

Norsk klimaservicesenter

# Klimarapport for Odda, Ullensvang og Jondal

Temperatur og nedbør i dagens og framtidens klima

NCCS report no. 2/2018

## Forfattere

Elin Lundstad, Anne Solveig Håvelsrud Andersen og Eirik J. Førland



Foto: Harald Hognerud (©NVIM)

Norsk klimaservicesenter (KSS) er et samarbeid mellom Meteorologisk institutt, Norges vassdrags- og energidirektorat og UniResearch. Senterets hovedformål er å gi beslutningsgrunnlag for klimatilpasning i Norge. I tillegg til samarbeidspartnerne er Miljødirektoratet representert i styret

KSS' rapportserie omfatter ikke bare rapporter der en eller flere forfattere er tilknyttet senteret, men også rapporter som senteret har vært med å initiere. Alle rapporter som trykkes i serien har gjennomgått en faglig vurdering av minst en fagperson knyttet til senteret. Rapporter i denne serien kan i tillegg inngå i rapportserier fra institusjoner som hovedforfatterne er knyttet til.



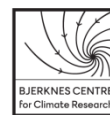
Meteorologisk  
institutt



uniResearch



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat



## Klimarapport Odda, Ullensvang og Jondal

### Tittel:

**Klimarapport for Odda, Ullensvang og Jondal:** - Temperatur og nedbør i dagens og framtidens klima

### Dato

06.2018

### ISSN nr.

2387 - 3027

### Rapport nr.

2/2018

### Forfattere

Elin Lundstad

Anne Solveig Håvelsrud Andersen

Eirik J. Førland

### Klassifisering

Fri

### Oppdragsgiver

Odda kommune

### Oppdragsgivers referanse

Tore Dolvik

### Sammendrag

Rapporten viser historisk og framtidig utvikling av temperatur og nedbør i området. Analysene viser at det de siste 100-150 år har vært økning både i temperatur og nedbør. Denne økningen vil fortsette, og for temperatur blir økningen fram mot år 2100 vesentlig større enn for de siste hundre år. Rapporten inkluderer framskrivninger av endring i middeltemperatur, total nedbør og kraftig nedbør framover i dette århundre. Rapporten beskriver også kort hendelser med flom og skred.

### Stikkord

Temperatur, nedbør, skred, flom, klimaendringer



Fagansvarlig



Administrativt ansvarlig

## Innholdsfortegnelse

<b>Innholdsfortegnelse</b>	<b>4</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2. Generelt om vær og klima</b>	<b>8</b>
<b>3. Data og metoder</b>	<b>12</b>
3.1 Historisk klimautvikling og dagens klima	12
3.2 Framtidig klimautvikling	13
Globale klimamodeller	13
Utslippsscenarioer	14
Framskrivninger av klimautviklingen fram til år 2100	14
Usikkerhet	15
<b>4. Temperatur</b>	<b>16</b>
4.1 Historisk temperaturutvikling	16
4.2 Middeltemperatur i dagens klima	17
4.3 Framtidig temperaturutvikling	18
<b>5. Års- og årstidsnedbør</b>	<b>21</b>
5.1 Historisk nedbørutvikling	21
5.2 Middelnedbør i dagens klima	22
5.3 Framtidig utvikling av års- og årstids-nedbør	23
<b>6. Flom, skred og kraftig nedbør</b>	<b>27</b>
6.1 Skred	27
6.2 Flom	28
6.3 Historisk utvikling av kraftig ett og to døgn nedbør	29

## **Klimarapport Odda, Ullensvang og Jondal**

6.4 Kraftig nedbør i dagens klima	30
6.5 Endring i nedbørmengde på dager med kraftig nedbør	33
6.6 Framtidig utvikling av antall dager med kraftig nedbør	35
<b>7. Oppsummering</b>	<b>37</b>
<b>8. Referanser</b>	<b>39</b>
<b>Appendiks</b>	<b>41</b>
<b>Figurliste</b>	<b>50</b>
<b>Tabelliste</b>	<b>50</b>



# 1. Innledning

Odda kommune har, i sammenheng med prosjektet «Plan for flom- og skredfare i Odda kommune», gitt Meteorologisk institutt (MET) i oppdrag å kartlegge fortidens, nåtidens og framtidens klima i den kommende Ullensvang kommune (Odda kommune blir i 2020 slått sammen med Jondal kommune og Ullensvang herad). Vår kontaktperson har vært kommunegeolog Tore Dolvik.

Hovedmålet er å beskrive historiske endringer i klima basert på målinger i området, og presentere oppdaterte lokale beregninger av hvordan klimautviklingen vil bli i området utover i dette århundret. Vi har i rapporten lagt hovedvekt på forventede klimaendringer ved «høye klimagassutslipp» (RCP8.5, se kapitlet om utslippsscenarioer). Dette er valgt fordi regjeringen i Stortingsmeldingen om klimatilpasning sier at en for å være «føre var» skal legge til grunn høye alternativer fra de nasjonale klimaframskrivningene når konsekvenser av klimaendringer vurderes. Vi har imidlertid også tatt med forventede klimaendringer også ved «moderate klimagassutslipp».

FNs klimapanel (IPCC) har utgitt fem hovedrapporter om globalt klima og klimaendringer siden 1990. Kunnskapsgrunnlaget om klimaet har blitt vesentlig forbedret gjennom denne perioden. Vi vet nå mer om naturlige klimavariasjoner, og vi har bedre modeller for å beregne hvordan klimaet vil endre seg i fremtiden. Den siste IPCC-rapporten viser blant annet at verden de siste tiårene har sett endrede nedbørsmønstre, og at endringer i utbredelsen av snø og is har påvirket både vannkvalitet og vanntilgang flere steder. Permafrost har tint. Havet har blitt varmere og surere. Havnivået har i gjennomsnitt steget med 19 cm. Det er også observert endringer i ekstremvær siden 1950, bl.a. flere episoder med høye temperaturer, ekstremnedbør og ekstrem vannstand. I denne rapporten skal vi kun gå inn på området som vil bli kalt Ullensvang kommune fra 1.1.2020.

I rapporten «Klima i Norge 2100» (Hanssen-Bauer m. fl., 2015), som bygger på IPCCs femte hovedrapport, gis det et oppdatert vitenskapelig grunnlag for klimatilpasning i Norge, der både historisk og framtidig klimautvikling beskrives for landet som helhet og for ulike regioner.

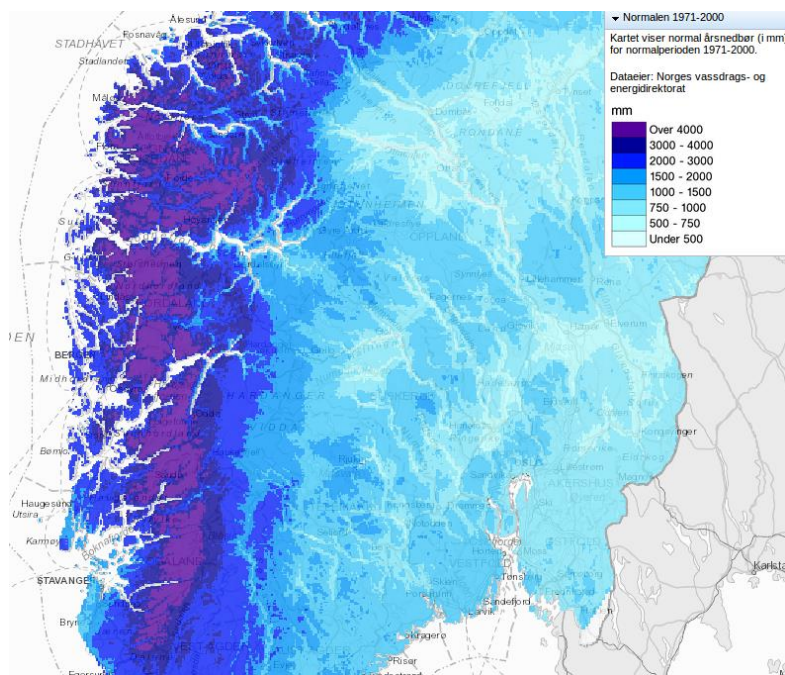
Norsk Klimaservicesenter har laget en «Klimaprofil Hordaland» ([www.klimaservicesenter.no](http://www.klimaservicesenter.no)). I denne rapporten presenteres aktuelt kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning i Hordaland, både for temperatur, nedbør, vind, snø, vannføring og flom, tørke, ulike skredtyper, samt havnivå og stormflo. «Hordaklim» er et prosjekt ledet av Uni Research, der målet er å gi kommuner og bedrifter i Hordaland relevant informasjon om forventede klimaendringer i Hordaland.

Denne rapporten for Odda, Jondal og Ullensvang bygger for en stor del på resultat fra «Klima i Norge 2100» og «Klimaprofil Hordaland», men her er lokal historisk og framtidig klimautvikling i de tre kommunene i fokus.

## 2. Generelt om vær og klima

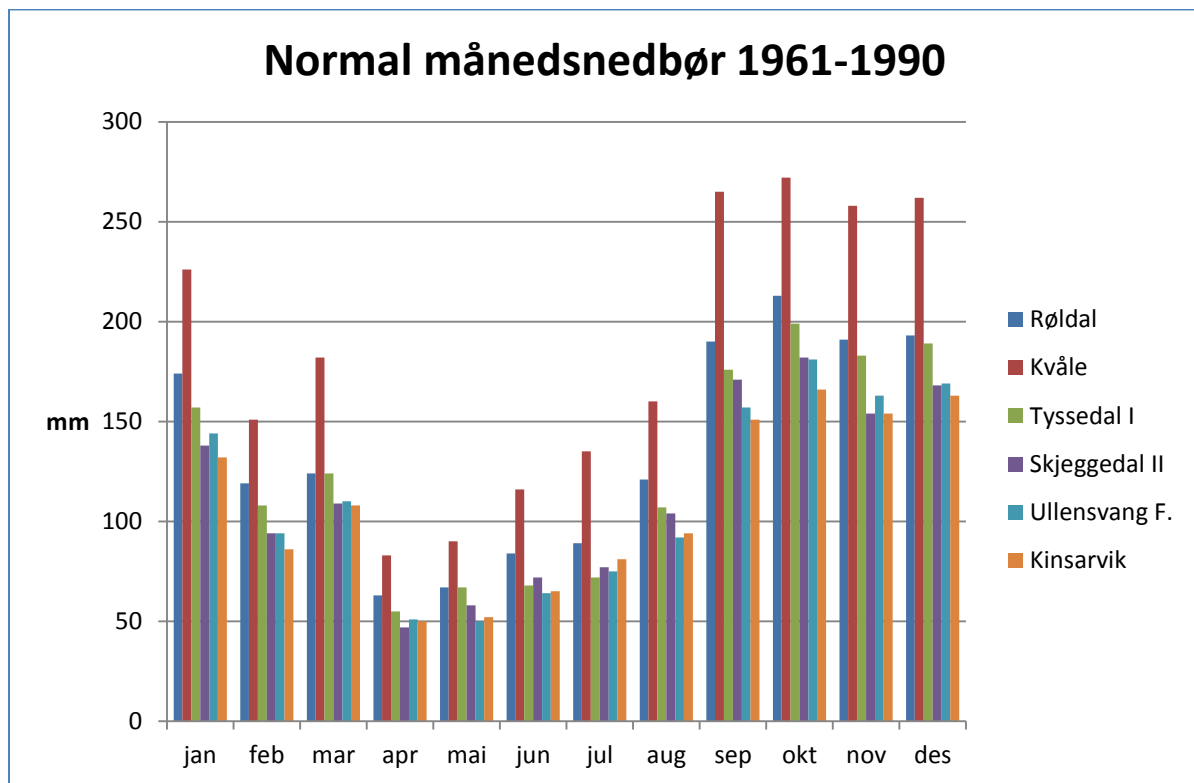
Norge, og særlig Vestlandet, er generelt påvirket av lavtrykkene som kommer inn fra vest/sørvest. Lavtrykkene bringer med seg fuktig luft og avgir nedbør. Vær og klima i Odda, Jondal og Ullensvang er preget av disse lavtrykkene som kommer inn fra vest, men også av samspillet mellom værsystemene og det varierte terrenget i området. Her har nærheten til høye fjell, Folgefonna og til Hardangerfjorden betydning.

Midtre strøk av Vestlandet er faktisk blant de mest nedbørrike områdene i Europa. Figur 1 viser at området rundt Folgefonna og Jondal er særlig nedbørrike, med årsnedbør på over 4000 mm i høyreliggende områder.



Figur 1. Kart over Sør-Norge med normal årsnedbør i mm fra 1971-2000. Kilde: [senorge.no](http://senorge.no)

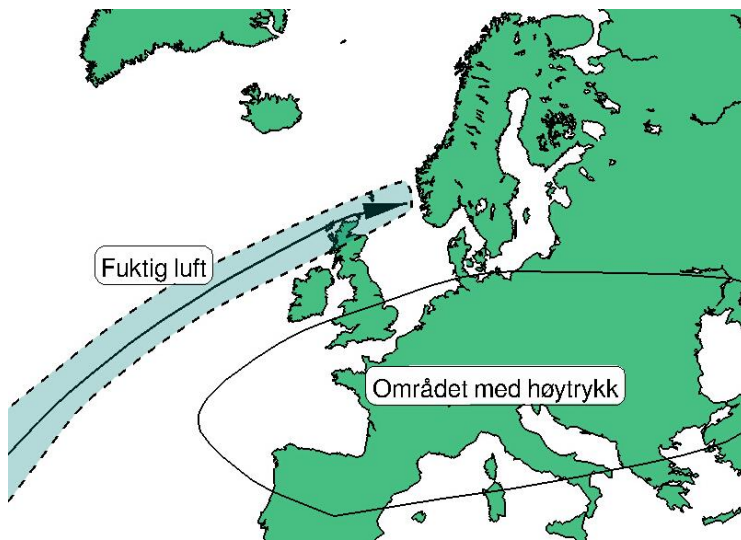
Det kan være stor forskjell på nedbørmengde fra år til år, men også fra sesong til sesong. Figur 2 viser et diagram med normal månedsnedbør (1961-1990) for noen meteorologiske målestasjoner fra området. Figuren viser at det er store lokale forskjeller, og at Kvåle er den mest nedbørrike målestasjonen i dette området. Det er også tydelig at høsten og vinteren er sesongene med mest nedbør, mens vår og tidlig sommer er preget av mindre nedbør.



Figur 2. Normal månedsnedbør i mm fra 1961-1990 for noen stasjoner i området: Røldal (Odda kommune - 393 m o.h.), Kvåle (Jondal kommune - 342 m o.h.), Tyssedal I (Odda kommune - 32 m o.h.), Skjeggedal II (Odda kommune - 418 m o.h.), Ullensvang Forsøksgård (Ullensvang kommune – 108 m o.h.)

Om vinteren og høsten er det mest frontal og orografisk nedbør som gir mye nedbør i området. Orografisk nedbør er når fuktig luft blir presset mot fjellene, stiger, avkjøles og det dannes nedbør. Vindretning og vindstyrke har stor betydning nedbørfordelingen i området. Det må være nok vind i høyden for at den fuktige luften blir transportert helt inn til indre deler av området. Det er særlig vind fra sektoren sør - vest som gir mye nedbør i området.

Værsituasjoner som gir mye nedbør i området er tilførsel av mild og fuktig luft fra sør/sørvest over lengre tid. Dette kan skje når den storstilte værsituasjonen er preget av høytrykk i sør, gjerne over sentral-Europa, og lavtrykk som kommer fra vest. Lavtrykkene går nord for høytrykket, og det kan i spesielle tilfeller gi en «atmosfærisk elv» med fuktig luft til Sørvestlandet, se figur 3. Værsituasjoner med såkalt «atmosfærisk elv», der varm og fuktig luft blir transportert fra subtropene som en smal elv til Vestlandet er bl.a. beskrevet av Stohl med flere (2008) og Sodemann & Stohl (2013). Slike værsituasjoner kan gjerne bli værende i noen dager, eller komme igjen etter kort tid, og kan gi mye nedbør over ett eller flere døgn.



Figur 3. Værsituasjon med «atmosfærisk elv» som kan gi mye nedbør på Vestlandet.

Azad og Sorteberg (2017), har studert ekstreme nedbørepisoder på Vestlandet i værsituasjoner med «atmosfærisk elv». De fant at av de ekstreme tilfellene de så på, skjedde 60 % av tilfellene i november, desember og januar, mens ingen skjedde i april, mai, juni og juli. De konkluderer også med at værsituasjoner med «atmosfærisk elv» spiller en viktig rolle for episoder med kraftig nedbør på vestkysten av Norge.

Om våren og sommeren er det mindre nedbør totalt i området. Men om sommeren kan det komme mye nedbør på kort tid i form av konvektiv nedbør, også kalt sommerbyger. Disse sommerbygene kan være meget lokale, og forekommer hyppigere i indre strøk enn langs kysten

### Vind

Det foreligger lite måledata for vind i området, men de korte måleseriene (figur 4 og 5) viser at det både for Folgefonna skisenter og Fet i Eidfjord er vind fra øst som dominerer. For Fet forekommer de største vindhastighetene ved vind fra sørøst. Generelt for dette området er at vinden i lavereliggende områder oftest følger retningen på daler og fjorder.

**Vindrose, frekvensfordeling av vind**

Vindretning deles i sektorer på 30°

Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

**Vindhastighet ( m/s )**

- > 20.2
- 15.3-20.2
- 10.3-15.2
- 5.3-10.2
- 0.3-5.2

**Stille (%)**

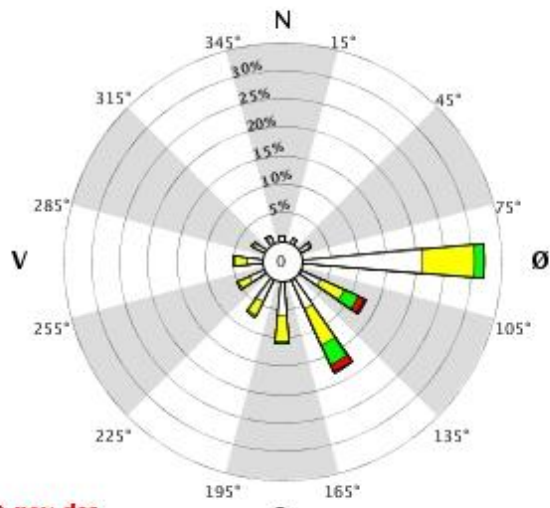


**År: 2015 - 2018**

jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des

**Tidspunkt: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 (NMT)**

**49085 FOLGEFONNA SKISENTER**



Figur 4. Vindrose fra Folgefonna skisenter

**Vindrose, frekvensfordeling av vind**

Vindretning deles i sektorer på 30°

Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

**Vindhastighet ( m/s )**

- > 20.2
- 15.3-20.2
- 10.3-15.2
- 5.3-10.2
- 0.3-5.2

**Stille (%)**

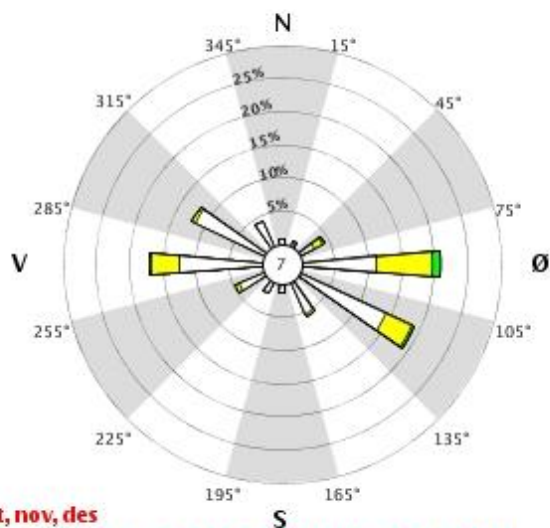


**År: 2009 - 2018**

jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des

**Tidspunkt: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 (NMT)**

**49800 FET I EIDFJORD**



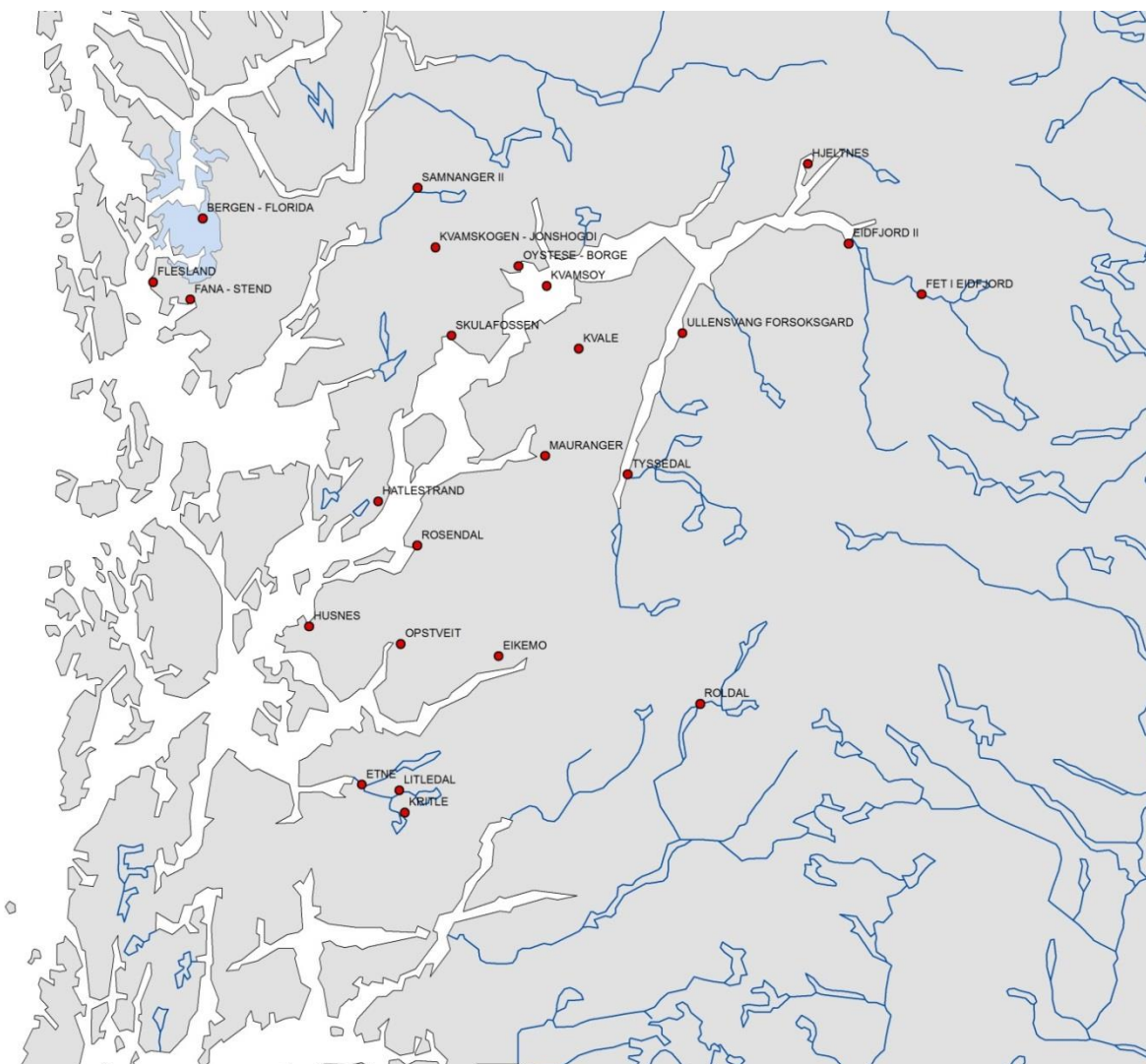
Figur 5. Vindrose fra Fet i Eidfjord

### 3. Data og metoder

Klima på et sted beskrives ofte ved hjelp av middelveidier, men også ekstremverdier er en del av klimaet. Det er viktig å være klar over at det kan være store forskjeller fra år til år, både i temperatur og nedbør. Framskrivninger av temperatur og nedbør fram til år 2100 bygger på data fra globale klimamodeller.

#### 3.1 Historisk klimautvikling og dagens klima

I denne rapporten er historiske data fra målestasjoner i området hentet fra klimadata-arkivet på Meteorologisk institutt, og fra gridda datasett. Også middelveidier for den meteorologiske «standardnormalperioden 1961-1990 (normalverdier)» er hentet fra dette arkivet. Figur 6 viser målestasjoner i området. Middelveidier for perioden 1971-2000, som er referanseperioden for klimaframskrivningene, er beregnet på flere måter. Noen stasjoner har måleserier i denne perioden, disse blir da brukt til å beregne middelveidier. Det er også brukt verdier fra gridda datasett på 1X1 km med månedsverdier for temperatur og nedbør tilbake til år 1900 (Tveito, 2018). For en del stasjoner er verdier fra normalperioden 1961-1990 brukt som grunnlag, og verdier for perioden 1971-2000 er beregnet ved bruk av regionale tidsserier. For å kunne presentere historisk klimautvikling for temperatur og nedbør for Odda sentrum, er det brukt estimerte verdier fra gridda datasett.



Figur 6. Kart over meteorologiske målestasjoner i området som er i drift i dag.

### 3.2 Framtidig klimautvikling

#### Globale klimamodeller

I denne rapporten er det brukt data fra klimamodeller fra et internasjonalt samarbeid, CORDEX (Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment). Dette samarbeidet har som mål å samordne nedskalerte data fra regionale klimamodeller, og gjøre dem tilgjengelige for klimastudier. Alle CORDEX-modellene dekker et minimum av perioden 1970-2100.

Innen Euro-CORDEX (<http://www.euro-cordex.net/>) er globale klimamodeller nedskalert for Europa ved bruk av regionale klimamodeller med oppløsning på  $12 \times 12 \text{ km}^2$  og  $50 \times 50 \text{ km}^2$ . Men på grunn av vår kompliserte topografi er bare  $12 \times 12 \text{ km}^2$  oppløsningen brukt for Norge (Hanssen-Bauer m. fl., 2017). For Norge har døgnlige verdier for temperatur og nedbør fra to forskjellige utslippsscenarioer (RCP4.5 og RCP8.5) for ti klimaprojeksjoner blitt postprosessert og biaskorrigert fra  $12 \times 12 \text{ km}^2$  oppløsning til et grid på  $1 \times 1 \text{ km}^2$ .

Ved nedskalering av data fra de globale modellene brukes det to forskjellige metoder. En metode benytter empirisk-statistiske modeller og en annen modelltype bygger på fysisk-dynamiske

modeller. Flere detaljer er presentert av Hanssen-Bauer med fler (2015) og på [www.klimaservicesenter.no](http://www.klimaservicesenter.no).

For framskrivningene i denne rapporten er døgnverdier for temperatur og nedbør hentet fra dynamiske modeller. For temperatur inkluderes også framskrivninger ved bruk av empirisk statistisk nedskalering (se Appendiks).

### Utslippsscenarioer

For å beskrive framtidige klimaendringer er globale klimamodeller kjørt med ulike utslippsscenarioer. I siste rapport fra FNs klimapanel (IPCC, 2013) blir utslippsscenarioer for drivhusgasser og partikler kalt for RCPer "Representative Concentration Pathways". I denne rapporten ser vi på to slike RCPer, RCP4.5 og RCP8.5. Disse vil videre i rapporten omtales som moderate utslipp og høye utslipp. Beskrivelsene av disse utslippene er hentet fra Hanssen-Bauer m. fl. (2017).

#### **RCP4.5 Moderate utslipp: *Stabile/svakt økende utslipp til 2040, deretter reduserte utslipp***

Her vil klimagasskonsentrasjonene i atmosfæren øke noe fram mot 2060, men vil stabilisere seg mot slutten av århundret. På global skala beregnes under dette scenarioet en temperaturøkning på rundt 2,5 grader mot slutten av århundret, relativt til perioden 1850-1900.

#### **RCP8.5 Høye utslipp: *Kontinuerlig vekst i klimagassutslipp***

Dette scenarioet kalles ofte "business as usual", fordi økningen i klimagassutslipp i stor grad følger samme utvikling som vi har hatt siste tiårene. I dette scenarioet er det svært sannsynlig at global temperaturøkning ved slutten av århundret blir mer enn 4 grader relativt til perioden 1850-1900.

### Framskrivninger av klimautviklingen fram til år 2100

I resultatene for framskrivninger presenteres endring i temperatur, total nedbørmengde, antall dager med kraftig nedbør og endring i nedbørmengde på dager med kraftig nedbør.

Resultatene blir presentert i tabeller og plott med medianverdi av alle modellene, og lav og høy verdi for de to ulike utslippsscenarioene, RCP45 og RCP85. Lav og høy verdi tilsvarer 10-persentil og 90-persentil av modellresultatene. Det blir presentert endringer for hver sesong og for året totalt. I plottene er det to bokser for hver sesong og for året totalt. Den blå boksen viser moderate utslipp (rcp45) og den røde boksen viser høye utslipp (rcp85). Begge boksene viser spennet mellom lav og høy verdi, og den svarte streken er medianverdien. I denne rapporten er hovedvekten lagt på høye utslipp; se Innledning.

For temperatur vises endringen i middeltemperatur i grader. For nedbør vises endringen av total nedbørmengde i prosent for hele året og for hver sesong. For antall dager med kraftig nedbør vises endringen i antall dager, og endringen i nedbørmengde i prosent.

### **Usikkerhet**

Det er usikkerhet knyttet til globale og regionale klimaframskrivninger. Hanssen-Bauer med fler (2015) har listet opp tre hovedkategorier for usikkerheter:

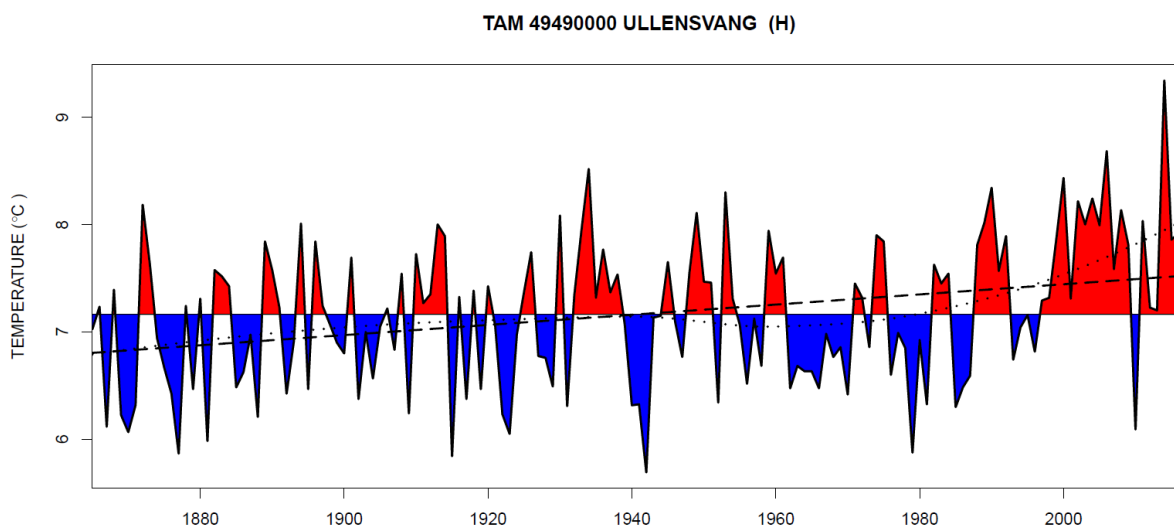
- Usikkerhet knyttet til framtidige menneskeskapte utslipp
- Usikkerhet knyttet til naturlige variasjoner (f.eks. vulkaner og forandring i solinnstråling)
- Modellusikkerhet (f. eks usikkerhet knyttet til manglende forståelse av klimasystemet, begrenset regnekapasitet osv.)

Det er også usikkerhet i nedskalering og postprosessering av data fra globale modeller til data på et mye finere grid. Det er derfor viktig å se på de ulike simuleringene og de to utslippsscenariene for å få et bilde på en mulig framtid. I denne rapporten vil vi se på median/middelverdier av framskrivningene, men også presentere høye og lave beregninger for å gi et bilde på usikkerheten.

## 4. Temperatur

### 4.1 Historisk temperaturutvikling

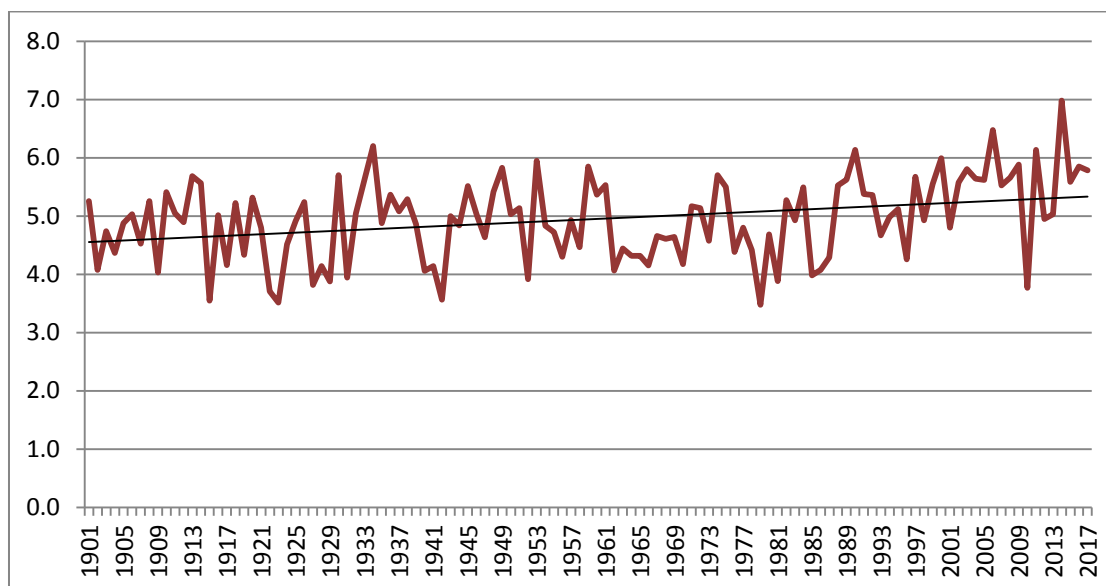
Temperaturutviklingen i området viser en generell økning i middeltemperatur de siste 100-150 årene (Hanssen-Bauer m. fl., 2015; Klimaprofil Hordaland). Figur 7 viser temperaturutviklingen ved den meteorologiske værstasjonen på Ullensvang forsøksgård. Her finnes det en lang måleserie fra 1865, men værstasjonen har dessverre vært ute av drift noen år. I Figur 7 er disse hullene «fylt igjen» ved hjelp av målinger fra værstasjoner i nærheten. Måleserien er også «homogenisert»; dvs. det er justert for endringer som skyldes flytting av målested, skifte av instrumenter eller målemetodikk, o.l. Figuren viser at temperaturen stiger i området etter ca. 1990, men at det også var en forholdsvis varm periode på 1930-tallet. Forskjellen mellom blå og rød farge er verdier over og under gjennomsnittlig temperatur (7,3 °C) for hele perioden 1865-2017. De siste 30 årene, dvs. etter 1988, har temperaturen bare vært under denne middelverdien i fire år (1993, 1994, 1996 og 2010). Høyeste verdi (9,3 °C) ble registrert i 2014 og laveste (5,7 °C) i 1942.



Figur 7. Homogenisert tidsserie for årsmiddel- temperatur (°C) fra Ullensvang (1865-2017).

For Odda har ikke Meteorologisk institutt målinger av temperatur, derfor har vi tatt ut estimerte data for Odda (1900-2017) fra et gridda datasett (Tveito, 2017). Estimerte verdier for middeltemperatur for året vises i figur 8.

## Klimarapport Odda, Ullensvang og Jondal



Figur 8. Beregnet tidsserie for årsmiddel-temperatur(°C) for Odda (1901-2017).

Tabell 1 viser at temperaturendringen per tiår er vesentlig sterkere for de siste 50 år enn for hele måleperioden tilbake til 1900 eller 1865. Siden målingene i Ullensvang startet i 1865 har årsmiddeltemperaturen økt med 0,8 °C; - med størst økning (1,2 °C) om våren.

Tabell 1. Temperaturendring (°C per tiår) for ulike tidsperioder for Ullensvang og Odda

Sted	Datakilde	Tidsom	År	Vinter	Vår	Sommer	Høst
Odda	Grid	1900-2017	0,07	0,06	0,09	0,05	0,08
Odda	Grid	1968-2017	0,25	0,29	0,29	0,10	0,33
Ullensvang	Homogenisert	1865-2017	0,05	0,02	0,08	0,03	0,06
Ullensvang	Homogenisert	1900-2017	0,06	0,03	0,09	0,05	0,06
Ullensvang	Homogenisert	1968-2017	0,24	0,25	0,24	0,14	0,32

### 4.2 Middelsestemperatur i dagens klima

Det er store lokale temperaturforskjeller i dette området. Tabell 2 viser middeltemperaturer i perioden 1971-2000 for enkelte målestasjoner. Det er kun for Ullensvang verdiene er basert på en måleserie (interpolert og homogenisert) som dekker målinger for hele perioden. For de øvrige stasjonene er verdier for normalperioden 1961-1990 (fra METs klimaarkiv) justert opp med regionale verdier for endring fra 1961-1990 til 1971-2000 (Hanssen-Bauer m. fl., 2015). Disse justeringsfaktorene er: År: 0,3 °C, Vinter 0,7 °C, Vår: 0,3 °C, Sommer: 0,1 °C og Høst: 0,1 °C.

## Klimarapport Odda, Ullensvang og Jondal

Tabell 2. Middelerverdier for temperatur (°C) i referanseperioden 1971-2000. Verdier merket \* er interpolert, se tekst.

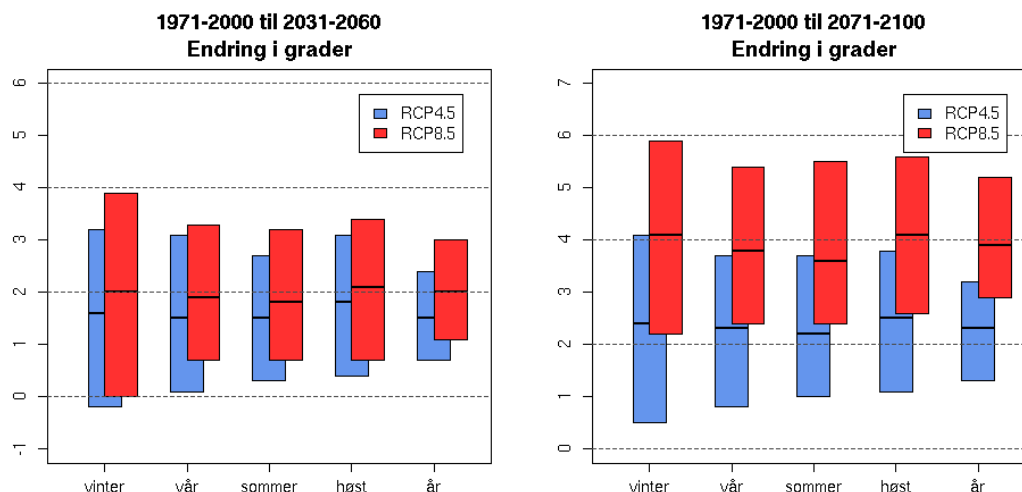
St.nr.	Lokalitet	H.o.h. (m)	År	Vinter	Vår	Sommer	Høst
46450	Rødal*	393	4,3	-3,0	6,8	12,6	5,1
46510	Midtlæger*	1079	0,6	-5,3	-4,3	8,0	0,9
49040	Jondal*	10	7,2	1,2	6,1	14,2	7,3
49220	Odda*	25	5,5	-2,1	4,8	13,9	5,2
49490	Ullensvang fors.	12	7,1	0,8	6,0	14,4	7,0
49540	Kinsarvik*	10	7,0	0,6	6,1	14,5	6,9

### 4.3 Framtidig temperaturutvikling

Framskrivningene av årsmiddeltemperatur for området fra 1971-2000 til 2031-2060 viser en økning på 1,5 °C for moderate klimagassutslipp (RCP4.5) og 2 °C ved høye utslipp (RCP8.5).

Framskrivningene fram til 2071-2100 viser en økning på 2,3 °C for moderate klimagassutslipp og 3,9 °C ved høye utslipp (se figur 9 og tabell 3 og 4).

Resultatene viser at temperaturen i området er ventet å stige for alle årstider; - med størst økning høst og vinter. Økningen er større ved høye enn ved moderate utslipp. For begge utslippsscenarioene er det størst usikkerhet i beregningene for vintersesongen.



Figur 9. Temperaturendring (°C) fra 1971-2000 til 2031-2060 og til 2071-2100 for år- og årstid ved moderate (RCP4.5) og høye (RCP8.5) utslipp av klimagasser.

## Klimarapport Odda, Ullensvang og Jondal

Tabell 3 Beregnet temperaturendring (°C) fra 1971-2000 til 2031-2060

Sesong	Moderate utslipp (RCP4.5)			Høye utslipp (RCP8.5)		
	Median	Lav	Høy	Median	Lav	Høy
År	1,5	0,7	2,4	2,0	1,1	3,0
Vinter	1,6	-0,2	3,2	2,0	0,0	3,9
Vår	1,5	0,1	3,1	1,9	0,7	3,3
Sommer	1,5	0,3	2,7	1,8	0,7	3,2
Høst	1,8	0,4	3,1	2,1	0,7	3,4

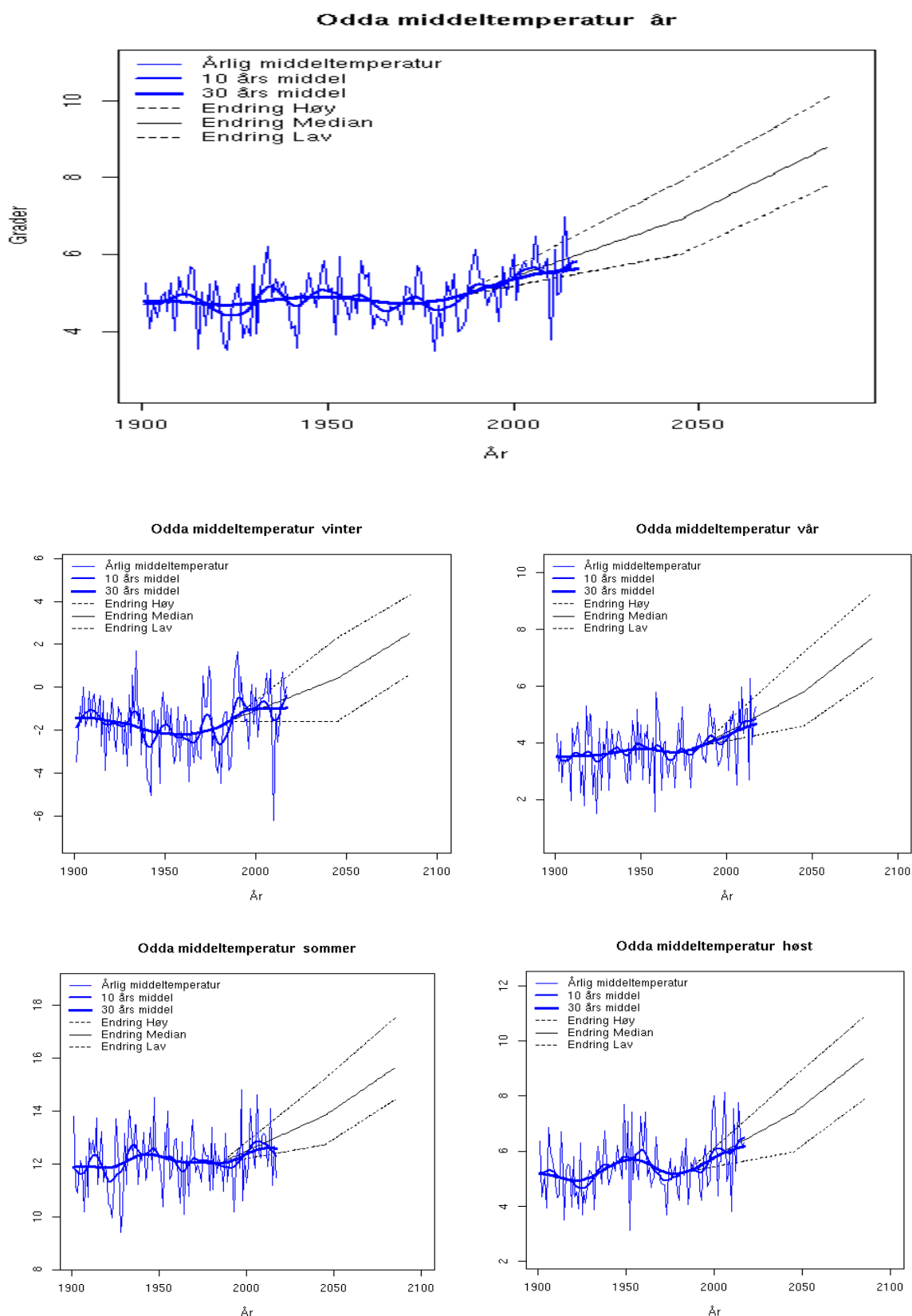
Tabell 4 Beregnet temperaturendring (°C) fra 1971-2000 til 2071-2100

Sesong	Moderate utslipp (RCP4.5)			Høye utslipp (RCP8.5)		
	Median	Lav	Høy	Median	Lav	Høy
År	2,3	1,3	3,2	3,9	2,9	5,2
Vinter	2,4	0,5	4,1	4,1	2,2	5,9
Vår	2,3	0,8	3,7	3,8	2,4	5,4
Sommer	2,2	1,0	3,7	3,6	2,4	5,5
Høst	2,5	1,1	3,8	4,1	2,8	5,6

Tabell 5 Historiske og framtidige års- og årstidsverdier for temperatur i grader °C for Ullensvang

Periode	Vår	Sommer	Høst	Vinter	År
1901-1930	5,9	14,3	7,1	0,9	7,0
1931-1960	6,1	14,7	7,6	0,5	7,2
1961-1990	6,1	14,4	7,2	0,4	7,0
1971-2000	6,3	14,5	7,2	0,9	7,2
1981-2010	6,6	14,8	7,5	1,0	7,5
1988-2017	6,7	15,0	7,8	1,4	7,7
Framtid					
2031-2060 (RCP4.5)	7,8	16,0	9,0	2,2	8,7
2071-2100 (RCP4.5)	8,6	16,7	9,7	3,0	9,5
2031-2060 (RCP8.5)	8,2	16,3	9,3	2,6	9,2
2071-2100 (RCP8.5)	10,1	18,1	11,3	4,7	11,1

Tabell 5 og figur 10 viser middeltemperatur for Ullensvang for år- og årstid for normalperiodene 1901-1930, 1931-1960 og 1961-1990, samt for referanse perioden 1971-2000 og den ferskeste 30-årsperioden 1988-2017. Nederst i tabellen gjengis beregnede verdier for de to scenario-periodene 2031-2060 og 2071-2100 basert på medianverdier for moderate (RCP4.5) og høye (RCP8.5) framtidige utslipp av klimagasser. Figur 10 viser historisk og beregnet framtidig temperaturutvikling for Odda sentrum for år og årstider. Figuren viser bl.a. at i 2050 er 30-års middeltemperatur for RCP8.5 høyere enn den høyeste årsverdien som er registrert. Det fremgår både av tabell 5 og figur 10 at temperaturøkningen fremover blir vesentlig høyere enn økningen de siste 100 år. Det må presiseres at de framtidige endringer er basert på regionale verdier, og derfor kun gir grovestimat av lokale endringer.



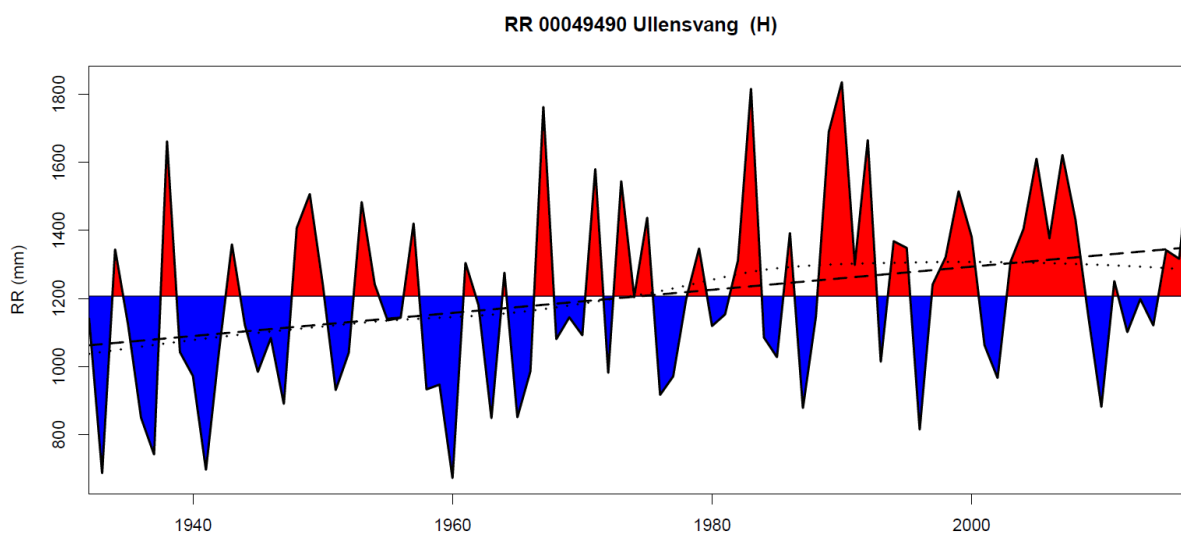
Figur 10. Endring i årsmiddeltemperatur i grader Celsius for Odda fra 1901 til 2017, med prognoser for endring av temperatur framover. Her vises prognoser med høye utslipp, RCP85. Endring Høy er 90-percentilen og Endring Lav er 10-percentilen. Historiske data er hentet fra gridda datasett. Øverste figur viser hele året. De fire neste viser sesongene vinter, vår, sommer og høst.

## 5. Års- og årstidsnedbør

### 5.1 Historisk nedbørutvikling

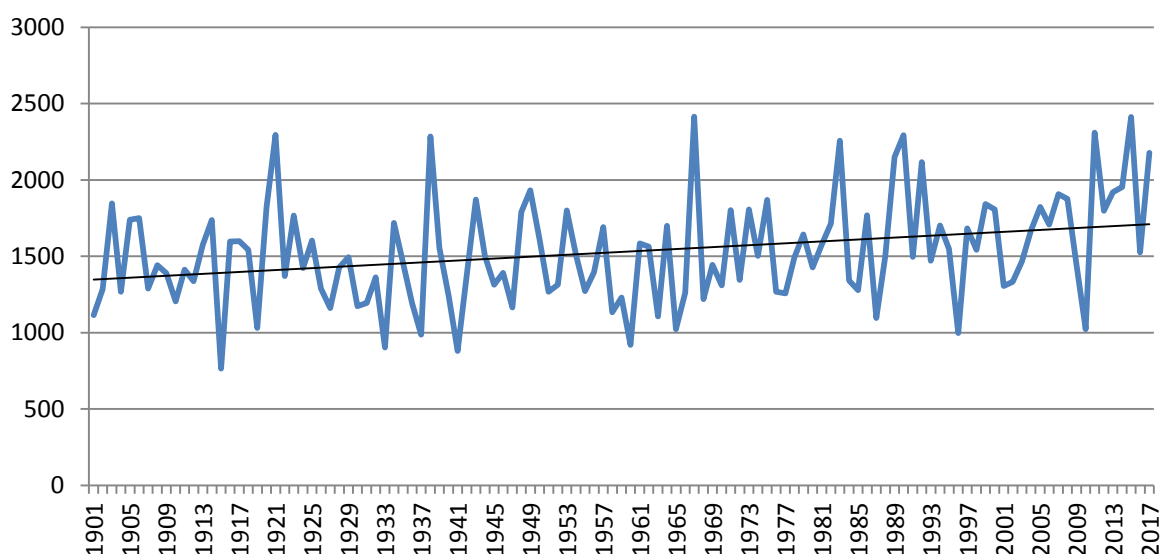
Tidsutviklingen av nedbør i området er blitt analysert på flere måter. Det er dessverre få målestasjoner med lange måleserier av nedbør i området, så vi har også benyttet estimert nedbør for Odda hentet fra et gridda datasett med oppløsning 1x1 km (Tveito, 2018).

Figur 11 viser nedbørutviklingen 1932-2017 ved den meteorologiske værstasjonen på Ullensvang forsøksgård. Værstasjonen var dessverre ute av drift noen år og hullene i måleserien er interpolert ved hjelp av målinger fra stasjoner i nærheten. Måleserien er også «homogenisert», dvs. at den er justert for endringer som skyldes flytting av målested, skifte av instrumenter eller endring av målemetodikk e.l. Vi ser at nedbøren øker i området gjennom perioden. Forskjellen mellom blå og rød farge er verdier over og under gjennomsnittlig nedbør (1207 mm) for hele måleperioden 1932-2017.



Figur 11. Homogenisert tidsserie for årsnedbør (mm) fra Ullensvang (1932-2017). Stiplet linje viser lineær trend

Vi ser av figuren at nedbøren har økt i perioden 1932-2017, men at det innimellom har vært noen vesentlig tørrere og våtere år enn gjennomsnittet. I de siste årene har det blant annet vært tørrere i 2010. Høyeste årsnedbør (1835 mm) ble registrert i 1990, mens laveste (673 mm) forekom i 1960.



Figur 12. Beregnet tidsserie med årsverdier for nedbør (mm) fra Odda (1901-2017).

Figur 12 viser tidsutvikling av årsnedbør for Odda basert på gridda datasett (Tveito, 2018). Disse verdiene er for både år og årstid vist i venstre del av figur 14. Tabell 6 viser lineære trender både for perioden 1900-2017 og for de siste femti år (1968-2017). Det fremgår at for årsnedbør, og nedbør vinter, vår og sommer er økningen per tiår større for de siste femti år enn for hele perioden under ett. For høstnedbør har det vært en synkende tendens de siste femti årene. For hele perioden på 117 år siden 1900 har årsnedbøren økt med over 20 %; - dvs. over 350 mm i Odda; - og med størst økning i millimeter høst og vinter.

Tabell 6 Lineær nedbørendring 1900-2017 i Odda. Verdiene er basert på griddet datasett.

	År	Vinter	Vår	Sommer	Høst
Nedbør 1971-2000 (mm)	1619	566	263	262	528
1900-2017 (mm/tiår)	31,5	10,4	6,3	1,1	13,7
1968-2017 (mm/tiår)	77,6	54,6	26,8	8,1	-11,8
1900-2017 (prosent/tiår)	1,9	1,8	2,4	0,4	2,6
1968-2017 (prosent/tiår)	4,8	9,6	10,2	3,1	-2,2

## 5.2 Middelnedbør i dagens klima

Middelverdier av total nedbørmengde for noen stasjoner i området fra 1971-2000 er listet opp i tabell 7. Bare et fåtall stasjoner har komplette måleserier i hele perioden 1971-2000. For de øvrige stasjonene er verdier for normalperioden 1961-1990 (fra METs klimaarkiv) justert opp med verdier for endring fra 1961-1990 til 1971-2000 fra regionale verdier. Disse justeringsfaktorene er: År: 1,04; Vinter: 1,20; Vår: 1,02; Sommer: 0,97; Høst: 0,96. Vintertun i Odda kommune har høyest årsnedbør med nær 2700 mm, mens Odda sentrum har en årsnedbør på ca. 1600 mm. For alle stasjonene

## Klimarapport Odda, Ullensvang og Jondal

faller det mest nedbør vinter og høst, mens vår og sommer har omtrent halvparten av nedbørmengden i de to andre årstidene.

Tabell 7. Middelerverdier for nedbør (mm) i referanseperioden 1971-1990. Verdier merket \* er interpolert, se tekst.

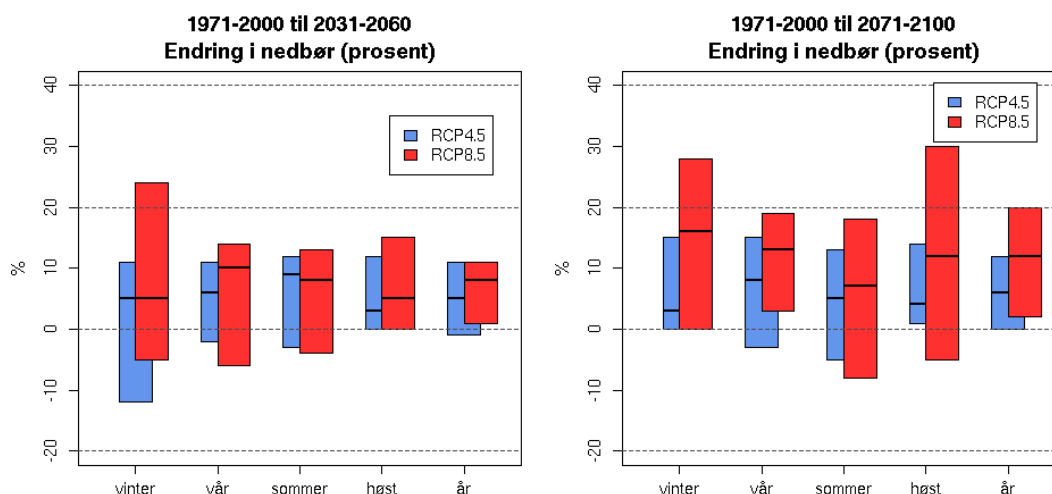
St.nr.	St. Navn	H.o.h. (m)	År	Vinter	Vår	Sommer	Høst
46450	Røldal	393	1700	583	262	282	568
46460	Røldal kraftverk	390	1734	592	270	287	580
46500	Svandalsflona*	1048	1429	464	220	281	468
46510	E134 Midtlæger*	1079	1319	343	198	342	440
47750	Vintertun	395	2672	978	461	403	826
48500	Rosendal*	75	1868	552	304	416	600
49040	Jondal*	10	2219	733	355	389	746
49070	Kvåle	342	2324	782	387	405	749
49220	Odda*	25	1584	564	256	237	531
49250	Jøsendal*	345	2329	777	390	375	791
49350	Tyssedal I	32	1539	531	256	241	520
49351	Tyssedal IA*	4	1574	562	254	235	527
49390	Skjeggedal II*	418	1443	508	222	241	476
49450	Tyssedal III*	860	1179	392	171	236	384
49460	Tyssedal IV*	1088	949	288	137	230	298
49490	Ullensvang Fors.*	12	1419	515	219	219	470
49510	Ullensvang - Hell.*	72	1439	518	223	223	479
49540	Kinsarvik	108	1371	489	218	228	440

### 5.3 Framtidig utvikling av års- og årstids-nedbør

Framskrivningene av total nedbørmengde fra 1971-2000 til 2031-2060 viser for Sunnhordland en økning på 5 % for moderate klimagass-utslipp (RCP4.5) og 8 % ved høye utslipp (RCP8.5) (Hanssen-Bauer m. fl. (2015)). Framskrivningene fram til 2071-2100 viser en økning på 6 % for moderate klimagass-utslipp (RCP4.5) og 12 % ved høye utslipp (RCP8.5). Endring i prosent er presentert i figur 13 og tabell 8 for midten av århundret og tabell 9 for slutten av århundret.

Observasjonene fra 1971-2000 viser at i dagens klima er det mest nedbør i vinter og høstsesongen. Framskrivningene utover dette århundret viser at nedbøren er ventet å øke i mengde for alle årstider; - med størst økning i prosent for sommeren og våren. For begge utslippsscenarioene er det størst usikkerhet i beregningene for vintersesongen.

## Klimarapport Odda, Ullensvang og Jondal



Figur 13. Endring i nedbør (%) fra 1971-2000 til hhv. 2031-2060 og 2071-2100. Verdiene er basert på beregninger for Sunnhordland (Hanssen-Bauer m. fl. 2015).

Tabell 8. Beregnet nedbørendring (%) fra 1971-2000 til 2031-2060 for Sunnhordland

Sesong	Moderate utslipp (RCP4.5)			Høye utslipp (RCP8.5)		
	Median	Lav	Høy	Median	Lav	Høy
År	5	-1	11	8	1	11
Vinter	5	-12	11	5	-5	24
Vår	6	-2	11	10	-6	14
Sommer	9	-3	12	8	-4	13
Høst	3	0	12	5	0	15

Tabell 9. Beregnet nedbørendring (%) fra 1971-2000 til 2071-2100 for Sunnhordland

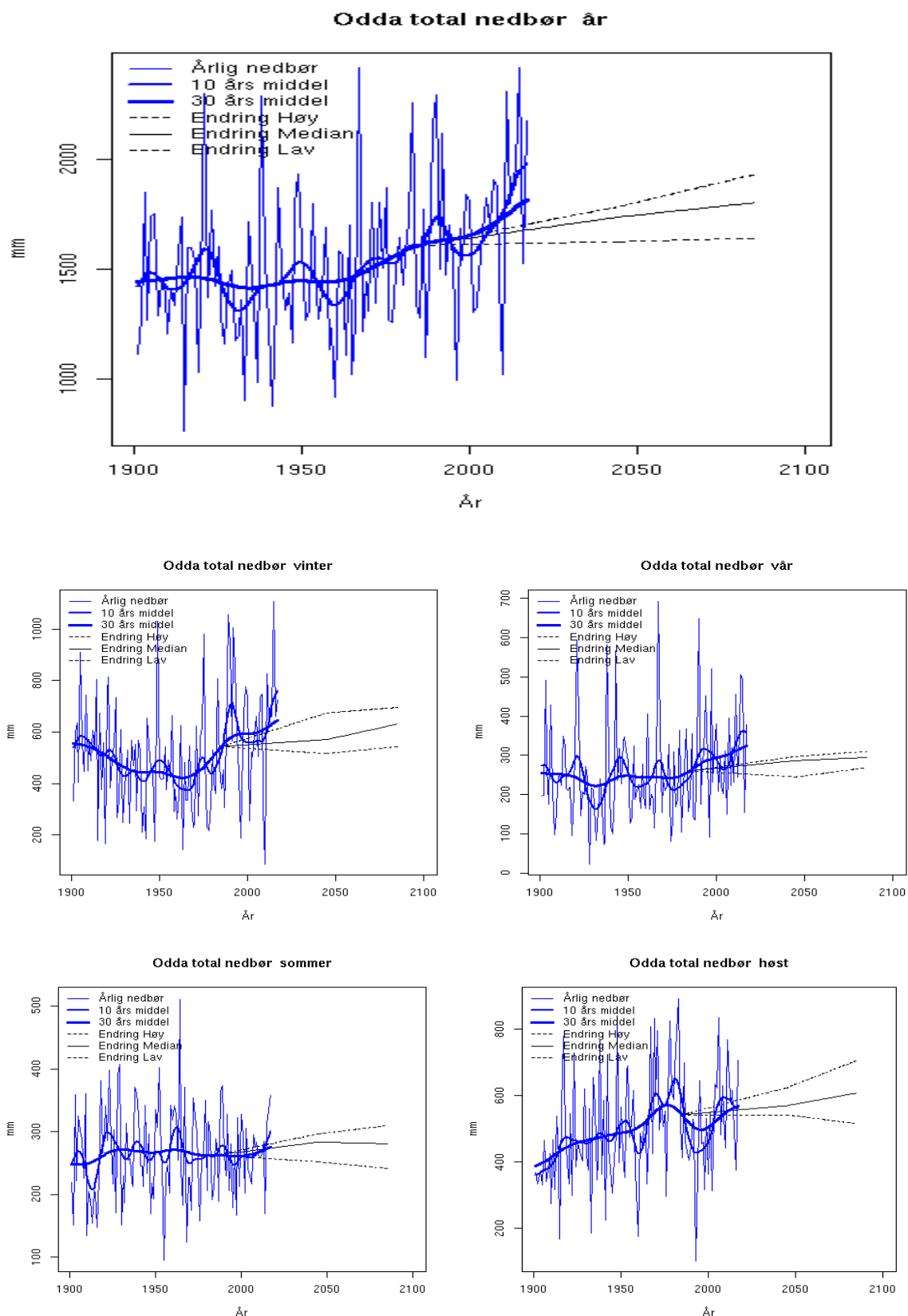
Sesong	Moderate utslipp (RCP4.5)			Høye utslipp (RCP8.5)		
	Median	Lav	Høy	Median	Lav	Høy
År	6	0	12	12	2	20
Vinter	3	0	18	16	0	28
Vår	8	-3	21	13	3	19
Sommer	5	-6	13	7	-8	18
Høst	4	1	14	12	-5	30

Tabell 10 og figur 14 viser at de beregnede nedbørverdier for Odda for år og årstider framover mot år 2100 ikke avviker dramatisk fra verdiene for perioden 1988-2017. Den største endringen fra 1988-2017 til scenarioperiodene er for høsten. Her viser både tidsgrafen (figur 14) og tabell 10 at det har vært relativt lave nedbørsummer for høsten de siste ti-årene sammenlignet med perioden 1961-1990. Det må presiseres at de framtidige endringer er basert på regionale verdier, og derfor kun gir grovestimat av lokale endringer i f.eks. Odda.

## Klimarapport Odda, Ullensvang og Jondal

Tabell 10. Historiske og framtidige års- og årstidsverdier for nedbør (mm) for Odda (historiske verdier bygger på gridda datasett). Prosjeksjonene er basert på endringene i tabell 8 og 9, og viser endringer fra 1971-2000 til hhv. 2031-2060 og 2071-2100.

Periode	År	Vinter	Vår	Sommer	Høst	Min (År)	Maks (År)
1901-1930	1458	520	250	260	428	764 (1915)	2295 (1921)
1931-1960	1408	444	229	262	472	880 (1941)	2284 (1938)
1961-1990	1567	474	255	272	567	1022 (1965)	2414 (1967)
1971-2000	1620	566	264	262	528	997 (1996)	2292 (1990)
1988-2017	1727	639	310	270	508	997 (1996)	2413 (2015)
2031-2060 (RCP4.5)	1700	595	280	285	544		
2031-2060 (RCP8.5)	1750	595	290	285	555		
2071-2100 (RCP4.5)	1715	585	285	275	550		
2071-2100 (RCP8.5)	1815	655	300	280	590		



Figur 14. Endring i nedbør for år og sesonger i mm for Odda fra 1901 til 2017, med prognoser for endring av nedbør framover. Her vises prognoser med høye utslipp, RCP85. Endring Høy er 90-percentilen og Endring Lav er 10-percentilen. Historiske data kommer fra gridda datasett.

## 6. Flom, skred og kraftig nedbør

I Odda-området har det opp gjennom årene vært en rekke skadevoldende skred og flommer, og nedenfor gis en summarisk oversikt.

### 6.1 Skred

Tabell 11 viser noen eksempler på skred i Odda-området. Det er ikke alltid at skredene er resultat av ekstreme værhendelser.

Tabell 11. Skred i Odda-området

Dato	Navn/sted	Konsekvens
9. feb. 1928	«Husaskredet» på Tokheim (snøskred)	Tok 1 menneskeliv
19. feb. 1943	Digranes (skred i vann førte til flodbølge ned fjellsiden mot Digranes)	Tok skolehuset og mange andre bygg
23. nov. 1956	Stort steinskred i Jondal	Skadet person, flere bygg skada
27. nov. 1958	Stort steinskred ved Tyssedal, «Gamle Oddaveg»	Laget flodbølge. Folkekrav om tunnell (Tyssedaltunnelen)
16. okt. 1973	Steinskred i Tyssedal (fra Tyssedalsnuten)	Ødela bolighus
10. mai. 1975	Stort steinskred i Tyssedal (fra Tveitanuten)	«Flystein» traff bygg
1979	Flere store sørpeskred i Hordaland	Ødela flere bygg
6. nov. 1992	Sørpeskred på Aga, Ullensvang	Ødela flere bygg og jord-skade. Sikringsvoll etablert.
13-18. jan. 1993	Flere store snøskred i Sør fjorden	
17. jan. 1993	Snøskred på Kalvanes/Tokheim/Eitrheim	Tok 1 menneskeliv, sikringsvoll etablert
18- 21. mars 1993	Flere store snøskred i Sør fjorden	
21. jan. 1994	Snøskred på Bleie, Ullensvang	Skadet personer og ødela flere bygg. Sikringsvoll etablert
25. nov. 2011	«Berit» - mange skred i Sør fjorden	
25. des. 2011	«Dagmar» - mange flomskred i Sør fjorden	Ødela veier og flere bygg
29. mai. 2012	Stort steinskred ved Tyssedal (fra Tveitanuten)	En skoleklasse var i skredområde. En skadet.
23. nov. 2017	Steinskred på RV13, ved Lausasteintunnelen	To biler tatt av skredet
23. des. 2017	Flere skred i Ullensvang (Lofthus)	Bolighus truffet av stein fra jordskred

## 6.2 Flom

Flommer i Opo-vassdraget skyldes oftest mildvær og regn, gjerne kombinert med snøsmelting. Ved Sandvenvatnet er det flommer fra mai til desember (Roald, 2013); - flest i oktober (19 prosent), september (16 prosent) og juni (16 prosent). Roald (2013) har gitt en rangert oversikt over de største flommene i Opo og Kinso i perioden 1900-2005. Tabell 12 viser at den største vannføringen i Opo (ved Sandvenvatn) i denne perioden ble registrert i oktober 1983. Flommen i oktober 2014 skyldtes fenomenet «atmosfærisk elv» ;- se kapitlet om «Vær og klima» (Langsholt m. fl., 2015).

En mer omfattende og detaljert oversikt over store flommer i Odda, Ullensvang og Jondal er gitt i Appendiks. Denne oversikten bygger også på opplysninger om historiske flommer fra Apold (1939), NVIM (2017) og Tokheim (1968). Det framgår at det også har vært store skadeflommer i området før 1900-tallet; bl.a. i 1719 (Storflom over store deler av Vestlandet), 4-5. desember 1743 (seks store skred på Aga), 1790, 2. desember 1820 (store skader på dyrket mark), og 13. desember 1887 (store skader i Måge og særlig på Aga). I Appendiks er det også gitt oversikt over nedbørverdier som ble målt i noen av flomepisodene.

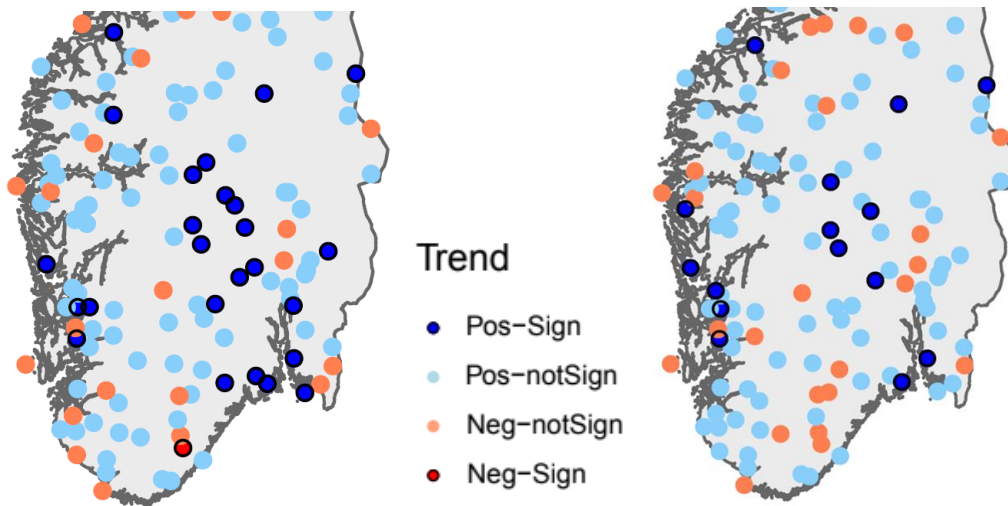
Tabell 12. Store flommer i Opo. Nummerering viser til rangering av flommer (1900-2005) i Roald (2013).

Nr	År	Dato	Kommentarer
1	1983	05.okt	Store skader på infrastruktur i Odda
2	1917	28.sep	
2	1918	11.okt	
4	1938	13-14.nov	Flom ved Sansarbekken, Tjoadalen og Opo. Store skader på infrastruktur og bygg
5	1940	25-27.nov	Skadeflom i Buerelva, Eitrheimselv, Apoldelv
6	1932	18.des	
6	1995	21.jul	Flom også i Kinso
8	2005	14.sep	
	1962	13-14.sept	Storflom i Oddadalen og Buerdalen. Mye skade på infrastruktur og bygg
	2014	27-29.okt	Storflom i Opo. Fem boliger tatt av elven
	2017	23.des	Flom i Opo

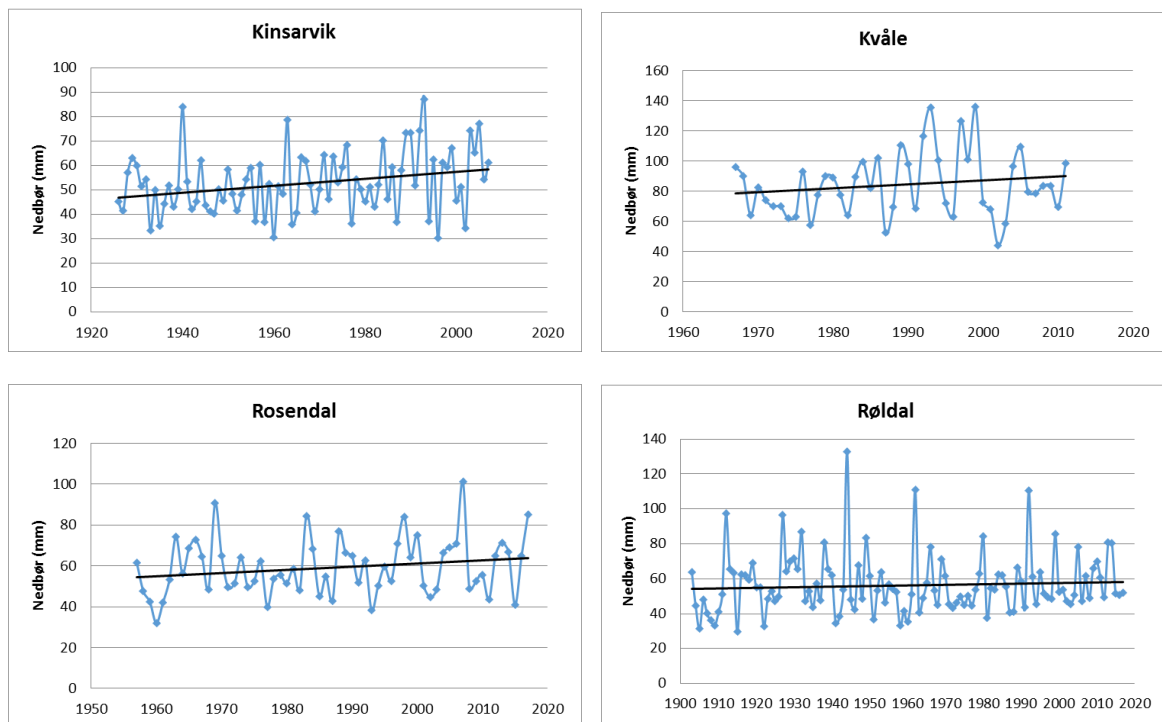
Videre framover mot år 2100 beregnes gradvis reduserte snømengder å gi gradvis mindre snøsmelteflommer, mens regnflommene er ventet å bli større (Klimaprofil Hordaland, 2017). Økt forekomst av lokal, intens nedbør øker sannsynligheten for flom i tettbygde strøk og i små bratte vassdrag som reagerer raskt på regn. Man må være spesielt oppmerksom på at mindre bekker og elver kan finne nye flomveier. Anbefalt klimapåslag på flomvassføring er 20 eller 40 % for alle nedbørfelt i Hordaland, avhengig av plassering og flomsesong. For regnskyll som varer under 3 timer anbefales inntil videre et klimapåslag på minst 40 %.

### 6.3 Historisk utvikling av kraftig ett og to døgn nedbør

Utvikling av kraftig ett- og to-døgn nedbør er presentert i figur 15. Her er det brukt data fra nedbør i nedbørdøgnet, det vil si 24 timers nedbør målt hver morgen. Kartene viser stasjoner i Sør-Norge med signifikant økning i ett/to døgn nedbør (positiv trend), signifikant nedgang i ett/to døgn nedbør (negativ trend), og ikke signifikante endringer. Det fremgår at for de fleste målestasjonene i Sunnhordland har det vært en økning i kraftig 1- og 2-døgn nedbør



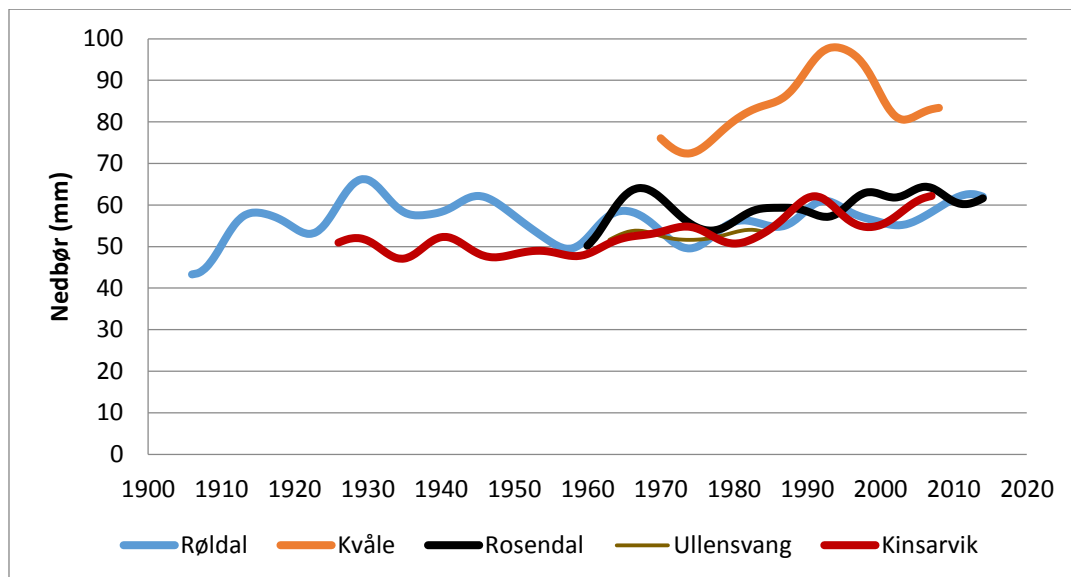
Figur 15. Beregnede trender i maksimal ett- (venstre) og to (høyre) døgn nedbør for hele året fra 1968 til 2017. Signifikante trender er ved 5 % signifikansnivå. Figur: A.V. Dyrredal, MET)



Figur 16. Høyeste årlige 1-døgn nedbør (mm) for Kinsarvik, Kvåle, Rosendal og Røldal

## Klimarapport Odda, Ullensvang og Jondal

Figur 16 viser tidsutvikling av årets høyeste 1-døgns nedbør ved fire stasjoner i området. For alle stasjonene er det tendens til økende verdier, men figurene viser at det for alle stasjoner er store variasjoner fra år-til-år. For å se om det er noe regionalt mønster i perioder med kraftige 1-døgns nedbørhendelser viser figur 17 tidsutviklingen av høyeste årlige 1-døgns nedbør (10-års utjevning). Figuren tyder på at det ikke har vært spesielle perioder med kraftig 1-døgn nedbør på alle stasjoner, men at det er en tendens til økende verdier etter ca. 1970.

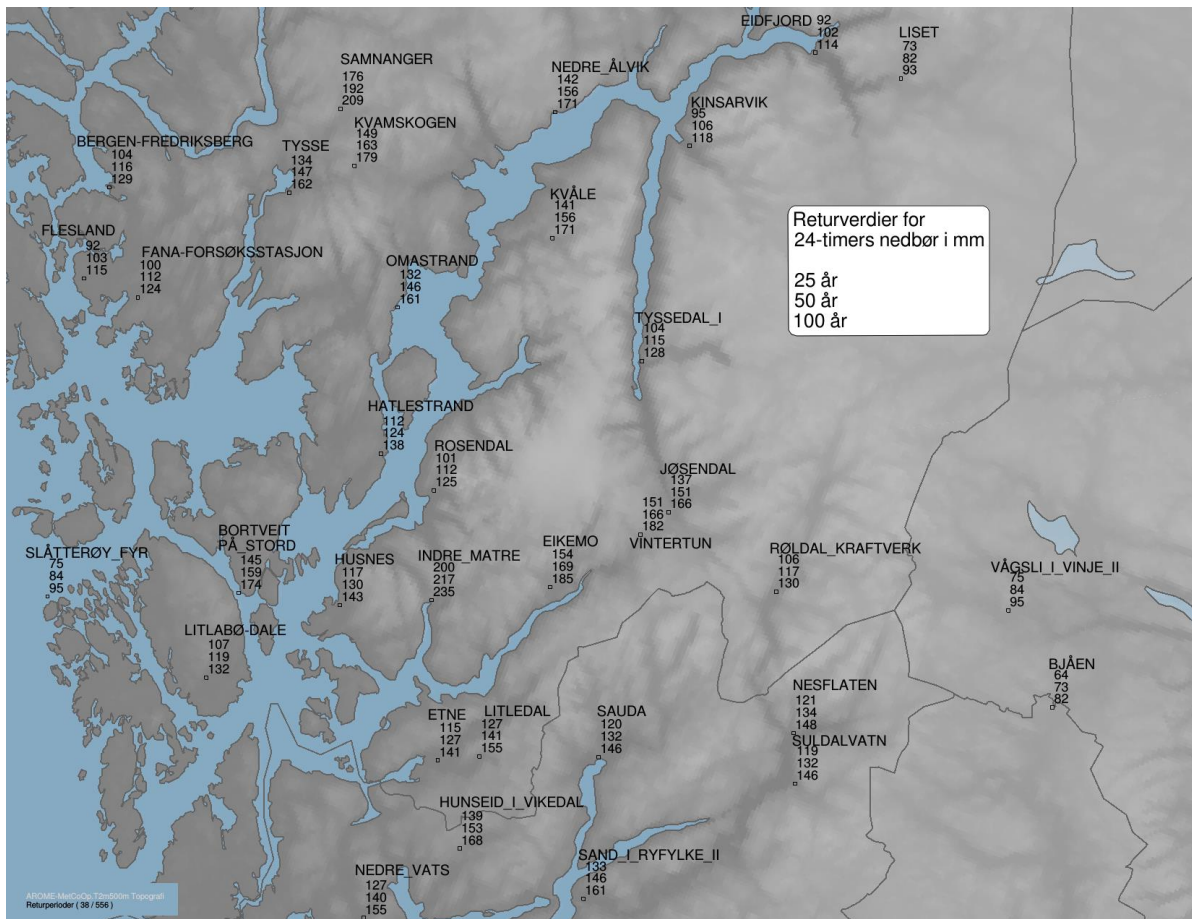


Figur 17. Tidsutvikling (10-års utjevning) av høyeste årlige 1-døgns nedbør

### 6.4 Kraftig nedbør i dagens klima

For dimensjoneringsformål og for å vurdere «sjeldenhet» brukes ofte begrepene «returperiode» eller «gjentakintervall». Dette er verdier som i løpet av en lang tidsperiode i gjennomsnitt overskrides én gang i løpet av f.eks. 100 år («hundreårsverdi»). Vi har i denne rapporten i hovedsak konsentrert oss om nedbør i løpet 24-72 timer. For små nedbørfelt og urbane områder kan også kraftig nedbør i løpet av kortere tidsrom forårsake overvann. For dimensjonering av overvann i slike områder har MET utarbeidet såkalte IVF-kurver (Intensitet-Varighet-Frekvens). Fra disse kurvene kan man se hvor mye nedbør som kan komme for ulike tidsintervall for ulike returperioder. Slike IVF-kurver foreligger for målestasjoner som registrerer korttidsnedbør, men også med mulighet for å hente ut estimat for vilkårlige steder i fastlands-Norge. Dette verktøyet er tilgjengelig på [www.klimaservicesenter.no](http://www.klimaservicesenter.no).

## Klimarapport Odda, Ullensvang og Jondal



Figur 18. Returperioder for 24-timers nedbør i området. De tre tallene tilsvarer 25, 50 og 100 års returverdier i mm.

Figur 18 viser returverdier for 24-timers nedbør i millimeter for periodene 25 år, 50 år og 100 år. Tabellene under presenterer verdier med 100-års returperiode for en del stasjoner i området. Estimatenes er gitt for nedbør i løpet av 24 timer (tabell 13), 48 timer (tabell 14) og 72 timer (tabell 15). Tabellene og figur 18 understreker de store lokale forskjellene i området.; - for eksempel er 100 års verdien for 24-timers nedbør ved Opstveit dobbelt så høy som for Ullensvang og Kinsarvik. I tabellene er det også tatt med høyeste observerte nedbørverdi i løpet av 1, 2 og 3 døgn, samt måned og år da disse inntraff. For de fleste stasjonene er vinteren og høsten sesongene det er høyest nedbørsum på dager med kraftig nedbør. Tabell 16 viser episoder med ekstremnedbør.

Det ser ut til at det ikke er noen tett sammenheng mellom episodene med høyest nedbør og flomhendelsene i tabell 12. En rekke store flommer forekommer for episoder med kraftig men ikke ekstrem nedbør, mens det for flere episoder med ekstrem nedbør ikke blir ekstrem flom. Men for noen av episodene er det samsvar, f.eks. for flommen i november 1940. At samsvaret ikke er bedre skyldes trolig dels vannføringen før nedbørepisoden, og ikke minst at det i mange flommer er tilskudd fra snøsmelting. Men for vurdering av flommer og årsaker til flommer er det NVE som er rett faginstans.

## Klimarapport Odda, Ullensvang og Jondal

Tabell 13. 100-års returverdier for nedbør (mm) i løpet av 24-timer

	Stasjon	Tidsrom	År	Vinter	Vår	Sommer	Høst	Maks obs (md.år)
46450	Røldal	1902-2017	123	109	75	76	104	132 (01.1944)
46460	Røldal kraftverk	1967-2001	127	107	84	82	115	102 (11.1999)
47500	Etne	1926-2004	139	122	89	92	120	145 (12.1936)
47750	Vintertun	1973-2008	180	166	129	108	151	135 (12.1986)
47890	Opstveit	1968-2017	222	185	153	144	194	223 (11.2005)
48500	Rosendal	1936-2017	130	108	85	99	111	115 (12.1936)
49070	Kvåle	1966-2012	171	158	125	101	141	136 (11.1999)
49250	Jøsendal	1895-1973	166	154	119	94	137	141 (02.1928)
49350	Tyssedal I	1957-2001	127	115	82	75	105	98 (02.1976)
49490	Ullensvang Fors.	1962-1988	109	98	72	63	97	85 (12.1966)
49550	Kinsarvik	1926-2008	112	98	75	73	95	87 (02.1993)
50300	Kvamskogen	1957-2006	178	142	123	119	165	156 (10.1995)
50350	Samnanger	1901-2001	208	187	146	138	183	195 (11.1940)

Tabell 14. 100-års returverdier for nedbør (mm) i løpet av 48-timer

	Stasjon	Tidsrom	År	Vinter	Vår	Sommer	Høst	Maks obs (mnd.år)
46450	Røldal	1902-2017	154	135	97	97	138	157 (02.1962)
46460	Røldal kraftverk	1967-2001	162	131	107	99	154	136 (10.1980)
47500	Etne	1926-2004	169	149	111	112	149	162 (10.1983)
47750	Vintertun	1973-2008	238	223	172	133	197	201 (02.1989)
47890	Opstveit	1968-2017	279	240	197	179	243	294 (11.2005)
48500	Rosendal	1936-2017	169	135	109	127	145	201 (09.1940)
49070	Kvåle	1966-2012	221	199	162	130	181	195 (01.1994)
49250	Jøsendal	1895-1973	223	204	161	123	183	240 (03.1903)
49350	Tyssedal I	1957-2001	163	150	104	91	135	162 (01.1992)
49490	Ullensvang Fors.	1962-1988	138	122	92	82	125	117 (12.1996)
49550	Kinsarvik	1926-2008	142	126	97	87	123	146 (11.1940)
50300	Kvamskogen	1957-2006	224	187	161	155	208	208 (03.1983)
50350	Samnanger	1901-2001	272	241	193	178	241	311 (10.1953)

Tabell 15. 100-års returverdier for nedbør (mm) i løpet av 72-timer

	Stasjon	Tidsrom	År	Vinter	Vår	Sommer	Høst	Maks obs (mnd.år)
46450	Røldal	1902-2017	184	162	114	112	167	180 (10.2014)
46460	Røldal kraftverk	1967-2001	198	167	125	116	183	166 (10.1980)
47500	Etne	1926-2004	193	174	127	127	175	192 (12.1936)
47750	Vintertun	1973-2008	282	270	201	154	234	270 (12.1986)
47890	Opstveit	1968-2017	327	291	222	203	289	332 (12.1991)
48500	Rosendal	1936-2017	203	158	125	153	178	272 (09.1940)
49070	Kvåle	1966-2012	258	237	185	147	222	238 (01.1994)
49250	Jøsendal	1895-1973	270	249	192	145	221	328 (03.1903)
49350	Tyssedal I	1957-2001	194	179	122	102	159	203 (01.1992)
49490	Ullensvang Fors.	1962-1988	161	142	105	94	146	137 (12.1966)
49550	Kinsarvik	1926-2008	170	153	111	97	146	179 (11.1940)
50300	Kvamskogen	1957-2006	263	228	187	179	248	228 (09.1963)
50350	Samnanger	1901-2001	317	287	228	209	281	336 (11.1940)

Tabell 16. Episoder med ekstremnedbør i Odda-området (tall i parentes angir returperiode)

År	Dato	Sted	Observasjoner
1903	mars	Jøsendal	2d: 240 mm (>100 år), 3d: 328 mm (>100 år)
1936	des	Etne	1d: 145 mm (>100 år), 3d: 192 mm (>100 år)
1940	nov	Kinsarvik	2d: 146 mm (>100 år), 3d: 179 mm (> 100 år)
1940	nov	Samnanger	3d: 336 mm (>100 år)
1944	Jan	Røldal	1d: 132 mm (>100 år)
1953	okt	Samnanger	2d: 311 mm (>100 år)
1962	feb	Røldal	2d: 157 mm (>100 år)
1992	Jan	Tyssedal I	2d: 162 mm (>100 år), 3d: 203 mm (>100 år)
2005	14.sep	Kvamskogen	2d: 186 mm (~25 år)
2005	15.nov	Opstveit	1d: 223 mm, 2d: 294 mm, 3d: 324 mm (alle >100 år)
2014	28.okt	Røldal	3d: 180 mm (~100 år)
2017	06.des	Etne	3d: 183 mm (50-100 år)
2017	23.des	Ullensvang	2d: 116 mm (~25 år)

### 6.5 Endring i nedbørmengde på dager med kraftig nedbør

I Klima i Norge 2100 er «kraftig nedbør» definert som verdier som forekommer i 0,5 % av dagene i perioden. Det vil si døggnedbør som er kommet ca. 0,5 ganger per år per sesong, og 2 ganger per år for året totalt. Tabell 17 viser slike verdier for en del målestasjoner i området. Det er verdiene i denne tabellen som er grunnlag for beregningene av kraftig nedbør i framtidens klima.

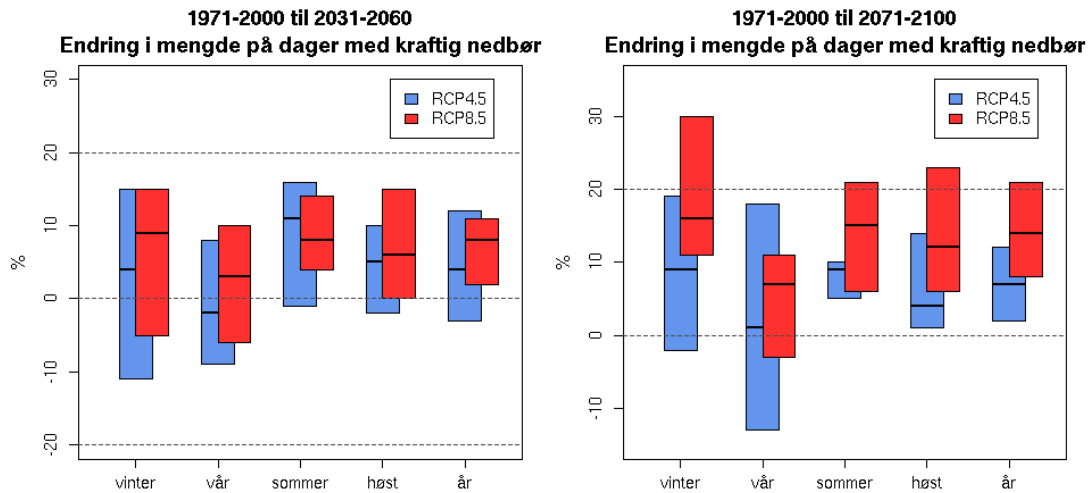
Tabell 17. Kraftig døggnedbør (99,5 persentil) på noen målestasjoner i området

Døgnverdier på kraftig nedbør (mm)	År	Vinter	Vår	Sommer	Høst
46450 - Røldal	49,1	52,3	43,1	40,3	53,3
46460 – Røldal kraftverk	54,4	57,2	45,6	42,3	57,2
48500 – Rosendal	50,7	53,2	44,2	48,9	51,8
49350 – Tyssedal I	57,3	71,4	46,7	37,5	54,4
49550 – Kinsarvik	53,0	60,0	52,1	36,7	51,5
49070 - Kvåle	77,6	94,9	83,1	53,2	71,4

Framskrivningene av endring av nedbørmengde på dager med kraftig nedbør fra 1971-2000 til 2031-2060 viser fro Sunnhordland en økning på 4 % for moderate klimagass-utslipp (RCP4.5) og 8 % ved høye utslipp (RCP8.5) (Hanssen-Bauer m. fl., 2015). Framskrivningene fram til 2071-2100 viser en økning på 7 % for moderate klimagass-utslipp (RCP4.5) og 14 % ved høye utslipp (RCP8.5). Endring i prosent er presentert i figur 19 og tabell 18 for midten av århundre og tabell 19 for slutten av århundre.

Framskrivningene utover dette århundre viser at nedbøren er ventet å øke i mengde på dager med kraftig nedbør for alle årstider; - men minst økning om våren. For høye utslipp er det særlig sommer og vintersesong som har økning i nedbørmengde på dager med kraftig nedbør.

## Klimarapport Odda, Ullensvang og Jondal



Figur 19. Endring i nedbørmengde (%) på dager med kraftig nedbør fra 1971-2000 til hhv. 2031-2060 og 2071-2100. Verdiene er basert på beregninger for Sunnhordland (Hanssen-Bauer m.fl. 2015).

Tabell 18. Beregnet nedbørendring (%) på dager med kraftig nedbør fra 1971-2000 til 2031-2060 i Sunnhordland (fra Hanssen-Bauer m. fl., 2015)

Endring (%) i nedbørmengde på dager med kraftig nedbør	Moderate utslipp			Høye utslipp		
	Median	Lav	Høy	Median	Lav	Høy
År	4	-3	12	8	2	11
Vinter	4	-11	15	9	-5	15
Vår	-2	-9	8	3	-6	10
Sommer	11	-1	16	8	4	14
Høst	5	-2	10	6	0	15

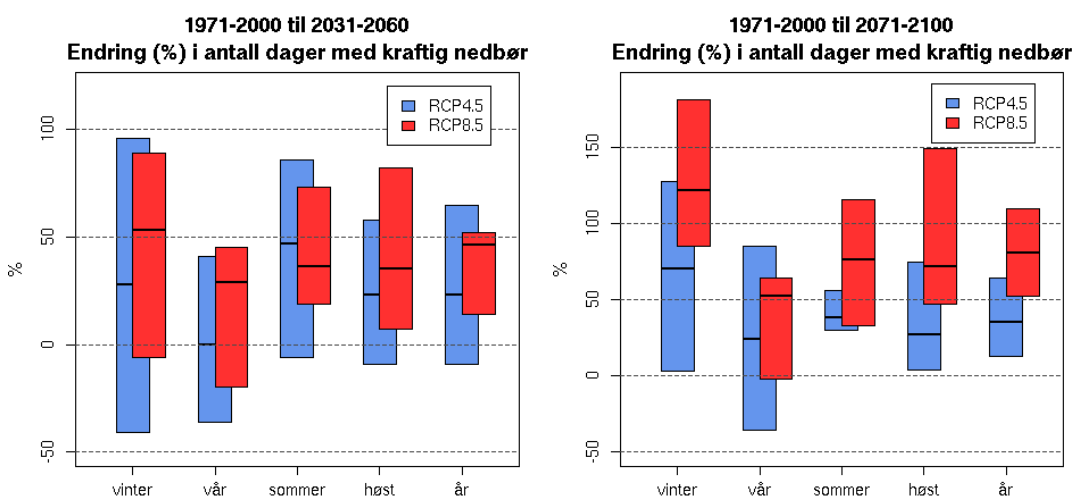
Tabell 19. Beregnet nedbørendring (%) på dager med kraftig nedbør fra 1971-2000 til 2071-2100 i Sunnhordland (fra Hanssen-Bauer m. fl., 2015)

Endring (%) i nedbørmengde på dager med kraftig nedbør	Moderate utslipp			Høye utslipp		
	Median	Lav	Høy	Median	Lav	Høy
År	7	2	12	14	8	21
Vinter	9	-2	19	16	11	30
Vår	1	-13	18	7	-3	11
Sommer	9	5	10	15	6	21
Høst	4	1	14	12	6	23

## 6.6 Framtidig utvikling av antall dager med kraftig nedbør

Framskrivningene av endring i antall dager med kraftig nedbør fra 1971-2000 til 2031-2060 viser for Sunnhordland en økning på 23 % for moderate klimagass-utslipp (RCP4.5) og 46 % ved høye utslipp (RCP8.5) (Hanssen-Bauer m. fl., 2015). Framskrivningene fram til 2071-2100 viser en økning på 35 % for moderate klimagass-utslipp (RCP4.5) og 81 % ved høye utslipp (RCP8.5). Endring i prosent er presentert i figur 20 og tabell 20 for midten av århundre og tabell 21 for slutten av århundre.

Framskrivningene utover dette århundre viser at antall dager med kraftig nedbør er ventet å øke for alle årstider; - men minst økning om våren. For begge utslippsscenarioene er det størst usikkerhet i vintersesongen. I endring fram til slutten av århundre for vintersesongen viser Høy verdi (90-persentilen) en økning på nester 200 %. Det vil si en tredobling av antall dager med kraftig nedbør.



Figur 20. Endring i antall dager med kraftig nedbør (%) fra 1971-2000 til hhv. 2031-2060 og 2071-2100. Verdiene er basert på beregninger for Sunnhordland (Hanssen-Bauer m. fl. 2015).

Tabell 20. Beregnet endring (%) i antall dager med kraftig nedbør fra 1971-2000 til 2031-2060 i Sunnhordland (fra Hanssen-Bauer m. fl., 2015)

Endring (%) i antall dager med kraftig nedbør	Moderate utslipp			Høye utslipp		
	Median	Lav	Høy	Median	Lav	Høy
År	23	-9	65	46	14	52
Vinter	28	-41	96	53	-6	89
Vår	0	-36	41	29	-20	45
Sommer	47	-6	86	36	19	73
Høst	23	-9	58	35	7	82

## Klimarapport Odda, Ullensvang og Jondal

Tabell 21. Beregnet endring (%) på antall dager med kraftig nedbør fra 1971-2000 til 2071-2100 i Sunnhordland (fra Hanssen-Bauer m. fl., 2015).

Endring (%) i antall dager med kraftig nedbør	Moderate utslipp			Høye utslipp		
	Median	Lav	Høy	Median	Lav	Høy
Sesong	Median	Lav	Høy	Median	Lav	Høy
År	35	13	64	81	52	110
Vinter	70	3	128	122	85	181
Vår	24	-36	85	52	-2	64
Sommer	38	30	56	76	33	116
Høst	27	4	75	72	47	149

# 7. Oppsummering

I denne rapporten beskrives historiske endringer av klima i området for både temperatur og nedbør de siste 100-150 årene. For nedbør er både total nedbørmengde og kraftig nedbør presentert. Gjennom årene har dette området vært utsatt for en rekke skadevoldende skred og flommer som er forårsaket av kraftig nedbør. Noen av disse hendelser er presentert i rapporten.

For å få et innblikk i hvordan klimaet beregnes å endre seg i området utover i dette århundret, er lokale framskrivninger av temperatur og nedbør presentert.

En oppsummering av de historiske klimaendringene og framskrivningene utover i dette århundret er presentert under.

### Temperatur

- I løpet av 150 år med temperaturmålinger i Ullensvang har årsmiddeltemperaturen økt med ca. 0,8 °C. Økningen er størst om våren.
- Framskrivningene av årsmiddeltemperatur for området til midten av århundret viser en økning på 1,5 °C ved moderate klimagassutslipp og 2 °C ved høye utslipp.
- Framskrivning av årsmiddeltemperatur for området fram til slutten av århundret viser en økning på ca. 2,5 °C ved moderate utslipp og ca. 4 °C ved høye utslipp.
- Framskrivningene viser at temperaturøkningen fram mot år 2100 blir vesentlig større enn for de siste hundre år.
- Det er ventet stigning i temperatur for alle årstider, størst økning i høst og vinter sesongen.

### Nedbør

- Nedbørutviklingen i området viser en generell økning i total nedbør de siste 100-150 årene.
- For Odda har årsnedbøren siden år 1900 økt med over 20 %, og med størst økning om høsten og minst om sommeren.
- Observasjonene fra 1971-2000 viser at vinter og høst er sesongene med mest nedbør, mens vår og sommer har omtrent halvparten så mye.
- Framskrivningene for total årlig nedbørmengde fram til midten av århundret er på ca. 5 % for moderate utslipp og ca. 8 % for høye utslipp.
- Framskrivninger for total årlig nedbørmengde fram til slutten av århundret er på ca. 6 % for moderate utslipp og ca. 12 % for høye utslipp .

## Klimarapport Odda, Ullensvang og Jondal

- Framskrivningene viser størst økning i total nedbørmengde i prosent om sommeren og våren.
- Framskrivningene for begge utslippsscenarioene har størst usikkerhet for vintersesongen.

### Kraftig nedbør

- De fleste målestasjonene i sør i Hordaland viser en økning i kraftig 1- og 2-døgns nedbør i årene 1968-2017.
- Framskrivninger for antall dager med kraftig nedbør i området fram til midten av århundret viser en økning på 20-50 % for året totalt, og 40-90 % til slutten av århundret.
- Framskrivninger for endring i nedbørmengde på dager med kraftig nedbør fram til midten av århundret viser økning på 4-8 % for hele året, og 7-14 % fram til slutten av århundret.
- Framskrivninger for antall dager med kraftig nedbør og nedbørmengde disse dagene viser økning for alle sesongene og året totalt, men minst økning i vårsesongen.
- For høye utslipp fram til slutten av århundre viser 90-persentilen omkring 200 % økning i antall dager med kraftig nedbør, det vil si en tredobling av antall dager.

### Skred og flom

- Flommer i Opo-vassdraget skyldes oftest mildvær og regn utover sensommer og høst.
- Ved Sandvenvatnet kommer flommene helst fra mai til desember, flest i oktober.
- Fram mot år 2100 vil gradvis reduserte snømengder gi gradvis mindre snøsmelteflommer, mens regnflommene er ventet 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.
- Anbefalt klimapåslag på flomvassføring er 20 eller 40 % for alle nedbørfelt i Hordaland, avhengig av plassering og flomsesong. For regnskyll som varer under 3 timer anbefales inntil videre et klimapåslag på minst 40 %.

## 8. Referanser

Azad, R. og Sorteberg, A., 2017: Extreme daily precipitation in coastal western Norway and the link to atmospheric rivers. *Journal of Geophysical Research*, vol. 122 (4).

<https://doi.org/10.1002/2016JD025615>

Apold, Johannes. 1938/1939: "Samlinga etter Johannes Apold", legg 3.4, arkiv nr 142, (arkiv OLA/142 på NVIM) «Flomar og flomskadar i Sjøfjorden».

Dyrddal, Anita Verpe, 2018: Beregnede trender i maksimal ett- og to døgners nedbør for hele året fra 1968 til 2017. Meteorologisk institutt.

Hanssen-Bauer, I., E.J.Førland, I.Haddeland, H.Hisdal, S.Mayer, A.Nesje, J.E.Ø.Nilsen, S.Sandven, A.B.Sandø, A.Sorteberg and B.Ådlandsvik, 2015: Klima i Norge 2100 – Kunnskapsgrunnlag for Klimatilpasning, oppdatert i 2015. (In English: Climate in Norway 2100 – Knowledge base for climate adaptation, updated in 2015). Norwegian Centre for Climate Services, Report 2/2015.

Langsholt, E., Roald, L.A., Holmqvist, E., Fleig, A. 2015: Flommen på Vestlandet oktober 2014, *NVE rapport nr. 11-2015*.

Norsk Vasskraft- og Industristadmuseum, 2017: Arkivsamlingsene. «Flumar og flaumskadar i Sjøfjorden i Hardangar». <http://www.nvim.no/vasskraft/flaum-og-ekstremver-i-sorfjorden-article475-439.html>

Norges vassdrags- og energidirektorat 2013: Faresonekart skred – Odda kommune, *NVE rapport nr. 4-2013*.

Kolltveit, Olav. 1962: «Odda, Ullensvang og Kinsarvik i gamal og ny tid.» Bygdesoga bind 2. Kapittel "Natur og brannskadar" s. 330 - 332.

Norges offentlige utredninger, 1996: Tiltak mot flom. *NOU: 16*

Roald, Lars. A. 2013: *Flom i Norge. (NVE-rapport 56, 2013)*. Tom & Tom 2013.

Rutz, J.J., Steensburgh, W.J., Ralph, F.M. 2014: Climatological Characteristics of Atmospheric Rivers and Their Inland Penetration over the Western United States, *American Meteorological Society* 142, p. 905-921.

Sodemann, H. og Stohl, A. 2012: Moisture Origin and Meridional Transport in Atmospheric Rivers and Their Association with Multiple Cyclones

Stohl, A., C. Forster, og H. Sodemann, 2008: Remote sources of water vapor forming precipitation on the Norwegian west coast at 60°N—A tale of hurricanes and an atmospheric river.

## Klimarapport Odda, Ullensvang og Jondal

Tokheim, M. 1968: Snøskreder. Tokheimsskredene dei siste 50 åra. Historisk særøppgåve ved Odda Gymnas.

Tveito, O.E., 2018: Griddet (1x1 km) datasett med månedsverdier (anomalier) for perioden 1901-2017. Meteorologisk institutt (Pers.Komm.).

## Appendiks

Tabell A1 Målestasjoner som er og har vært i drift i området

	St.nr	Stasjon	I drift fra	I drift til	Moh	Kommune
1	46450	RØLDAL	jan 1883		393	Odda
2	46500	SVANDALSFLONA	mai.03	des.64	1048	Odda
3	47020	NEDSTRAND	jul 1895	sep.03	10	Tysvær
4	47500	ETNE	jan 1895	31.5.2007	35	Etne
5	47600	LITLEDAL	1.1.1957	31.1.2012	83	Etne
6	47610	KRITLE	15.5.1998	30.06.2010	568	Etne
7	47700	ÅKRAFJORD	1.1.1957	30.06.1961	135	Etne
8	47750	VINTERTUN	1.7.1973	31.10.2008	395	Odda
9	47820	EIKEMO	jan.61		178	Etne
10	47890	OPSTVEIT	31.8.1968	31.1.2005	38	Kvinnherad
11	47900	INDRE MATRE	31.12.1925	28.2.1971	24	Kvinnherad
12	48390	UPSANGERVATN	okt.71	des.92	60	Kvinnherad
13	48450	HUSNES	nov.66		13	Kvinnherad
14	48500	ROSENDAL	jan.30		75	Kvinnherad
15	48750	BONDHUS	jul 1895	des.76	37	Kvinnherad
16	48780	MAURANGER KRAFTSTASJON	jan.77		33	Kvinnherad
17	49050	JONDAL I HORDALAND	jan.22	jun.66	95	Jondal
18	49070	KVÅLE	jul.66	nov.12	342	Jondal
19	49100	UTNE	jan.34	okt.57	7	Ullensvang
20	49250	JØSENDAL	jul 1895	jun 1973	345	Odda
21	49350	TYSSDAL I	jan.37	des.01	32	Odda
22	49351	TYSSDAL IA	sep.00	aug.17	4	Odda
23	49420	SKJEGGEDAL	nov.37		470	Odda
24	49460	TYSSDAL IV	nov.37	mar.07	1088	Odda
25	49490	ULLENSVANG FORSØKSGARD	jan 1865		12	Ullensvang
26	49420	SKJEGGEDAL	nov.37		470	Odda
27	49500	ULLENSVANG - KVITAVOLL	Apr. 1880	mar.18	43	Ullensvang
28	49510	ULLENSVANG - HELLELAND	apr.18	mai.62	72	Ullensvang
29	49550	KINSARVIK	jul 1895	nov.08	108	Ullensvang
30	49580	EIDFJORD - BU	jul.78	aug.05	117	Eidfjord
31	49631	EIDFJORD II	jul.03		20	Eidfjord

## Klimarapport Odda, Ullensvang og Jondal

32	49700	VIVELIEN I EIDFJORD	jul 1896	mai.80	876	Eidfjord
33	49750	LISSET	okt.74	sep.10	748	Eidfjord
34	49800	FET I EIDFJORD	jan.53		735	Eidfjord
35	49850	MAURSET	jan.40	jan.74	778	Eidfjord
36	49870	SIMADAL	sep.78	des.08	3	Eidfjord
37	49910	HJELTNES	jun.66		42	Ulvik
38	49940	GRANVIN	jan 1884	des 1994	352	Granvin
39	50050	NEDRE ÅLVIK	feb.18	des.03	18	Kvam
40	50060	ØVRE ÅLVIK	mai.31	nov.73	886	Kvam
41	50070	KVAMSØY	nov.03		49	Kvam
42	50080	ØYSTESE - BORGE	sep.80		108	Kvam
43	50090	ØYSTESE - MO	sep.61	aug.80	68	Kvam
44	50100	ØYSTESE	jul 1895	sep.61	20	Kvam
45	50120	SKULAFOSSEN KRAFTSTASJON	jan.84		16	Kvam
46	50130	OMASTRAND	jun.62	apr.02	2	Kvam
47	50150	HATLESTRAND	jul.43		45	Kvinnherad
48	50250	TYSSE	jan.00	jan.05	41	Samnanger
49	50300	KVAMSKOGEN	apr.47	aug.06	408	Samnanger
50	50310	KVAMSKOGEN - JONSHØGDI	aug.06		455	Kvam
51	50350	SAMNANGER	jan.00	des.01	370	Samnanger
52	50351	SAMNANGER II	jun.99		367	Samnanger
53	50450	FANA - STEND	1.1.1957	31.12.2011	54	Bergen
54	50460	FANA FORSØKSSTASJON	1.10.1958	31.12.1990	48	Bergen
55	50500	FLESLAND	1.10.1955		48	Bergen
56	50540	BERGEN - FLORIDA	1.1.1957		12	Bergen
57	50545	BG -LUNGEGÅRDHOSPITALET	1.2.1850	30.11.1895	17	Bergen
58	50550	BERGEN - PLEIESTIFTELSEN	nov 1895	nov 1940	22	Bergen
59	50560	BERGEN - FREDRIKSBERG	jan 1904	feb 1985	41	Bergen

Figur 6 viser kart over stasjonenes beliggenhet.

## Klimarapport Odda, Ullensvang og Jondal






Tabell A2 Tabell med empiriske framskrivinger av temperatur fra 1971-2000 til 2031-2060

Endring i temperatur (°C)	Moderate utslipp			Høye utslipp		
Sesong	Median	Lav	Høy	Median	Lav	Høy
År	1,6	0,9	2,7	1,7	0,8	3,0
Vinter	1,9	0,3	3,7	2,3	-0,1	4,4
Vår	1,7	1,0	2,7	1,8	0,8	2,8
Sommer	0,6	-0,5	1,4	0,7	-0,4	1,9
Høst	2,3	1,2	3,3	2,4	1,2	3,8

Tabell A3 Tabell med empiriske framskrivinger av temperatur fra 1971-2000 til 2071-2100

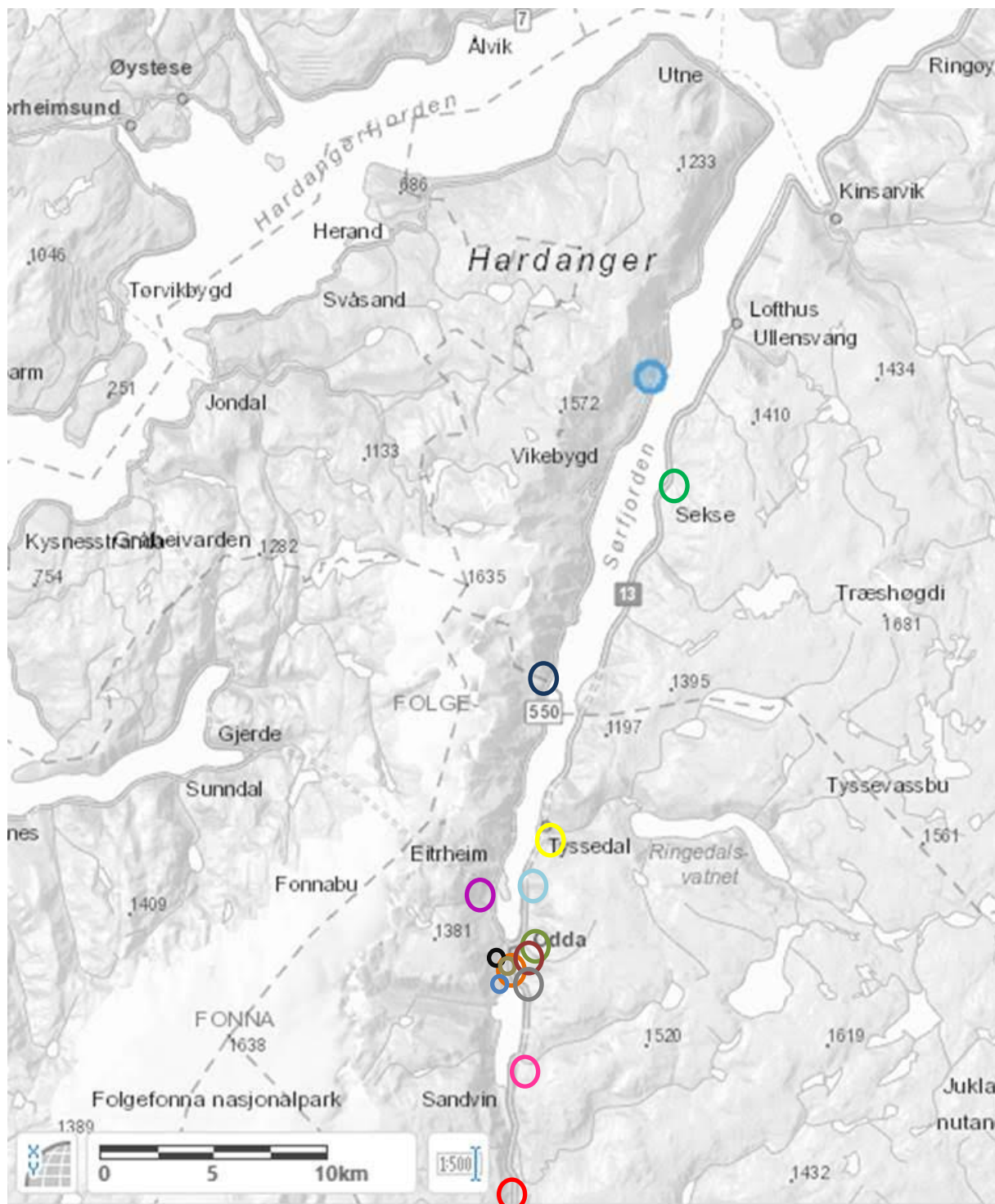
Endring i temperatur (°C)	Moderate utslipp			Høye utslipp		
Sesong	Median	Lav	Høy	Median	Lav	Høy
År	2,4	1,6	4,0	3,5	2,1	5,1
Vinter	2,9	0,9	5,9	4,7	2,0	7,4
Vår	2,6	1,3	3,6	3,4	2,2	4,6
Sommer	1,0	0,1	2,2	1,1	-0,3	2,5
Høst	3,1	2,1	4,8	4,7	3,1	7,3

Tabell A4 Store flommer i Odda, Ullensvang og Jondal. Noen flomsteder er markert i figur A1.

År	Dato	Området	Konsekvenser
1719	Ikke oppgitt	Mye av Vestlandet. Flom på Aga:  (se kart-figur A5)	
1743	3-11. desember	6 store skred på Aga 	Skadet mark og ga mindre fôr
1790	Ikke oppgitt	Ingen omtale	Stor flom
1820	2. desember		Ødela dyrkingsåker
1887	13. desember	Stor skade av flom på Aga  (Knut, Erling og Jon Agas gårder)	Åker, frukttrær og eng, fjøs ble ødelagt
1914	23. juli	Hovlandsbroa 	(Nedbørmengder: Se tabell A5)
1918	Høsten	Ingen omtale	Flom (Nedbørmengder: Se tabell A6)
1920	18. juli	Snøsmelteflom i Opo (snøsmelting og regn)	Hovlandsbroa  ødelagt m.m. Odda-dalen, Hovden i Ullensvang berørt (Nedbørmengder: Se tabell A7)

## Klimarapport Odda, Ullensvang og Jondal

1928	9. februar	Husaskredene på Tokheim (Barfrost, snø og værømslag med mildvær og regn)	Skred gjør stor skade rundt hele Vestlandet. Kvitno brua og låver og stuer ble ødelagt. 1 omkom. (Nedbørmengder: Se tabell A8)
1938	13. november	Storflom i Odda Ved Slevåna i Byrkjenes, Ragde, Tokheimselva, Sansarbekken Tjørnedal og ved Låtefoss var skaden størst.	Den ødela her for hundretusener i veier, bruer, hus og innbo. Sansarbekken i Tjoadalen ødela veien, bruene, hus og innbo i Tjoadalen, på Mjóstølen (Nyland) og ned til Opo. (Nedbørmengder: Se tabell A9)
1940	25. og 26. november	Storflom over hele Hardanger	Verst var det i Rosendal, Øystese, Urheim (jordskred) og på Aga (flom verre enn 1887, samme ødeleggelser som da med at fruktbeplantingen fra 1890 åra ble dels revet bort og elveleie ble nytt.) (Nedbørmengder: Se tabell A10)
1962	18. oktober	«Syndefloden» Flere elver rammet: Tokheimselva, Freimselva (verre enn 1938). Det flommet ned Eidesbrotet til Eidesdalen, Røldalsvegen og Odda sentrum ble rasert.	«Kom plutselig etter to nedbørfattige år med vannmangel, tomme magasin ved Tyssedal kraftverk og mangel på industrikraft». Situasjonen var slik: Høsten hadde kommet og det hadde vært kaldt og kommet snø på fjellet. Brått slo det om til mildvær og kraftig regn, nær skybrudd. I tillegg smeltet snøen. De store vannmengdene fylte opp bekke- og elvefar på få timer og situasjonen var dramatisk. Storflom i Odda. Mye skade på infrastruktur og bygg (Nedbørmengder: Se tabell A11)
1979	14. august	Oddadalen	Skadeflom i Oddadalen
2014	27-29. oktober	Hele Vestlandet Totalt falt det 200-300 mm nedbør over store områder i løpet av denne 3-dagers-episoden. Uka før flommen var i tillegg svært nedbørrik, og de første ukene av oktober fikk stedvis også mer nedbør enn normalt.	Store ødeleggelser spesielt i Sunnhordaland, Hardanger, Vossovassdraget, indre Sogn og i Gaularvassdraget. På flere målestasjoner var flommen den høyeste registrerte i måleserien, og nivået for 50-årsflom (utfra gjeldende statistikk før flommen) ble overskredet på 16 av NVEs vannføringsstasjoner (Langsholt m. fl., 2015). (Nedbørmengder: Se tabell A12)



Figur A1. Kart over Sørfjorden med nummering av skred- og flom-hendelser; se tabell A4

## Nedbørmengder målt i ulike flomepisoder

Tabellene A5-A12 viser eksempler på hvor mye nedbør som er målt ved Meteorologisk institutts (MET) målestasjoner. Det stor avstand mellom målestasjonene (se figur 6), og det er store lokale variasjoner i nedbørforhold i området. Lokalt kan det derfor ha falt mer nedbør enn det som er målt ved METs stasjoner. I tabell 13-15 er det presentert verdier med 100-års returperiode for 1-, 2- og 3-døgns nedbør for en del målestasjoner i området, slik at man kan vurdere hvor sjeldne verdiene i Tabell A5 til A12 er. Som nevnt i kapitlet om kraftig nedbør er det også andre forhold enn store nedbørmengder som bidrar til om det blir store flommer.

Tabell A5 Hva ble målt den 23. juli 1914?

Meteorologisk målestasjon (DNMI)	Nedbørmengde i mm	3-dagers nedbør
Samnanger	57,6 mm	-
Granvin	26,1 mm	-
Jøsendal	39,8 mm	-
Røldal	21,6 mm	-

Tabell A6 Hva er høyeste nedbør målt i 1918?

Meteorologisk målestasjon (DNMI)	Nedbørmengde i mm	3-dagers nedbør
Granvin (11. oktober)	127,9 mm	175,7 mm
(16. desember)	53,7 mm	76,5 mm
Jøsendal (26. februar)	58,7 mm	92,7 mm
(15. juni)	56 mm	106,2 mm
(16. desember)	55,9 mm	97,9 mm
(11. oktober)	55 mm	131,7 mm
(11. november)	53,9 mm	102,6 mm
Samnanger (11. oktober)	113 mm	219,6 mm
16. august	90 mm	144,9 mm
(26.februar)	73,2 mm	131 mm
(15. juni)	65,4 mm	152,5 mm
(13. desember)	61,2 mm	120,9 mm
Røldal (11. november)	59,1 mm	107,6 mm

Tabell A7 Hva ble målt den 18. juli 1920?

Meteorologisk målestasjon (DNMI)	Nedbørmengde i mm	3-dagers nedbør
Samnanger	38 mm	71,8 mm
Granvin	30,7 mm	51,6 mm
Jøsendal	59,3 mm	72,6 mm
Røldal	41,1 mm	74,3 mm

Tabell A8 Hva ble målt den 9. februar 1928?

Meteorologisk målestasjon (DNMI)	Nedbørmengde i mm	3-dagers nedbør
Etne	40,2 mm	84,8 mm
Jøsendal	141,3 mm	235,5 mm
Samnanger	122,1 mm	218,5 mm
Granvin	53,5 mm	145,4 mm
Røldal	63,9 mm	134,5 mm

## Klimarapport Odda, Ullensvang og Jondal

Tabell A9 Hva ble målt den 13. november 1938 (figur A2 & A3)?

Meteorologisk målestasjon (DNMI)	Nedbørmengde i mm	3-dagers nedbør
Etne	44,2 mm	79,8 mm
Jøsendal	70 mm	83,9 mm
Samnanger	21,5 mm	92,5 mm
Granvin	54,4 mm	85,4 mm
Røldal	80,4 mm (14/11)	102 mm

Tabell A10 Hva ble målt den 26-27. november 1940?

Meteorologisk målestasjon (DNMI)	Nedbørmengde i mm	3-dagers nedbør
Etne	94 mm & 54,7 mm	160,4 mm
Jøsendal	117,8 mm & 101,4 mm	246,8 mm
Samnanger	195 mm & 106 mm	336 mm
Granvin	73,2 mm & 41 mm	134,8 mm
Røldal	20,9 mm & 61,6 mm	118,5 mm

Tabell A11 Hva ble målt den 18. oktober 1962 (figur A4)?

Meteorologisk målestasjon (DNMI)	Nedbørmengde i mm	3-dagers nedbør
Etne	32,7 mm	59,6 mm
Rosendal	42,2 mm	69,8 mm
Bondhus	65,5 mm	92,4 mm
Jondal i Hordaland	44,5 mm	58,3 mm
Ullensvang	38 mm	66,6 mm
Samnanger	72,1 mm	89,4 mm
Granvin	51,2 mm	81 mm
Omastrand	63,4 mm	88 mm
Jøsendal	105 mm	167 mm
Røldal	54,1 mm	86,9 mm

Tabell A12 Hva ble målt den 27-29. oktober 2014 (figur A5)?

Meteorologisk målestasjon (MET)	Nedbørmengde i mm	3-dagers nedbør
Røldal	57 mm + 42,7 mm + 80 mm	179,7 mm
Kritle	119,3 mm + 68,3 mm + 73,7 mm	261,3 mm
Eikemo	83,4 mm + 152 mm + 69,1 mm	304,5 mm
Rosendal	56,7 mm + 59,6 mm + 66,8 mm	183,1 mm
Tyssedal	30,3 mm + 73,7 mm + 66,6 mm	170,6 mm
Ullensvang	27,6 mm + 67 mm + 60,6 mm	155,2 mm



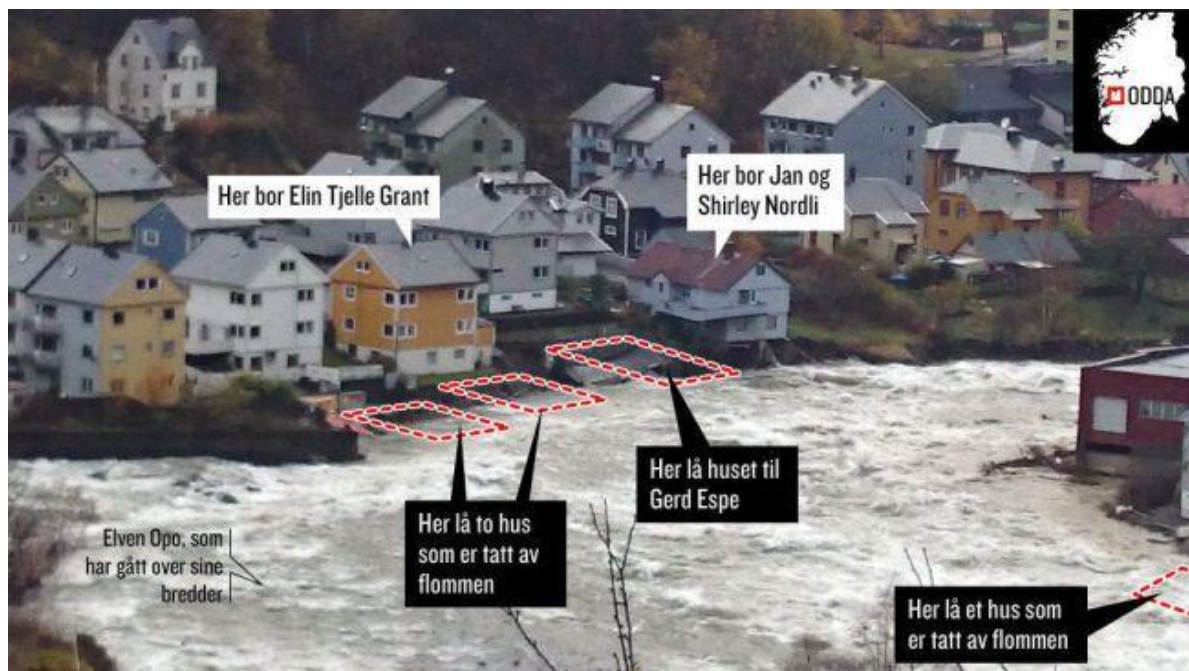
Figur A2. Freimselva ødela husene, veien og broa på Sjoarhaug og Freimssanden i 1938. (© NVIM).



Figur A3. Flommen gjorde skade på Tyssedalsvegen, boliger nær elva og på kraftlinja fra Tyssedal, noe som medførte stopp i kraftlevering i ei uke (© NVIM, 2017).



Figur A4. 1962-flommen ved Eide – Sansarbekken (© NVIM, 2017).



Figur A5. 2014-flommen: Fire hus er revet bort av de voldsomme kreftene i elven. (Foto: Siri Elton/Tom Byermoen, VG, 29.10.2014).

## Figurliste

Figur 1. Kart over Sør-Norge med normal årsnedbør i mm fra 1971-2000. Kilde: senorge.no.....	8
Figur 2. Normal månedsnedbør i mm fra 1961-1990 for noen stasjoner i området .....	9
Figur 3. Værsituasjon som kan gi mye nedbør hvor det er tilgang på fuktig luft.....	10
Figur 4. Vindrose fra Folgefonna skisenter.....	11
Figur 5. Vindrose fra Fet i Eidfjord.....	11
Figur 6. Kart over meteorologiske målestasjoner i området som er i drift i dag. ....	13
Figur 7. Homogenisert tidsserie for årsmiddel- temperatur (°C) fra Ullensvang (1865-2017). ....	16
Figur 8. Beregnet tidsserie for årsmiddel-temperatur(°C) for Odda (1901-2017). ....	17
Figur 9. Temperaturendring (°C) fra 1971-2000 til 2031-2060 og til 2071-2100 for år- og årstid ved moderate (RCP4.5) og høye (RCP8.5) utslipp av klimagasser. ....	18
Figur 10. Endring i årsmiddeltemperatur i grader Celsius for Odda fra 1901 til 2017.....	20
Figur 11. Homogenisert tidsserie for årsnedbør (mm) fra Ullensvang (1932-2017).....	21
Figur 12. Beregnet tidsserie med årsverdier for nedbør (mm) fra Odda (1901-2017). ....	22
Figur 13. Endring i nedbør (%) fra 1971-2000 til hhv. 2031-2060 og 2071-2100.....	24
Figur 14. Endring i nedbør for år og sesonger i mm for Odda fra 1901 til 2017 .....	26
Figur 15. Beregnede trender i maksimal ett- og to-døgns nedbør for hele året fra 1968 til 2017. ....	29
Figur 16. Høyeste årlige 1-døgns nedbør (mm) for Kinsarvik, Kvåle, Rosendal og Røldal .....	29
Figur 17. Tidsutvikling (10-års utjevning) av høyeste årlige 1-døgns nedbør .....	30
Figur 18. Returperioder for 24-timers nedbør i området. De tre tallene tilsvarer 25, 50 og 100 års returverdier i mm. ....	31
Figur 19. Endring i nedbørmengde (%) på dager med kraftig nedbør fra 1971-2000 til hhv. 2031-2060 og 2071-2100.....	34
Figur 20. Endring i antall dager med kraftig nedbør (%) fra 1971-2000 til hhv. 2031-2060 og 2071-2100.....	35
Figur A1 Kart over Sørfjorden med nummering av skred- og flom-hendelser; se tabell A4 .....	45
Figur A2 Freimselva ødela husene, veien og broa på Sjoarhaug og Freimssanden i 1938. (NVIM). ....	48
Figur A3 Flommen gjorde skade på Tyssedalsvegen (NVIM, 2017). ....	48
Figur A4 1962-flommen ved Eide – Sansarbekken (NVIM, 2017). ....	49
Figur A5 2014-flommen (VG, 2014).....	49

## Tabelliste

Tabell 1. Temperaturendring (°C per tiår) for ulike tidsperioder for Ullensvang og Odda .....	17
Tabell 2. Middelerverdier for temperatur (°C) I referanseperioden 1971-2000.....	18
Tabell 3 Beregnet temperaturendring (°C) fra 1971-2000 til 2031-2060.....	19
Tabell 4 Beregnet temperaturendring (°C) fra 1971-2000 til 2071-2100.....	19
Tabell 5 Historiske og framtidige års- og årstidsverdier for temperatur i grader °C for Ullensvang ..	19
Tabell 6 Lineær nedbørendring 1900-2017 i Odda. Verdiene er basert på griddet datasett. ....	22
Tabell 7. Middelerverdier for nedbør (mm) i referanseperioden 1971-1990. ....	23
Tabell 8. Beregnet nedbørendring (%) fra 1971-2000 til 2031-2060 for Sunnhordland .....	24
Tabell 9. Beregnet nedbørendring (%) fra 1971-2000 til 2071-2100 for Sunnhordland.....	24
Tabell 10. Historiske og framtidige års- og årstidsverdier for nedbør (mm) for Odda .....	25

## Klimarapport Odda, Ullensvang og Jondal

Tabell 11. Skred i Odda-området .....	27
Tabell 12. Store flommer i Opo. Nummerering viser til rangering av flommer (1900-2005) i Roald..	28
Tabell 13. 100-års returverdier for nedbør (mm) i løpet av 24-timer.....	32
Tabell 14. 100-års returverdier for nedbør (mm) i løpet av 48-timer.....	32
Tabell 15. 100-års returverdier for nedbør (mm) i løpet av 72-timer.....	32
Tabell 16. Episoder med ekstremnedbør i Odda-området (tall i parentes angir returperiode) .....	33
Tabell 17. Kraftig døggnedbør (99,5 persentil) på noen målestasjoner i området.....	33
Tabell 18. Beregnet nedbørendring (%) på dager med kraftig nedbør fra 1971-2000 til 2031-2060.	34
Tabell 19. Beregnet nedbørendring (%) på dager med kraftig nedbør fra 1971-2000 til 2071-2100.	34
Tabell 20. Beregnet endring (%) i antall dager med kraftig nedbør fra 1971-2000 til 2031-2060.....	35
Tabell 21. Beregnet endring (%) på antall dager med kraftig nedbør fra 1971-2000 til 2071-2100...	36
Tabell A1. Tabell A1 Målestasjoner som er og har vært i drift i området.....	41
Tabell A2. Tabell med empiriske framskrivninger av temperatur fra 1971-2000 til 2031-2060.....	43
Tabell A3. Tabell med empiriske framskrivninger av temperatur fra 1971-2000 til 2071-2100.....	43
Tabell A4. Store flommer i Odda, Ullensvang og Jondal. Noen flomsteder er markert i figur A1.....	43
Tabell A5. Hva ble målt den 23. juli 1914?.....	46
Tabell A6. Hva er høyeste nedbør målt i 1918?.....	46
Tabell A7. Hva ble målt den 18. juli 1920?.....	46
Tabell A8. Hva ble målt den 9. februar 1928?.....	46
Tabell A9. Hva ble målt den 13. november 1938 (figur A2 & A3)? .....	47
Tabell A10. Hva ble målt den 26-27. november 1940?.....	47
Tabell A11. Hva ble målt den 18. oktober 1962 (figur A4)?.....	47
Tabell A12. Hva ble målt den 27-29. oktober 2014 (figur A5)?.....	47

