Flommen i Rogaland og Agder desember 2015.

Erik Holmqvist

5
2016

RAPPORT

Rapport nr 5-2016
Flommen i Rogaland og Agder desember 2015.

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør:

Forfattere: Erik Holmqvist

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag: 25
Forsidefoto: Flom i Feda 7. desember 2015. Foto: Trond Dugan
ISBN 978-82-410-1195-5
ISSN 1501-2832

Sammendrag: Mye regn og noe snøsmelting 4.-7. desember 2015 førte til flom i flere vassdrag spesielt i Rogaland og Vest-Agder. Ved 14 hydrologiske målestasjoner var vannføringen den høyeste siden målingene startet. To av stasjonene har observasjoner tilbake til 1890-tallet.

Emneord: Flom, høst/ vinter, Vestlandet, Sørlandet.

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Januar 2016

Innhold

Forord **4**

Sammendrag **5**

1 Innledning **6**

2 Initialtilstand **7**

2.1 Vannføring 7
2.2 Jordas vannlagerkapasitet 7
2.3 Snø 8
2.4 Andre forhold (is, frost etc.) 8

3 Beskrivelse av flommen **9**

3.1 Nedbør og temperatur 9
3.2 Snøsmelting 11
3.3 Vannføring 14
3.3.1 Otra 17
3.3.2 Mandalselva 17
3.3.3 Lygna 18
3.3.4 Kvina 19
3.3.5 Feda 20
3.3.6 Sira/ Sirdalsvatn 22
3.3.7 Hellelandselva 24
3.3.8 Bjerkreimselva 26

4 Prognoser og varsler **29**

4.1 Nedbør-, temperatur- og vannføringsprognoser 29

5 Flommens virkninger **32**

6 Referanser **32**

Forord

Ved hjelp av meteorologiske og hydrologiske prognoser og observasjoner i sanntid er varslingstjenesten i NVE kontinuerlig oppdatert med hensyn på den hydrologiske situasjonen i Norge.

I henhold til NVEs interne rutiner skal de hydrologiske forholdene ved store skadeflommer dokumenteres i form av en rapport.

Denne rapporten beskriver flommen som rammet Vest-Agder og Rogaland i desember 2015. Rapporten er utarbeidet av Erik Holmqvist, og er kvalitetskontrollert av Heidi Bache Stranden.

Oslo, januar 2016

Morten Johnsrud
avdelingsdirektør

Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Mye regn og noe snøsmelting fra 4. – 7. desember 2015 førte til flom i flere vassdrag på Sør- og Vestlandet. Ved 14 hydrologiske målestasjoner var vannføringen den høyeste siden målingene startet. To av disse stasjonene, 25.7 Refsti i Feda og 27.25 Gjedlakleiv i Bjerkreimselva, har data tilbake til 1890-tallet!

Reguleringer bidro til en viss grad til å redusere flommene, men det var problemer knyttet til høye vannstander og flomvannføringer også i regulerte vassdrag. I flere vassdrag ville en høyere temperatur medført økt flomvannføring, dette fordi mer nedbør i fjellet ville kommet som regn, noe som igjen ville ført til økt overløp/ flomtap også fra magasiner i fjellområdene.

En rekke veier på Sør- og Vestlandet ble stengt på grunn av oversvømmelser disse dagene, i Feda ble en bru ødelagt av vannmassene. Mange huseiere fikk vann i kjelleren og blant annet i Egersund ble over 100 husstander og et sykehjem evakuert.

1 Innledning

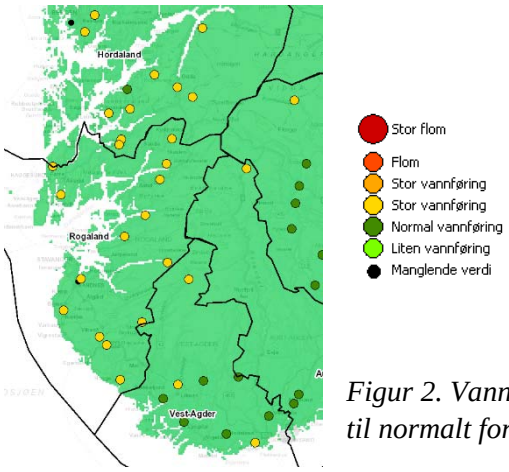
Vest-Agder og Rogaland ble rammet av stor flom i begynnelsen av desember 2015. Flommen skyldtes kraftig nedbør over en tredagers periode. Flommen var spesielt stor i vassdragene sør i Rogaland og i Vest-Agder. Denne rapporten dokumenterer en del av de meteorologiske og hydrologiske forhold før og under flommen.

Figur 1. Vassdrag omtalt i denne rapporten.

2 Initialtilstand

2.1 Vannføring

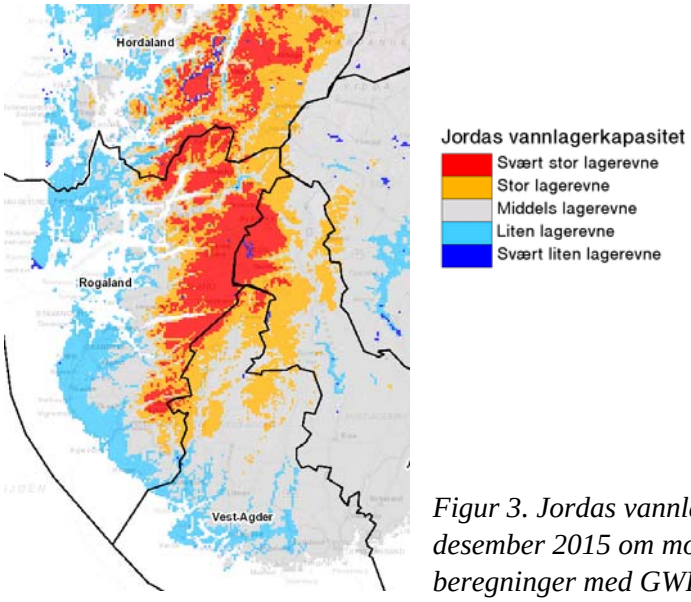
I starten av desember 2015 var det i vassdragene på Sørlandet og Sør-Vestlandet normal til stor vannføring for årstiden.



Figur 2. Vannføring 3. desember 2015 klassifisert i forhold til normalt for årstiden.

2.2 Jordas vannlagerkapasitet

I figur 3 er jordas lagerkapasitet for vann på Sør- og Sør-Vestlandet før flommen illustrert. Figuren viser at det i Vest-Agder var omkring normale forhold, mens det i Rogaland og sør i Hordaland var stor lagerkapasitet i jorda på indre og midtre strøk, mens det i kystområdene var liten lagerkapasitet.



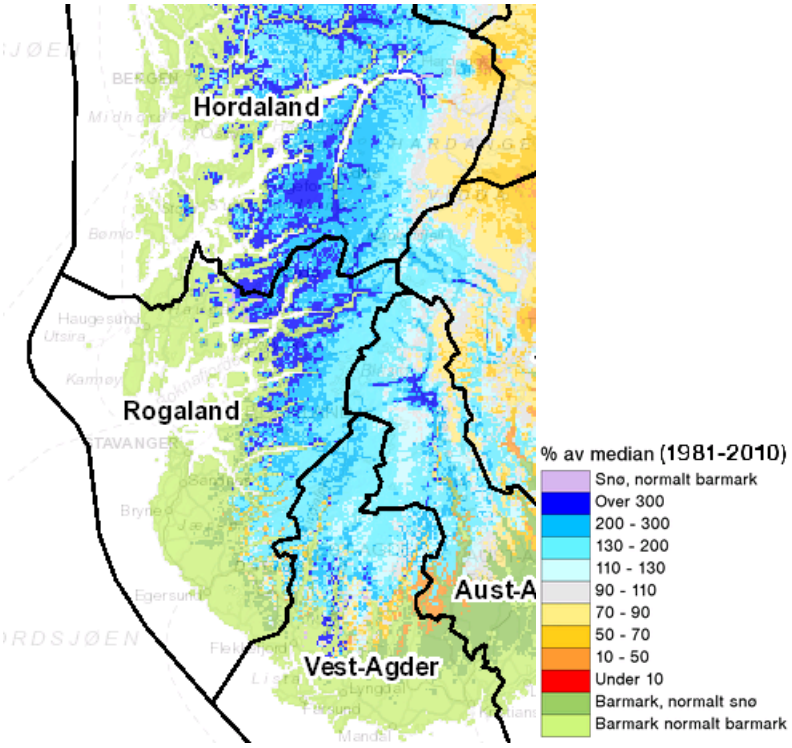
Figur 3. Jordas vannlagerkapasitet torsdag 3. desember 2015 om morgenen. Verdiene er basert på beregninger med GWB-modellen. Kilde: xgeo.no

2.3 Snø

I kartet i figur 4 er snøforholdene på Sør- og Vestlandet før flommen illustrert. Forholdene er utdypet i NVEs snørapport som ble publisert 2. desember, hvor det stod:

Agder:
I dei midtre og indre delane av Agder er igjen vinteren i gang og det har stadvis kome opp mot 20 - 40 cm den siste tida. Samanlikna med kva som er vanleg på denne tida, er det meir snø enn vanleg stort sett over alt der det er snø. Snøgrensa går kring 300 moh. 1000 moh er det i gjennomsnitt 60-70 cm snø.

Vestlandet sør for Stad:
Sjølv om det er forbigåande mildt onsdag formiddag, er det vinteridylliske tilhøve fleire stader på Vestlandet. Fleire stader rundt 900 – 1000 moh er det nær ein meter snø, og det har kome en halv meter eller meir mange stader den siste veka. Snøgrensa går 200 – 300 moh, og det er meir snø enn vanlig i alle fjellområde. Om du lar deg lokke ut på skitur i den tilsynelatande idylliske snøen, oppmodar vi deg til å sjekke snøskredvarslane på varsom.no fyrst. Og trong du å lære meir om snøskred, sjå skredskolen på varsom.no.



Figur 4. Snømengde i prosent av normalen (1981-2010) torsdag 3. desember 2015. Kilde: xgeo.no (versjon 2.0).

2.4 Andre forhold (is, frost etc.)

Det var før flommen ikke rapportert om spesielle andre problemer i vassdragene på Sør- og Sør-Vestlandet.

3 Beskrivelse av flommen

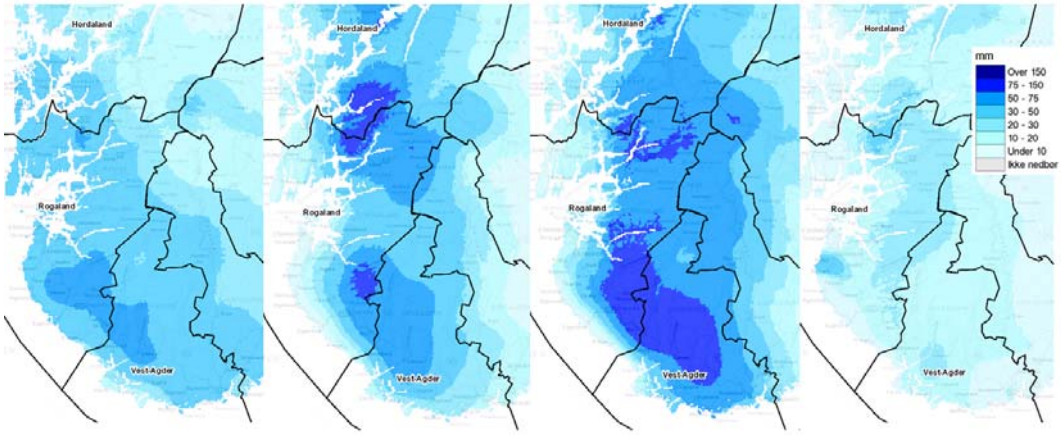
3.1 Nedbør og temperatur

Figur 5 og 6 viser nedbør- og temperaturforholdene på Sør- og Vestlandet fra fredag 4. til mandag 7. desember. Temperaturkartene (figur 6) viser at med unntak av i høyfjellet, over ca. 1000 -1100 moh, var det plussgrader hele denne perioden. Det medførte at det meste av nedbøren i området falt som regn.

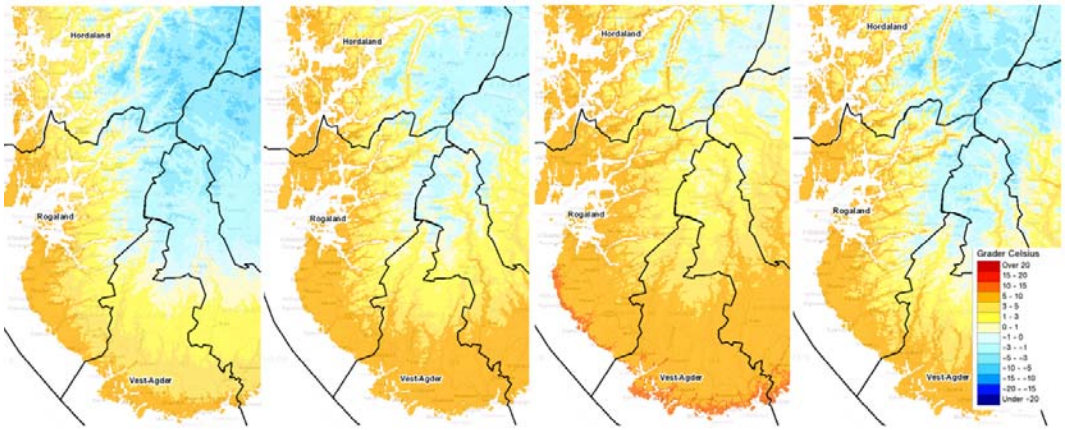
Mest nedbør kom det i Vest-Agder, Rogaland og sør i Hordaland. I sum over 3 døgn (fra torsdag til søndag morgen) kom det mellom 200 og 300 mm på flere målestasjoner.

Størst døgnnedbør av METs stasjoner hadde Maudal i øvre del av Bjerkreimsvassdraget med 140,5 mm søndag morgen. De to dagene før kom det 63 og 95 mm her, slik at i sum over tre døgn kom det 299 mm. Fra Dalane Kraft har vi fått informasjon om at de ved stasjonen Gya, som ligger i Hellelandsvassdraget, målte 170 mm som maksimal døgnnedbør og 190 mm i løpet av 24-timer og 300 mm i sum for 3 døgn.

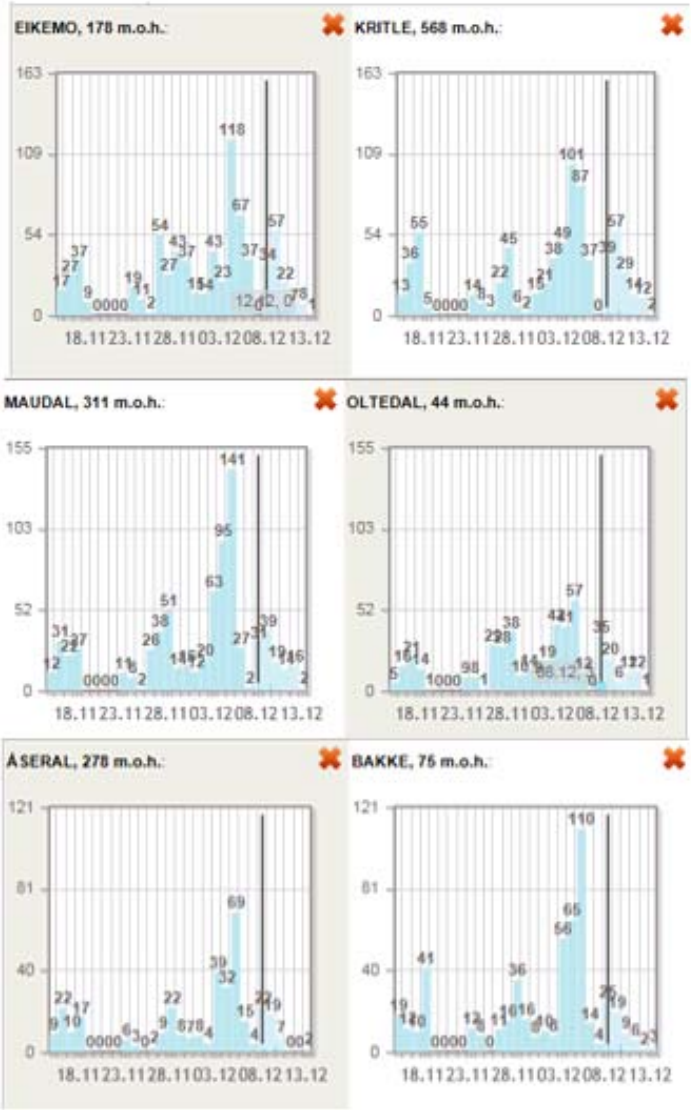
Ved stasjonen Bakke, som ligger i Flekkefjord kommune sør i Rogaland ble det målt 110 mm som maksimal døgnnedbør. Her er det observert nedbør siden 1895. De største målte døgnnedbørene her er 159 mm i desember 1936, 136 mm i november 1898 og omkring 110 mm i både oktober 1976, desember 1992, april 1921 og mars 1986.



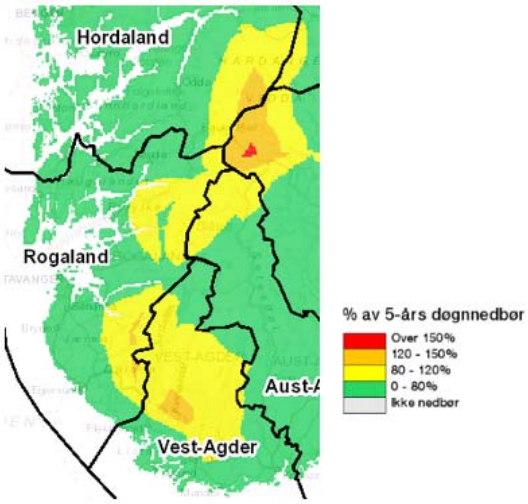
Figur 5. Nedbør i mm pr. døgn fredag 4. – mandag 7. desember 2015. Kilde: xgeo.no (versjon 2.0).



Figur 6: Døgnmiddeltemperatur, 4. – 7. desember 2015. Kilde: xgeo.no (versjon 2.0).



Figur 7: Døgnnedbør november – desember 2015 ved noen MET-stasjoner i Hordaland, Rogaland og Vest-Agder. Kilde: xgeo.no



Figur 8. Nedbør i prosent av 5-års døgnnedbør søndag 6. desember (nedbør falt fra lørdag til søndag morgen).

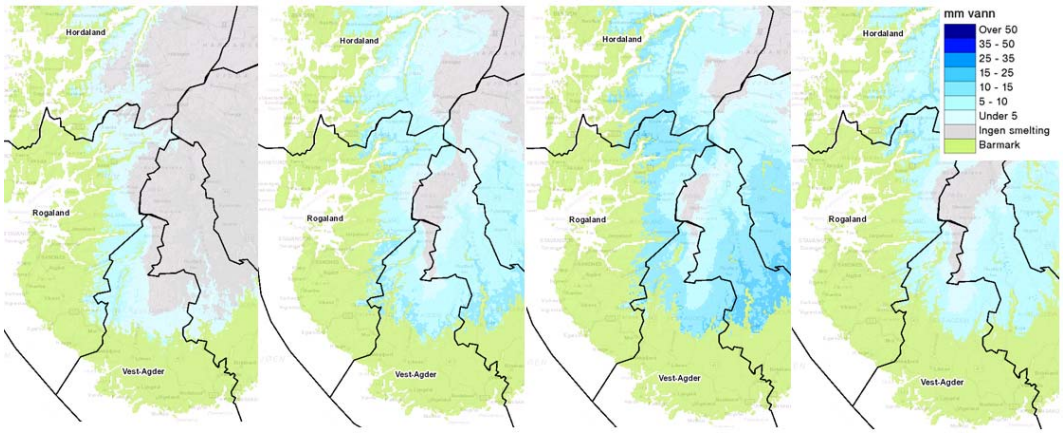
5-årsnedbøren, eller maksimal døgnnedbør gjennomsnittlig forekommer en gang hvert 5. år, varierer fra omkring 70-80 mm på kysten av Rogaland og Vest-Agder til 90 – 120 mm i midtre strøk i disse to fylkene. Lenger nord, i midtre strøk av Hordaland øker tilsvarende verdi til over 140 mm.

Ifølge beregninger utført av MET hadde døgnnedbøren flere steder en returverdi (gjentaksintervall) på 25 – 50 år, mens det ved blant annet stasjonene Maudal og Bakke ble målt 2- og 3-døgnsummer med returperiode på mer enn 100 år (Met-info 26/2015, 21.12.2015 - Ekstremværrapport, hendelse «Synne»).

En ser av figur 8 at det også vest i fjellet i Telemark også var sjeldent mye nedbør. At det ikke ble store flomproblemer her skyldes sannsynligvis at det var noe kaldere øst enn vest for vannskillet, slik at nedbøren her kom mer som en blanding av regn, sludd og snø. I tillegg lå det i området 1 meter snø fra før som absorberte en del av regnet.

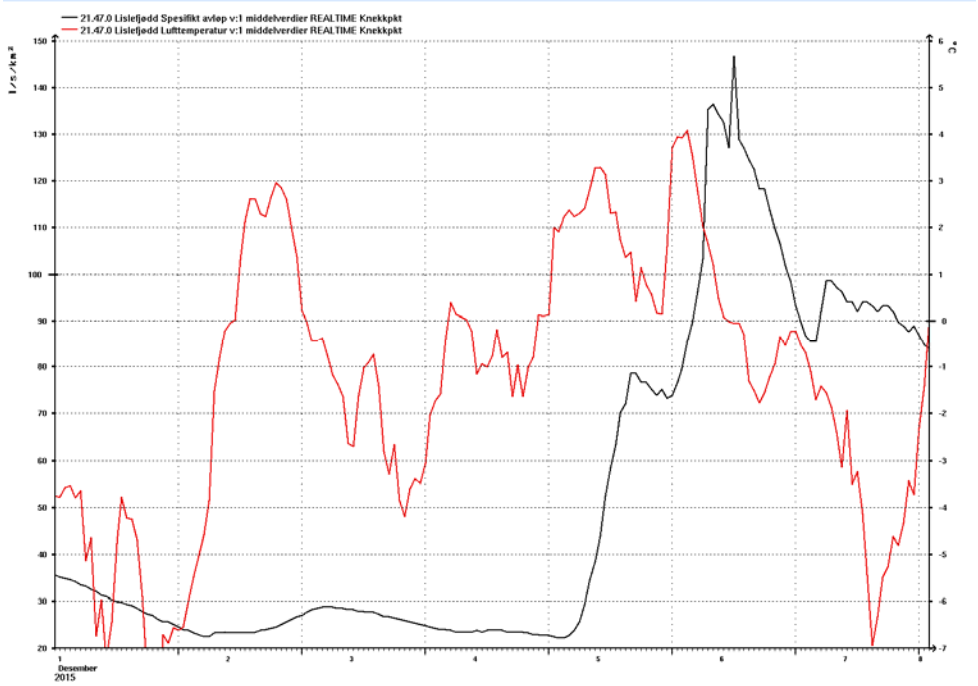
3.2 Snøsmelting

Som nevnt i kapittel 2.3, var det noe snø, spesielt i indre området over ca. 300 moh før flommen. I henhold til beregninger basert på en distribuert HBV-modell var det opp mot 10-15 mm smelting pr døgn under 900 moh og 5 – 10 mm fra 900 moh og opp til ca. 1100 moh se figur 9.

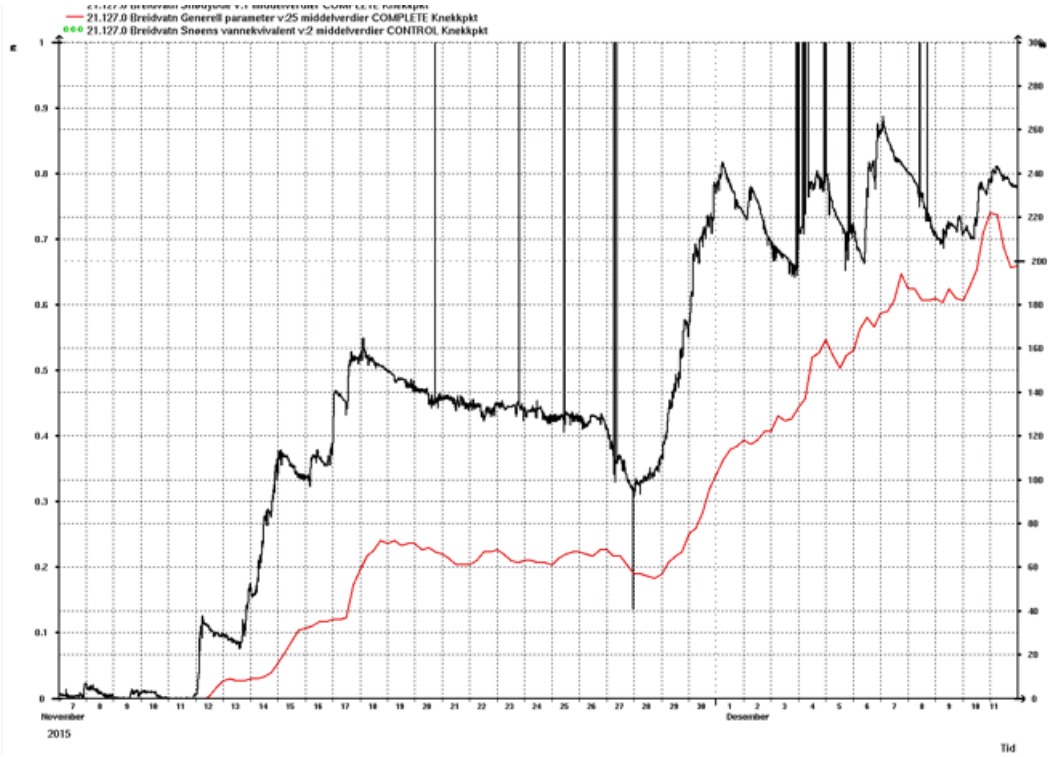


Figur 9: Snøsmelting i området i perioden 4. til 7. desember 2015.

Ved målestasjonen 21.47 Lislefjødd i øvre del av Otra, som har et nedbørfelt som strekker seg fra ca. 900 til 1400 moh, måles i tillegg til vannføring også lufttemperatur. En ser av figur 10 at her var temperaturen over 0 °C kun i et og et halvt døgn under flommen – fra natt til lørdag til og med søndag formiddag. Det tilsier at høyere enn 900 – 1100 moh kom noe av nedbøren som snø, og at det var begrenset med snøsmelting i høyfjellet under flommen.



Figur 10. Lufttemperatur (rød strek) og vannføring (svart strek) ved målestasjonen 21.47 Lislefjødd fra 1. – 7. desember 2015. Stasjonen ligger i Otravassdraget ca. 900 moh.



Figur 11. Snømengde i mm vannekvivalent (rød strek) og snødyp i cm (svart strek) ved snømålestasjonen Breidvatn fra 7.nov. – 11. desember 2015. De svarte «spikerne» skyldes «støy» i målingene. Stasjonen ligger 900 moh ca. 1 km sør for Lislefjødd i Otravassdraget.

1 km sør for Lislefjødd ligger en snøstasjon ved utløpet av Breidvatn. Stasjonene ligger ca. 900 moh og hadde netto akkumulasjon av 50 mm vannekvivalent i perioden 4. – 7. desember. Snødypet økte tidvis, for å så falle sammen, noe som indikerer at nedbøren tidvis kom som snø/tidvis som regn og at noe av regnet ble lagret i snøen (figur 11). Det harmonerer godt med temperaturobservasjonene fra Lislefjødd. Ved en annen snøpute Grytå, som ligger lavere på ca. 650 moh ved Nisser i Telemark, smeltet det opp mot 30 mm på 24 t, men fordelt over 2 døgn (6. og 7. desember).

Snøsmelting bidro på indre strøk til noe, men ikke den vesentligste andelen av flomvannføringene. Høyere temperatur ville ført til mer nedbør i form av regn, større snøsmelting og økte flomvannføringer.

3.3 Vannføring

Det ble registrert flomvannføringer i en rekke vassdrag på Sør- og Vestlandet 4. – 7. desember 2015. Et oversiktskart over mange av de berørte vassdragene er vist i figur 12. Informasjon om blant annet vannføring og gjentaksintervall for totalt 33 hydrologiske målestasjoner i Vest-Agder, Rogaland og sør i Hordaland er gitt i tabell 1.

Det påpekes at vannføringsdataene for desember 2015 ikke er kvalitetskontrollert når denne rapporten skrives. Videre er denne flommen ikke inkludert i statistikkgrunnlaget for beregning av gjentaksintervall. Spesielt der flommen har vært sjeldent stor, er det sannsynlig at nye beregninger vil endre nivåer for 50-årsflom, 100-årsflom osv.

Ved 14 av stasjonene var vannføringen under flommen den høyeste siden målingene startet (tabell 1). To av disse stasjonene, 25.7 Refsti i Feda og 27.25 Gjedlakleiv i Bjerkreimselva, har data tilbake til 1890-tallet!

Figur 12. Vassdrag som er omtalt i denne rapporten i forbindelse med flommen på Sør-Vestlandet og Sørlandet i desember 2015.

Det er beregnet gjentaksintervall på 50 år eller mer for flommene ved i alt 10 av stasjonene i tabell 1. Et fellestrekk for disse er at nedbørfeltene i all hovedsak ligger under 1000 moh. Her har altså all nedbør kommet som regn. Det gjelder blant annet

Lygna, Feda, enkelte sidegrener til Sira og Kvina, Hellelandselva, Bjerkreimselva og Fundingslandselva. I tillegg er disse nedbørfeltene uregulerte, eller de har en relativt lav reguleringsgrad (5 % eller mindre).

Det var flom også i flere mer regulerte vassdrag som for eksempel Sira, Kvina og Mandalselva. Her er flommene beregnet å ha hatt gjentaksintervall på omkring 20 år (tabell 1). Disse vassdragene har reguleringsgrader på henholdsvis ca. 70, 50 og 15 %. Flommene her ble noe redusert blant annet fordi det ble lagret vann spesielt i vannkraftmagasiner i øvre del av disse vassdragene.

Tabell 1. Målestasjoner i området hvor det var flom 6.-7. desember 2015. Vannførings-data med fin tidsoppløsning er oppgitt i tabellen, disse har ikke vært gjennom vanlig kvalitetskontroll før denne rapporten trykkes.

Der gjentaksintervall er hentet fra flomsonekartrapporter er dette markert med FS, ellers er gjentaksintervall basert på statistikk beregnet av flomvarslinga hvor flommen i desember 2015 ikke er inkludert i statistikkgrunnlaget. For å finne «største flom siden» er det for de eldste dataseriene benyttet døgnmidler for sammenligning.

I kommentarfeltet er det blant annet oppgitt stasjonenes reguleringsgrad beregnet som magasinvolum oppstrøms målestasjonen i % av midlere årstilsig.

Målestasjon		Felt-areal	Kulminasjon		Gjentaks-intervall	Største siden	Kommentar
		km²	m³/s	l/s km²	År		
22.4 Kjølemo	Mandalselva	1757	652	371	10-20 FS	Des. 1992	Reg. 15 %
22.16 Myglevatn ndf.	Mandalselva	182	65	357	5		
22.22 Søgne	Søgneelva	210	109	519	2 (FS)		
23.4 Brådlandsvatn	Audna	58,9	84	1431	(ikke beregnet)	Start obs. 1922	Reg. 30 %. Vf fra Agder Energi
24.8 Møska	Lygna, Møska	121	137	1132	>100	Start obs. 1978	
24.9 Tingvatn	Lygna	272	231	849	>100	Start obs. 1922	
25.7 Refsti	Fedaelva	202	201	995	100-200 FS	Start obs. 1898	Reg. 4 %
25.24 Gjuvvatn	Kvina	96,8	26,2	271	<2		Logger gått i "taket"?
25.51 Krågehølen	Litleåna, Kvina	228,8	381	1665	100-200 FS	Start obs. 2008	Oppstuving?
25.30 Stegemoen	Kvina	1148	467	407	20 FS	Okt.1983*	Reg. 49 %
25.32 Knabåni	Kvina	49,1	77,4	1576	10	Aug. 2010	
26.20 Årdal	Sira, Moisåna	77,3	--	--	--	Start obs. 1970	Logger tatt av flommen

Målestasjon		Areal km²	m³/s	l/s km²	År	Størs siden	Kommentar
26.21 Sandvatn	Sira	27,5	Ca. 40	Ca. 1455	>100	Start obs. 1970	Vst > vfk gyldighet
26.5 Dorgefoss	Sira	809	251	310	(ikke beregnet)	Feb. 1989.	Reg. 89 % Usikker flomtopp.
26.25 Regevik	Sira	1128	592	525	20-50	Okt.1983*	Reg. 71 % Flottør i "taket"?
26.26 Jogla	Sira	31,1	63,5	2042	5-10	Juni 2011	
26.32 Holmavatn	Sira	79	76	962	ca. 50	Tangering maks juli 1990 (start 1981)	
26.29 Refsvatn	Sokndalselva	52,9	41,8	790	<2		
26.64 Rekedalselv	Rekedalselva	10,1	5,56	550	2-5		
27.20 Gya	Hellelandselva	60,5	242	4000	(ikke beregnet)	Start obs. 1933	Usikker vf-kurve, største måling 29 m³/s
27.42 Slevelandsåna	Hellelandselva	5,42	5,33	983	< 2		
27.24 Helleland	Hellelandselva	185	309	1670	100 (FS)	Okt.1943*	Reg. 5 %
27.48 Byrkjedalsvatn	Bjerkreims-elva	176,8	141	798	Ikke beregnet	Start obs. 2013	
27.15 Austrumdal	Bjerkreims-elva	60,9	116,3	1910	>50	Start obs. 1980	
27.16 Bjordal	Bjerkreims-elva	124	329	2653	>50	Start obs. 1984	
27.25 Gjedlakleiv	Bjerkreims-elva	635	930	1465	>>50	Start obs. 1897	Reg. 4 % Oppstuving pga bru
28.7 Haugland	Håelva	139	62,6	450	<2		
31.10 Venekvev	Lyse-vassdraget	1,61	3,28	2037	2		
32.6 Liarvatn	Jørpelandsåna	55,9	100	1789	10-20	Okt. 1983	Reg. 4 % Flottør i "taket"?
33.4 Kalltveit	Årdalselva	307	111	362	5-10	Nov. 2005	Reg. 62 %
33.8 Leirberget	Årdalselva	521	295	566	5 (FS)	Start obs. 1997	Reg. 40 %
35.16 Djupadalsvatn	Fundingslands elva	45,3	74,7	1649	Ca. 50	Start obs. 1990	
35.9 Osali	Ulla	22,5	38,6	1716	Ikke beregnet	Nov. 1986	

I de neste avsnittene er flomvannføringene i enkelte av vassdragene kommentert noe mer.

3.3.1 Otra

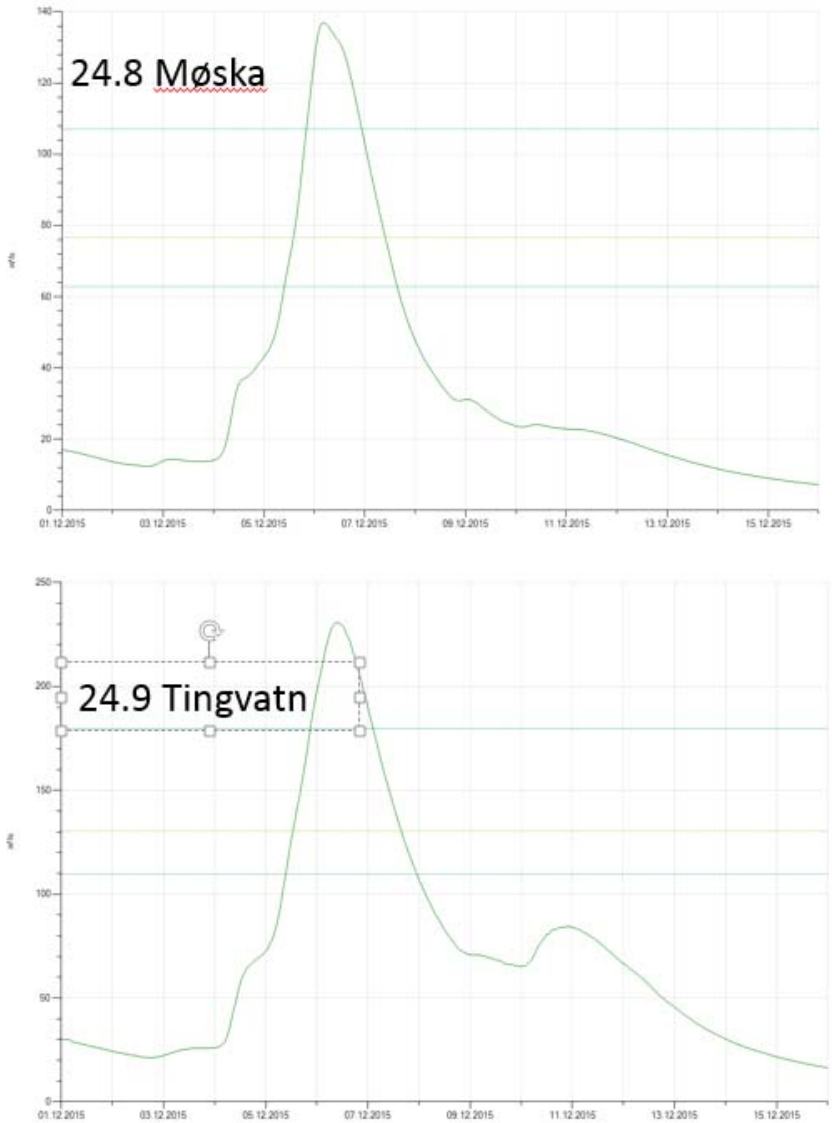
Otra, lå i utkanten av området som fikk mye nedbør. I Otra ligger dessuten ca. 30 % av nedbørfeltet over 1000 moh, slik at her kom sannsynligvis en del av nedbøren som snø. Det ble ikke registert spesielt store flomvannføringer i Otra under denne hendelsen.

3.3.2 Mandalselva

I Mandalselva er mindre enn 10 % av nedbørfeltet over 1000 moh, her må en anta at tilnærmet all nedbør kom som regn. Mandalselva har en reguleringsgrad på ca. 15 %, og også her ble det lagret noe vann i vannkraftmagasinene i øvre del av vassdraget under flommen. I Mandalselva må en tilbake til desember 1992 for å finne en større flom (tabell 1). Flommen i Mandalselva har et beregnet gjentaksintervall på mellom 10 og 20 år.

3.3.3 Lygna

I Lygna ble det registrert rekordstore vannføringer både ved stasjonen 24.9 Tingvatn og 24.8 Møska. I figur 13 er flomforløpet ved disse to stasjonene vist. Ved Tingvatn har det vært registrert vannføringer siden 1922, den tidligere rekorden var fra desember 1992. 1992-flommen hadde et døgnmiddel på 196 m^3/s, mens flommen i desember 2015 hadde et døgnmiddel på 216 m^3/s og en kulminasjon på 231 m^3/s (for 1992 er det ikke tilgjengelige findata).



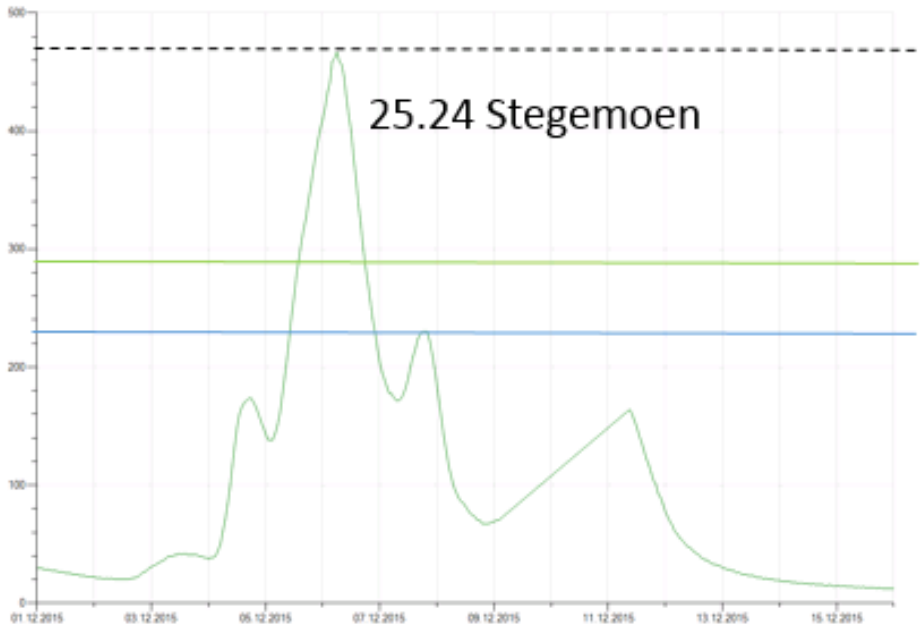
Figur 13. Vannføring i Lygna ved målestasjonene 24.8 Møska og 24. 9 Tingvatn fra 1. – 15. desember 2015. Nivåene for middel-, 5- og 50-årsflom er vist med horisontale streker.

3.3.4 Kvina

I enkelte mindre magasiner i nedre del av Kvina ble det under flommen rapportert om vannstander omkring nivåer som tilsvarer tidligere beregnede dimensjonerende flomvannstander (gjentakstintervall på 500 år).

I hovedelva, ved målestasjonen 25.30 Stegemoen var vannføringen den største siden oktober 1983. I henhold til beregninger utført for flomsonekart hadde flommen her et gjentaksintervall på omkring 20 år. Kvina har en reguleringsgrad på snaut 50 %. Flommen ble noe redusert fordi tilsiget til vannkraftmagasin i spesielt øvre del av vassdraget ble lagret. Et annet forhold er at omkring 20 % av nedbørfeltet ligger over 1000 moh, som betyr at i øvre del av vassdraget kom nedbøren periodevis som snø. En noe høyere lufttemperatur ville derfor kunne gitt enda større flom i Kvina.

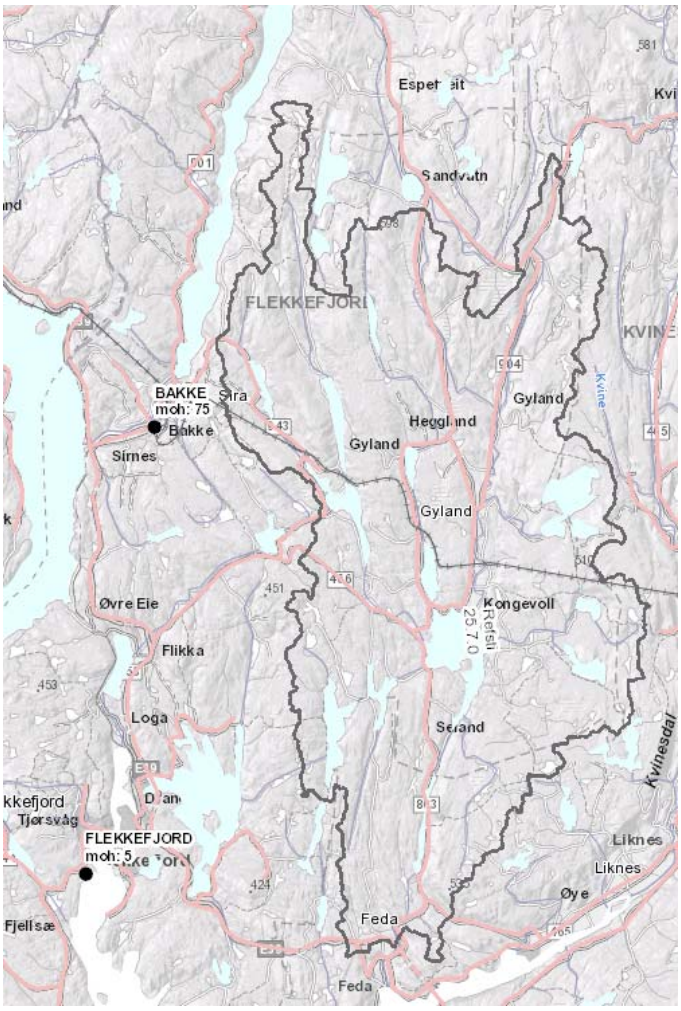
Etter at flommen var på retur i Kvina, ble det en periode overført vann fra Sira til Kvina, via Tonstad kraftverk for å redusere flomtoppen i Sirdalsvatn/ Lundevatn.



Figur 14. Vannføring i Kvina ved målestasjonene 25.24 Stegemoen fra 1. – 15. desember 2015. Nivåene for middel-, 5- og 20-årsflom er vist med horisontale streker.

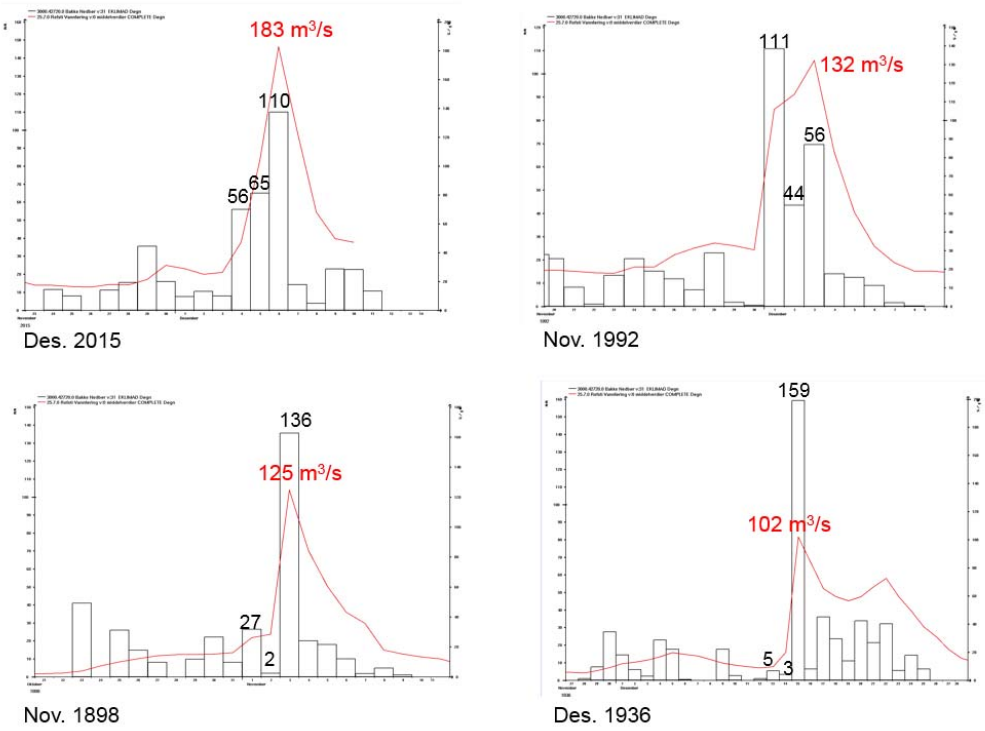
3.3.5 Feda

En av målestasjonene hvor det var rekordstor vannføring var 25.7 Refsti i Feda. Her er det målinger tilbake til 1898, men det har aldri tidligere blitt observert så stor vannføring. I nærheten ligger METs nedbørstasjon Bakke (figur 15) som også har en lang tidsserie. Det er tre ganger tidligere (1898, 1936 og 1992) målt en døgnnedbør på 110 mm eller mer.



Figur 15. Nedbørfeltet til målestasjonen 25.7 Refsti i Feda. Nedbørstasjonen Bakke ligger vest for nedbørfeltet til Refsti og rett sør for Sirdalsvatnet.

En viktig årsak til at flommen i Feda ble større enn tidligere, var at det nå kom mye regn over flere dager, først to dager med om lag 60 mm før det den tredje dagen kom 110 mm. Til sammenligning kom det for eksempel under 10 mm de to dagene før rekordnedbøren (159 mm) i desember 1936. Flommen i 1936 ble langt mindre enn i 2015 (figur 16).



Figur 16. Nedbør i mm/ døgn ved stajonen Bakke (svarte søyler) og vannføring i m^3/s ved de fire største observerte flommene ved Refsti (rød strek) i perioden 1898-2015.

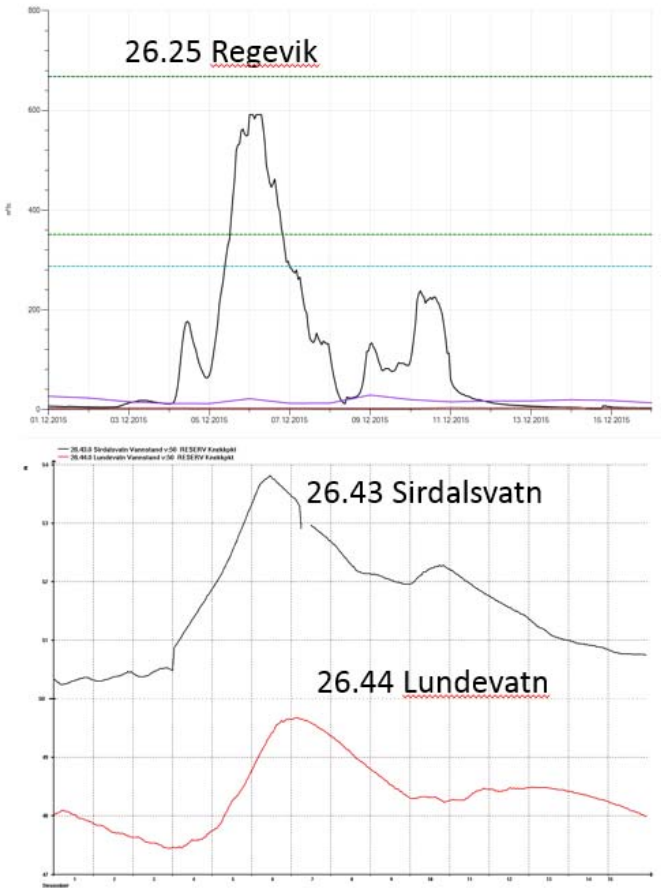
Figur 17. Flom i Fedaelva ved Feda, Kvinesdal kommune. Foto: Trond Dugan.

3.3.6 Sira/ Sirdalsvatn

I Sira ved stasjonen 26.25 Regevik er flommen beregnet å ha hatt et gjentaksintervall på 20 – 50 år (figur 18). Her må en tilbake til høsten 1983 for å finne en større flom. Sira har en reguleringsgrad på 70 %, flommen her ble redusert fordi det ble lagret noe vann i vannkraftmagasiner spesielt i øvre del av vassdraget. Det ble også overført noe vann fra Sira til Kvina via Tonstad kraftverk, da flommen i Kvina var på retur. Dette for å redusere flomstigningen i Sirdalsvatn/ Lundevatn.

Omkring 20 % av nedbørfeltet til Sira ligger over 1000 moh, som betyr at i øvre del av vassdraget kom nedbøren periodevis som snø, noe som bidro til å begrense tilsiget fra de høyestliggende områdene. Ved målestasjonen 26.26 Jogla, som ligger i øvre del av Siravassdraget, hadde flommen et gjentaksintervall på 5-10 år, dvs. en relativt mindre flom enn lenger ned i vassdraget.

Nedstrøms Regevik ligger Sidalsvatn, her kulminerte vannstanden på 53,81 moh, eller 4,31 m over HRV! Vannstanden var en halv meter høyere enn i 1983 (53,3 moh). For Sirdalsvatn var det og av betydning at det var høy vannstand i det nedenforliggende Lundevatn, som virker oppstuvende på Sirdalsvatn.



Figur 18. Vannføring i Sira ved målestasjonen 26.25 Regevik og vannstand i Sirdalsvatn og Lundevatn fra 1. – 15. desember 2015. Nivåene for middel-, 5- og 50-årsflom ved Regevik er vist med horisontale streker.

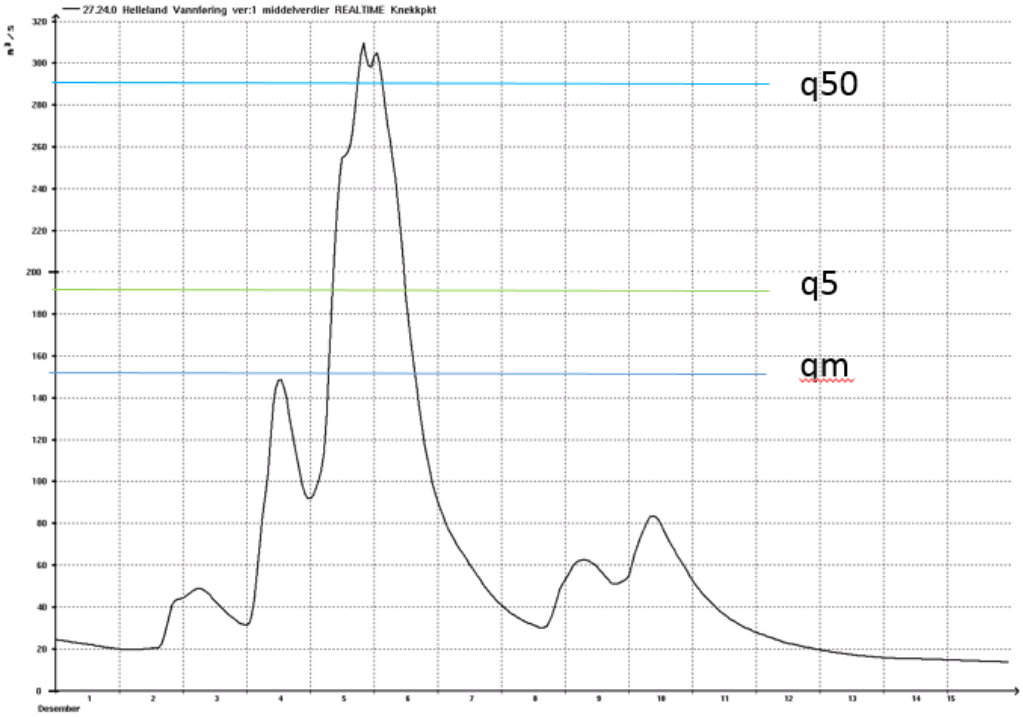
Sirdalsvatn ble regulert ved senkning og kanalisering av utløpet på 1970-tallet, flomvannstandene antas å ha blitt redusert med ca. 2 m («Flomberegning for Sira ved Tonstad», NVE-dokument 6-2010). Før senkningen var vannstanden flere ganger høyere enn under årets flom, sist i mai 1967 med 54,5 moh. Den høyeste registrerte vannstanden i Sirdalsvatn er fra november 1898 med drøyt 55 moh.

Beregnet 500-års flomvannstand i Sirdalsvatn etter senkning er ca. 53,8 moh, eller på samme nivå som det som ble observert i desember 2015. Beregningen er blant annet basert på en kapasitetskurve for det kanaliserte utløpet av Sirdalsvatn som ble utarbeidet av Vassdrags- og Havnelaboratoriet i 1967. Agder Energi opplyste under flommen at avløpet var mindre enn kurven tilsa. Det er derfor sannsynlig at den observerte vannstanden under flommen i desember har et lavere gjentaksintervall enn 500 år, og at tidligere beregnede flomvannstander for Sirdalsvatn (NVE-dokument 6-2010) er for lave.

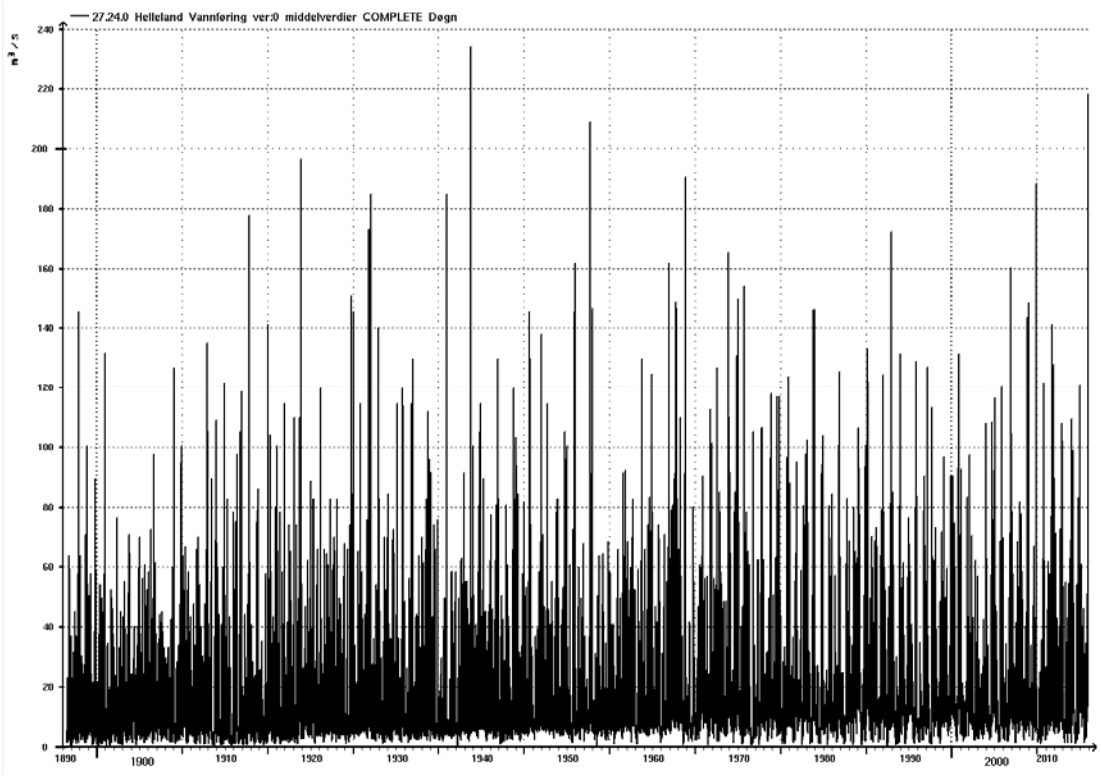
3.3.7 Hellelandselva

I Hellelandselva ved stasjonen 27.24 Helleland er flommen i desember 2015 beregnet å ha hatt et gjentaksintervall på ca. 100 år. Dette vassdraget har en reguleringsgrad på 5 %, og det antas derfor at reguleringene her har hatt liten betydning for flomforløpet.

I Hellelandselva var det sannsynligvis en større flom i oktober 1943, men vi har ikke tilgjengelige findata fra den flommen. I 1943 ble vannstanden avlest en gang pr døgn, dette antas å representere et døgnmiddel, men kan avvike en del fra det reele døgnmidlet. Ved flommen i desember 2015 kulminerte vannføringen med drøyt 300 m^3/s (figur 19), mens største døgnmiddel var 218 m^3/s mot 236 m^3/s i 1943 (figur 20).



Figur 19. Vannføring i Hellelandselva ved målestasjonen 27.24 Helleland fra 1. – 15. desember 2015. Nivåene for middel-, 5- og 50-årsflom er vist med horisontale streker.



Figur 20. Vannføring i m^3/s (døgnmidler) i Hellelandselva 1896 – 2015.

Lenger opp i Hellelandsvassdraget ligger stasjonen Gya, her ble det registrert en maksimal vannføring tilsvarende 4000 l/s km^2 eller 4 m^3/s km^2. I løpet av et døgn ble det registrert en avrenning på nesten 3300 l/s km^2, som tilsvarer drøyt 280 mm i avrenning i løpet av et døgn. Dette er sannsynligvis noe overestimert på grunn av usikkerhet knyttet til vannføringskurven. Nedenfor stasjonen Gya ligger magasinet Gyavatn. Her har vi fått opplyst fra Dalane Energi at de i sum overløp og tapping gjennom luker hadde en maksimal døgnvannføring på 195 m^3/s, som tilsvarer ca. 2200 l/s km^2 fra det 88,8 km^2 store feltet eller 190 mm i avrenning i løpet av et døgn. Dette harmonerer bedre med de maksimale nedbørobservasjoner enn registreringene ved målestasjonen Gya.

3.3.8 Bjerkreimselva

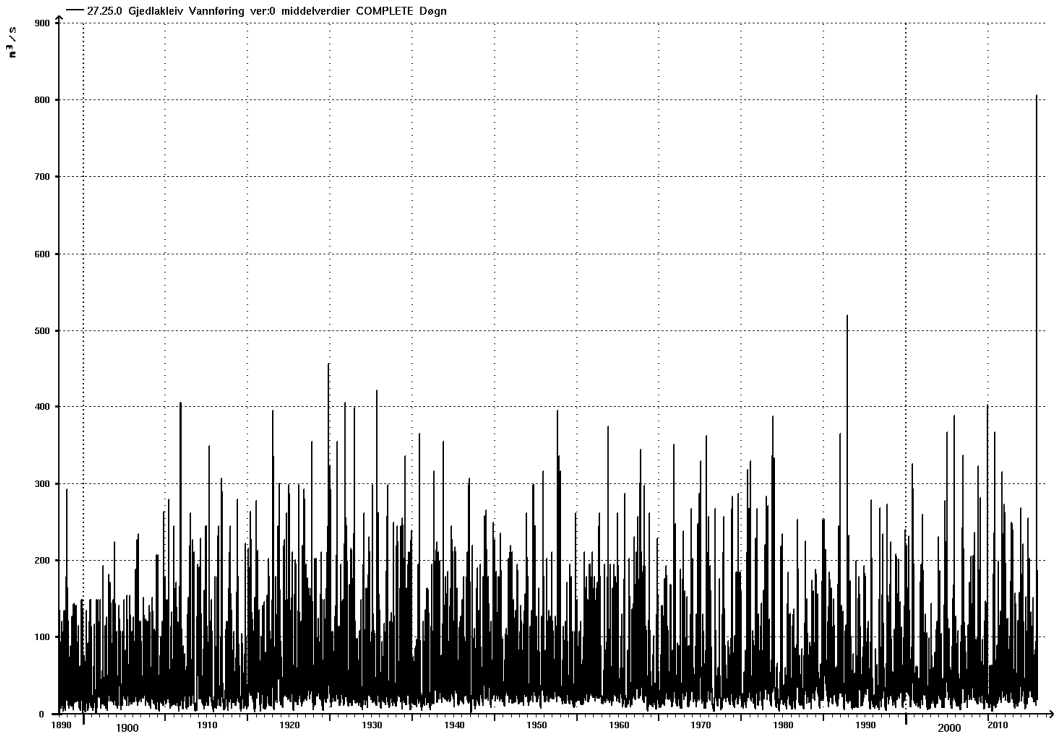
I nedre del av Bjerkreimselva ligger målestasjonen 27.25 Gjedlakleiv. Dette vassdraget har en reguleringsgrad på 4 %, og det antas derfor at reguleringene her har hatt liten betydning for flomforløpet.

Bildet under (figur 21) viser brua på E39 som krysser Bjerkreimselva rett nedenfor målestasjonen 27.25 Gjedlakleiv. En ser tydelig av bildet at brua virker oppstuvende på vannstanden, som igjen medfører at beregnet vannføring blir for stor (figur 22).

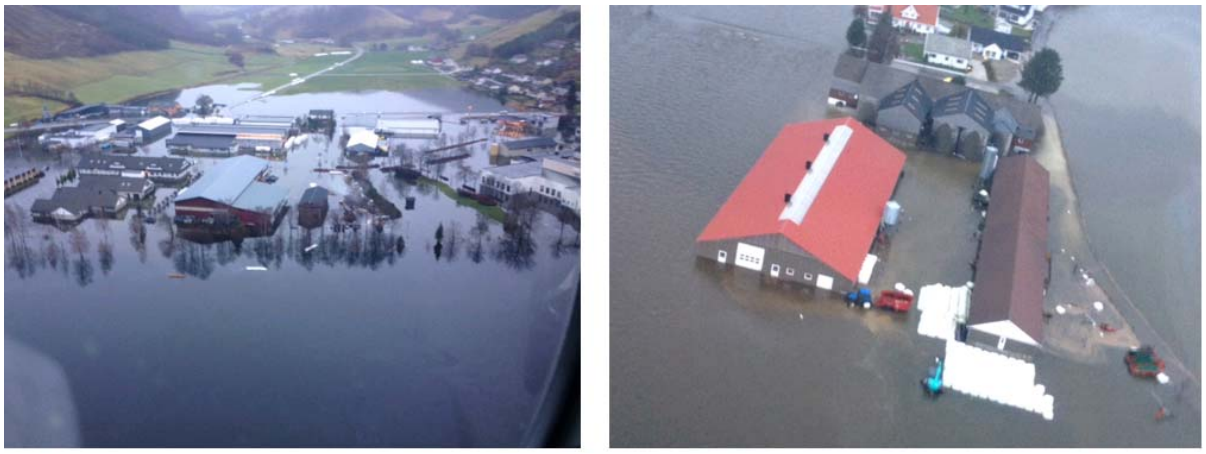
Det er likevel sannsynlig at flommen i desember 2015 er den største siden målestart i 1897 (figur 23). Også lenger opp i vassdraget var det rekordstore vannføringer, men her er måleseriene kortere (tabell 1). Noen flere bilder som illustrerer flomforholdene i Bjerkreimsvassdraget er vist i figur 23.

Figur 21. Bjerkreimselva ved målestasjonen 27.25 Gjedlakleiv. Foto: 6. desember 2015 (kl. 09.50), Trond Dugan.

Figur 22. Vannføring i Bjerkreimselva ved målestasjonen 27.25 Gjedlakleiv fra 1. – 15. desember 2015. Nivåene for middel-, 5- og 50-årsflom er vist med horisontale streker. Vannstanden her ble påvirket av brua nedenfor målestasjonen, og flomtoppen var derfor noe lavere enn det grafen viser.



Figur 23. Vannføring i m^3/s (døgnmidler) i Bjerkreimselva ved målestasjonen 27.25 Gjedlakleiv 1897 – 2015. Flomvannføringen i 2015 er noe overestimert på grunn av oppstuving fra brua nedstrøms målestasjonen.



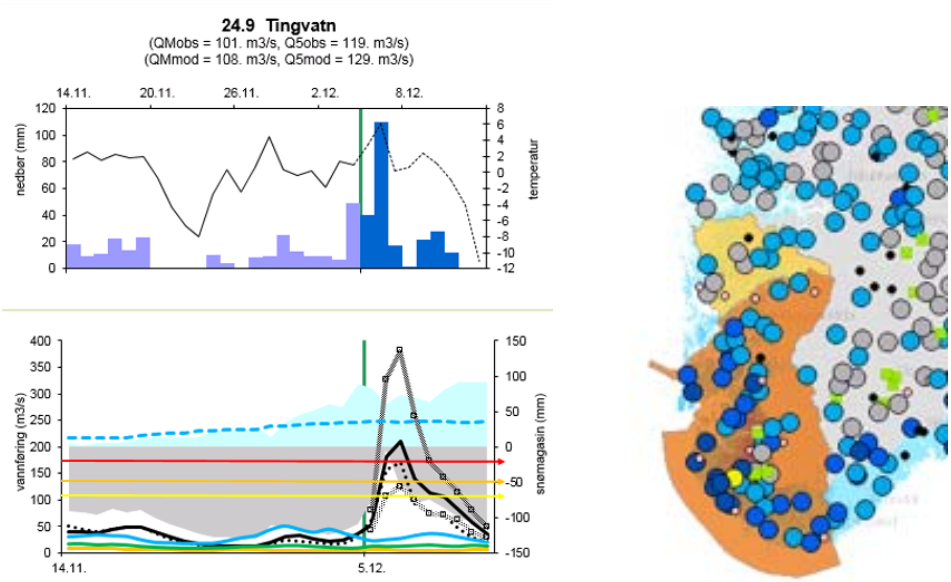
Figur 24. Oversvømmelser i Bjerkreimsvassdraget i desember 2015 ved Vikeså sentrum (venstre) og Tengesdal gårdsbruk. Foto: Trond Dugan.

4 Prognoser og varsler

4.1 Nedbør-, temperatur- og vannføringsprognoser

Torsdag 3. desember på ettermiddagen var det mye nedbør i prognosene for Agder, Rogaland og Hordaland, spesielt fra natt til lørdag. Prognosene fra MET antydet 80 – 130 mm over relativt store områder i løpet av en 24-timers periode. Det ble derfor torsdag ettermiddag sendt ut varsel på gult nivå for disse områdene.

Fredag morgen lå det fortsatt store nedbørmengder inne i prognosene, og det var allerede kommet en del regn slik at vannføringen i mange elver hadde begynt å stige, men det var fortsatt et godt stykke igjen til flom. HBV-modellen for stasjonen 24.9 Tingvatn i Lygna var en av 10 modellfelt som ga vannføringer godt over 5-årsflom (figur 25). Fredag formiddag (ca. kl. 11) ble derfor flomvarselet oppgradert til oransje nivå for et relativt stort område.



Figur 25. Til venstre vises prognosen for 24.9 Tingvatn fredag morgen, de horisontale strekene viser nivå for middel- (gul), 5-års (oransje)og 50-årsflom (rød). Kartet til høyre viser områdene hvor det fredag formiddag ble sendt ut varsel om flom på gult og oransje nivå for lørdagen. Sirklene i kartet viser vannføringen i vassdragene fredag morgen, hvor blå indikerer stor vannføring – jo mørkere, jo større.

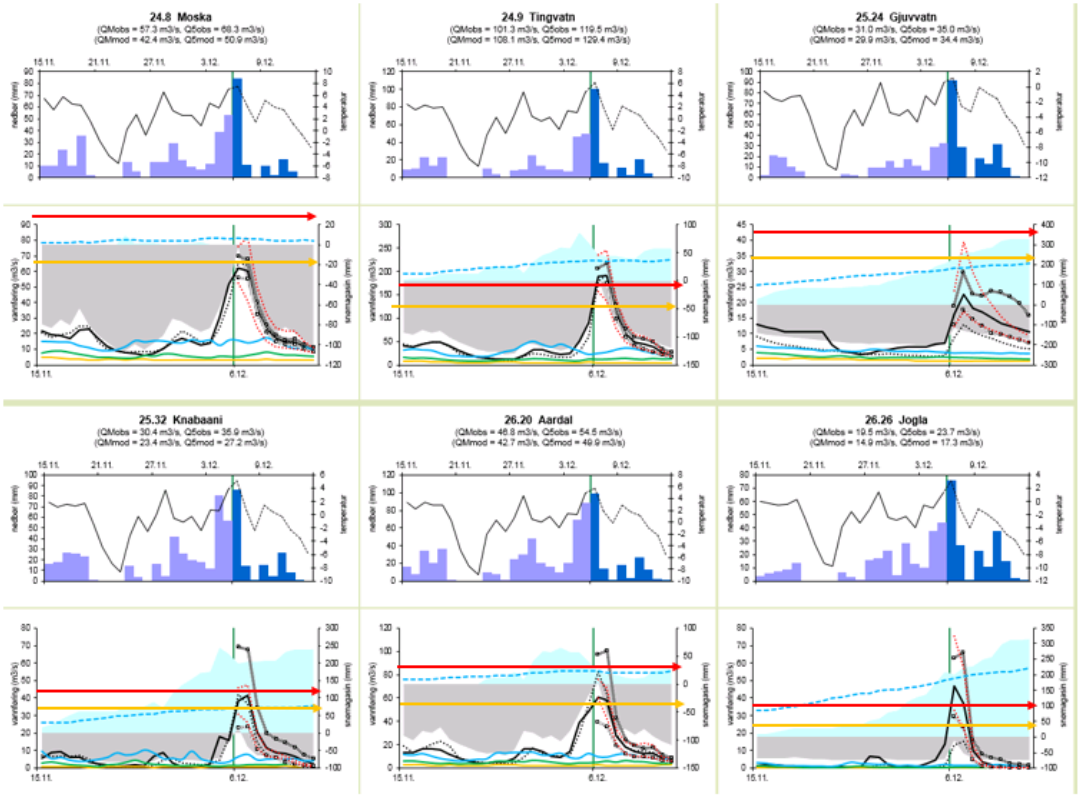
Fredag 4. desember kl. 11.30 kom det første ekstremvarselet fra met.no vedrørende uværet «Synne». Dette var et «fase B»-varsel, «korttidsvarsel, før ekstremt vær ventes å inntreffe».

1. varsel - fase B

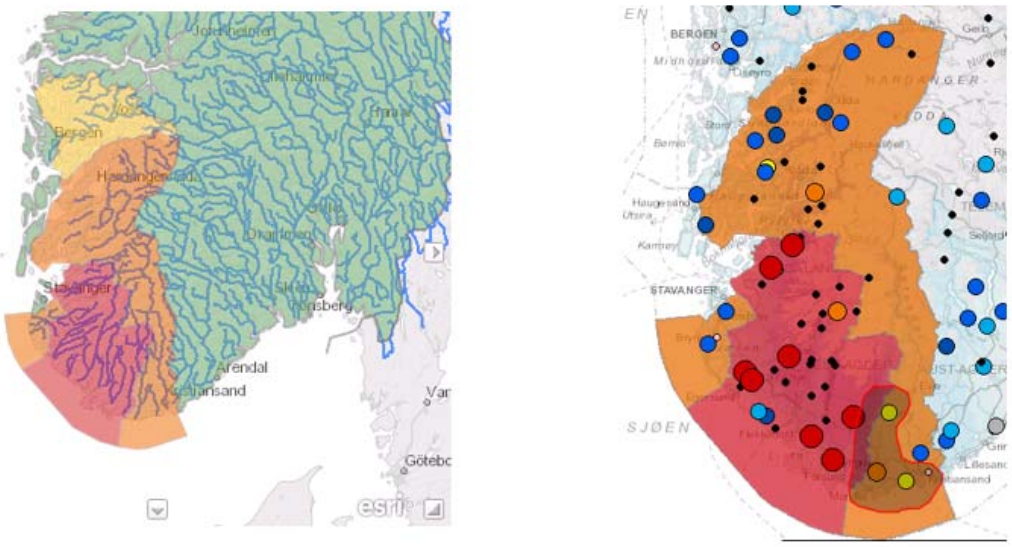
Varsel om ekstreme værforhold under ekstremværet ` Synne ` gjelder for: Agder og Rogaland:

Lørdag og natt til søndag ventes ekstreme nedbørmengder i Rogaland og i Agder. Det er ventet 100-150 mm/30 timar, og lokalt i indre strøk kan det komme 150-200 mm/30t. Enkelte steder kan det komme nedbørmengder med 25-50 års returverdi. I kystområdene i disse fylkene er det ventet moderate mengder nedbør. Lørdag er det ventet sørvestlig liten storm utsatte steder, i fjellet kan hende full storm.

Lørdag morgen var flommen godt i gang i mange vassdrag, og det ble fortsatt varslet om ekstreme nedbørmengder lørdag og natt til søndag. Mest nedbør ble varslet på indre strøk av Rogaland med opp mot 140-160 mm på 24 t. Lørdag morgen var det i tillegg flere HBV-modellfelt som indikerte at vi kunne få vannføringer omkring eller over rødt nivå (50-årsflom eller sjeldnere) (figur 26). Flomvarselet ble derfor oppgradert til rødt nivå for lørdag og søndag for store deler av Vest-Agder og Rogaland (figur 27).



Figur 26. Prognosen for seks felt på Sør-Vestlandet lørdag morgen. De horisontale strekene viser nivå for 5-års- (oransje)og 50-årsflom (rød).



Figur 27. Til venstre vises flomvarselet for lørdag 5. desember og til høyre varselet for søndag 6. desember som ble utstedt lørdag formiddag. Sirklene i kartet til høyre viser vannføringen i vassdragene søndag morgen, hvor rødt viser stasjoner med vannføring større eller lik 50-årsflom, oransje mellom 5- og 50-årsflom og gult mellom middel- og 5-årsflom.

De neste varslene fra MET oppretthold i stor grad nedbørmengdene som ble sendt ut i det første varselet.

Det ble sendt avsluttende varsel fra MET søndag 6. desember om morgenen, om at ekstremværet var over, men at det fortsatt ville være kraftige byger i området. Hovedinntrykket var et værvarslene og meteorologenes vurderinger stemte godt overens med hva som kom av nedbør under denne flommen.

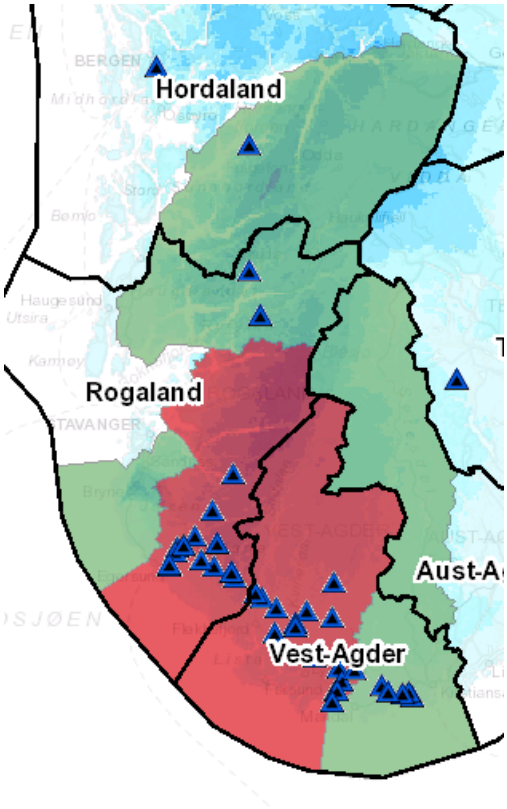
Det ble opprettholdt flomvarsel på rødt nivå også over til mandag blant annet fordi vannstanden i Sirdalsvatn/ Lundevatn fortsatt var svært høy. I Lundevatn ble flomtoppen nådd natt til mandag.

5 Flommens virkninger

Flommen i desember 2015 førte til at en rekke veier ble stengt (figur 28), blant annet ble E39 mellom Stavanger og Kristiansand stengt i omkring et døgn under flommen.

Noen få andre eksempler på skader nevnes nedenfor:

- Feda, her ble flere feriehus tatt av flommen og en bru ødelagt.
- Kvinesdal, blant annet kirkegården stod under vann
- Egersund, over 100 husstander i tillegg til et sykehjem ble evakuert
- Det er i media også omtalt mange skader på hus og enkelte industrianlegg.
- Flere mindre vannkraftmagasin i området har registrert vannstander omkring dimensjonerende flomvannstand, dvs. 500- eller 1000-års flomvannstand



Figur 28 Stengte veier pga flom søndag 6. desember.

6 Referanser

«Ekstremværrapport, hendelse Synne 4- 6.12.2015». Vibeke Thyness, Geir Ottar Fagerlig, Jostein Mamen. Met-info 26/2015.

«Flomberegning for Sira ved Tonstad». Lars-Evan Pettersson. NVE-dokument 6-2010.

Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no