behov for jordbruksvanning.

2.3 Isgang

Isganger kan føre til isoppstuvning og lokale oversvømmelser. Klimaendringer med økt temperatur gir kortere perioder med is, og muligens tidligere isgang. I dag er det en sone litt inn fra kysten hvor det er hyppige skifter mellom mildvær og kulde, der isen kan komme og gå flere ganger i løpet av en vinter. Denne sonen vil gradvis flyttes lenger inn i landet og til større høyder over havet. Det betyr at isganger vil kunne skje også høyere opp i vassdrag som i dag har isgang, og i andre vassdrag enn det som tidligere har vært vanlig.

3. Effekter på skred

Skredfare er sterkt knyttet til lokale terrengforhold, men været er en av de viktigste utløsningsfaktorene for skred. I bratt terreng vil klimautviklingen kunne gi økt hyppighet av skred som er knyttet til

regnskyll/flom og snø. Dette gjelder først og fremst jordskred, flomskred, og sørpeskred. Det er derfor grunn til økt aktsomhet mot disse skredtypene. Ved utredning og kartlegging av skredfare i forbindelse med arealplanlegging og utbygging er det viktig at alle typer skred vurderes nøye i tråd med kravene i TEK10s § 7.3 [4] og plan- og bygningsloven §28-1 om sikker byggegrunn mot naturfare [8]. NVEs retningslinje 2-2011 [6] og NVEs veileder 8/2014 «Sikkerhet mot skred i bratt terreng» [9], samt NVEs veileder 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [10] gir veiledning om utredning av fare for ulike skredtyper. Det er likevel ikke grunn til å anta at de sjeldne, svært store skredene som dagens aktsomhetskart viser, vil bli større eller skje hyppigere. For utredning av fare for skred trengs det derfor ingen ekstra sikkerhetsmargin på kravene som er beskrevet i TEK10 [4] og i [6].

Aktsomhetskart for skred finnes under «Naturfare» på [NVE-Atlas](#) og her: http://gis3.nve.no/kartkatalog/metadatabase_dasett.html. Kartene er landsdekkende og utarbeidet med bakgrunn i en landsdekkende høydemodell. Mindre skråninger med høydeforskjell mellom 20-50 meter blir ikke fanget opp i kartleggingen. Disse kartene viser kun potensiell fare, og er derfor best egnet som en første utsjekk på overordnet plannivå. For områder som er dekket av NGIs kart for snø- og steinskred anbefales at disse benyttes i stedet for de nasjonalt dekkende aktsomhetskartene. I Telemark gjelder det for Vinje kommune.

Faresoner for skred i bratt terreng i Telemark er utarbeidet for Tinn og Tokke. Kartene er tilgjengelige i NVE-Atlas, under «Naturfare». En oversikt over NVEs faresonekart finnes her: <https://www.nve.no/flaum-og-skred/kartlegging/>. Ytterligere informasjon om nasjonal kartlegging og de ulike skredtypene finnes på NVEs nettsider.

3.1 Kvikkleireskred

I Telemark er det mange områder med marine avsetninger med mulig fare for kvikkleireskred. De fleste kvikkleireskred utløses av menneskelig aktivitet, men påvirkes også av erosjon i elver og bekker. Økt erosjon som følge av hyppigere og

større flommer kan utløse flere kvikkleireskred. Det må gjøres en vurdering av fare for kvikkleireskred for utbygging i områder med marine avsetninger. Faresonekart for kvikkleire er utarbeidet for Porsgrunn, Skien, Nome, Bø og Sauherad. Det er viktig å være oppmerksom på at det kan skje skred også utenfor kartlagte faresoner, dersom det er kvikkleire i grunnen.

3.2 Steinsprang og steinskred

Steinsprang og steinskred utløses ofte av økt vanntrykk i sprekkssystemer i forbindelse med intens nedbør. Hyppigere episoder med kraftig nedbør vil derfor kunne øke hyppigheten også av disse skredtypene, men hovedsakelig på mindre steinspranghendelser.

3.3 Fjellskred

Store fjellskred er hovedsakelig forårsaket av langsiktige, geologiske prosesser knyttet til sprekkssystemer og andre geologiske forhold. Det er foreløpig ikke grunnlag for å si at klimautviklingen fører til økt hyppighet av eller størrelse på store fjellskred.

3.4 Snøskred (løssnøskred, flakskred)

Med et varmere og våtere klima vil det oftere falle regn på et snødekket underlag. Dette kan på kort sikt føre til økt skredfare. Det er likevel ikke grunn til å tro at det vil bli økt hyppighet eller størrelse på de store, sjeldne snøskredene som omfattes av de nasjonale aktsomhetskartene, NGIs snø- og steinskredkart og dagens faresonekart. På lengre sikt vil snømengdene bli så redusert at faren for snøskred vil avta.

3.5 Jord-, flom- og sørpeskred

Det er særlig grunn til økt aktsomhet mot skredtypene jord-, flom- og sørpeskred fordi disse skredtypene kan bli både vanligere og mer skadelige. Klimautviklingen vil likevel ikke ha noen innvirkning på aktsomhetsområdene som er markert på de nasjonale aktsomhetskartene for jord- og flomskred [11]. Sørpeskred som har høyt vanninnhold og kan gå i svært slakt terreng, vil i enkelte tilfeller kunne rekke utenfor disse aktsomhetsområdene.

4. Havnivå, stormflo og bølgepåvirkning

Havnivåstigningen kan føre til at stormflo og bølger strekker seg lenger inn på land enn hva som er tilfelle i dag. Dette kan føre til skader på bebyggelse og infrastruktur på grunn av oversvømmelse i områder hvor en i dag ikke har registrert skader.

I rapporten «Havnivåstigning og stormflo» [12] er det gitt tall for ulike returnivåer for stormflo og havnivåstigning med klimapåslag for alle kommuner i Telemark. I beregningene er det tatt hensyn til landheving. Basert på høye utslipp og beregninger for perioden 2081–2100, er det anbefalt å bruke fra 62–64 cm (avhengig av kommune) som tillegg for havnivåstigning med klimapåslag. I tillegg må det gjøres egne vurderinger for bølge- og vindoppstuvning. I rapporten er det gitt eksempler på hvordan tallene i rapporten skal brukes i planlegging.

5. Overvann

Episoder med kraftig nedbør ventes å øke vesentlig både i intensitet og hyppighet, og som nevnt i avsnitt 1.2 om nedbør anbefales det inntil videre et klimapåslag på 40 % på regnskyll med varighet under 3 timer. Utfordringene med overvann ventes å bli større enn i dag, og det er derfor viktig å ta hensyn til dette i overvannsplanleggingen. Norsk Vann har utgitt en veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering [13].

Litteratur:

- [1] DSB TEMA/Klimahjelpen (2015). [En veileder i hvordan ivareta samfunnssikkerhet og klimatilpasning i planlegging etter plan- og bygningsloven](#)
- [2] Hanssen-Bauer, I. m.fl. (Red.) (2015). Klima i Norge 2100 Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. [NCCS report no. 2/2015](#) – <https://klimaservicesenter.no>
- [3] Meld. St. 33 (2012-2013). [Klimatilpasning i Norge](#) – <https://www.regjeringen.no>
- [4] Byggteknisk forskrift ([TEK10](#))
- [5] Lawrence, D. (2016). Klimaendringer og fremtidige flommer. [NVE Rapport 81-2016](#)
- [6] NVE (2015). Flaum- og skredfare i arealplanar. [Retningslinje 2-2011](#) (revidert 22.05.2014)
- [7] NVE (2015). Flaumfare langs bekker. [Veileder 3-2015](#)
- [8] Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) Fjerde del: Byggesaksdel [Kapittel 28. Krav til byggetomta og ubebygde areal](#)
- [9] Schanche, S. (red.) (2014). Sikkerhet mot skred i bratt terreng. [NVEs veileder 8/2014](#)
- [10] Schanche, S. og Davis Haugen, E.E. (red.) (2014). Sikkerhet mot kvikkleireskred. [NVEs veileder 7/2014](#)
- [11] Fischer, L. m.fl. (2014). Aktsomhetskart jord - og flomskred: Metodeutvikling og landsdekkende modellering. [NGU rapport nr. 2014.019](#)
- [12] DSB TEMA (2016). [Havnivåstigning og stormflo – samfunnssikkerhet i kommunal planlegging](#)
- [13] Lindholm, O. m.fl. (2008). [Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering](#).

Bildestripe på forsiden:

Haukeli. Foto: Mai-Linn Finstad/MET
Haglskur. Foto: Johanna Engen
Tåke i skogen. Foto: Einar Egeland
Kjølig dag på beite i juli. Foto: Vidar Bergva.
Storm. Foto: Kåre Nilsen
Høst. Ingrid Våset/MET