



Jernbaneverket



Statens vegvesen

Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie Dimensjonerende korttidsnedbør for Telemark, Sørlandet og Vestlandet

*Eirik Førland, Jostein Mamen, Karianne Ødemark,
Hanne Heiberg, Steinar Myrabø*

Delprosjekt. 5.1.3

3
2014

R
A
P
P
O
R
T



Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie

Dimensjonerende korttidsnedbør for Telemark, Sørlandet og Vestlandet

Delprosjekt. 5.1.3

Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie

Rapport nr 3-2014

Karakterisering av flomregimer

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Eirik Førland*, Jostein Mamen*, Karianne Ødemark*, Hanne Heiberg* og Steinar Myrabø**

*Meteorologisk Institutt, **Jernbaneverket

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 123

Forsidefoto: NVEs bildearkiv

ISBN: 978-82-410-0950-1

ISSN: 1501-2832

Sammendrag: Korttidsnedbør for Telemark, Sørlandet og Vestlandet er analysert ved bruk av foreliggende pluviometer-målinger, både fra stasjoner med vippepluviometer (tidsoppløsning 1 minutt) og vektpluviometer (tidsoppløsning 1 time). Pluviometerdataene er brukt til studier av høyeste observerte og dimensjonerende nedbørmengder for ulike varigheter, for å studere trender og geografiske forskjeller og til å produsere Intensitet-Varighet-Frekvens (IVF) statistikk. Data fra værradar og pluviometre er brukt til detaljerte studier av romlige mønstre i episoder med kraftig nedbør.

Emneord: Korttidsnedbør, dimensjonerende verdier, pluviometer, Telemark, Agder, Vestlandet, NIFS

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

Telefon: 09575
E-mail: nve@nve.no
Internett: www.nve.no

Januar 2014



Norwegian
Meteorological
Institute

MET report

no. 28/2013
[Category]

Dimensjonerende korttidsnedbør for Telemark, Sørlandet og Vestlandet

**Eirik Førland*, Jostein Mamen*, Karianne Ødemark*,
Hanne Heiberg* og Steinar Myrabø****

*** Meteorologisk Institutt, **Jernbaneverket**



Norwegian
Meteorological
Institute

MET report

Tittel:

Dimensjonerende korttidsnedbør for Telemark, Sørlandet og Vestlandet

Dato

2013-12-19

Section:

[Section]

Rapport no.

no. 28/2013

Forfattere:

Eirik Førland*, Jostein Mamen*, Karianne Ødemark*, Hanne Heiberg* og Steinar Myrabø**

Classification

● Free ○ Restricted

* Meteorologisk Institutt, ** Jernbaneverket

Oppdragsgiver:

NIFS-prosjektet (Naturfare: Infrastruktur - Flom – Skred). NVE, Statens Vegvesen, Jernbaneverket

Client's reference

[Client's reference]

Abstract

Korttidsnedbør for Telemark, Sørlandet og Vestlandet er analysert ved bruk av foreliggende pluviometer-målinger, både fra stasjoner med vippepluviometer (tidsopløsning 1 minutt) og vektpluviometer (tidsopløsning 1 time) Pluviometerdataene er brukt til studier av høyeste observerte og dimensjonerende nedbørmengder for ulike varigheter, for å studere trender og geografiske forskjeller og til å produsere Intensitet-Varighet-Frekvens (IVF) statistikk. Data fra værradar og pluviometre er brukt til detaljerte studier av romlige mønstre i episoder med kraftig nedbør

Keywords

Korttidsnedbør, dimensjonerende verdier, pluviometer, Telemark, Agder, Vestlandet

Eirik Førland

Disciplinary signature

Per Ove Kjensli

Responsible signature

Abstract

Korttidsnedbør for Telemark, Sørlandet og Vestlandet er analysert ved bruk av foreliggende pluviometer-målinger, både fra stasjoner med vippepluviometer (tidsopløsning 1 minutt) og vektpluviometer (tidsopløsning 1 time) Pluviometerdataene er brukt til studier av høyeste observerte og dimensjonerende nedbørmengder for ulike varigheter, for å studere trender og geografiske forskjeller og til å produsere Intensitet-Varighet-Frekvens (IVF) statistikk. Data fra værradar og pluviometre er brukt til detaljerte studier av romlige mønstre i episoder med kraftig nedbør.

Table of contents

1	Innledning	9
2	Oversikt over pluviometer-målinger for Telemark, Sørlandet og Vestlandet	11
2.1	Pluviometer målere	11
2.2	Pluviometer stasjoner	12
2.3	Høyeste registrerte verdier for korttidsnedbør	16
3	Intensitet-Varighet-Frekvens (IVF)-verdier	27
3.1	Ekstremverdi-fordeling	27
3.2	IVF-verdier for utvalgte lokaliteter	27
3.3	Regionale Intensitet-Varighet-Frekvens (IVF)-verdier	41
3.4	Geografisk fordeling av returperiode verdier for ulike varigheter	46
4	Trender for ekstrem nedbør med ulike varigheter	49
4.1	Trender for høyeste observerte intensiteter for ulike sub-døgnlige varigheter	49
4.2	Trender for frekvenser av verdier over visse terskelverdier	54
5	Episode med kraftig nedbør over Notodden og Drangedal i august 2013	59
5.1	Observasjoner	59
5.2	Observasjoner fra private stasjoner	65
5.3	Konsekvenser av flommen i august 2013	66
5.4	Flommen på Notodden i juli 2011	67
6	Oppsummering og konklusjoner	70
	Referanser	71

1 Innledning

Klima og klimaendringer har stor innvirkning på samfunnet. Bedre estimat av nåværende og fremtidige høye nedbørintensiteter er avgjørende for å beskytte liv, verdier og infrastruktur. Ulike samfunnssektorer og infrastruktur er mer eller mindre tilrettelagt for å håndtere dagens klima og ekstremer. Den pågående globale oppvarming nødvendiggjør en tilpasning til fremtidig klima. For å hindre høye kostnader, er det av avgjørende betydning at den mest pålitelige og nøyaktige klima informasjonen blir brukt til å underbygge tilpasningsstrategier. I denne rapporten blir foreliggende pluviometerdata brukt til å beskrive romlig variasjon og trender i korttidsnedbør, og til å skissere regionale estimat av Intensitet-Varighet-Frekvens (IVF) verdier. Data fra værradar er brukt til detaljert analyse av geografisk nedbørfordeling i den kraftige regnskyll-episoden 6.august 2013.

Tilpasning til dagens og fremtidens klima i urbane områder er svært viktig på grunn av det store antallet mennesker involvert og sårbarheten i overvannshåndtering ved endringer i klimaforhold. Den forventede hyppigere forekomst og økende intensitet i episoder med kraftig nedbør vil skape problemer for avrenningssystemene i tettbygde områder. Disse systemene er spesielt følsomme for lokale nedbørepisoder. Også utenfor tettbygde strøk kan ekstreme kortvarige nedbørepisoder føre til flom i mindre nedbørfelt og skader på infrastruktur som f.eks. vei- og jernbane-systemer.

I de senere år har det vært en økende etterspørsel etter estimat av dimensjonerende verdier for korttidsnedbør (IVF-verdier) for både nåværende og fremtidig klima, særlig for å gi bedre datagrunnlag for utforming av kulverter og dreneringssystemer. Korttids nedbørdata er også viktige for evaluering av sjeldne værhendelser og for å sette riktige terskelverdier til bruk for trinnvis beredskap i flomepisoder. For å koordinere innsatsen og forbedre datagrunnlaget, har Norges Vassdrags- og Energi-direktorat (NVE), Statens Veivesen (SVV) og Jernbaneverket (JBV) etablert et tverretattlig samarbeid i et dedikert prosjekt "Naturfare, Infrastruktur, Flom og Skred (NIFS)".

I arbeidspakke DP5.1 i NIFS er det skissert følgende aktiviteter for å forbedre kunnskapen om korttidsnedbør:

1. Oppdatere IVF statistikk for alle norske pluviometer stasjoner
2. Analysere historiske trender i korttids nedbør med ulike varigheter for norske pluviometer serier
3. Analysere 1-times nedbør data fra Geonor vekt-pluviometre, og undersøke om Geonor dataene kan brukes til statistikk for varigheter mindre enn 1-time
4. Utvikle tentative landsdekkende kart over IVF-verdier
5. Utarbeide estimat for ekstrem korttidsnedbør i et fremtidig klima

Denne rapporten omhandler korttidsnedbør for Telemark, Agder-fylkene og Vestlandet. Tilsvarende analyser for Østlandet er beskrevet i NIFS-Rapport 78/2012. (Ødemark et al., 2012). Neste del av rapporteringen vil omfatte fastlands-Norge nord for Stad og Dovre.

2 Oversikt over pluviometer-målinger for Telemark, Sørlandet og Vestlandet

2.1 Pluviometer målere

På tradisjonelle nedbør- og vær-stasjoner har nedbøren blitt målt manuelt hhv. en eller to ganger daglig. Men for mange formål er hyppigere målinger viktige, og Meteorologisk Institutt etablerte derfor på slutten av 1960-tallet en rekke pluviometerstasjoner basert på vippeskåler («vippe pluviometer»). Disse norskproduserte PLUMATIC-målerne registrerte nedbør på magnetbånd, og tidsoppløsningen var 1 minutt. I vippe pluviometrene som benyttes i dagens stasjonsnett registreres tidspunktet for hver vipp, og signalene blir oftest fjernoverført. Vippe-pluviometrene består av en trakt, to små skåler og en magnet. Nedbøren renner ned i trakten og drypper ned i en av de to små skåler, balansert på en knivsegg. Den øverste skålen holdes på plass av en magnet til den er fylt til en kalibrert nedbørmengde (vanligvis 0,1 eller 0,2 mm vann). Når skålen er fylt til dette nivået, vil magneten slippe sitt grep, slik at skålen tømmes og den andre skålen kommer i posisjon for fylling. Når skålen vipper, utløses en bryter, og målingen blir registrert lokalt eller overført digitalt til operatøren av stasjonen (met.no eller andre). Ved å bruke de nøyaktige tidsangivelser for når skålene tømmes, kan nedbør-intensiteten innenfor et gitt tidsintervall (f.eks. 1 minutt) beregnes. De fleste vippepluviometrene opererer bare i den varme årstiden, dvs. fra april til oktober. Det siste tiåret er noen av vippepluviometrene blitt oppgradert med elektrisk oppvarming, for å kunne fungere hele året rundt.

På begynnelsen av 1990-tallet etablerte met.no og en del vannkraftprodusenter et nettverk av vekt pluviometer stasjoner med tidsoppløsning én time. Vektpluviometrene (i Norge vanligvis av Geonor type) består av en bøtte hvor akkumulert nedbør veies fortløpende (Bakkehøi & Førland, 1985). Bøttene må tømmes manuelt når den øvre kapasitet (ofte ca. 300 mm nedbør) er nådd. Fordampning hindres av en oljefilm og fast nedbør smeltes ved hjelp av kjemikalier i bøtten. Dermed kan vektpluviometrene operere uten oppvarming hele året, både for snø og regn.

De fleste vippepluviometrene har ikke vindskjerm, mens Geonor vektpluviometre er utstyrt med Alter vindskjerm. I perioder med høy vindhastighet og nedbør som snø er det en betydelig oppfangningssvikt i målerne, og spesielt i målere uten vindskjerm (Førland et al., 1996).

2.2 Pluviometer stasjoner

Tabell 2.1 gir en oversikt over pluviometer-data fra Vestfold, Telemark, Sørlandet og Vestlandet i Meteorologisk Institutt's arkiver. De første vippepluviometrene (PLUMATIC) ble etablert i 1967 og 1968. Noen av stasjonene har vært i drift i mer enn 40 år, mens andre stasjoner bare har serier som omfatter noen få år. Oversikt over stasjoner med times-registreringer (i hovedsak vektpluviograf (Geonor) er vist i tabell 2.2.

Tabell 2.1: Stasjoner med vippe-pluviometer data fra Vestfold, Telemark, Sørlandet og Vestlandet i Meteorologisk Institutt's arkiver (se figur 2.1).

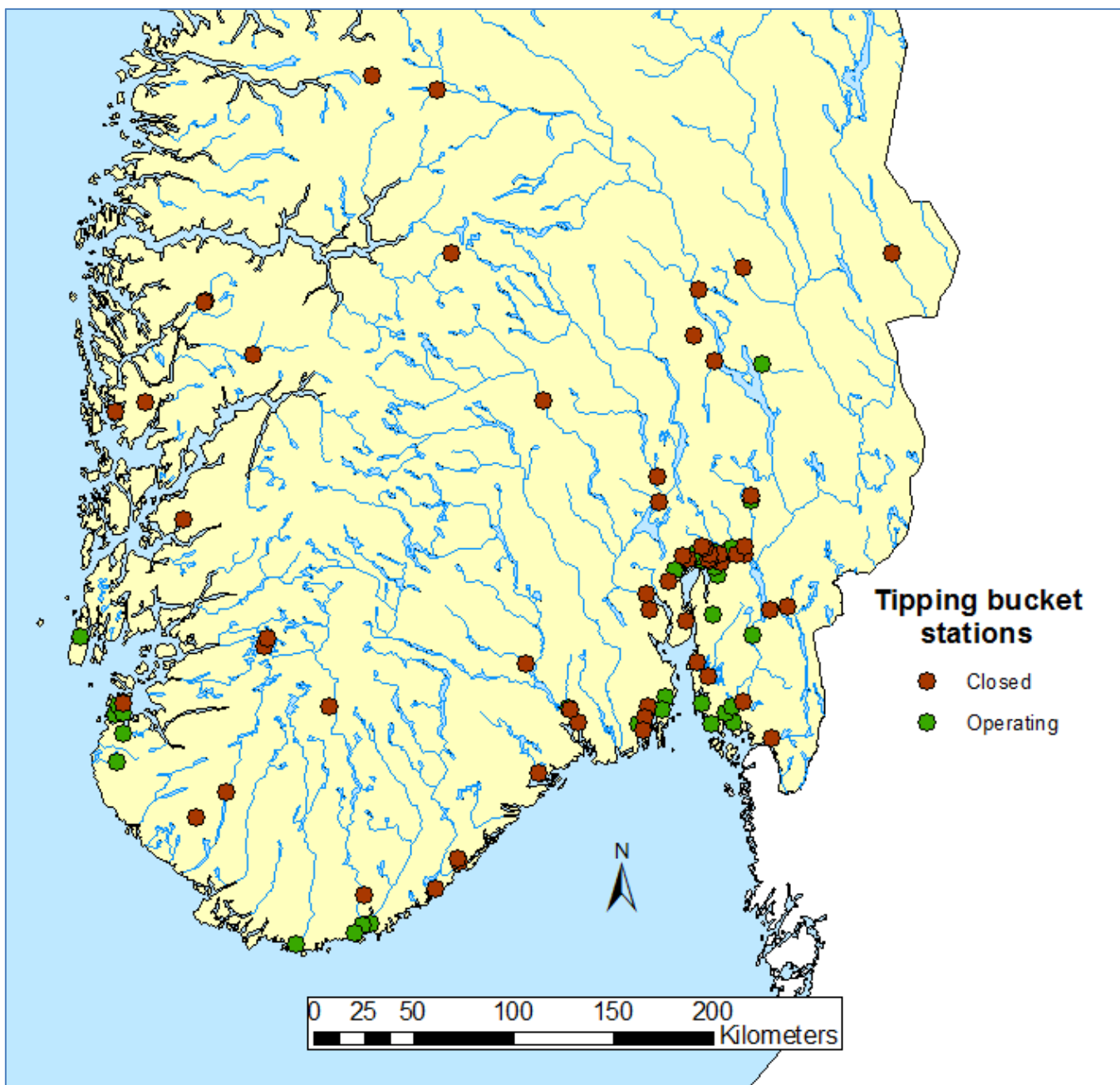
STNR	NAVN	FYLKE	H.O.H (m)	START	SLUTT
26999	SKOGER - JONSRUD	Vestfold	76	01.03.1999	31.08.2007
27270	TØNSBERG - KILEN	Vestfold	3	28.01.2000	
27350	STOKKE	Vestfold	76	13.07.1969	31.08.1971
27460	NØTTERØY	Vestfold	20	01.04.2003	
27470	TORP	Vestfold	88	13.04.1972	31.12.1987
27564	SANDEFJORD - MOSSERØD	Vestfold	72	12.12.1998	
27580	SANDEFJORD - VARDEN	Vestfold	70	21.09.1973	30.11.1996
30270	PORSGRUNN - SANNA	Telemark	10	30.10.1973	31.10.1992
30310	SKIEN - KLOSTERSKOGEN	Telemark	22	27.06.1968	31.10.2000
30320	SKIEN - ELSTRØM	Telemark	13	01.01.2004	
32100	GVARV	Telemark	26	19.05.1967	31.10.1987
34180	KRAGERØ - HELLE	Telemark	62	16.04.1979	31.10.1980
36060	ARENDAL BRANNSTASJON	Aust-Agder	44	03.09.1967	31.10.1996
36100	ØSTRE MOLAND	Aust-Agder	40	03.09.1967	30.11.1972
38130	GRIMSTAD - HIA	Aust-Agder	15	07.10.1974	30.11.1997
39150	KRISTIANSAND - SØMSKLEIVA	Vest-Agder	12	27.11.1974	
39160	KRISTIANSAND - HOLDALSNOTEN	Vest-Agder	124	07.07.2012	
39165	KRISTIANSAND BRANNSTASJON	Vest-Agder	9	07.07.2012	
39200	KRISTIANSAND - KVADRATUREN	Vest-Agder	25	09.10.2005	
39201	KRISTIANSAND - BRÅVANN	Vest-Agder	32	30.12.2005	31.01.2012
39210	DUEKNIPEN	Vest-Agder	86	07.07.2012	
39260	VENNESLA	Vest-Agder	40	24.09.1987	30.11.1994
40140	HYLESTAD - BROKKE	Aust-Agder	443	01.07.1971	31.10.1981
40490	BERGO	Aust-Agder	1105	14.07.1975	31.10.1983
40500	TRETTEDDERNOTEN	Aust-Agder	1057	12.07.1975	31.07.1984
41090	MANDAL III	Vest-Agder	10	12.11.2009	
42800	TONSTAD	Vest-Agder	57	10.10.1967	30.11.1970
43020	EIK JORDSTASJON	Rogaland	160	07.05.1980	30.11.1984
44190	TIME - LYE	Rogaland	135	13.08.1981	31.12.2011
44580	STAVANGER - MADLA	Rogaland	15	08.07.1983	31.12.2009
44620	STAVANGER - TASTA	Rogaland	30	16.11.1999	31.12.2009
44640	STAVANGER - VÅLAND	Rogaland	72	17.08.1999	
44660	STAVANGER - HUNDVÅG	Rogaland	5	03.09.1982	31.12.2009
44730	SANDNES - ROVIK	Rogaland	19	20.06.1974	
47240	KARMØY - BREKKEVANN	Rogaland	19	12.08.1968	
47890	OPSTVEIT	Hordaland	38	08.09.1968	31.12.1987
50420	DYRDALSVATN	Hordaland	435	19.04.1978	30.11.1980
50480	BERGEN - SANDSLI	Hordaland	45	11.01.1984	30.11.2012
50490	BERGEN - SANDSLI	Hordaland	45	17.08.1982	30.11.2001
51600	VOSS	Hordaland	100	23.05.1995	31.10.1995

52290	MODALEN II	Hordaland	114	10.06.1968	30.11.1987
52300	MODALEN	Hordaland	104	10.06.1968	30.11.1979
58700	OPPSTRYN	Sogn & Fj.	201	05.07.1968	30.11.1987

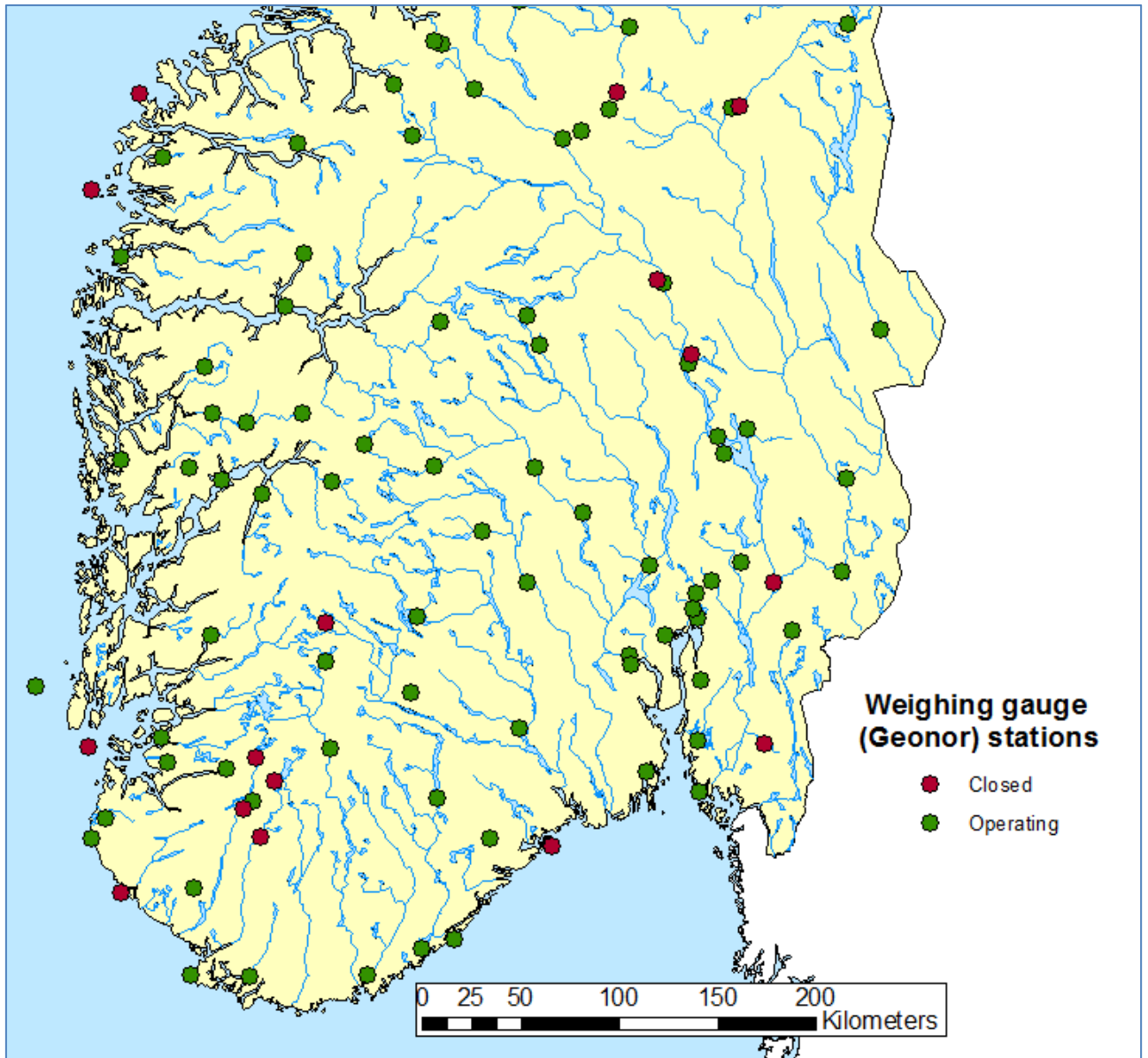
Tabell 2.2: Stasjoner med vekt-pluviometer data fra Vestfold, Telemark, Sørlandet og Vestlandet i Meteorologisk Institutt's arkiver (se Figur 2.2)

STNR	NAVN	FYLKE	H.O.H. (m)	START	SLUTT
25830	FINSEVATN	Hordaland	1210	1993.11	
26950	SVELVIK	Vestfold	4	2013.02	
26990	SANDE - GALLEBERG	Vestfold	60	2003.09	
27045	SANDE - VALLE	Vestfold	10	2001.08	2003.09
27315	RAMNES - KILE VESTRE	Vestfold	39	2013.02	
27450	MELSOM	Vestfold	26	1999.02	
27780	TJØLLING	Vestfold	19	2013.02	
30255	PORSGRUNN - ÅS	Telemark	100	2013.07	
30330	GJERPEN - ÅRHUS	Telemark	41	2013.02	
31620	MØSSTRAND II	Telemark	977	2006.10	
32060	GVARV - NES	Telemark	93	2004.12	
32061	GVARV - NES BIOFORSK	Telemark	46	2013.02	
32240	BØ	Telemark	105	2013.02	
32890	HØYDALSMO II	Telemark	560	2006.08	
33890	VÅGSLI	Telemark	821	1994.11	2007.12
34130	JOMFRULAND	Telemark	5	1994.10	2011.10
35210	GJERSTAD JERNBANESTASJON	Aust-Agder	32	2012.01	
35860	LYNGØR FYR	Aust-Agder	4	2013.01	2013.01
36200	TORUNGEN FYR	Aust-Agder	12	2004.06	
37230	TVEITSUND	Telemark	252	2008.11	
38140	LANDVIK	Aust-Agder	6	1987.03	
38730	HYNNEKLEIV	Aust-Agder	162	2012.01	
39040	KJEVIK	Vest-Agder	12	1995.05	
39750	BYGLANDSFJORD - NESET	Aust-Agder	207	2011.09	
40250	VALLE	Aust-Agder	308	2011.09	
40880	HOVDEN - LUNDANE	Aust-Agder	841	1994.11	
41825	LYNGDAL	Vest-Agder	6	2013.02	
42160	LISTA FYR	Vest-Agder	14	1994.09	
42550	SOLHOM I KVINESDAL	Vest-Agder	650	1979.01	2010.05
42600	SIRDAL - ROSKREPP	Vest-Agder	840	1990.03	2010.05
42921	SIRDAL - TJØRRHOM II	Vest-Agder	500	1998.01	2004.06
42940	SIRDAL - SINNES	Vest-Agder	560	2007.07	
43000	SIRDAL - DUGE	Vest-Agder	760	1990.01	2004.06
43010	EIK - HOVE	Rogaland	65	2009.08	
43350	EIGERØYA	Rogaland	49	2011.02	2011.02
44080	ØBRESTAD FYR	Rogaland	24	1993.11	
44300	SÆRHEIM	Rogaland	87	1987.03	
44610	KVITSØY - NORDBØ	Rogaland	21	2006.05	2013.07
45350	LYSEBOTN	Rogaland	5	2011.05	
45530	LIARVATN	Rogaland	300	2010.07	
45770	HJELMELAND	Rogaland	43	2013.02	
45870	FISTER - SIGMUNDSTAD	Rogaland	30	2007.05	
46610	SAUDA	Rogaland	5	2007.06	
46930	VATS I VINDAFJORD	Rogaland	20	2011.11	
47300	UTSIRA FYR	Rogaland	55	2003.09	
47498	ETNE - ENERHAUG	Hordaland	8	2013.02	2013.06
49490	ULLENSVANG FORSØKSGARD	Hordaland	12	2009.06	
49800	FET I EIDFJORD	Hordaland	735	2005.07	
49910	HJELTNES	Hordaland	42	2013.02	
50070	KVAMSØY	Hordaland	49	2003.11	
50110	KVAM - AKSNESET	Hordaland	13	2013.04	
50175	AUSTEVOLL	Hordaland	32	2012.06	
50310	KVAMSKOGEN - JONSHØGDI	Hordaland	455	2006.08	

50351	SAMNANGER II	Hordaland	367	2011.01	
50540	BERGEN - FLORIDA	Hordaland	12	2007.04	
51010	FOSSMARK	Hordaland	10	2012.06	
51440	EVANGER	Hordaland	17	2010.12	
51530	VOSSEVANGEN	Hordaland	54	2004.01	
51800	MJØLFJELL UH	Hordaland	695	2009.10	
52310	MODALEN III	Hordaland	125	2008.10	
53101	VANGSNES	Sogn og Fjordane	49	1993.12	
53530	MIDTSTOVA	Hordaland	1162	2011.11	
54110	LÆRDAL IV	Sogn og Fjordane	2	2008.10	
55770	NJØS	Sogn og Fjordane	45	2013.02	
55820	FJÆRLAND - BREMUSEET	Sogn og Fjordane	3	2005.12	
55928	BALESTRAND - BALE	Sogn og Fjordane	15	2013.02	
56420	FURENESET	Sogn og Fjordane	7	1987.03	
57770	YTTERØYANE FYR	Sogn og Fjordane	26	2007.04	2007.04
57810	SVELGEN II	Sogn og Fjordane	16	2012.07	
58900	STRYN - KROKEN	Sogn og Fjordane	208	1993.11	
59110	KRÅKENES	Sogn og Fjordane	75	2007.11	2007.11



Figur 2.1: Kart over vippepluviometerstasjoner i sørlig del av Norge. Røde stasjoner er nedlagt. Grønne stasjoner er i drift.



Figur 2.2: Kart over vektpluviometer (Geonor) stasjoner. Røde stasjoner er nedlagt. Grønne stasjoner er i drift.

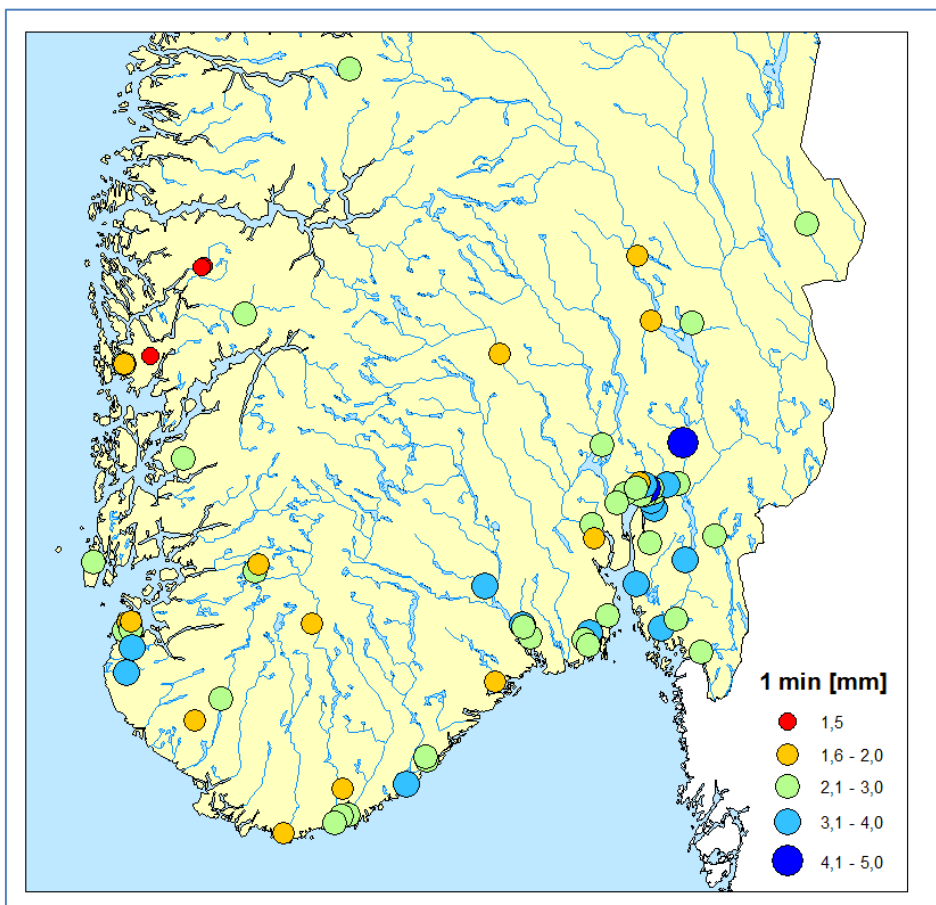
2.3 Høyeste registrerte verdier for korttidsnedbør

Tabell 3 viser de høyeste registrerte nedbør-intensiteter fra vippe- og vekt-pluviometre. Oversikten omfatter varigheter fra 1 minutt til 24 timer. På grunn av støy i registreringene fra vekt-pluviometrene er det bare tatt med verdier for varighet på 1 time eller mer for denne type pluviometre. Det må presiseres at for disse stasjonene er

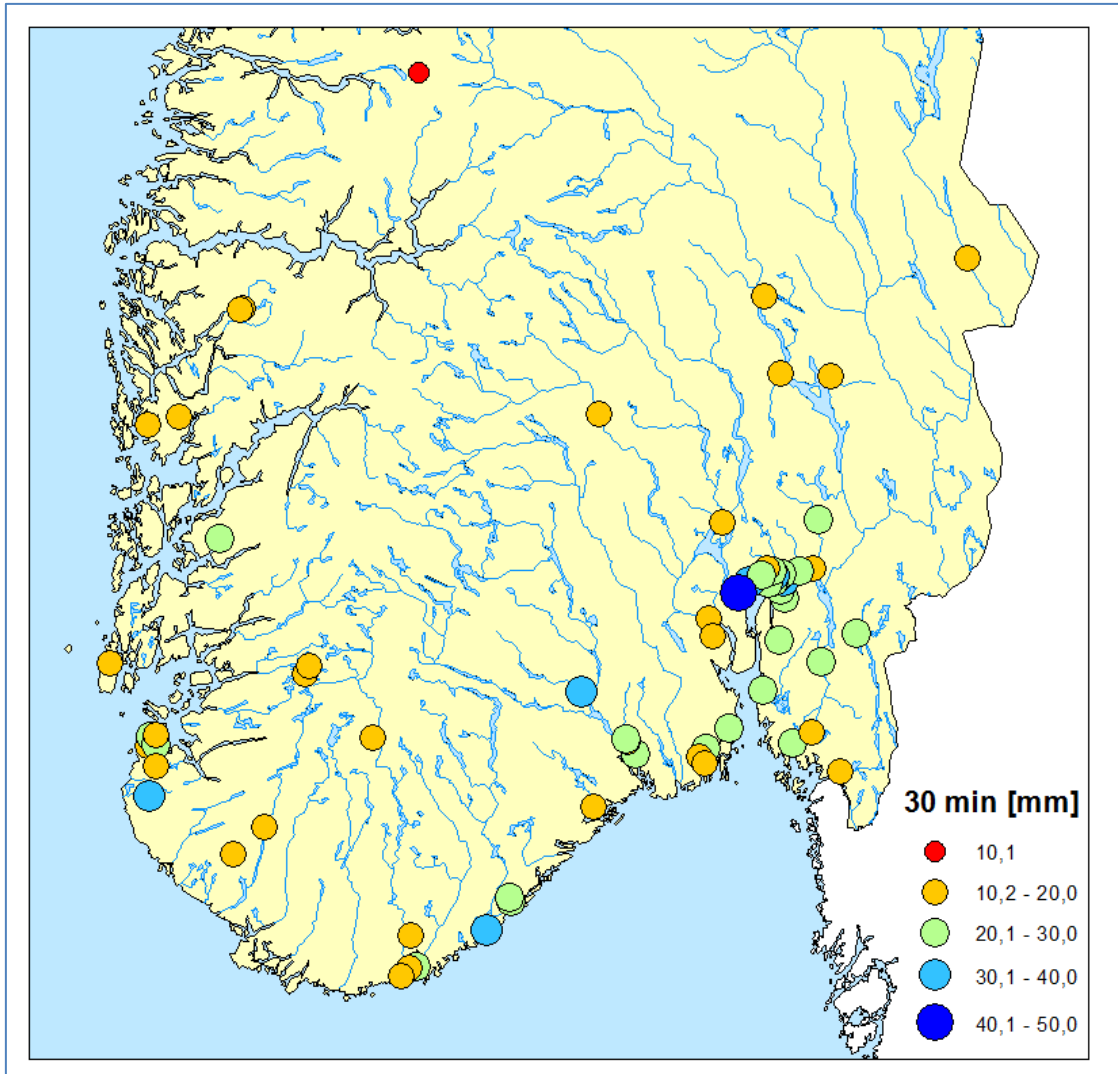
verdiene basert på hele klokketimer, mens det for vippepluviometrene er gitt verdier for glidende tidsintervall.

Høyeste registrerte nedbørverdier for ulike varigheter for fylkene Telemark, Aust- og Vest Agder, Rogaland, Hordaland og Sogn & Fjordane er: 1 minutt: 4,0 mm (30320 Skien-Elstrøm), 5 min: 12,1 mm (36060 Arendal Brannstasjon og 36100 Østre Moland), 10 min: 19,8 mm (38130 Grimstad-HiA), 15 minutter: 26,0 mm (38130 Grimstad-HiA), 30 minutter: 38,6 mm (44190 Time-Lye), 1 time: 42,7 mm (38130 Grimstad-HiA), 2 timer: 58,6 mm (44300 Eik Jordstasjon), 3 timer: 63,4 mm (38140 Landvik) og 6 timer: 87,4 mm (39150 Kristiansand - Sømnskleiva).

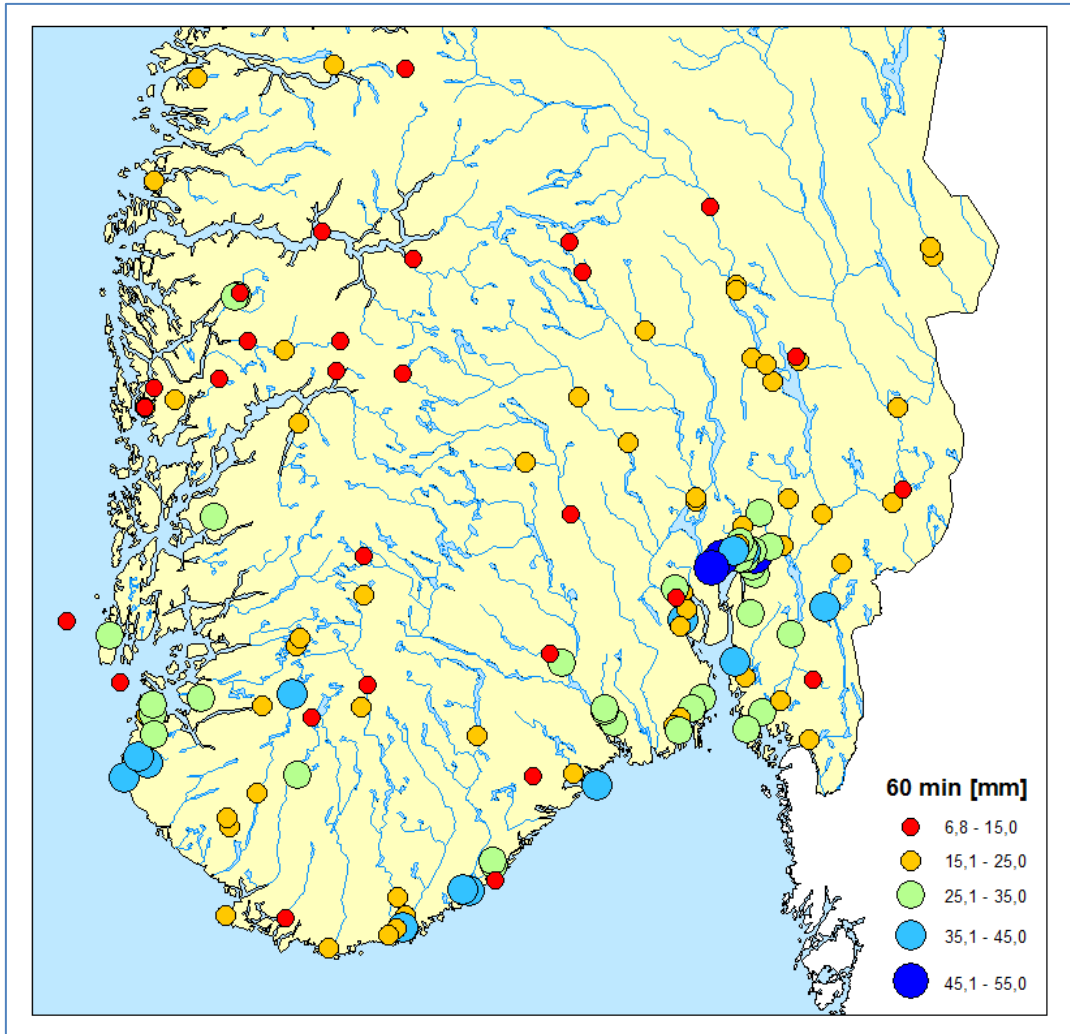
For Østlandet (NIFS-Rapport 78 (Ødemark et al., 2012)) var til sammenligning de høyeste verdiene: 1 minutt: 4,3 mm (Gardermoen), 5 min: 15,7 mm (Oslo-Blindern), 10 min: 19,5 mm (Asker), 15 minutter: 27,3 (Asker), 30 minutter: 42,0 mm (Asker), 1 time: 54,9 mm (Asker), 2 timer: 80,2 mm (Sande-Galleberg), 3 timer: 87,6 mm (Sande-Galleberg) og 6 timer: 93,6 mm (Sande-Galleberg).



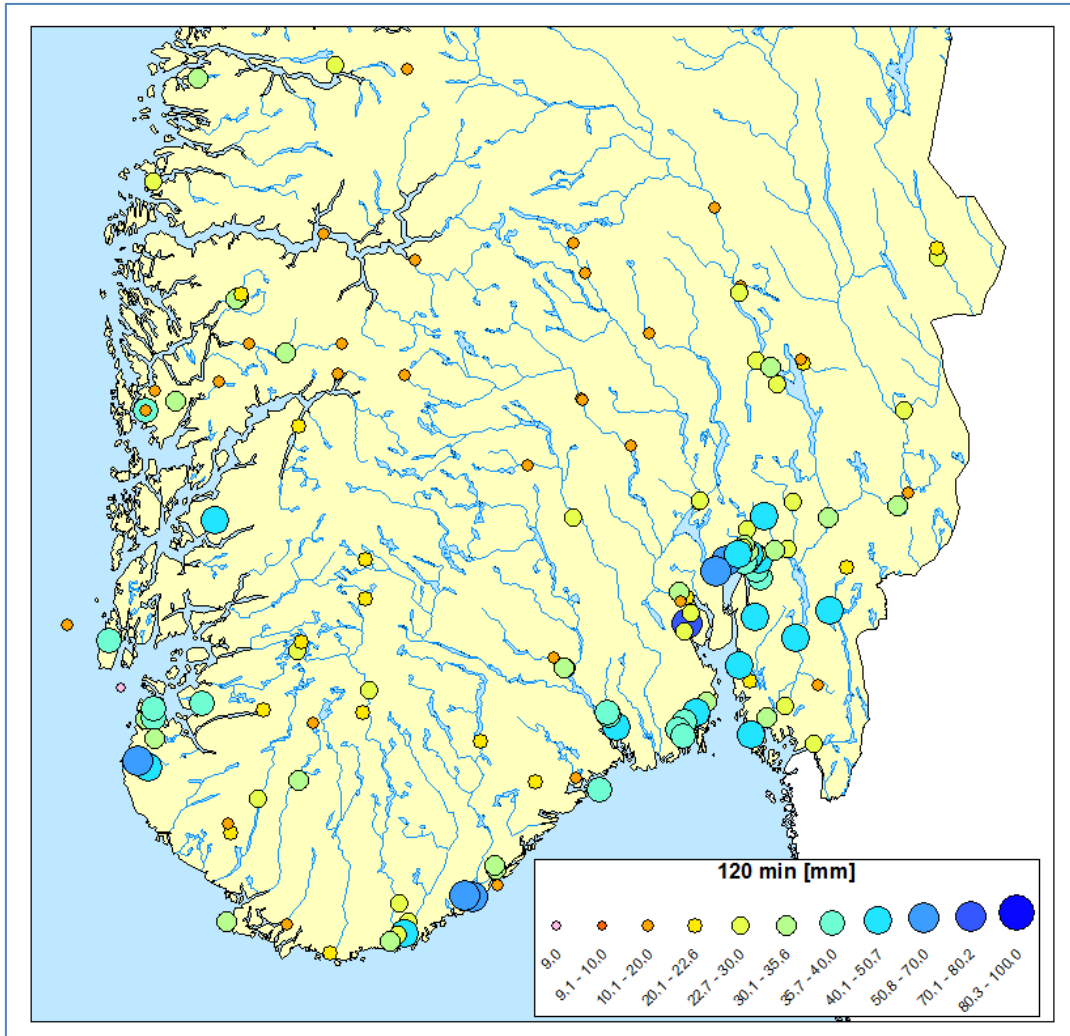
Figur 2.3: Høyeste registrerte nedbørmengde i løpet av 1 minutt. (Merk: En del stasjoner har korte serier).



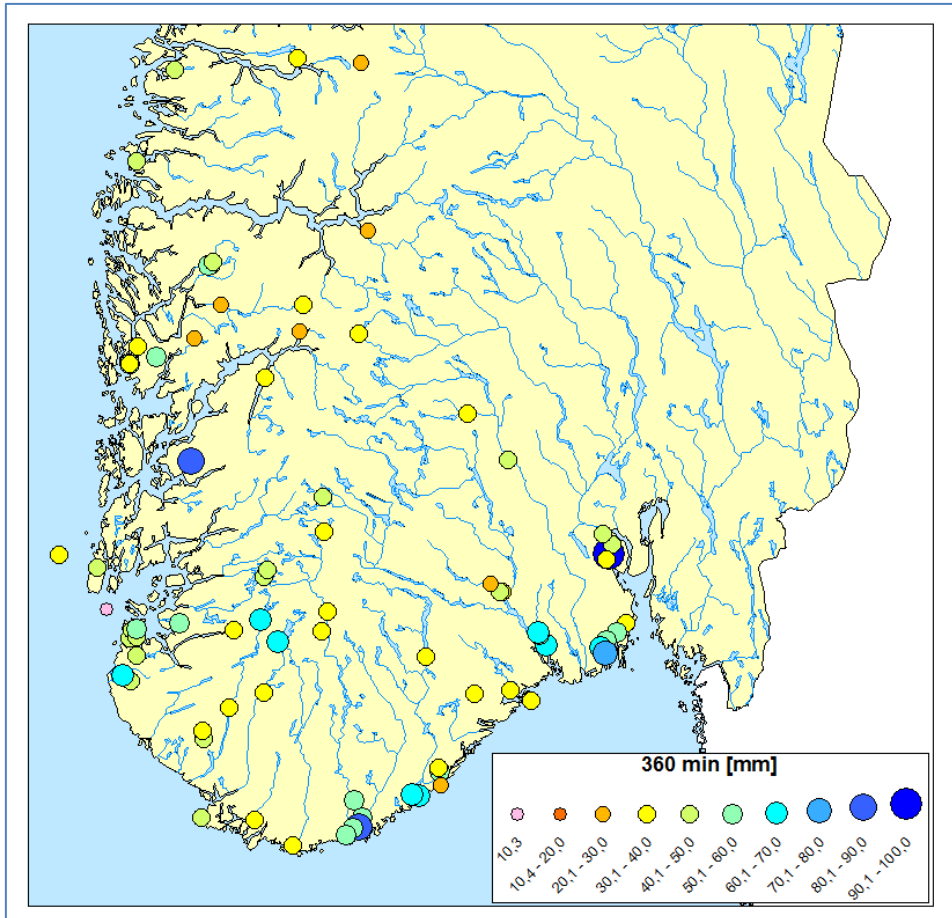
Figur 2.4: Høyeste registrerte nedbørmengde i løpet av 30 minutter. (Merk: En del stasjoner har korte serier).



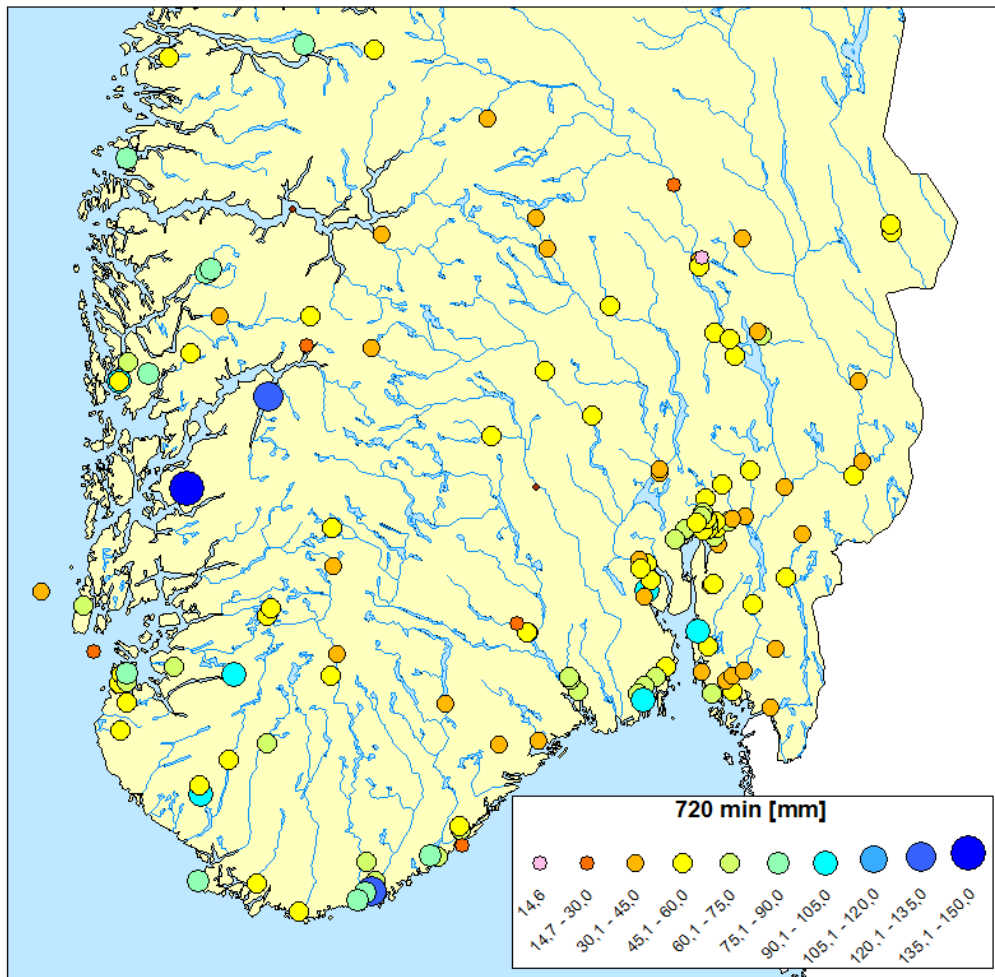
Figur 2.5: Høyeste registrerte nedbørmengde i løpet av 1 time (Merk: En del stasjoner har korte serier).



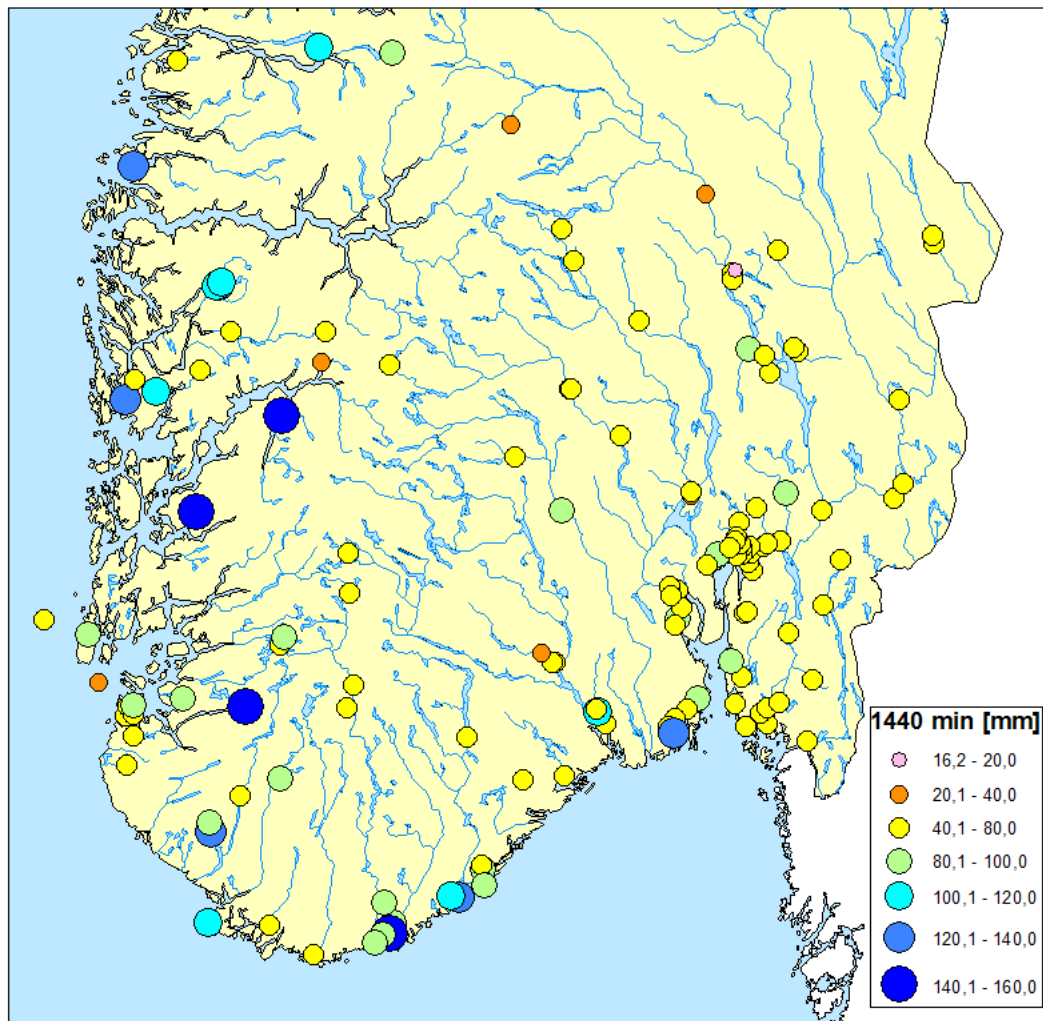
Figur 2.6: Høyeste registrerte nedbørmengde i løpet av 2 timer. (Merk: En del stasjoner har korte serier).



Figur 2.7: Høyeste registrerte nedbørmengde i løpet av 6 timer. (Merk: En del stasjoner har korte serier).



Figur 2.8 Høyeste registrerte nedbørmengde i løpet av 12 timer. (Merk: En del stasjoner har korte serier).



Figur 2.9 Høyeste registrerte nedbørmengde i løpet av 24 timer. (Merk: En del stasjoner har korte serier).

Tabell 2.3. Høyeste registrerte nedbør mengde (mm) for ulike varigheter.

For vektpluviometre er det kun presentert verdier for varigheter ≥ 1 time. De høyeste verdiene* for hver varighet er merket med **fet skrift**. I kolonnen «1 døgn» er det tatt med de tilfellene der døgnet nedbøren. 06 UTC til 06 UTC er større enn for en vilkårlig 24 timers periode.

(*Verdiene fra Vestfold inngår i NIFS-rapport 78 (Ødemark et al., 2012) og er **ikke** uthevet her)

STNR	Ant. år	Varighet (minutter)											1 døgn
		1	5	10	15	30	60	120	180	360	720	1440	
25830	21						10,5	17,0	22,1	31,6	35,8	52,9	
26990	11						42,4	81,2	87,6	93,6	93,8	94,0	
26999	9	1,6	5,8	11,5	14,0	16,5	20,4	25,3	34,1	40,8	54,6	64,2	
27010	4						15,0	18,2	22,7	44,2	59,7	60,1	
27045	3						23,2	25,2	29,4	35,0	38,5	62,6	
27270	14	2,4	7,3	11,3	17,9	27,1	32,1	33,1	33,1	37,3	56,3	91,3	
27450	15						29,3	47,2	50,6	59,1	64,0	64,9	
27470	16	3,3	9,1	15,2	17,4	21,0	24,3	36,7	44,5	55,9	60,5	73,0	
27564	6	2,1	7,1	13,8	16,8	18,0	20,8	36,9	45,4	61,0	61,3	61,6	
27580	24	2,8	9,3	14,9	16,9	18,3	25,8	38,1	41,1	70,1	95,2	131,6	
29350	4						16,0	22,2	22,2	36,7	47,4	79,3	
30255	1						12,7	15,2	17,3	18,5	19,5	29,3	
30270	20	2,4	8,6	14,2	17,3	24,2	33,4	50,7	58,3	67,7	70,3	72,6	
30310	33	2,8	7,6	10,4	14,5	19,2	31,0	39,4	44,0	50,6	72,4	100,1	
30320	4	4,0	10,2	19,3	22,8	23,8	31,0	36,6	48,1	66,9	72,4	77,8	94,0
30330	1						9,8	16,4	21,6	31,6	42,6	52,0	
32060	10						23,6	26,8	30,4	37,4	41,3	41,6	
32061	1						10,4	14,6	17,4	22,4	25,0	33,0	
32100	21	3,8	12,0	16,2	22,4	30,8	31,8	32,6	32,6	42,6	55,0	64,4	76,1
32240	1						13,4	14,2	18,8	28,6	30,0	36,2	
33890	14						10,6	20,2	28,5	41,3	46,3	51,2	
34180	2	1,9	6,0	7,9	8,3	11,9	16,5	19,6	26,2	34,8	41,4	55,6	
35210	2						14,6	21,4	27,2	35,4	41,1	44,6	
36060	30	2,8	12,1	19,2	21,8	27,2	30,0	30,2	32,5	50,2	64,2	96,3	115,0
36100	6	2,8	12,1	19,2	21,8	27,2	30,0	30,2	32,5	37,8	51,2	55,0	101,8
36200	10						9,5	15,7	21,0	27,4	73,0	86,1	
37230	6						17,7	20,7	29,4	34,8	42,6	77,5	
38130	24	3,1	11,1	19,8	26,0	32,7	42,7	58,2	60,8	62,4	70,6	128,9	
38140	27						42,0	58,0	63,4	63,5	77,0	115,0	
38730	2						13,6	16,6	24,7	28,7	37,2	42,6	
39040	19						17,7	27,3	34,9	54,9	64,6	99,0	
39150	30	2,6	9,9	16,6	17,8	24,8	38,4	43,2	53,0	87,4	121,0	143,4	
39160	2	1,7	5,9	10,2	12,3	13,6	17,3	25,3	30,2	47,5	60,5	73,3	
39165	2	3,4	10,8	16,4	17,3	18,0	18,2	26,5	30,9	34,8	42,5	55,1	

39200	9	2,2	7,6	10,2	11,6	14,3	18,7	27,8	39,5	51,5	80,3	93,6	
39201	8	2,7	7,6	10,2	11,7	18,8	22,4	34,3	43,5	54,8	77,7	87,1	
39210	2	2,9	7,0	8,6	9,8	10,8	13,6	16,7	22,6	33,5	44,7	53,1	
39260	8	1,9	8,2	13,0	15,7	18,0	20,1	27,6	32,3	52,9	64,9	88,8	
39750	3						17,0	28,2	36,5	43,8	48,3	51,1	
40140	11	1,9	5,2	8,0	9,6	15,0	17,8	21,8	27,1	34,9	58,5	77,5	
40250	3						14,0	25,1	28,4	34,8	40,1	53,0	
40490	9	2,6	8,0	10,1	11,5	15,7	16,3	26,1	35,2	48,6	58,8	79,1	
40500	10	1,9	5,4	10,3	14,0	19,0	20,8	20,8	27,9	46,4	54,4	82,8	
40880	20						20,9	22,6	24,5	31,7	35,5	57,8	
41090	5	1,6	6,6	8,9	9,3	14,9	18,5	21,3	24,4	35,2	46,2	52,8	
41825	1						11,8	16,6	22,2	33,2	45,2	51,2	
42160	20						20,6	32,4	33,7	48,1	84,0	117,4	
42550	24						27,3	31,4	32,0	39,9	66,0	94,0	
42800	4	2,4	6,5	7,6	9,4	12,8	20,8	24,0	24,2	30,2	46,4	69,4	73,3
43010	5						26,6	28,4	29,0	51,9	94,2	134,0	
43020	5	1,9	5,8	8,5	9,3	12,7	16,3	18,8	25,6	36,2	57,2	96,0	
44190	23	3,2	10,4	18,0	24,6	38,6	42,5	42,5	42,6	43,8	59,8	71,0	
44580	11	2,6	7,3	9,8	11,5	16,3	21,3	35,5	38,5	41,5	59,9	74,4	
44610	8						6,8	9,0	9,5	10,3	22,4	26,2	
44620	10	1,6	6,0	10,3	13,8	20,3	22,7	23,5	28,7	44,6	57,8	69,7	
44640	15	2,6	8,6	12,6	16,7	24,2	32,1	38,1	40,8	43,5	64,7	76,8	87,1
44660	11	2,0	6,9	8,3	10,1	17,9	27,7	37,7	42,5	54,9	76,7	85,7	
44730	30	3,3	8,9	14,5	16,7	18,9	26,2	33,2	35,8	46,8	58,2	71,6	
45350	3						17,8	21,9	27,0	48,3	93,2	141,8	
45530	4						30,0	37,6	43,5	53,2	70,1	97,5	
45770	1						5,2	9,6	12,8	19,2	24,4	37,8	
46930	3						16,8	27,9	42,4	53,0	57,3	71,9	
47240	36	2,6	8,3	9,9	12,3	19,4	28,1	39,6	47,8	48,8	64,4	90,9	
47300	11						12,2	17,4	23,2	30,4	35,3	43,5	81,3
47498	1						9,4	15,8	18,2	23,0	25,8	38,8	
47890	20	2,1	8,2	12,3	15,3	21,8	27,4	47,9	59,3	83,3	144,1	159,7	223,0
49490	5						25,3	44,7	52,9	85,5	129,5	148,3	
49910	1						7,8	12,2	16,2	21,6	29,2	34,6	
50110	1						11,6	18,8	24,2	37,6	57,6	72,2	
50175	2						21,4	26,6	30,6	37,0	44,2	55,1	
50351	3						13,8	18,4	25,9	29,0	57,5	78,3	
50420	3	1,5	4,3	5,5	7,7	12,5	21,1	35,6	41,2	59,2	77,4	115,2	
50480	24	2,5	9,3	11,2	12,2	17,3	22,0	37,9	46,7	57,6	90,1	124,8	
50490	20	1,7	5,1	8,0	9,6	11,8	13,8	19,8	24,2	36,8	58,8	79,0	
50540	7						14,9	19,6	21,9	36,1	68,0	79,2	156,5
51010	2						7,1	11,1	12,5	20,1	35,0	39,9	
51440	4						10,5	12,9	13,2	20,6	44,8	78,4	

51800	5						12,9	15,6	17,7	31,1	48,5	59,7	
52290	20	1,5	5,4	8,4	11,0	14,7	27,5	34,6	38,6	58,4	82,6	139,5	158,4
52300	12	1,5	5,4	8,4	11,0	14,7	27,5	34,6	38,6	56,0	82,6	109,9	122,0
52310	6						14,5	22,4	27,4	31,6	80,6	114,5	
53101	21						8,3	13,4	16,9	27,5	58,4	71,8	
53530	3						11,7	16,2	17,0	26,8	36,7	48,7	
54110	6						9,0	16,0	20,2	26,7	33,5	37,1	
55928	1						7,8	11,6	13,2	17,0	37,6	62,8	
56420	27						17,8	26,0	34,0	52,3	87,4	120,2	
57810	2						23,7	34,0	38,6	42,3	57,8	67,7	
58700	20	2,4	4,3	6,1	7,1	10,1	11,1	13,4	19,4	30,0	47,6	87,8	172,0
58900	21						18,4	24,1	29,1	31,5	80,2	114,4	

3 Intensitet-Varighet-Frekvens (IVF)-verdier

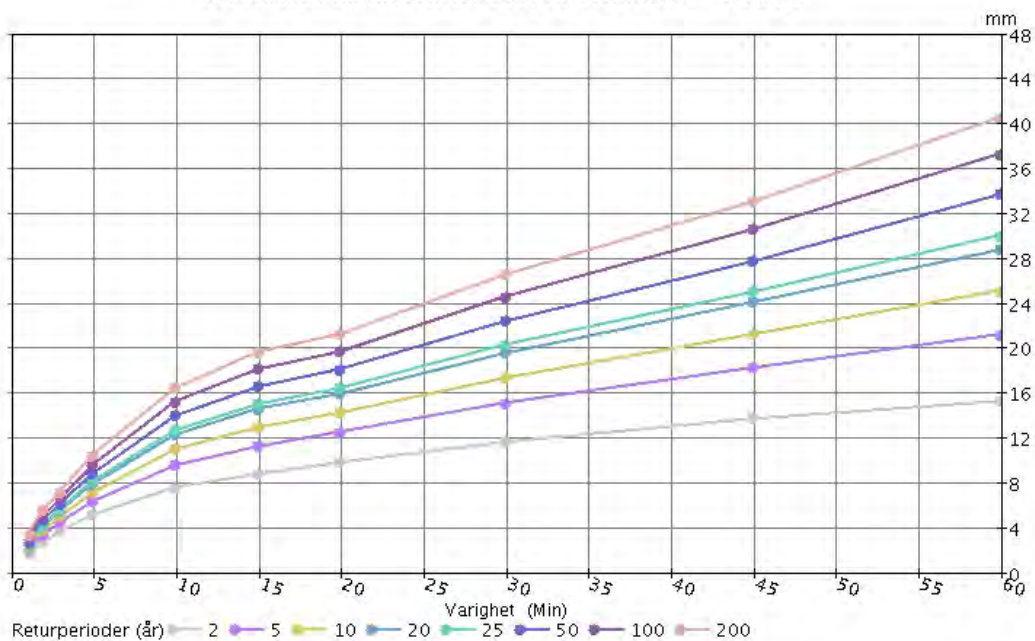
3.1 Ekstremverdi-fordeling

Det finnes en rekke metoder for beregning av ekstremverdier ved modellering av øvre eller nedre del av halen til frekvensfordelinger. I samsvar med begrepet «ekstrem» finnes det få tilfeller av slike hendelser, og estimatene må baseres på ekstrapolering. Ekstrapolering er en utfordrende oppgave, ettersom fordelingen av de mest ekstreme hendelser kan variere fra den for mindre ekstreme hendelser. Flere metoder for ekstrapolering eksisterer, og ved Meteorologisk Institutt pågår det utvikling av en ny metodikk for å estimere ekstremnedbør i Norge basert på griddede (1x1 km) verdier for døgnnedbør. Estimat for ekstremverdier blir ofte presentert som verdier med en viss retur periode. En ventet hendelse med 5-års returperiode, har for eksempel en sannsynlighet for forekomst av 20% i hvert eneste år. IVF (Intensitet-Varighet-Frekvens) kurver illustrerer returperioder (frekvens) for nedbørintensiteter med ulike varigheter, og er mye brukt i planlegging og utforming av viktig infrastruktur. IVF-kurver for norske pluviometer-stasjoner er tilgjengelige på www.eklima.met.no, og på <http://klimaservicesenter.no/korttidsnedbor-og-ekstremnedbor>.

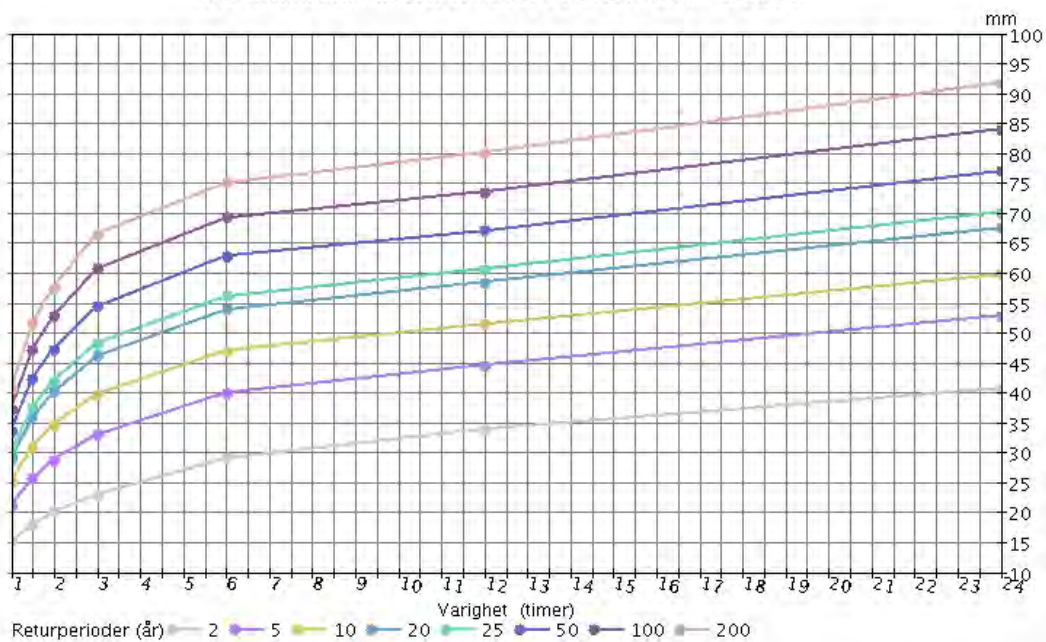
3.2 IVF-verdier for utvalgte lokaliteter

Figur 3.1 til 3.13 viser Intensitet-Varighet-Frekvens (IVF) estimat for utvalgte pluviometer stasjoner i Telemark, Sørlandet og Vestlandet. Plasseringen av stasjonene er vist i figur 2.1. Stasjonene representerer forskjellige deler av regionen, og er blant de lengste seriene i datasettet. Varighetene dekker et intervall fra 1 minutt til 24 timer (1440 minutter), og estimater er gitt for returperioder 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100 og 200 år. Regionale variasjoner i IVF-verdier er skissert i kapittel 3.3.

IVF-kurve i millimeter for 30270 PORSGRUNN - SANNA.

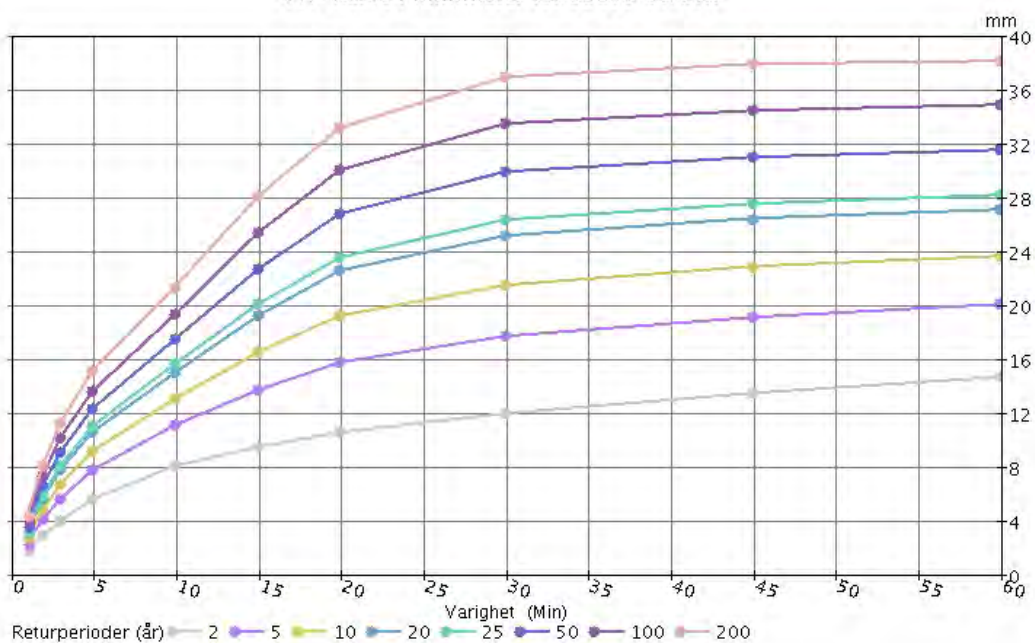


IVF-kurve i millimeter for 30270 PORSGRUNN - SANNA.

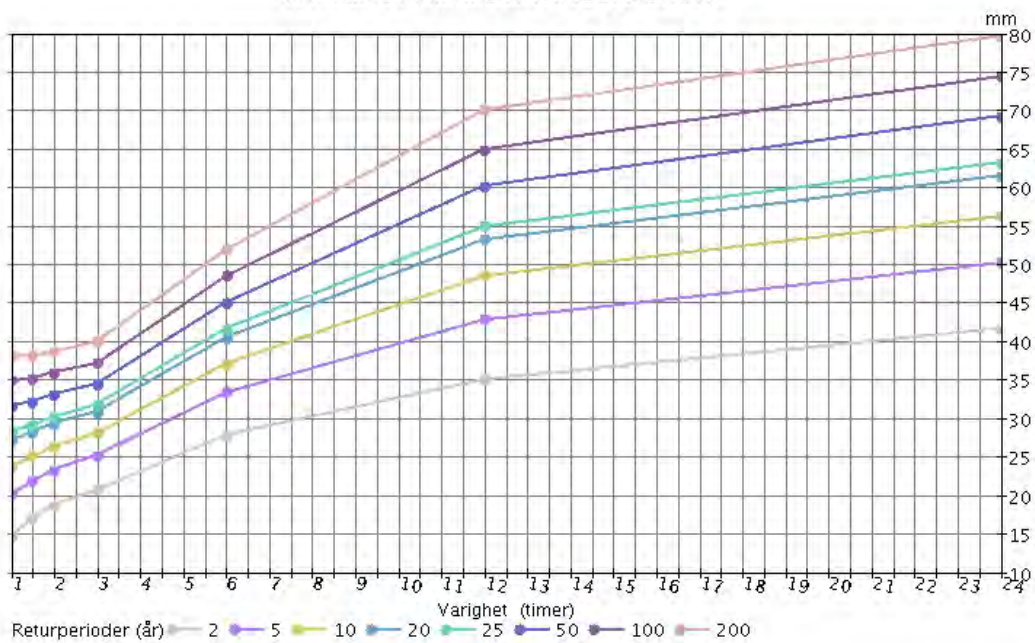


Figur 3.1 IVF-kurver (i millimeter) for 30270 Porsgrunn-Sanna (1973-1992) for 1-60 minutter (øverst) og 1 – 24 timer (nederst).

IVF-kurve i millimeter for 32100 GVARV.

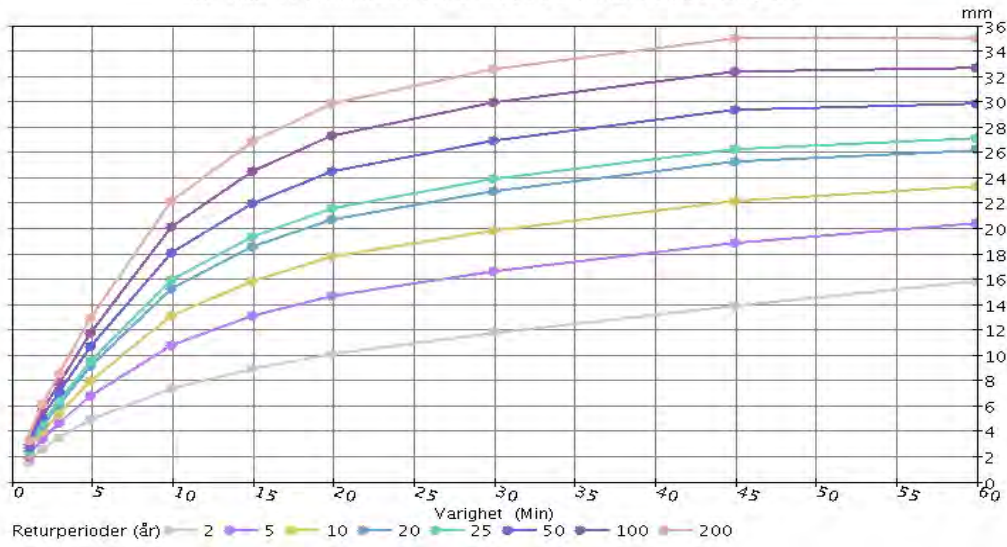


IVF-kurve i millimeter for 32100 GVARV.

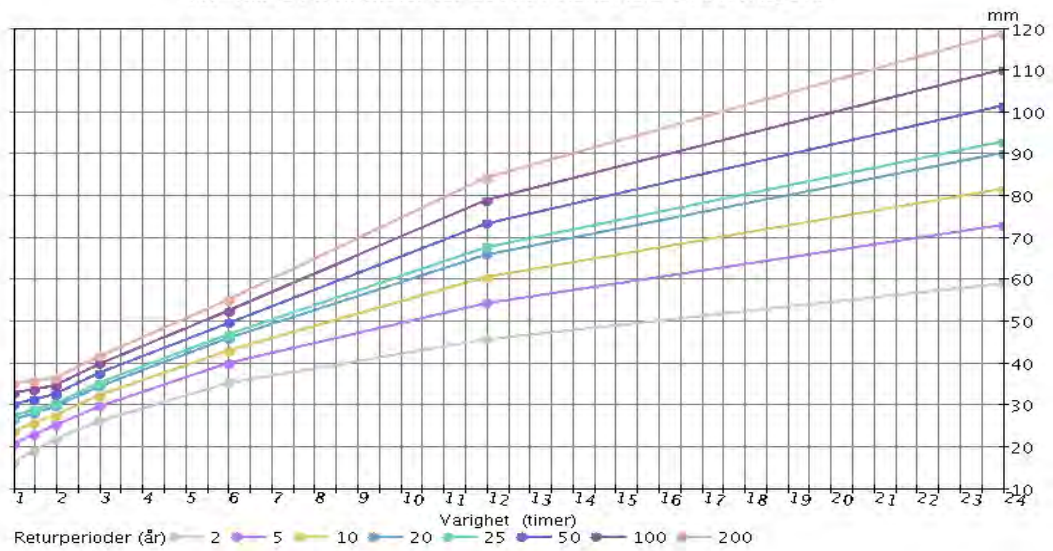


Figur 3.2: IVF-kurver (i millimeter) for 32100 Gvarv (1967-1987) for 1-60 minutter (øverst) og 1 – 24 timer (nederst)

IVF-kurve i millimeter for 36060 ARENDAL BRANNSTASJON.

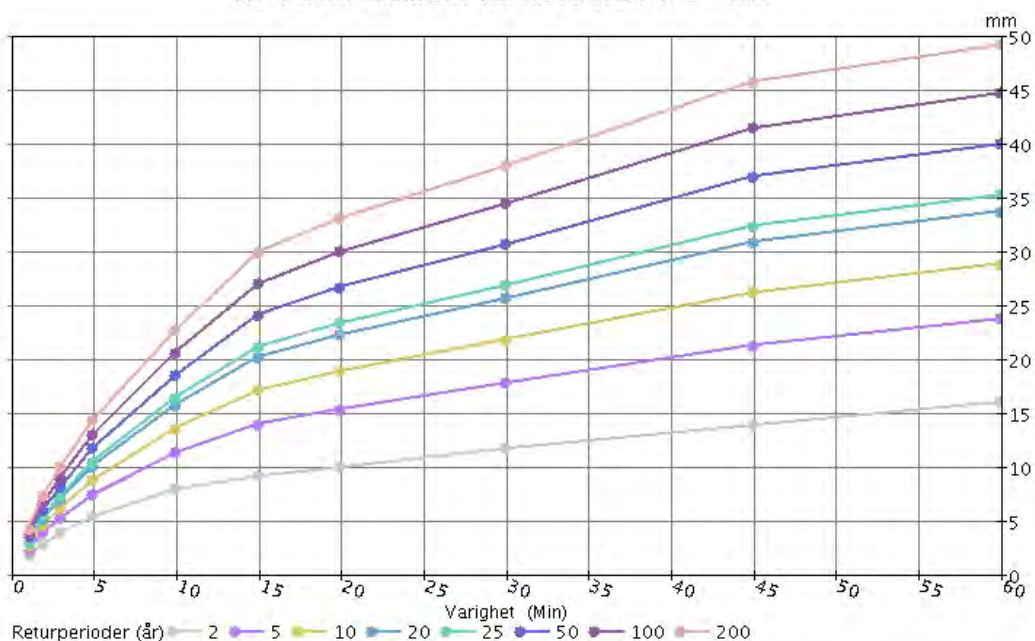


IVF-kurve i millimeter for 36060 ARENDAL BRANNSTASJON.

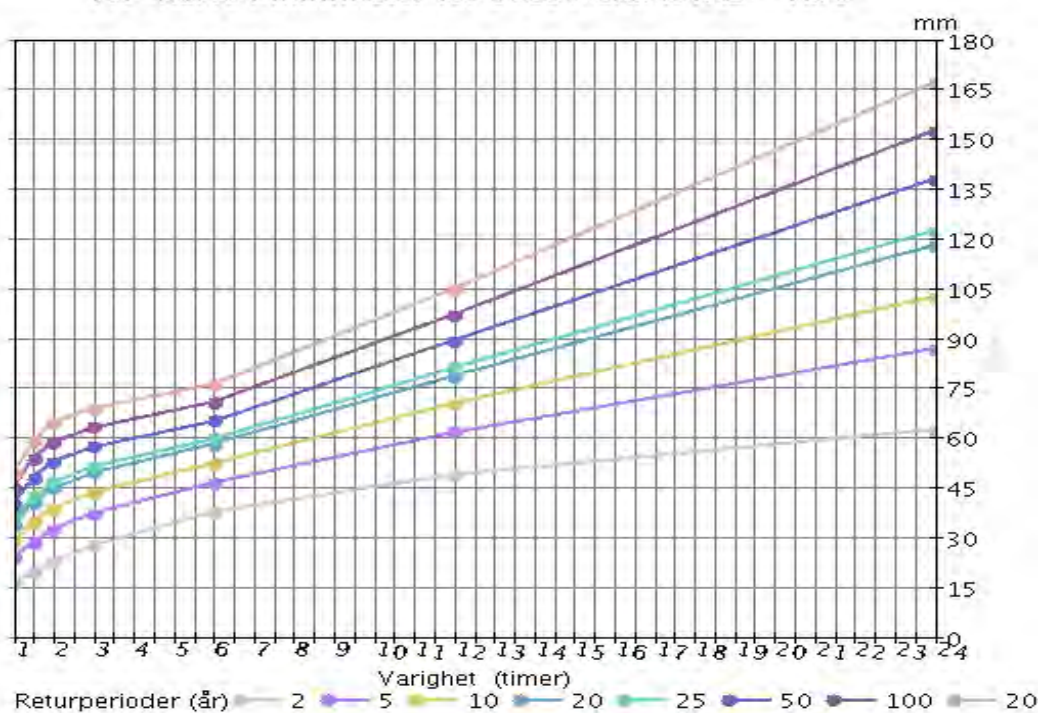


Figur 3.3: IVF-kurver (i millimeter) for 3606 Arendal Brannstasjon (1967-1996) for 1-60 minutter (øverst) og 1 – 24 timer (nederst).

IVF-kurve i millimeter for 38130 GRIMSTAD - HIA.

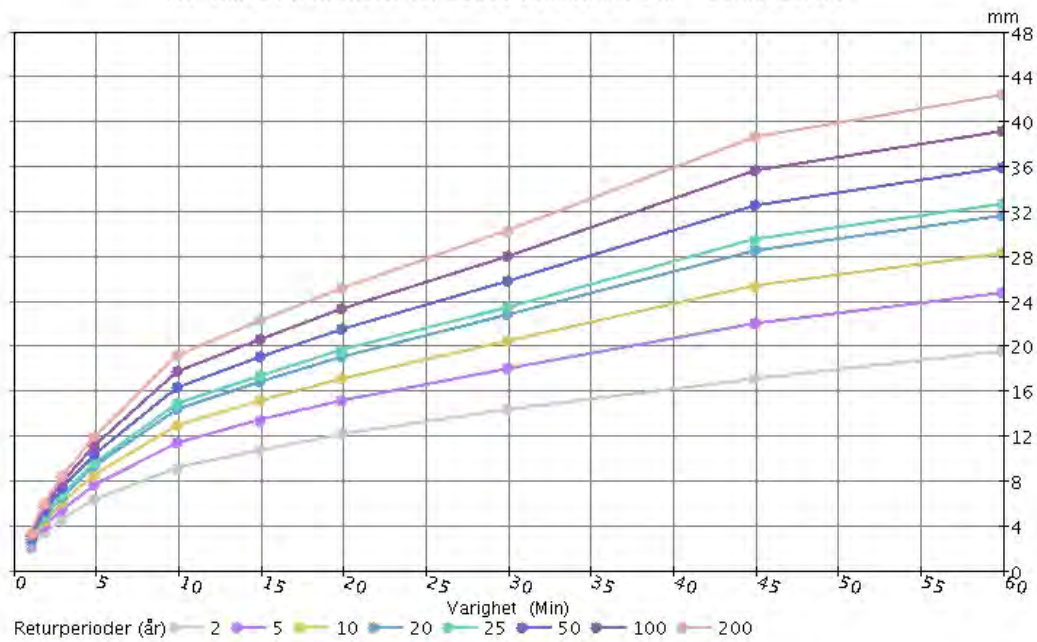


IVF-kurve i millimeter for 38130 GRIMSTAD - HIA.

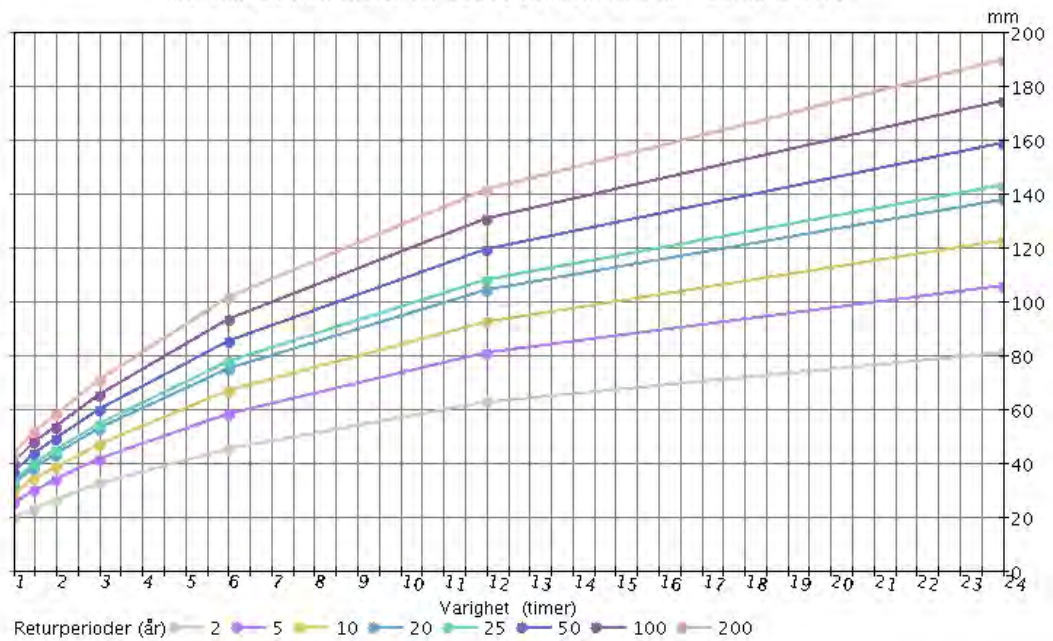


Figur 3.4: : IVF-kurver (i millimeter) for 38130 Grimstad - HiA (1974-1997) for 1-60 minutter (øverst) og 1 - 24 timer (nederst)

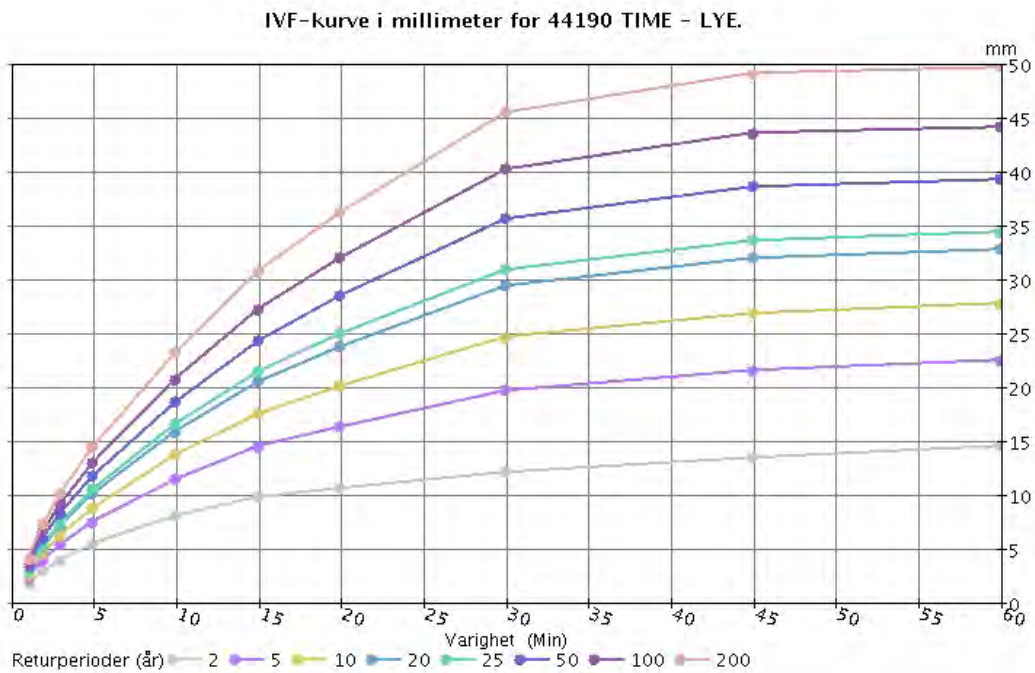
IVF-kurve i millimeter for 39150 KRISTIANSAND – SØMSKLEIVA.



IVF-kurve i millimeter for 39150 KRISTIANSAND – SØMSKLEIVA.

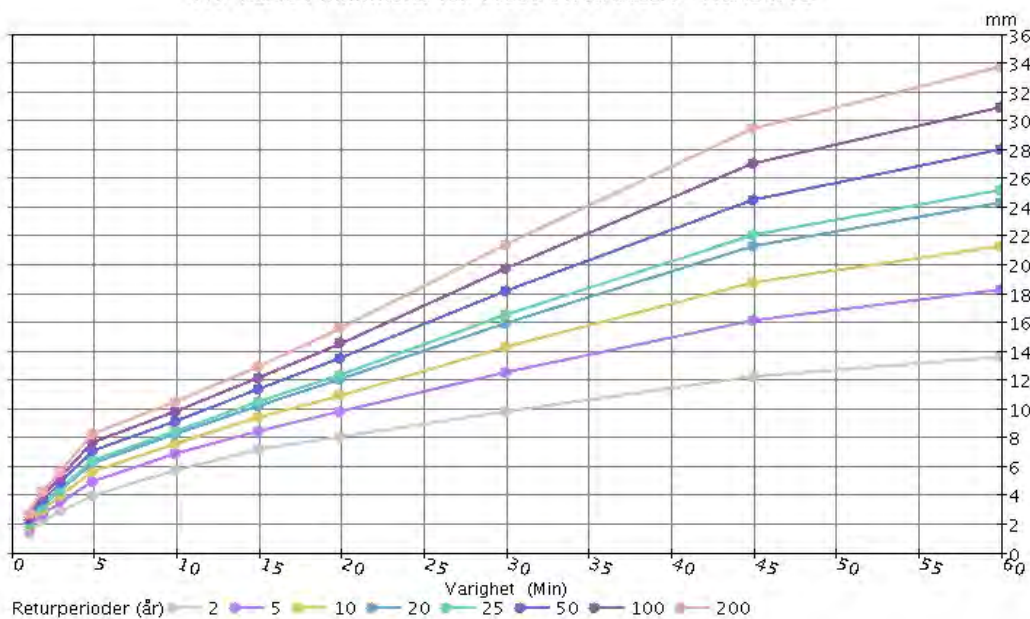


Figur 3.5: IVF-kurver (i millimeter) for 39150 Kristiansand-Sømskleiva (1974-2008) for 1-60 minutter (øverst) og 1 – 24 timer (nederst).

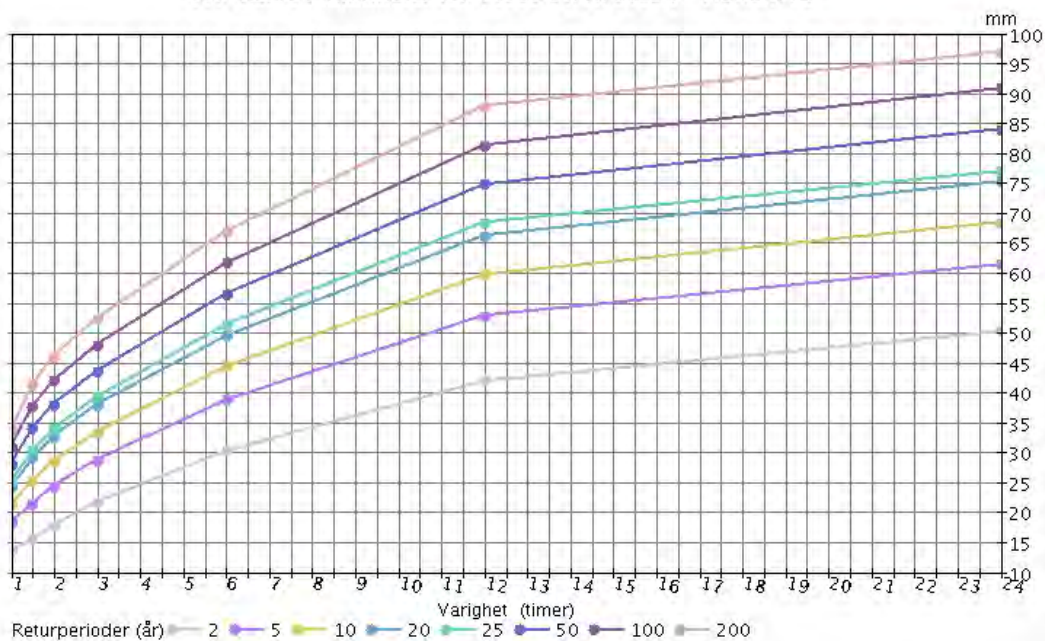


Figur 3.6: IVF-kurver (i millimeter) for 44190 Time-Lye (1981-2002) for 1-60 minutter (øverst) og 3 – 24 timer (nederst). (Estimatene for 90 og 120 minutt er ustabile og er ikke gjengitt her)

IVF-kurve i millimeter for 44660 STAVANGER - HUNDVÅG.

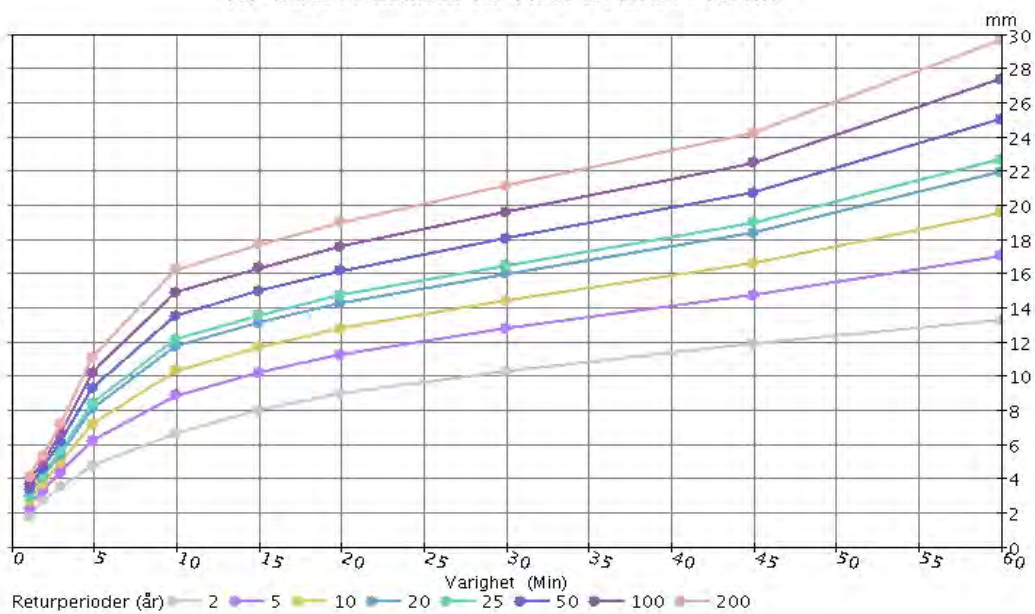


IVF-kurve i millimeter for 44660 STAVANGER - HUNDVÅG.

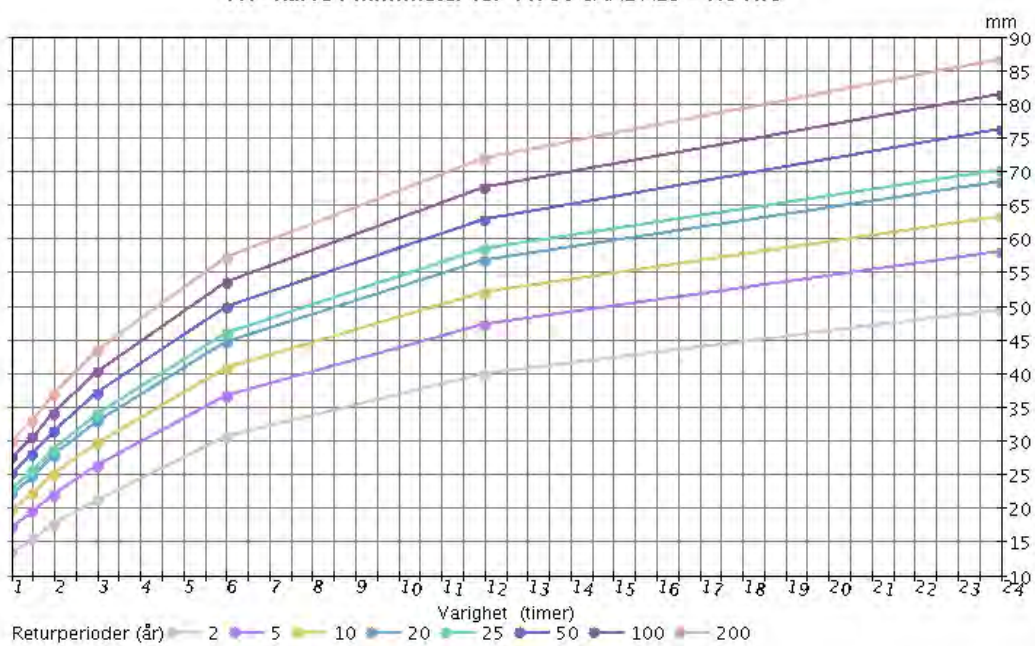


Figur 3.7: IVF-kurver (i millimeter) for 44660 Stavanger – Hundvåg (1982-2009) for 1-60 minutter (øverst) og 1 – 24 timer (nederst).

IVF-kurve i millimeter for 44730 SANDNES – ROVIK.

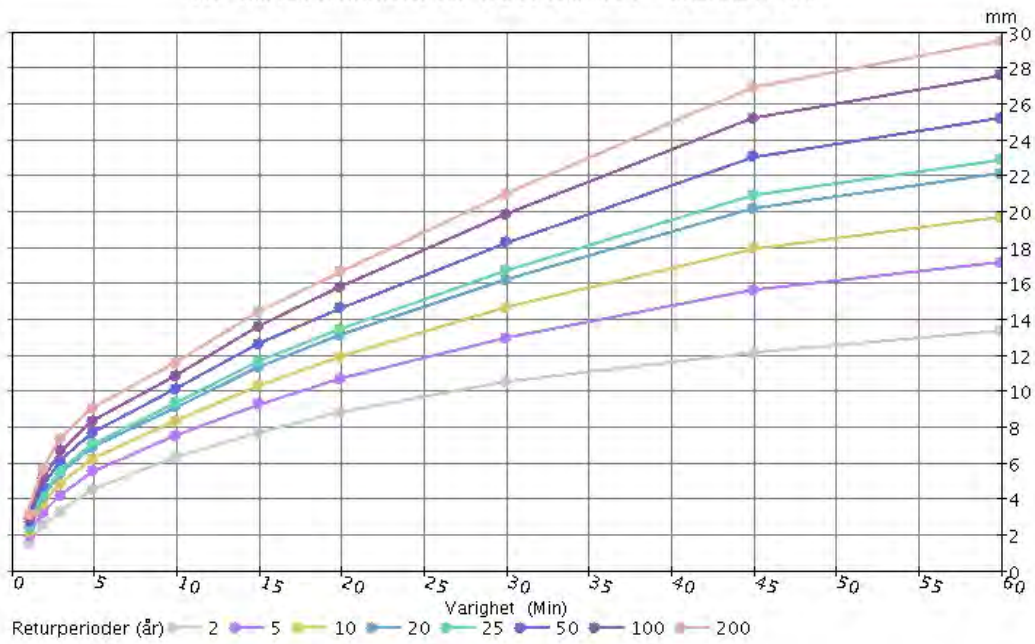


IVF-kurve i millimeter for 44730 SANDNES – ROVIK.

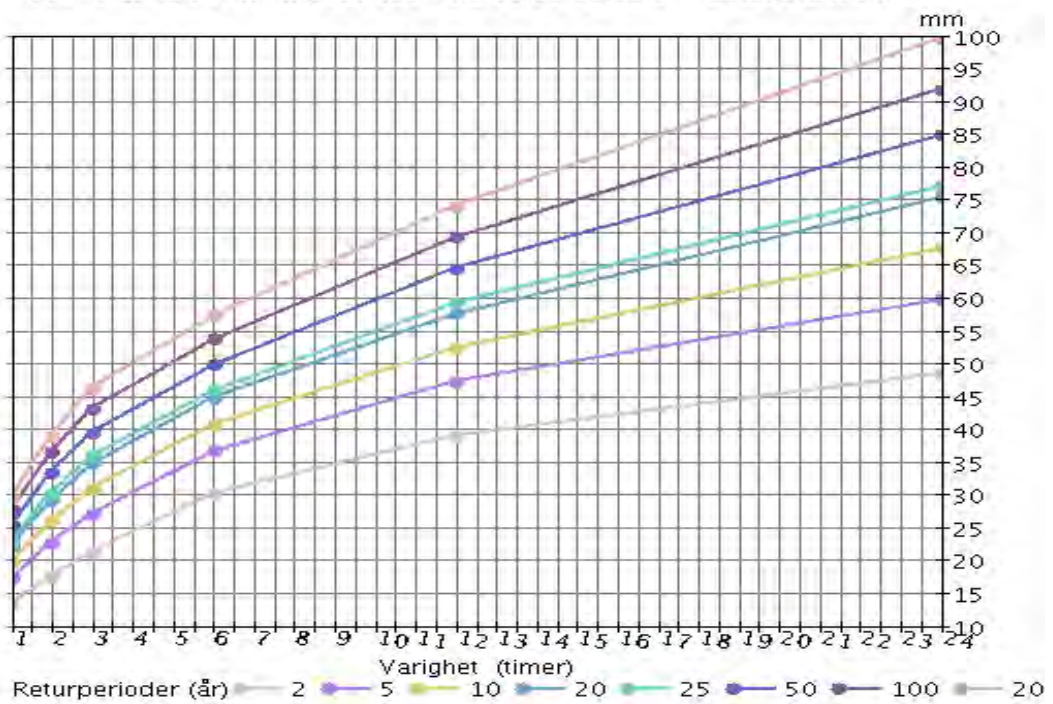


Figur 3.8: IVF-kurver (i millimeter) for 44730 Sandnes – Rovik (1974-2008) for 1-60 minutter (øverst) og 1 – 24 timer (nederst).

IVF-kurve i millimeter for 47240 KARMØY - BREKKEVANN.

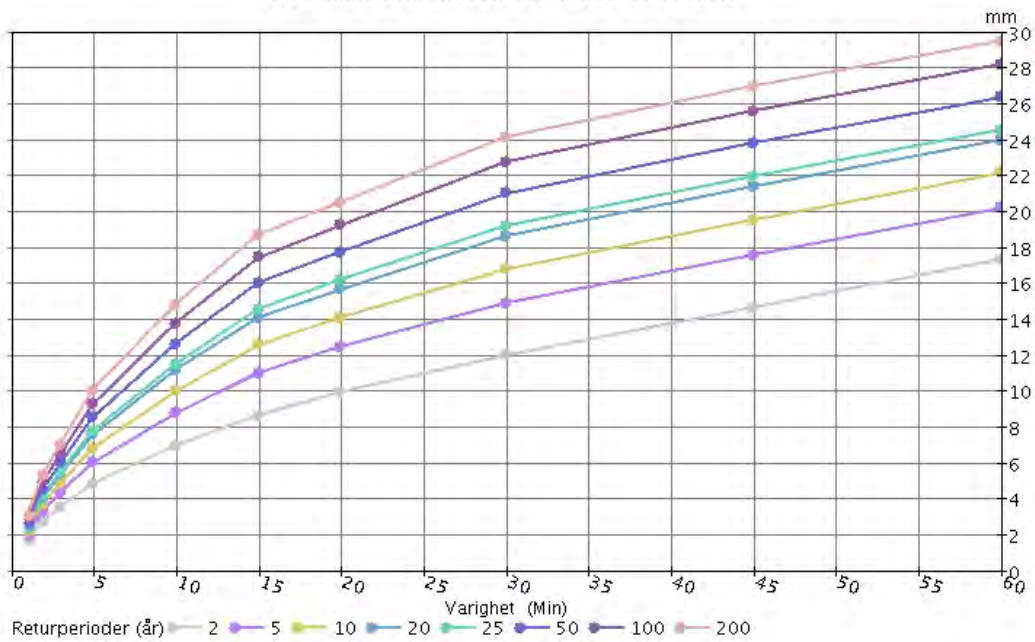


IVF-kurve i millimeter for 47240 KARMØY - BREKKEVANN.

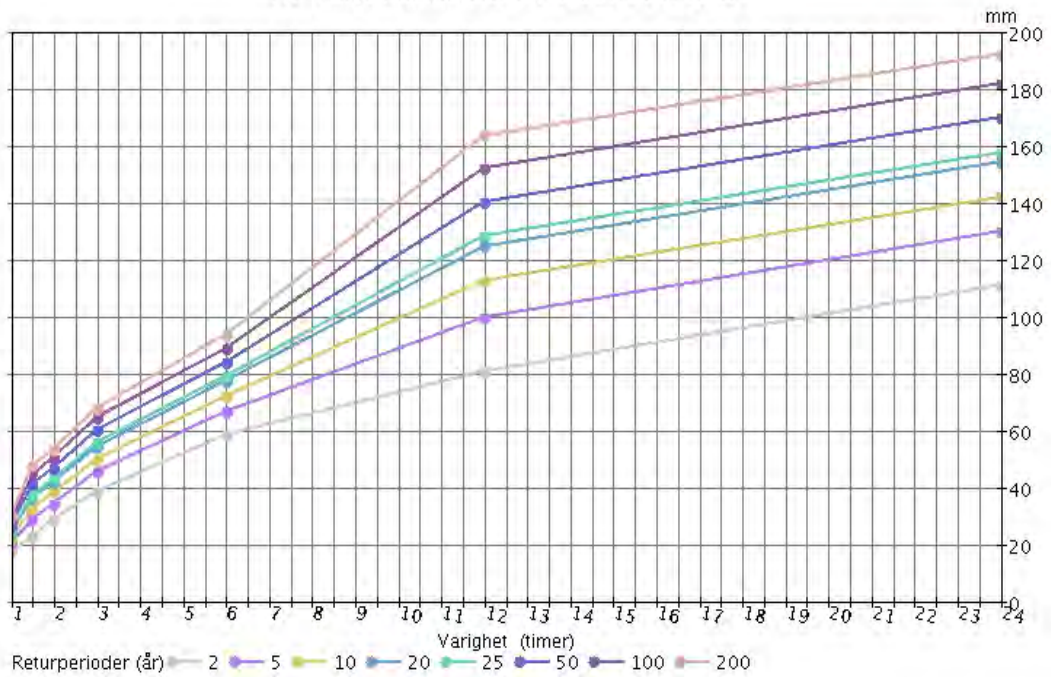


Figur 3.9: IVF-kurver (i millimeter) for 47240 Karmøy - Brekkevann (1968-2003) for 1-60 minutter (øverst) og 1 - 24 timer (nederst).

IVF-kurve i millimeter for 47890 OPSTVEIT.

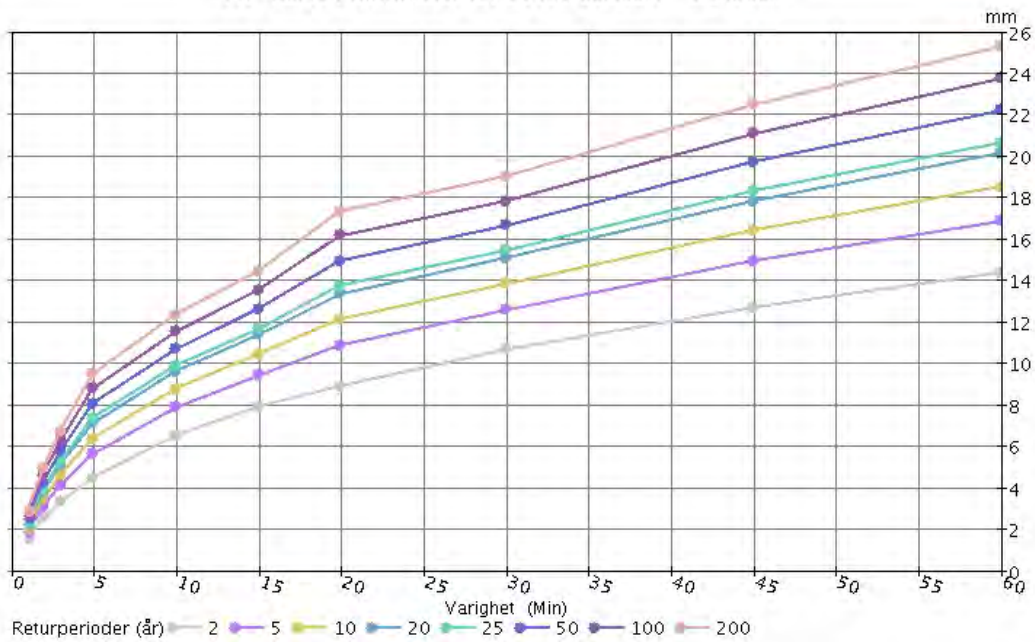


IVF-kurve i millimeter for 47890 OPSTVEIT.

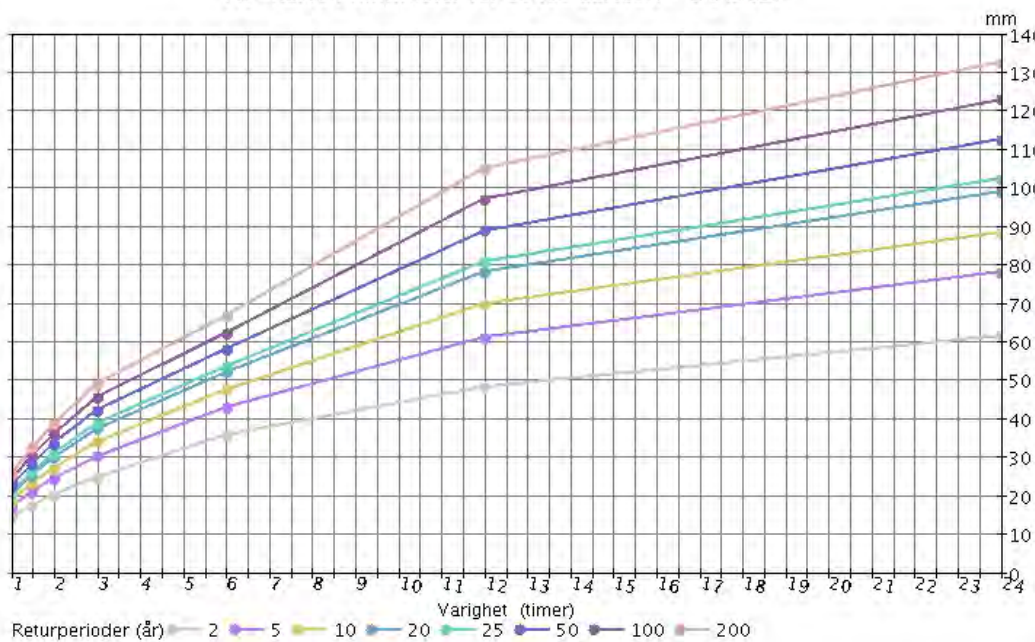


Figur 3.10: IVF-kurver (i millimeter) for 47890 Opstveit (1968-1987) for 1-60 minutter (øverst) og 1 – 24 timer (nederst).

IVF-kurve i millimeter for 50480 BERGEN - SANDSLI.

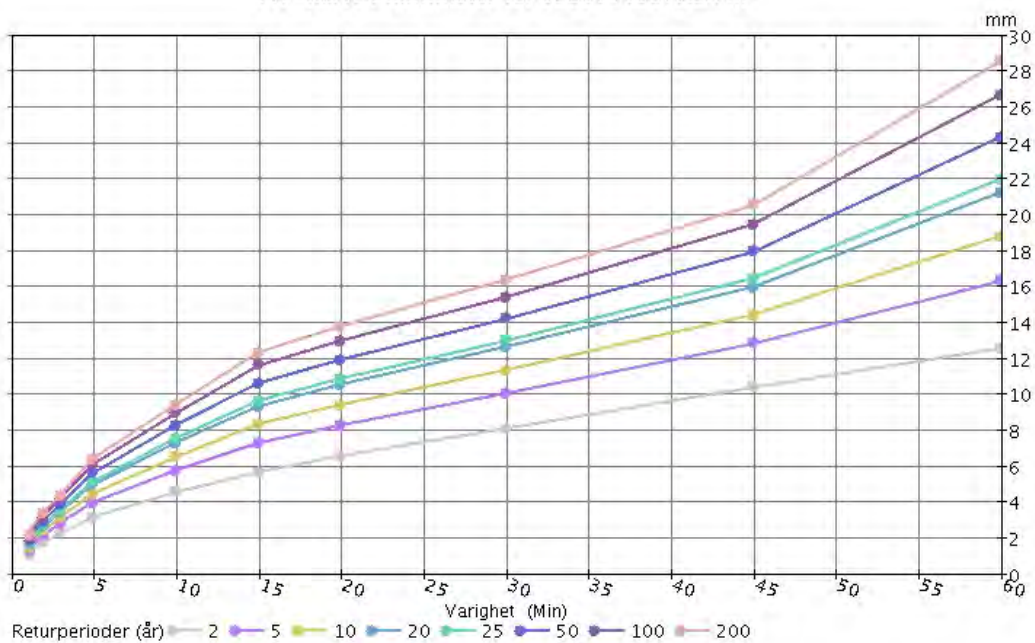


IVF-kurve i millimeter for 50480 BERGEN - SANDSLI.

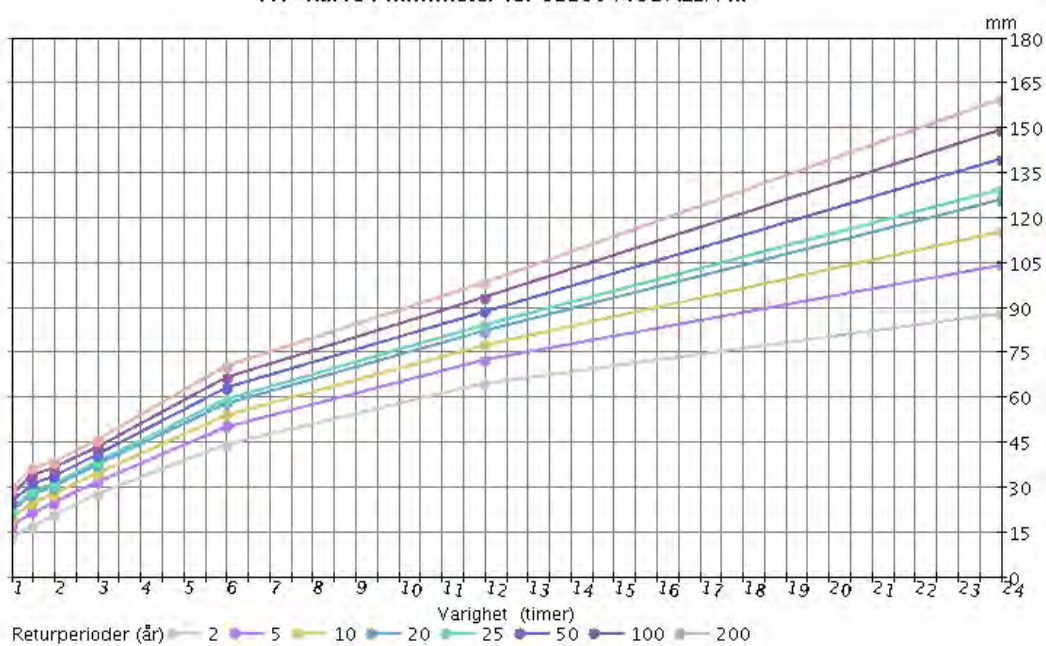


Figur 3.11: IVF-kurver (i millimeter) for 50480 Bergen-Sandsli (1982-2007) for 1-60 minutter (øverst) og 1 – 24 timer (nederst).

IVF-kurve i millimeter for 52290 MODALEN II.

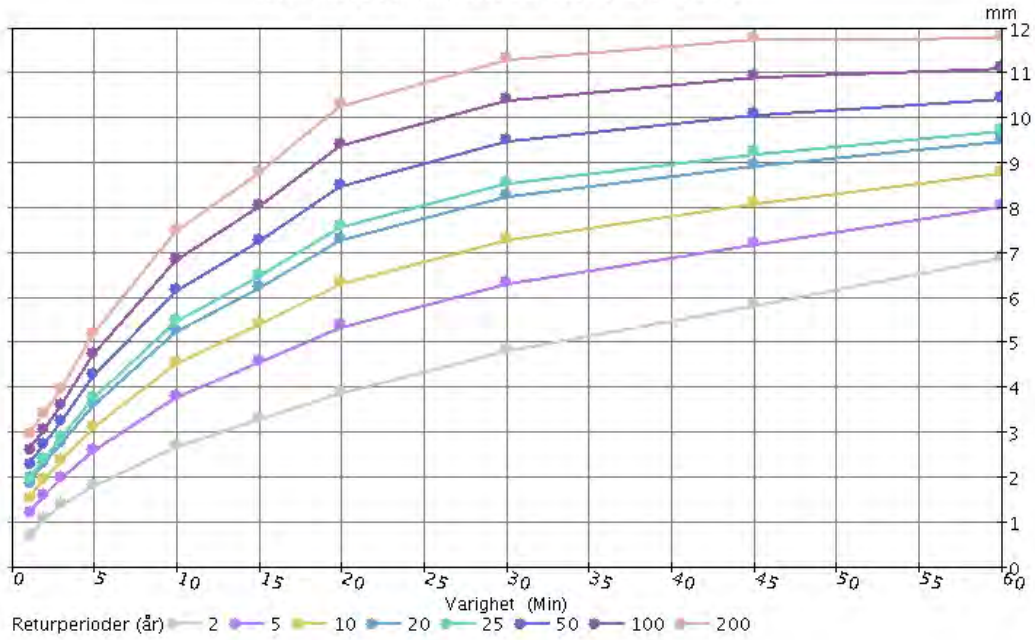


IVF-kurve i millimeter for 52290 MODALEN II.

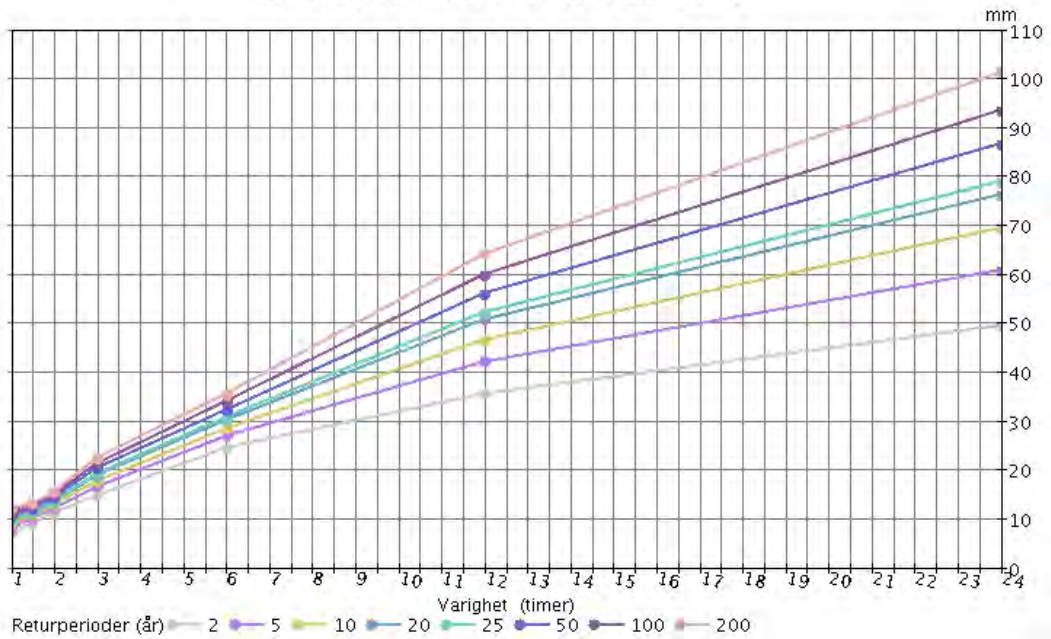


Figur 3.12: IVF-kurver (i millimeter) for 52290 Modalen II (1968-1987) for 1-60 minutter (øverst) og 1 – 24 timer (nederst).

IVF-kurve i millimeter for 58700 OPPSTRYN.



IVF-kurve i millimeter for 58700 OPPSTRYN.



Figur 3.13: IVF-kurver (i millimeter) for 58700 Oppstryn (1968-1987) for 1-60 minutter (øverst) og 1 – 24 timer (nederst).

3.3 Regionale Intensitet-Varighet-Frekvens (IVF)-verdier

Figur 3.14 til figur 3.21 viser returperiode-verdier (10, 50, 100 og 200 år) for ulike varigheter for målestasjoner i Vestfold-Telemark-Agder (VTA), og Vestlandet. Grafene viser ganske like IDF-verdier for korte varigheter, mens det for lengre varigheter er større forskjeller; - for eksempel spenner verdiene for tre timers varighet og 10 års returperiode i VTA-regionen fra 25 mm for Hylestad til ca. 50 mm for Kristiansand-Sømskleiva. I likhet med verdiene for høyeste registrerte intensiteter (kapittel 2.3), er det en tendens til lavere IVF-verdier i innlandet. Dette gjelder spesielt for varigheter fra 30-360 minutter.

Tabell 3.1 og 3.2 viser oppsummering av estimat for 200-års returverdier for ulike varigheter for stasjoner i hhv. Vestfold-Telemark-Agder og på Vestlandet. Tabellene viser f.eks. at for 1-times varighet varierer 200-års verdien for Vestfold-Telemark-Agder fra 23.4 mm (Sandefjord) til 49 mm (Grimstad). For Vestlandet er tilsvarende spredning fra 25.2 mm (Bergen-Sandsli) til 49.6 mm (Time-Lye).

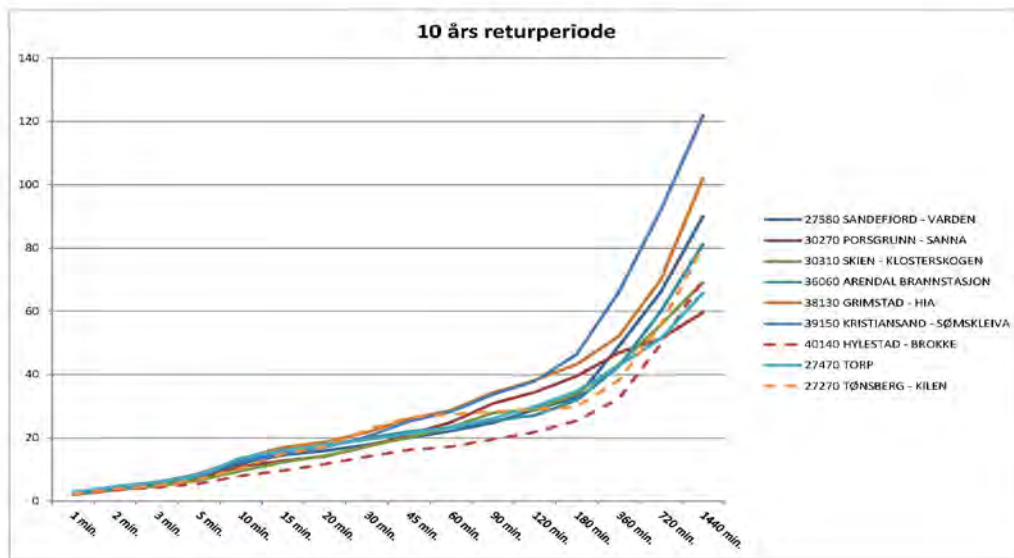
Sammenligning av tabell 3.1 og 3.2 viser at for de fleste varigheter er middel-verdiene fra Vestfold-Telemark-Agder høyere enn for Vestlandet. For varigheter større enn 6-timer skyldes dette i hovedsak stasjonsgrunnlaget; - med flere stasjoner fra midtre strøk av Vestlandet ville nok bildet sett annerledes ut. Verdiene i tabell 3.1 og 3.2 er meget tentative anslag, og det vil i NIFS-prosjektet bli arbeidet videre med regionale analyser av IVF-verdier.

Tabell 3.1. Estimat av regionale 200-års returverdier for nedbørintensitet basert på IVF-statistikk fra stasjoner i Vestfold-Telemark-Agder

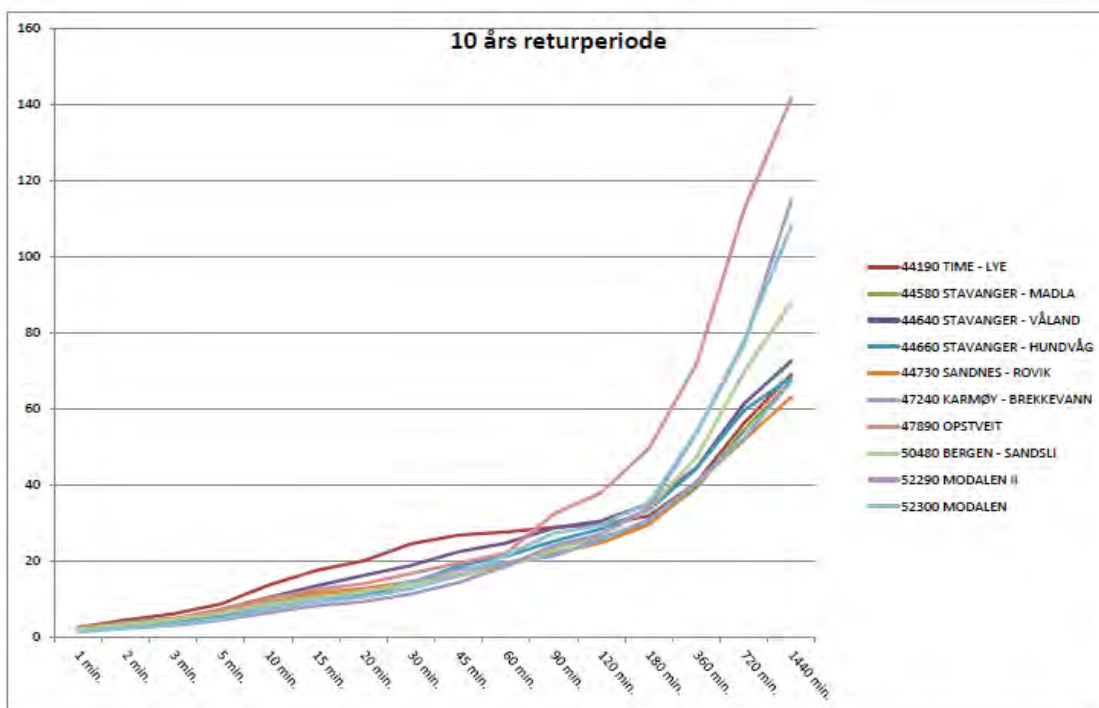
	Varighet (minutter)										
	1	5	10	15	30	60	120	180	360	720	1440
Middel	3,5	11,5	18,2	23,0	30,7	37,8	46,0	51,2	65,1	88,5	121,9
Median	3,3	11,6	19,2	23,5	30,5	37,2	44,6	49,8	62,4	81,9	114,1
Minimum	2,9	7,5	10,7	12,9	20,6	23,4	29,9	34,6	43,8	69,6	79,5
Maksimum	4,8	15,0	22,6	29,8	38,7	49,0	63,9	70,1	100,9	140,8	189,2
Høyeste obs.	4,0	12,1	19,8	26,0	32,7	42,7	81,2	87,6	93,6	121,0	143,4

Tabell 3.2 Estimat av regionale 200-års returverdier for nedbørintensitet basert på IVF-statistikk fra stasjoner på Vestlandet

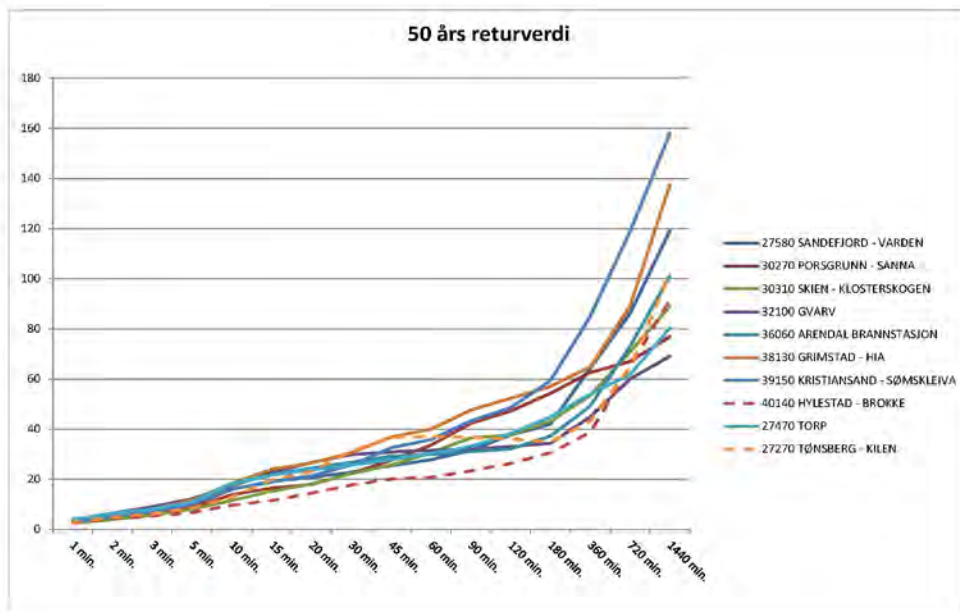
	Varighet (minutter)										
	1	5	10	15	30	60	120	180	360	720	1440
Middel	3,1	9,9	14,2	17,6	24,6	32,9	43,1	50,0	65,5	94,2	117,7
Median	3,1	9,4	13,0	15,1	21,0	29,4	40,0	47,5	64,8	87,7	99,4
Minimum	2,1	6,3	9,3	12,2	16,3	25,2	36,6	43,2	55,9	71,7	86,4
Maksimum	4,0	14,3	23,1	30,6	45,4	49,6	52,8	67,5	93,3	163,3	191,8
Høyeste obs.	3,2	10,4	18,0	24,6	38,6	42,5	58,6	59,3	83,3	144,1	159,7



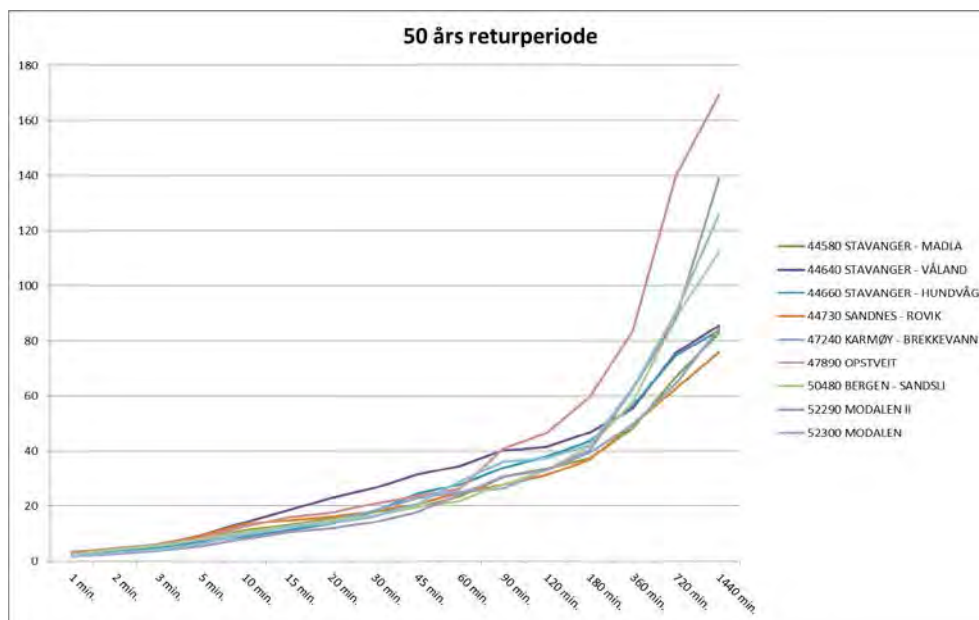
Figur 3.14: Estimert av nedbørmengde (mm) med 10 års returperiode for stasjoner i Vestfold-Telemark-Agder



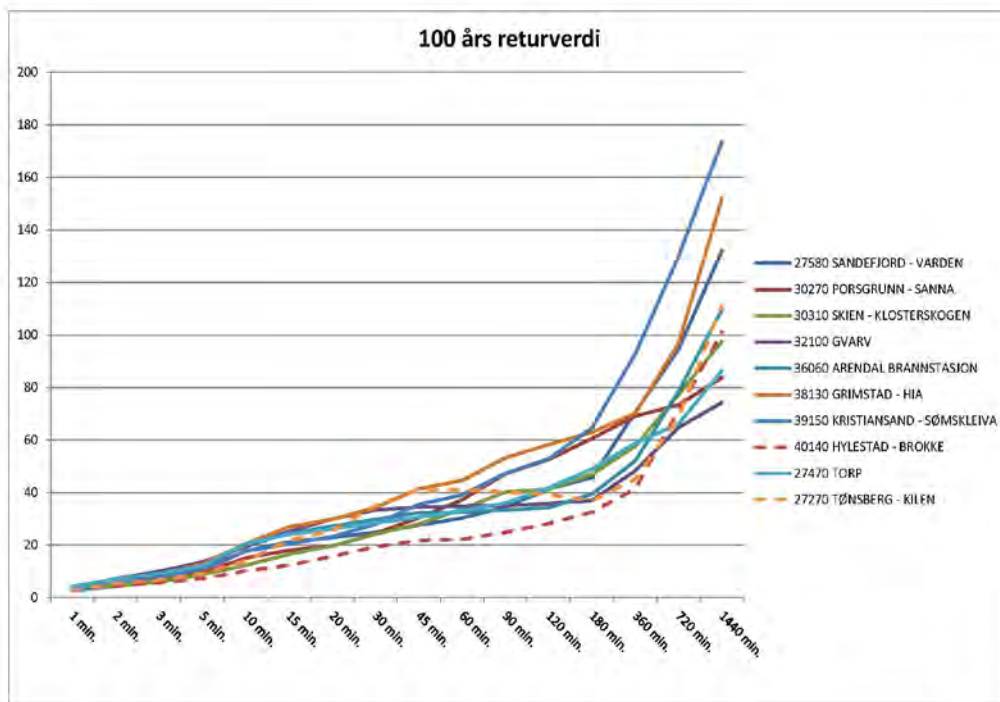
Figur 3.15: Estimert av nedbørmengde (mm) med 10 års returperiode for stasjoner på Vestlandet



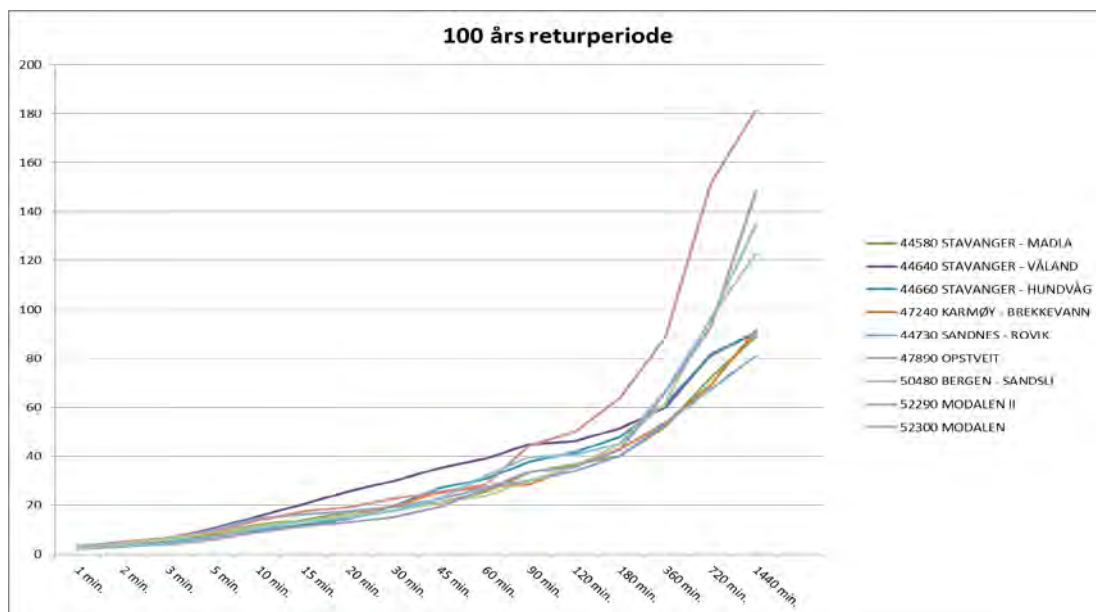
Figur 3.16: Estimert av nedbørmengde (mm) med 50 års returperiode for stasjoner i Vestfold-Telemark-Agder



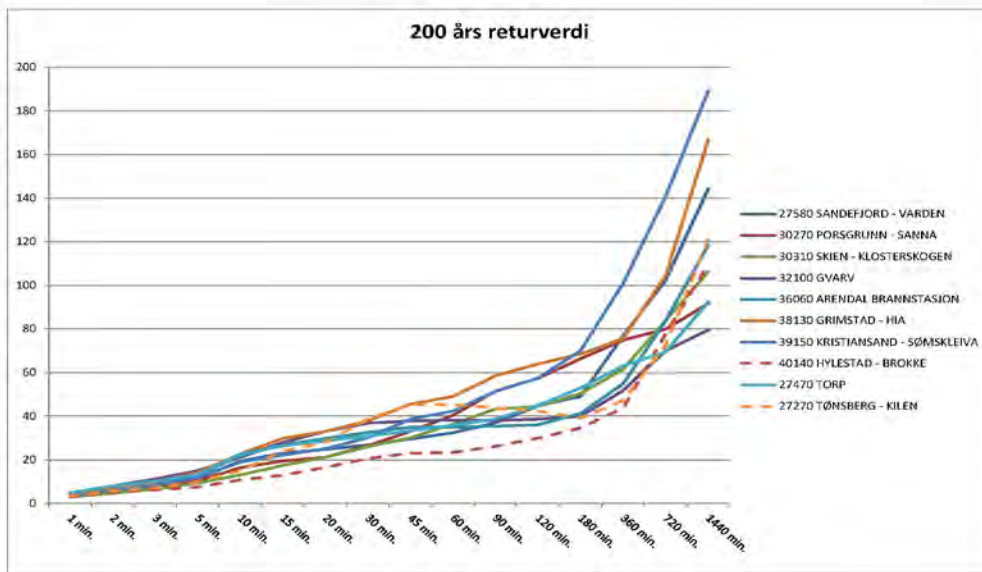
Figur 3.17: Estimert av nedbørmengde (mm) med 50 års returperiode for stasjoner på Vestlandet



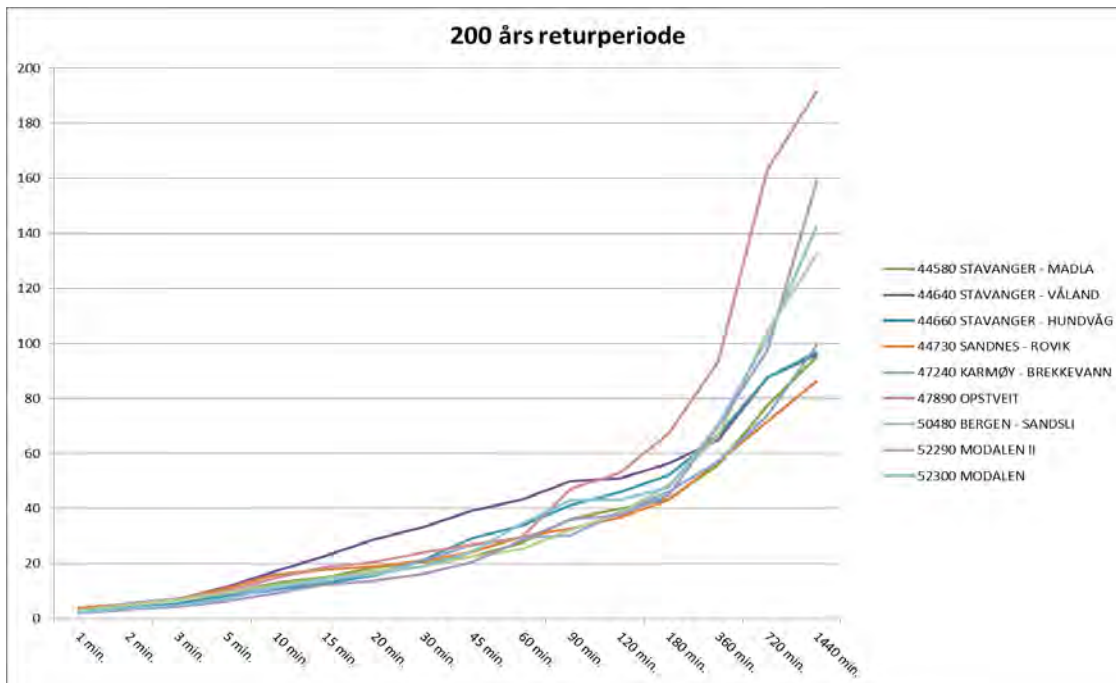
Figur 3.18: Estimert av nedbørmengde (mm) med 100 års returperiode for stasjoner i Vestfold-Telemark-Agder



Figur 3.19: Estimert av nedbørmengde (mm) med 100 års returperiode for stasjoner på Vestlandet



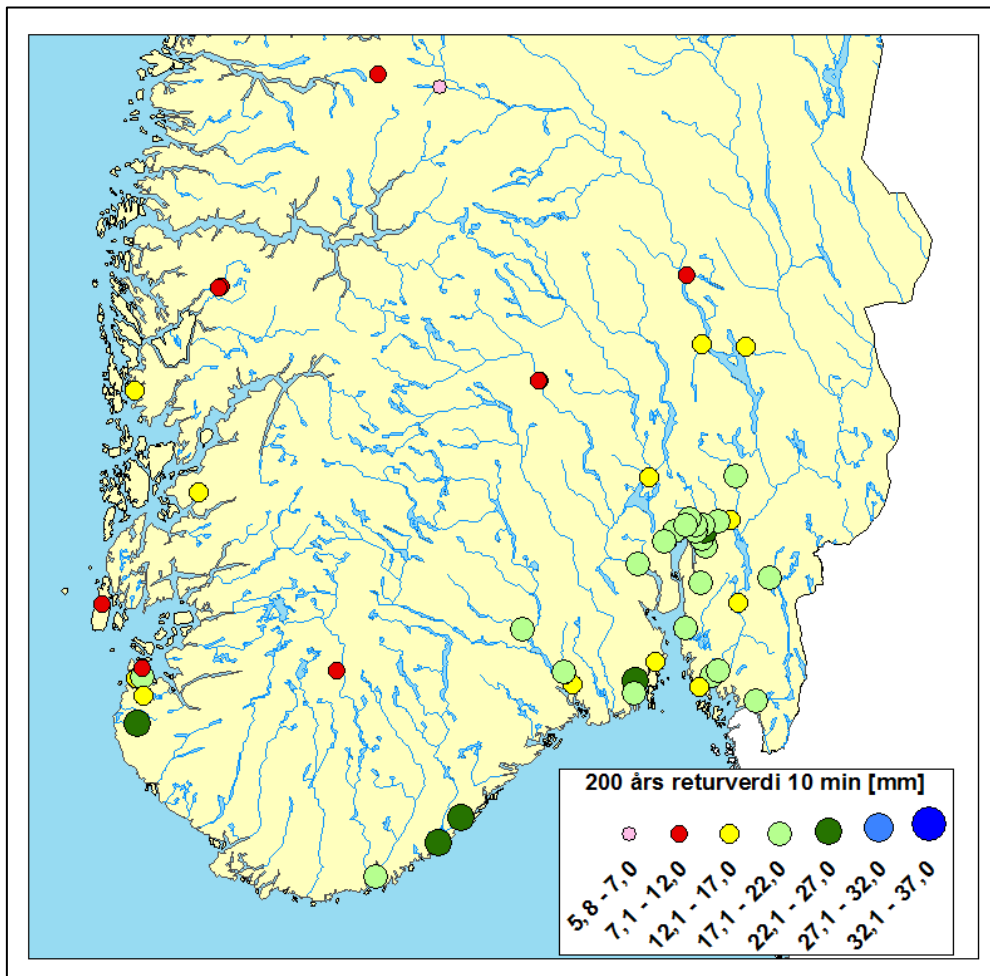
Figur 3.20: Estimert av nedbørmengde (mm) med 200 års returperiode for stasjoner i Vestfold-Telemark-Agder



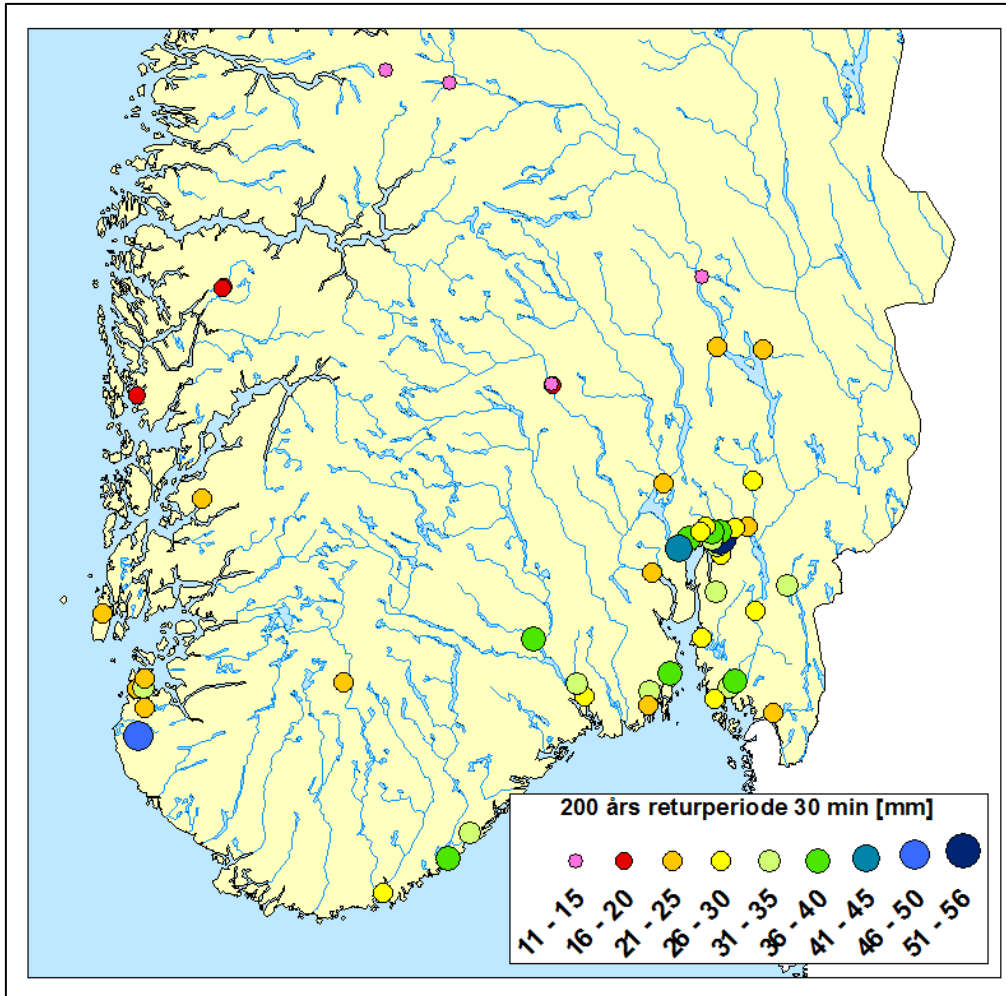
Figur 3.21: Estimert av nedbørmengde (mm) med 200 års returperiode for stasjoner på Vestlandet

3.4 Geografisk fordeling av returperiode verdier for ulike varigheter

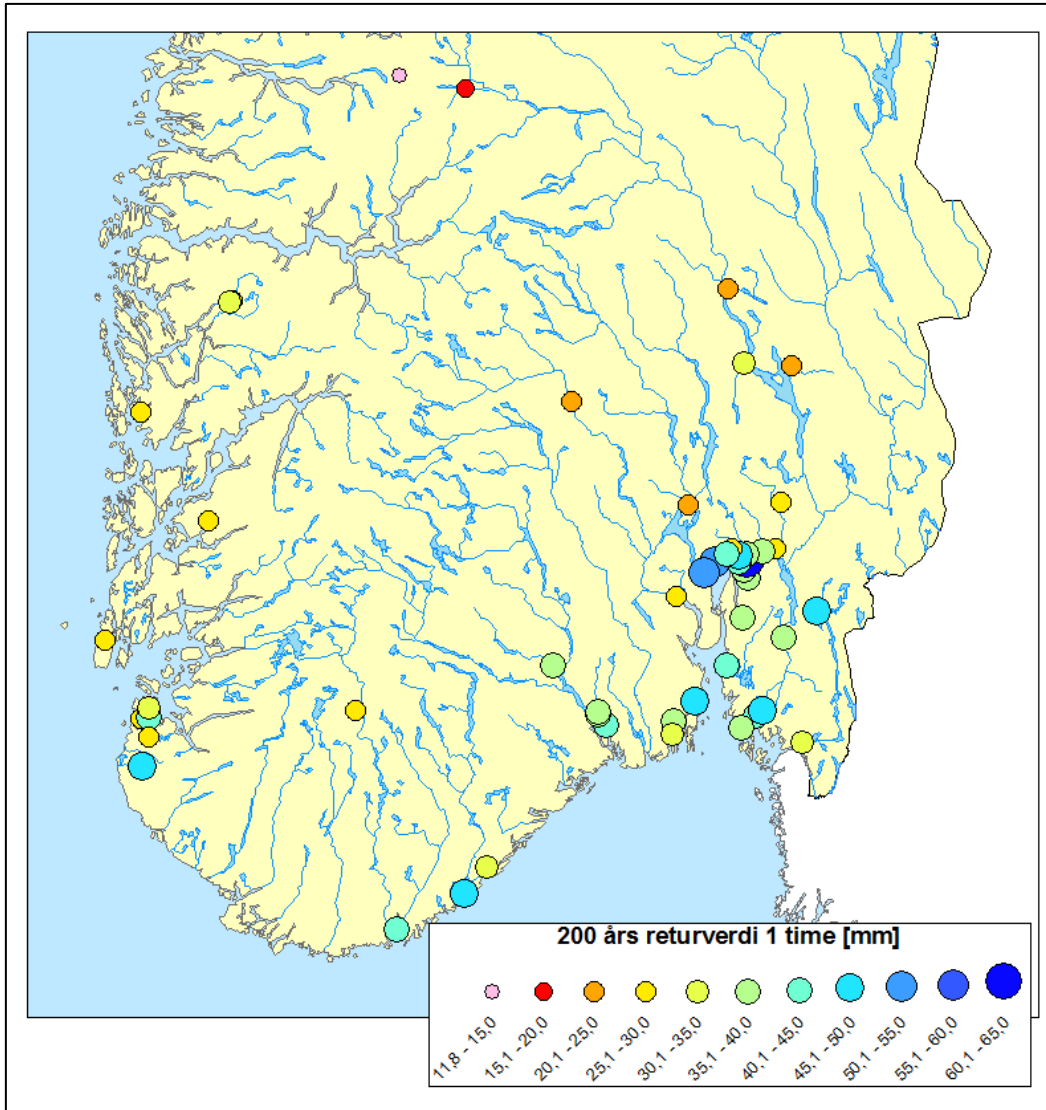
Figur 3.22 – 3.24 viser estimat av punktverdier av nedbør i løpet av hhv. 10, 30 og 60 minutter med en returperiode på 200 år. Returperioden med nivå på 200 år er prioritert av Statens Vegvesen og Jernbaneverket (Myrabø, pers.komm.). For stasjoner med korte måleserier er den estimerte verdien med 200 års returperiode usikker. Punktverdiene i Figur 3.22 – 3.24 tyder på at de høyeste intensiteter forekommer nær kysten.



Figur 3.22: Fordeling av 10 minutters nedbør med 200 års returperiode for sørlige del av Norge



Figur 3.23: Fordeling av 30 minutters nedbør med 200 års returperiode for sørlige del av Norge



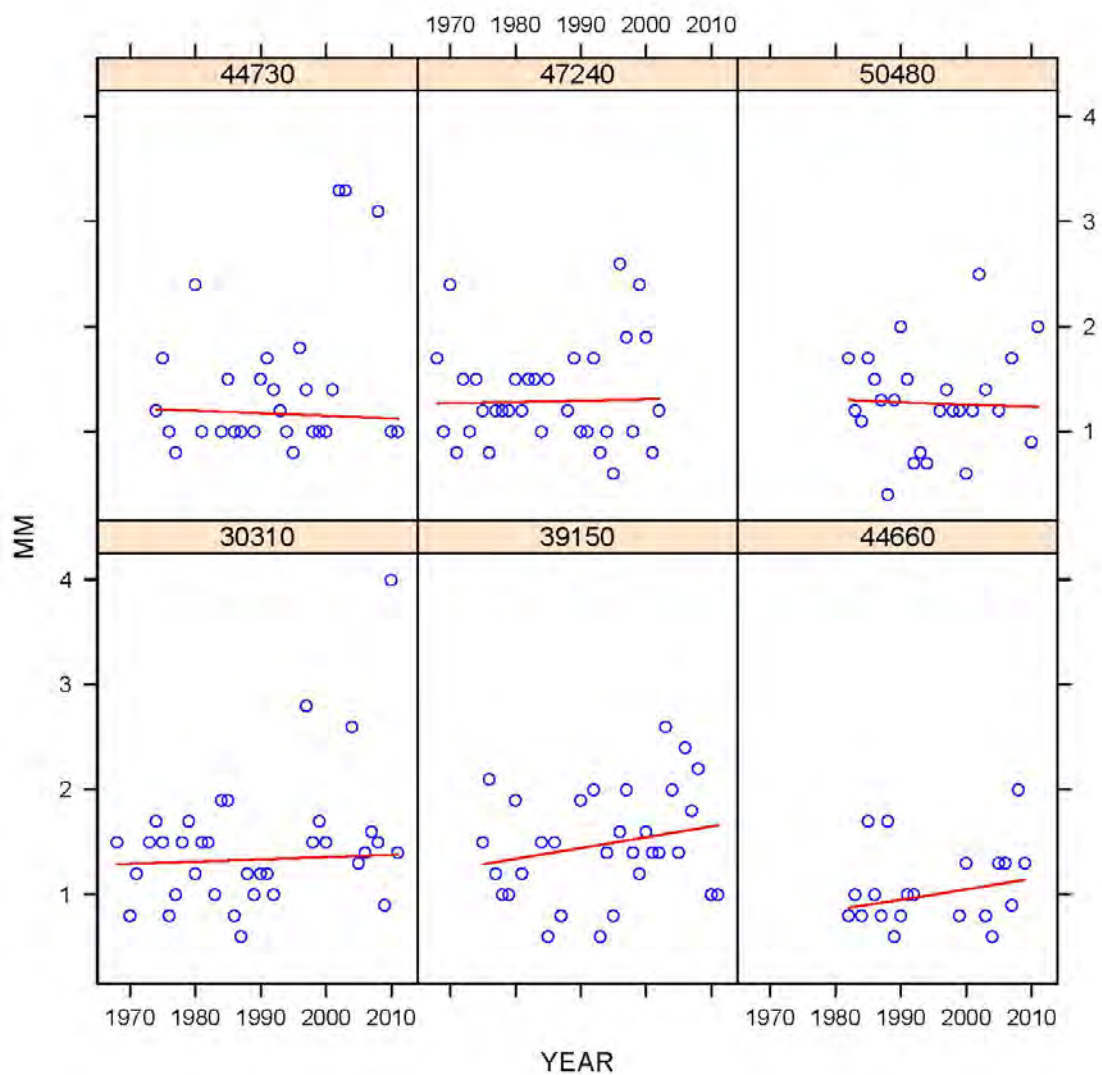
Figur 3.24: Fordeling av 1 times nedbør med 200 års returperiode for sørlige del av Norge

4 Trender for ekstrem nedbør med ulike varigheter

Historisk utvikling av intensitet og hyppighet av ekstreme nedbør hendelser er viktig i skadeforebygging og planlegging av infrastruktur. Trendanalysene for ekstrem korttids-nedbør kompliseres av den relativt korte observasjonsperiode seriene dekker. I denne rapporten er det derfor studert trender både for årlige maksimale nedbørintensiteter og for hyppighet av verdier over visse terskelverdier.

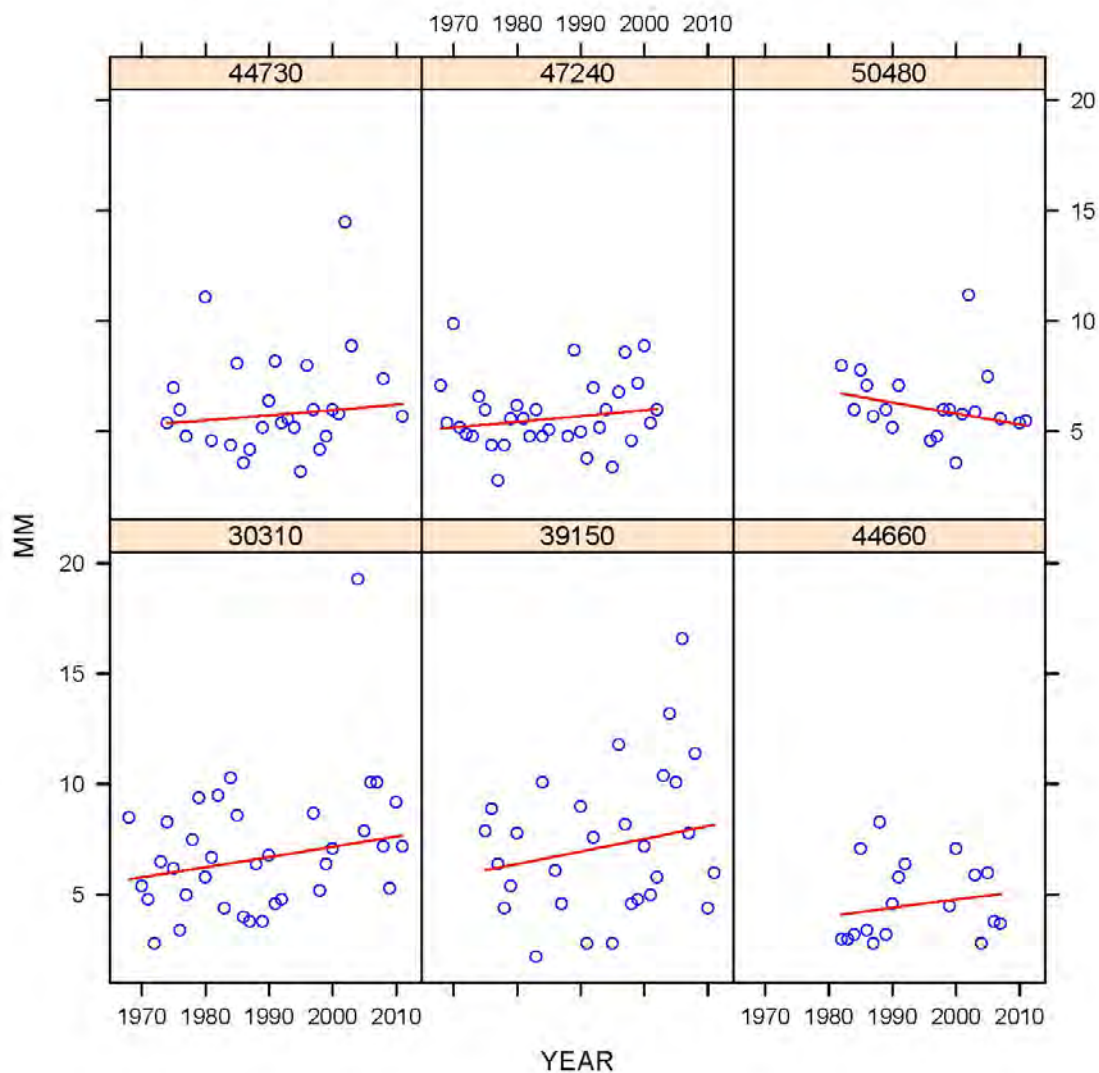
4.1 Trender for høyeste observerte intensiteter for ulike sub-døgnlige varigheter

Figur 4.1 viser utviklingen i høyeste årlige 1-minutts nedbør. For to av stasjonene (39150 Kristiansand – Sømkleiva og 44660 Stavanger – Hundvåg) er trenden positiv, mens det for de øvrige stasjoner ikke er klare trender.



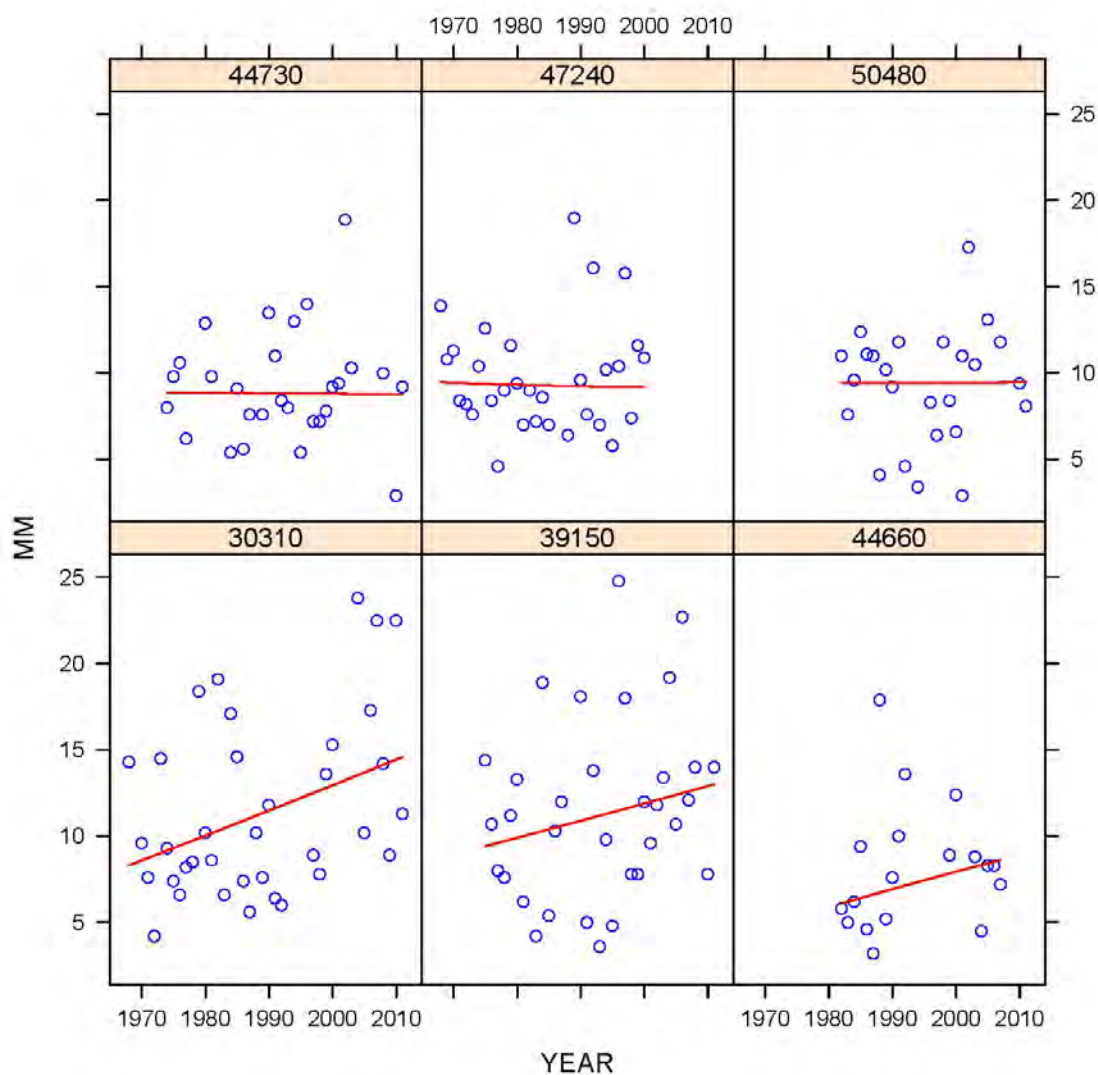
Figur 4.1: Trender i høyeste årlige 1-minutters nedbør ved stasjonene: 44730 Sandnes - Rovik, 47240 Karmøy - Brekkevann, 50480 Bergen - Sandsli, 30310 Skien - Klosterskogen, 39150 Kristiansand - Sømkleiva, 44660 Stavanger - Hundvåg.

For høyeste årlige 10-minutters nedbør (Figur 4.2) er det positiv trend for fem av stasjonene, mens det for Bergen-Sandsli er negativ trend.



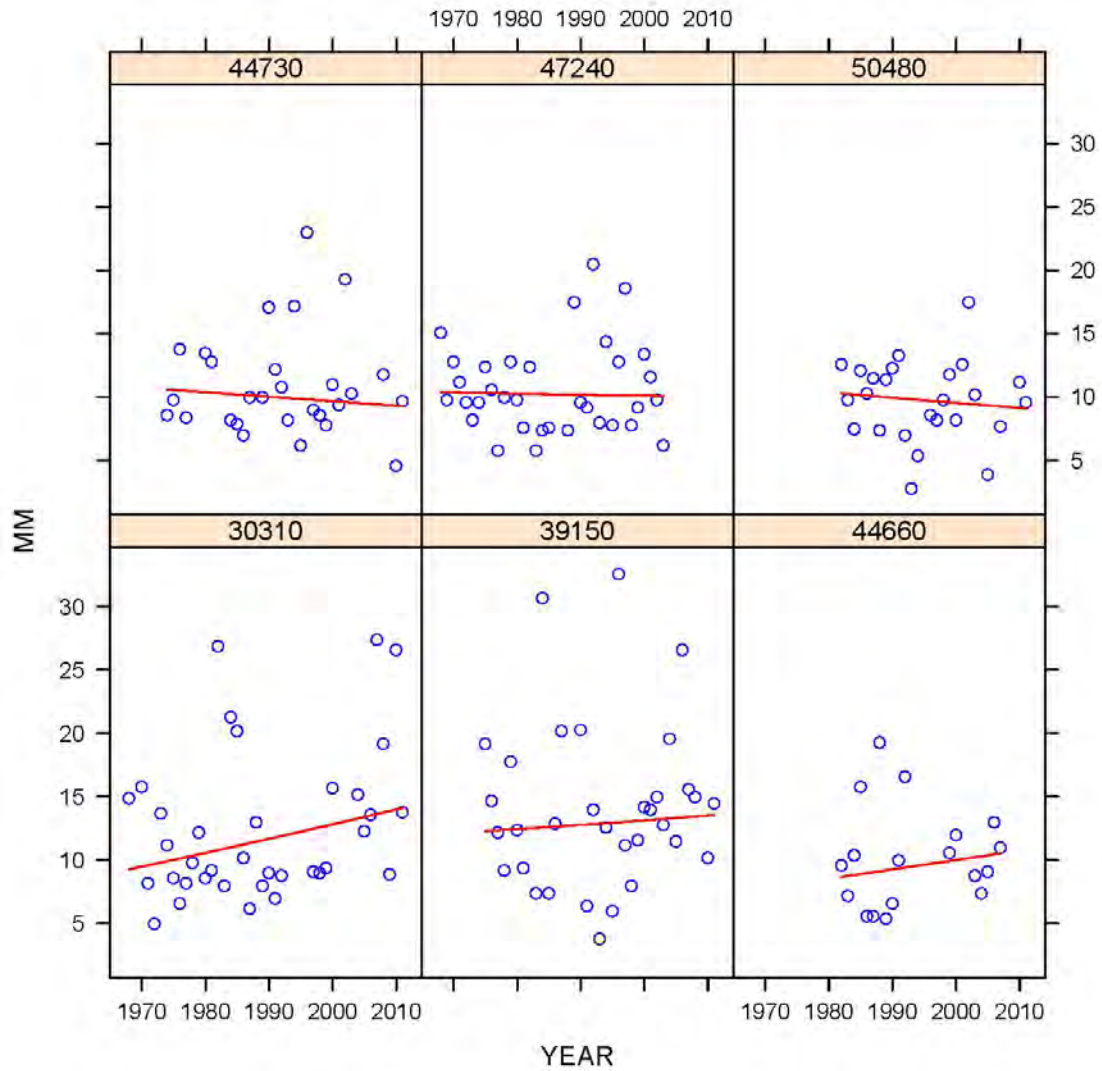
Figur 4.2: Trender i høyeste årlige 10-minutters nedbør ved stasjonene: 44730 Sandnes – Rovik, 47240 Karmøy – Brekkevann, 50480 Bergen – Sandsli, 30310 Skien – Klosterskogen, 39150 Kristiansand – Sømskleiva, 44660 Stavanger – Hundvåg.

For høyeste årlige 30-minutters nedbør (Figur 4.3) er det positiv trend for tre av stasjonene; nøytral eller svakt negativ trend for de øvrige..



Figur 4.3: Trender i høyeste 30-minutters nedbør ved stasjonene: 44730 Sandnes – Rovik, 47240 Karmøy – Brekkevann, 50480 Bergen – Sandsli, 30310 Skien – Klosterskogen, 39150 Kristiansand – Sømkleiva, 44660 Stavanger – Hundvåg.

Også for høyeste årlige 1-times nedbør (Figur 4.4) er det positiv trend for tre av stasjonene, og svakt negativ trend for de tre øvrige.

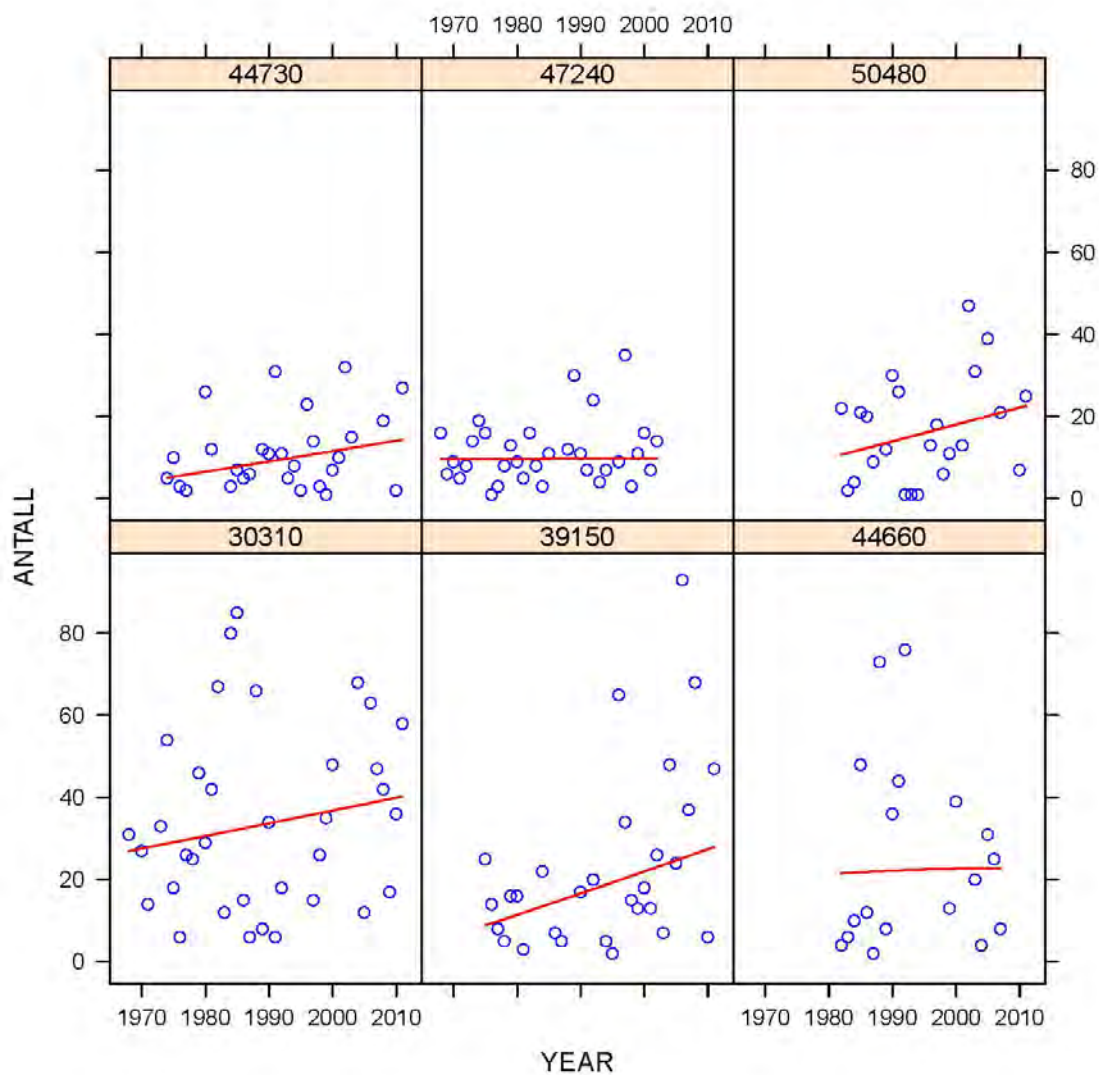


Figur 4.4: Trender i høyeste årlige 1-times nedbør ved stasjonene: 44730 Sandnes – Rovik, 47240 Karmøy – Brekkevann, 50480 Bergen – Sandsli, 30310 Skien – Klosterskogen, 39150 Kristiansand – Sømskleiva, 44660 Stavanger – Hundvåg.

4.2 Trender for frekvenser av verdier over visse terskelverdier

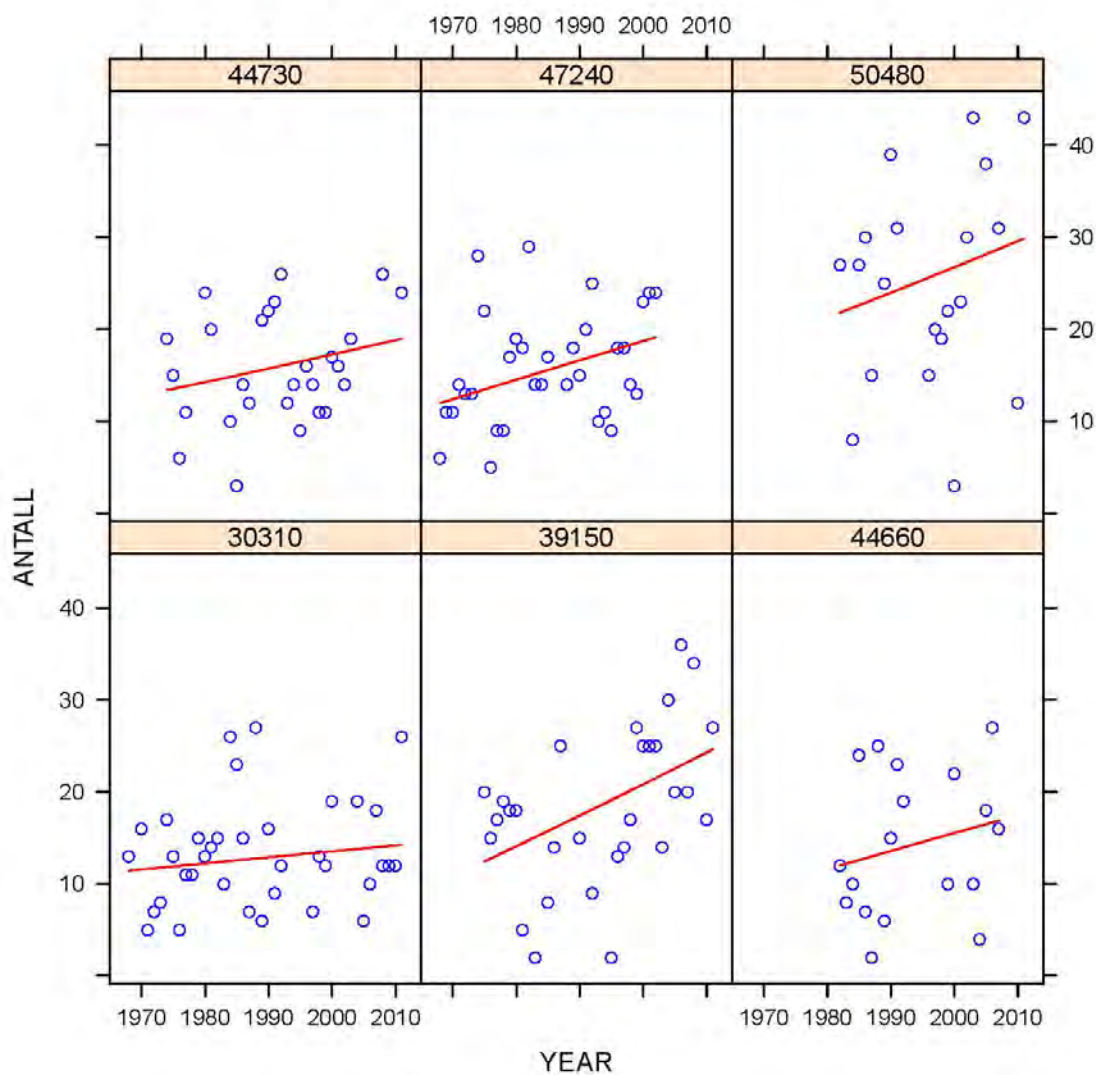
For beregning trender for ulike varigheter basert på høyeste årlige observerte verdi, inngår det bare én verdi for hvert år. Datagrunnlaget blir preget av store lokale variasjoner i nedbørintensitet i episoder med bygenedbør: Det kan være litt tilfeldig om kraftige byger treffer en pluviometer-stasjon eller ikke. Det kan også være store forskjeller mellom høyeste nesthøyeste verdi. Trender basert på årlige maksimumsverdier er derfor mindre robuste enn trender for antall forekomster over gitte terskelverdier. I videre analyser i NIFS-prosjektet kan det være aktuelt å benytte terskelverdier for nedbørintensitet basert på kritiske verdier for naturskader. I mangel av slike empiriske terskelverdier er det i denne rapporten valgt terskelverdi ut fra kriteriet at det skal være minst én forekomst hvert år ved stasjon 18701 Oslo – Blindern (se Ødemark et al., 2012). Dette kriteriet er i denne rapporten benyttet for alle varigheter. Figur 4.5 - Figur 4.8 viser at det for enkelte stasjoner kan være mer enn 50 tilfeller per år som overstiger terskelverdien, og at det stort sett er et realistisk datagrunnlag for trendberegning. Men det er også klart at de valgte terskelverdier er så lave at de i seg selv ikke representerer noe skadepotensiale for infrastruktur.

For varighet på 1-minutt er terskelverdien 0.6 mm. Figur 4.5 viser at fire stasjoner har positive trender, mens to har nær nøytral trend.



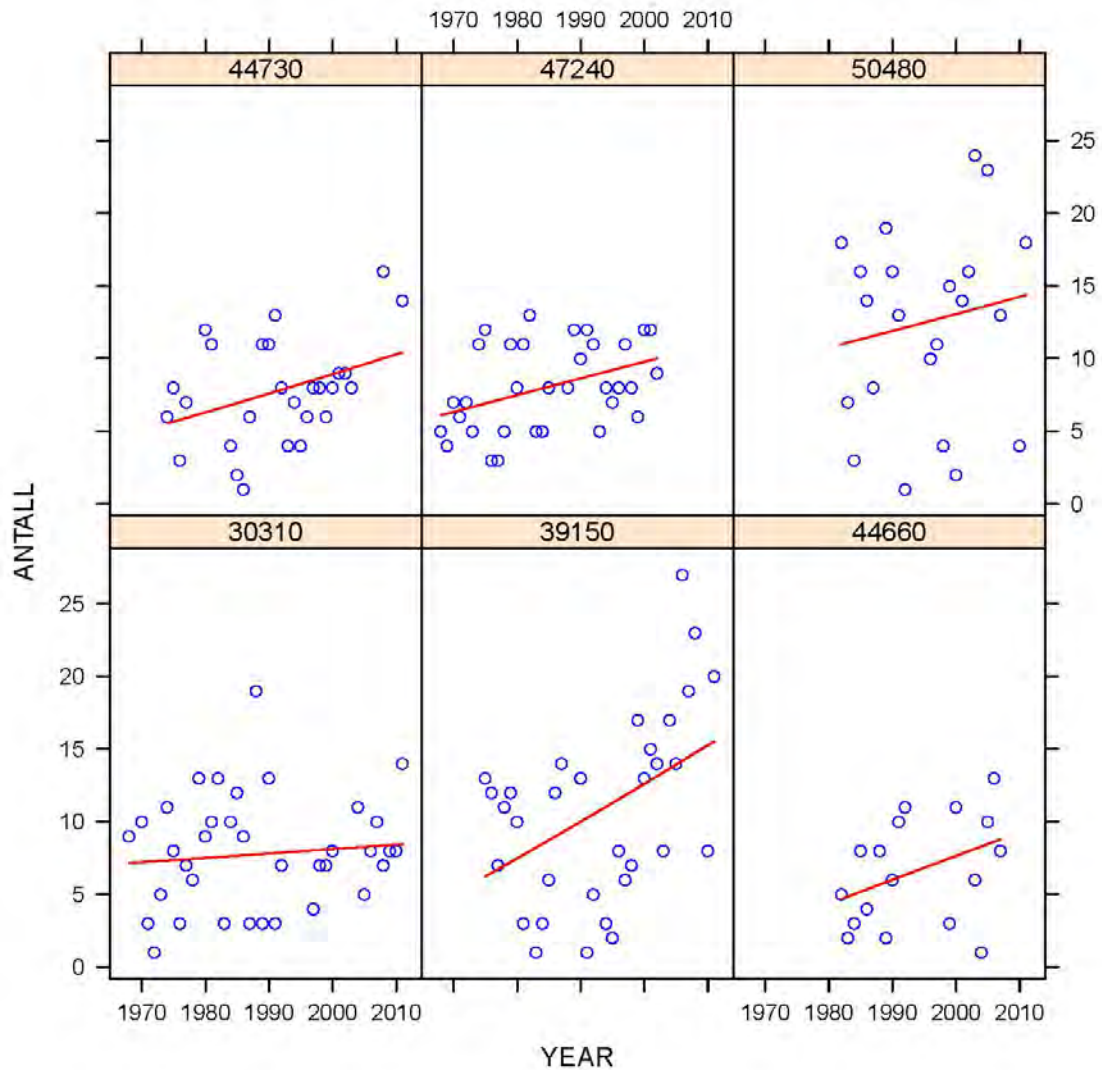
Figur 4.5: Trender for hyppighet av nedbørintensitet over 0,6 mm i løpet av 1 min. ved stasjonene: 44730 Sandnes – Rovik, 47240 Karmøy – Brekkevann, 50480 Bergen – Sandsli, 30310 Skien – Klosterskogen, 39150 Kristiansand – Sømkleiva, 44660 Stavanger – Hundvåg.

Terskelverdien for nedbør i løpet av 10 minutter er 1.8 mm. Alle stasjoner (Figur 4.6) har positive trender.



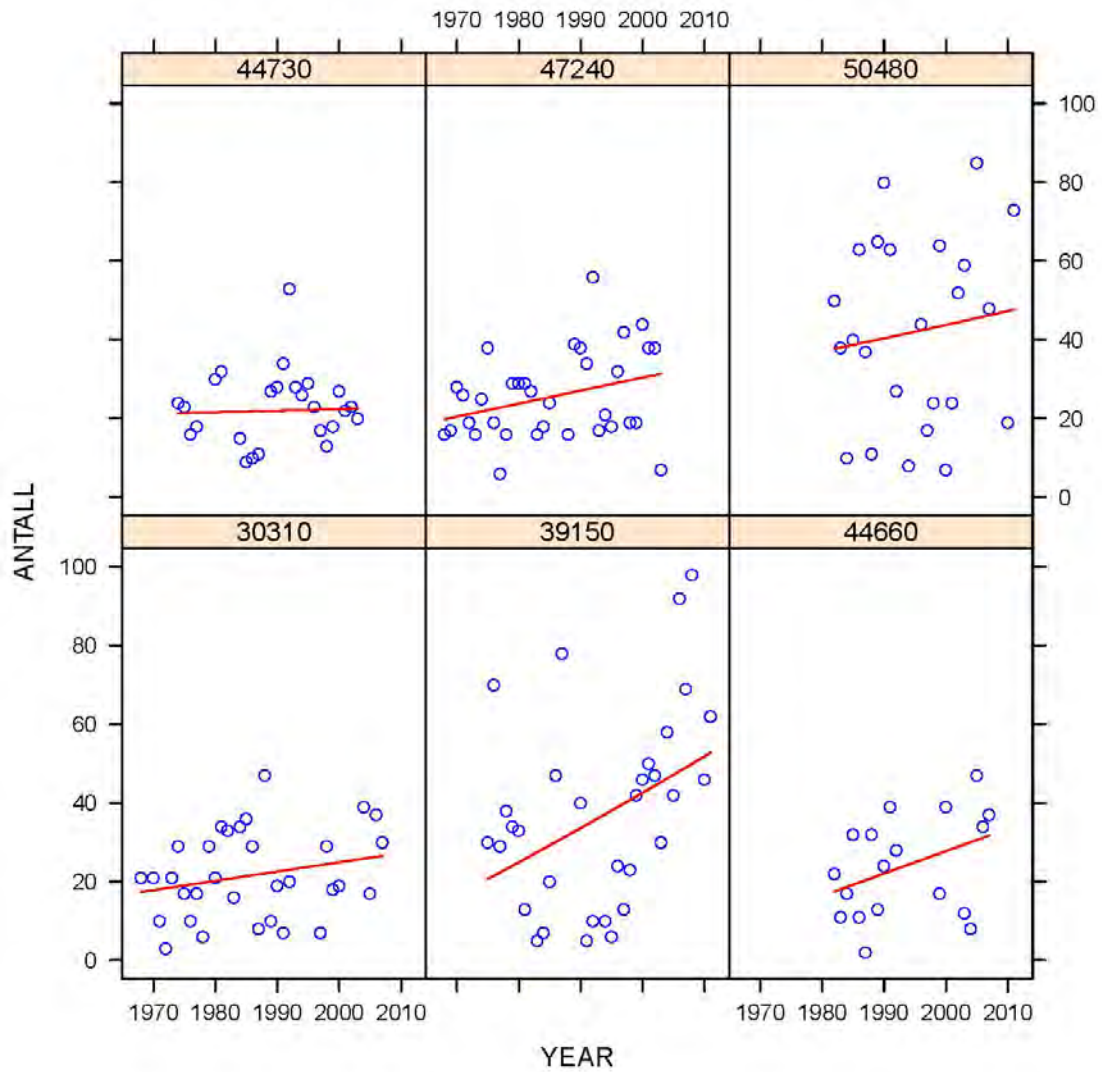
Figur 4.6: Trender for hyppighet av nedbørintensitet over 1.8 mm i løpet av 10 min. ved stasjonene: 44730 Sandnes – Rovik, 47240 Karmøy – Brekkevann, 50480 Bergen – Sandsli, 30310 Skien – Klosterskogen, 39150 Kristiansand – Sømskleiva, 44660 Stavanger – Hundvåg.

Terskelverdien for nedbør i løpet av 30 minutter er 4.2 mm. Alle stasjoner (Figur 4.7) har positive trender.



Figur 4.7: Trender for hyppighet av nedbørintensitet over 4.2 mm i løpet av 30 min. ved stasjonene: 44730 Sandnes – Rovik, 47240 Karmøy – Brekkevann, 50480 Bergen – Sandsli, 30310 Skien – Klosterskogen, 39150 Kristiansand – Sømskleiva, 44660 Stavanger – Hundvåg.

Terskelverdien for nedbør i løpet av 1 time er 4.0 mm. Figur 4.8 viser at bortsett fra 44730 Sandnes-Rovik har de øvrige stasjoner har positive trender.



Figur 4.8: Trender for hyppighet av nedbørintensitet over 4 mm i løpet av 1 time ved stasjonene: 44730 Sandnes – Rovik, 47240 Karmøy – Brekkevann, 50480 Bergen – Sandsl, 30310 Skien – Klosterskogen, 39150 Kristiansand – Sømskleiva, 44660 Stavanger – Hundvåg.

5 Episode med kraftig nedbør over Notodden og Drangedal i august 2013

5.1 Observasjoner

6. aug. 2013 kom det kraftig nedbør over Notodden og deler av Drangedal. Dette førte til oversvømmelser og betydelige flomskader på hus og infrastruktur. Nærmeste MET stasjoner med døgnlige nedbørmålinger er Notodden (30530) og Postmyr i Drangedal (34900). Disse stasjonene målte begge 72.5 mm i døgnnedbør kl 08 lokal tid 7. august og nedbøren gjelder for de forutgående 24 timer. De store nedbørsmengdene var relativt lokale, da andre målestasjoner i nærheten viser langt lavere nedbør, se Tabell 5.1 og kartutsnitt med stasjonene i Figur 5.1.

Tabell 5.1: Døgn-nedbør (mm) ved ulike målestasjoner i området med mest nedbør, målt kl 08 7. aug. 2013.

Nedbør (mm)	Navn	Kommune	Fylke	Stasjonsnr.
72,5	NOTODDEN	Notodden	Telemark	30530
72,5	POSTMYR I DRANGEDAL	Drangedal	Telemark	34900
62,6	BØ	Bø	Telemark	32240
62	TØRDAL - SUVDØLA	Drangedal	Telemark	34800
21,5	KONGSBERG BRANNST.	Kongsberg	Buskerud	28380
40,2	GODAL	Skien	Telemark	30380
31,5	TUDDAL	Hjartdal	Telemark	31900
20,6	GVARV - NES BIOFORSK	Sauherad	Telemark	32061
19,2	GVARV - NES	Sauherad	Telemark	32060
21,3	DRANGEDAL II	Drangedal	Telemark	34620
11,0	SKIEN – ELSTRØM	Skien	Telemark	30320

Tabell 5.1 refererer til stasjoner som er tilgjengelige i Meteorologisk institutt's klimadatabase. Stasjonene er markert med gule punkter i Figur 5.1. På manuelle nedbørstasjoner måles nedbøren hver morgen kl 07:00 norsk normaltid, dvs. 08:00 sommertid. Et økende antall stasjoner har automatiske nedbørmålere. De nærmeste automatiske målestasjonene er Bø, Gvarv Nes og Gvarv Nes Bioforsk (se figur 5.1). Timesverdiene (figur 5.3) viser to topper med nedbør i 10-11-tiden og 14-18-tiden, med den mest intense timesnedbøren målt i perioden 15:00-16:00.



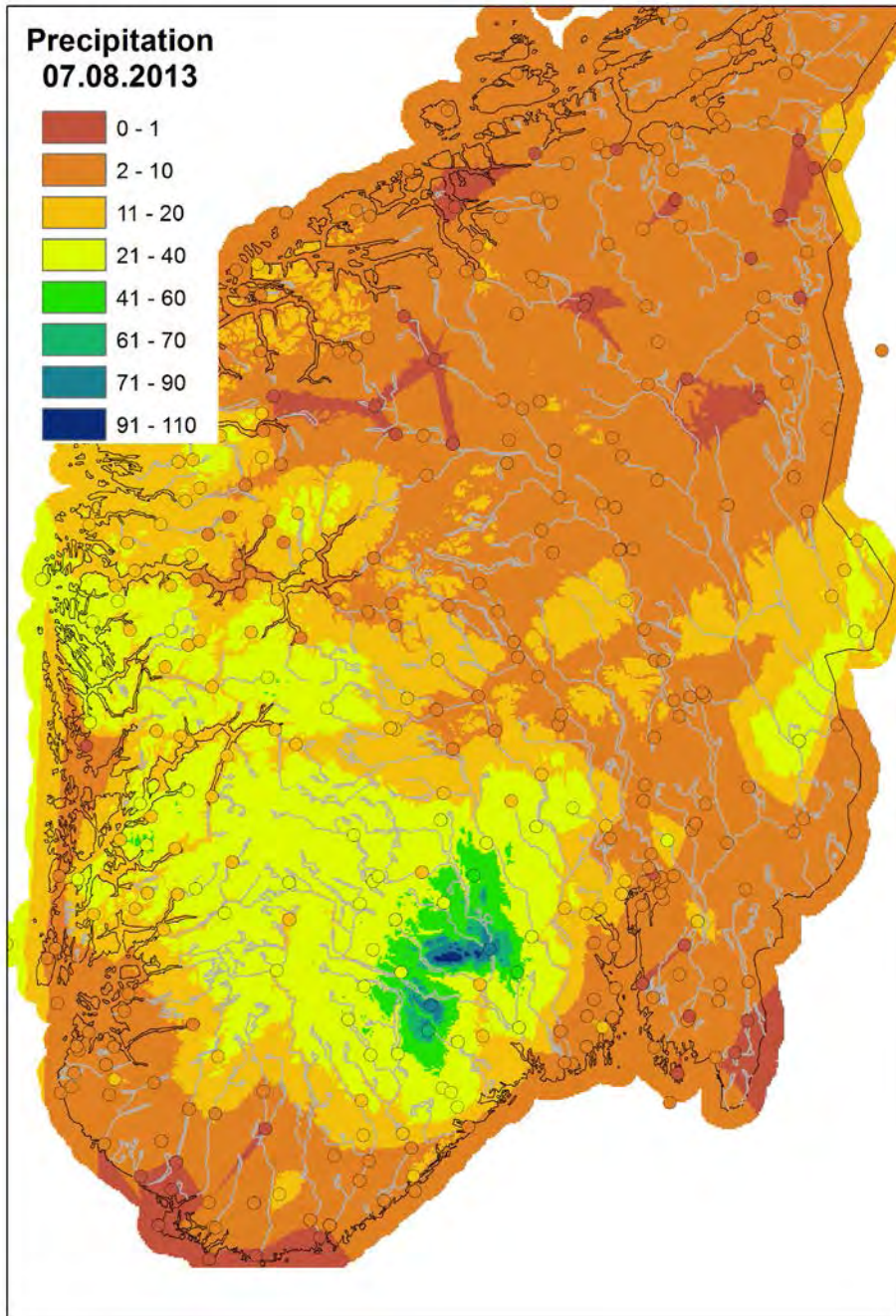
Figur 5.1: Kart over målestasjoner. Nedbørstasjonene som er med i tabell 5.1, er markert med gule punkter.

For stasjonen på Bø foreligger det ikke IVF-statistikk. Den nærmeste stasjonen med IVF-kurve er Gvarv Nes (se figur 3.2). Sammenlignet med IVF-kurven for Gvarv-Nes har 1-times verdien fra Bø på 20,4 mm nedbør en returperiode på 5 år, mens 37,2 mm på 3 timer har en returperiode på ca. 100 år. Merk at kurven for Gvarv er basert på bare 20 år med data og må brukes med forsiktighet.

Hvis man sammenligner med estimat for et utvalg målestasjoner på Sørlandet, (Figur 3.14) har målingen i Bø med 37,2 mm nedbør på 3 timer, en returperiode på ca. 10 år.

Figur 5.2 viser 24 timers nedbør målt 7. aug. 2013 kl 08. Datagrunnlaget er basert på målinger fra Meteorologisk institutt, men verdiene i kartet kan avvike noe fordi verdiene er justert mht. til høyde over havet og oppfangningssvikt i nedbørmålerne. Den kraftigste nedbøren ligger i området rundt Postmyr i Drangedal og Notodden; se tabell 5.1.

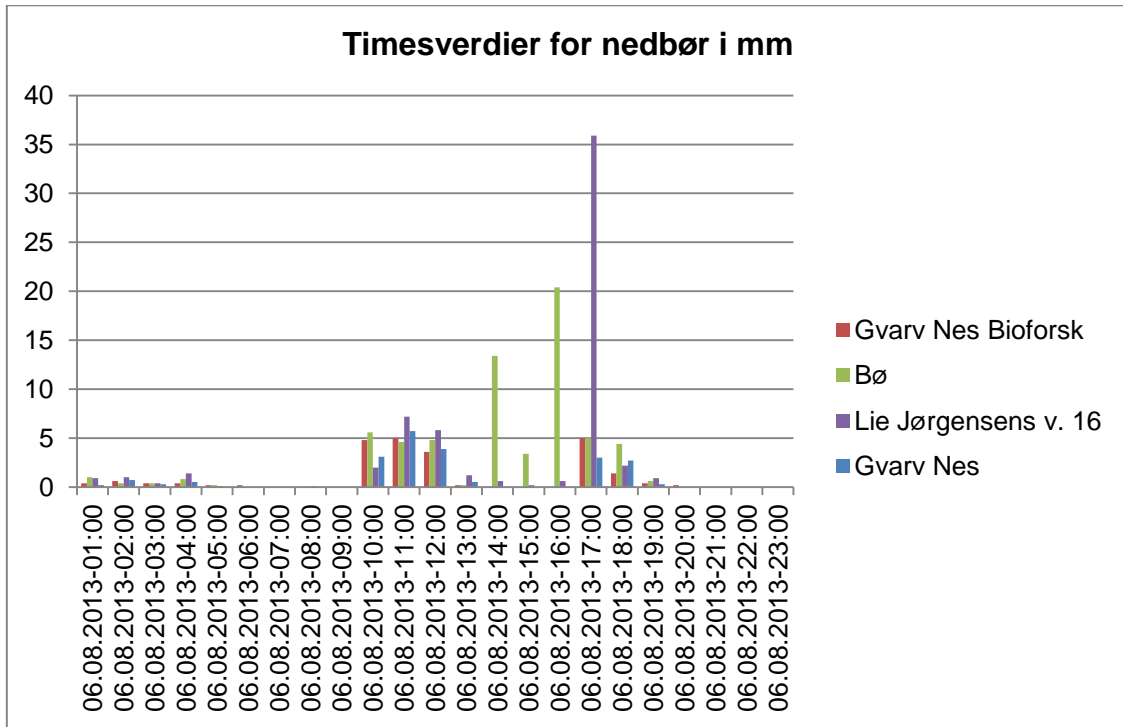
Nedbørmålingene utfylles av målinger fra bakkeradar. Figur 5.5 og Figur 5.6 viser akkumulert nedbør for 1 og 3 timer, og vi ser intens nedbør på de mest utsatte stedene i Telemark.



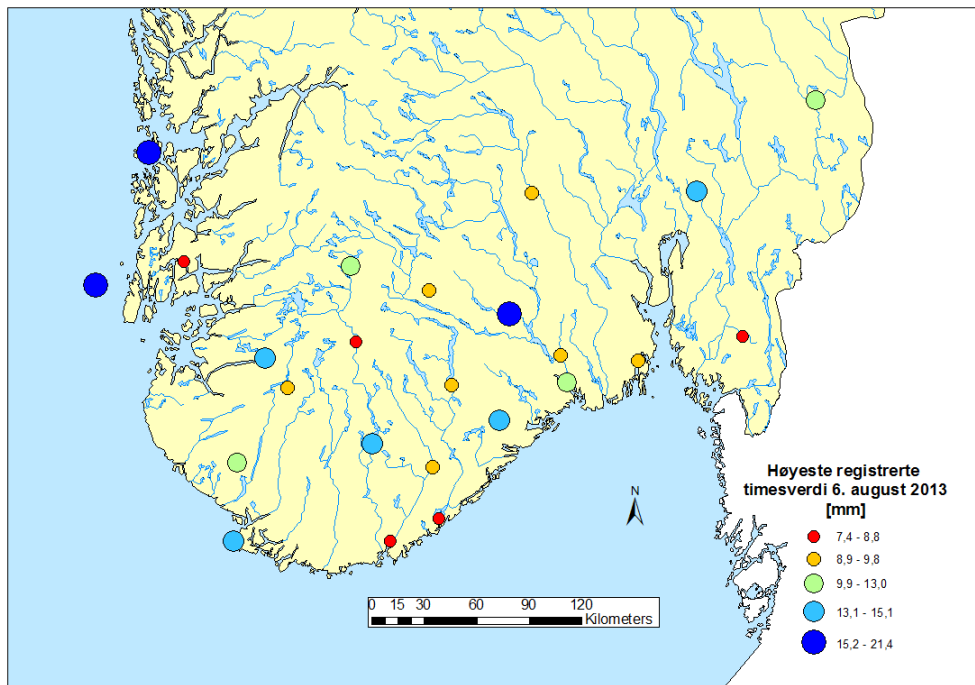
Figur 5.2: Ett-døgns nedbør målt 7.august 2013 kl 08.

Tabell 5.2: Timesverdier for nedbør i mm fra målestasjonene Gvarv Nes (32060), Gvarv Nes Bioforsk (32061), Bø (32240), og privat målestasjon ved Lie Jørgensens v. 16 på Notodden.

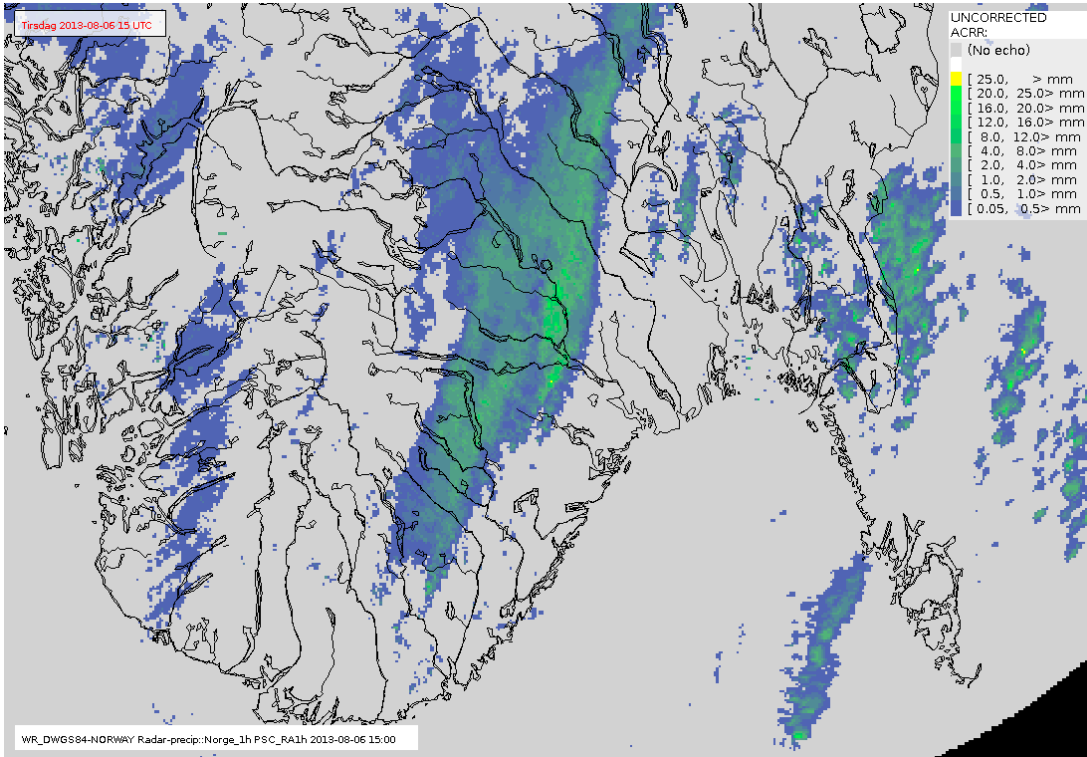
Timesnedbør frem til tidspunkt	Gvarv Nes	Gvarv Nes Bioforsk	Bø	Lie Jørgensens v. 16
06.08.2013-01:00	0,2	0,4	1	0,9
06.08.2013-02:00	0,7	0,6	0,4	1
06.08.2013-03:00	0,3	0,4	0,4	0,4
06.08.2013-04:00	0,5	0,4	0,8	1,4
06.08.2013-05:00	0	0,2	0,2	0,1
06.08.2013-06:00	0	0,2	0	0
06.08.2013-07:00	0	0	0	0
06.08.2013-08:00	0	0	0	0,1
06.08.2013-09:00	0	0	0	0
06.08.2013-10:00	3,1	4,8	5,6	2
06.08.2013-11:00	5,7	5	4,6	7,2
06.08.2013-12:00	3,9	3,6	4,8	5,8
06.08.2013-13:00	0,5	0,2	0,2	1,2
06.08.2013-14:00	0	0	13,4	0,6
06.08.2013-15:00	0	0	3,4	0,2
06.08.2013-16:00	0	0	20,4	0,6
06.08.2013-17:00	3	5	5	35,9
06.08.2013-18:00	2,7	1,4	4,4	2,2
06.08.2013-19:00	0,3	0,4	0,6	0,9
06.08.2013-20:00	0	0,2	0	0
06.08.2013-21:00	0	0	0	0
06.08.2013-22:00	0	0	0	0
06.08.2013-23:00	0	0	0	0



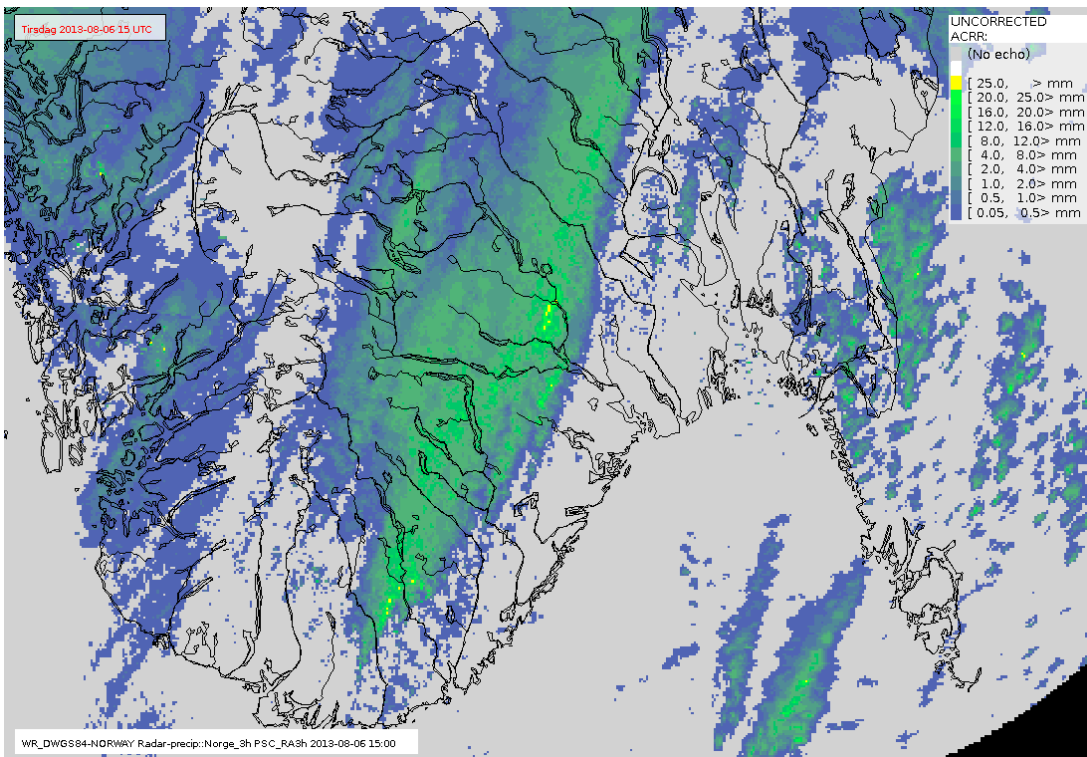
Figur 5.3: Høyeste registrerte nedbørverdi (mm) i løpet av 1-time den 6. august 2013 på Meteorologisk Institutt's stasjoner. Private målinger fra Notodden-området tyder på 1-times verdier på ca. 55 mm.



Figur 5.4: Høyeste registrerte nedbørverdi (mm) i løpet av 1-time den 6. august 2013 på Meteorologisk Institutt's stasjoner. Private målinger fra Notodden-området tyder på 1-times verdier på ca. 55 mm.



Figur 5.5: Timesnedbør i mm fra bakkeradar målt 2013-08-06 kl 17 (15 UTC+2)



Figur 5.6: 3-timersnedbør i mm fra bakkeradar målt 2013-08-06 kl 17 (15 UTC+2)

5.2 Observasjoner fra private stasjoner

Vi har fått oversendt måledata fra flere private stasjoner i området (se tabell 5.3). Meteorologisk Institutt kan ikke innestå for kvaliteten, men verdiene synes realistiske og gir nyttig tilleggsinformasjon.

Tabell 5.3: Nedbør i mm fra private målestasjoner i Notodden-området 6. aug. 2013.

Sted	00:00-15:45	15:45-16:45	15:45-16:55	Total nedbør 00-24
Søndre vests.v. 298 ¹	28	57		90
Søndre vests.v. 460 ²	25	55		80
Tåråfjellvegen 95 ³			90	126
Tveiten ⁴				60,6
Høgås ⁵				40
Lie Jørgensens v. 16 ⁶				60,5

Eilef Hefre i Tåråfjellvegen 69, målte 90 mm på 2 timer ca mellom 16:00 og 18:00 den 06.08. Den aller største nedbørsverdien ble målt av Even Solhaug i Tåråfjellvegen 95, med 90 mm nedbør på 70 min. Totalt målte han 126 mm på 24 timer kl 00-24 i Tåråfjellvegen 95 (Tabell 5.3).

Hvis man sammenligner med estimerte returperioder med ensemblet av IVF-kurver for et utvalg målestasjoner i Agder og Telemark, (Figur 3.14 - Figur 3.20), ligger 80-126 mm på 24 timer blant kurvene med returperioder på ca 200 år. Både 90 mm på 2 timer og 90 mm på 70 min ligger langt over 200 års returverdi og er svært uvanlig (Figur 3.20). Videre kan man sammenligne med nærmeste stasjon til Notodden som har IVF-kurve, Gvarv (Figur 3.2). Denne IVF-kurven indikerer en 200 års returverdi på 80 mm i løpet av 24 timer, og 38 mm nedbør på 70 min. Målingene av 126 mm på 24 timer og 90 mm på 70 min på Notodden ligger ca 60-140% over disse verdiene.

Figur 5.7 viser tidsforløp av 10 minutters nedbør fra Swecos måletårn 2 ved Lie Jørgensens vei 16 på Notodden. Denne måleserien viser at den kraftigste nedbøren kom mellom kl 16:20 og 17:00. Nedbørverdiene i løpet av 10 og 20 minutter har sammenlignet med IVF-kurvene for Gvarv (Figur 3.2) returperiode på ca. 10 år.

IVF-kurven for Gvarv er riktignok bare basert på 20 år med data, og må brukes med forsiktighet for høye returperioder, men det indikerer likevel at dette er svært uvanlige nedbørsmengder.

¹ Kåre Steinmoen, Søndre Vestsidaveg 298, like sørvest for Notodden sentrum.

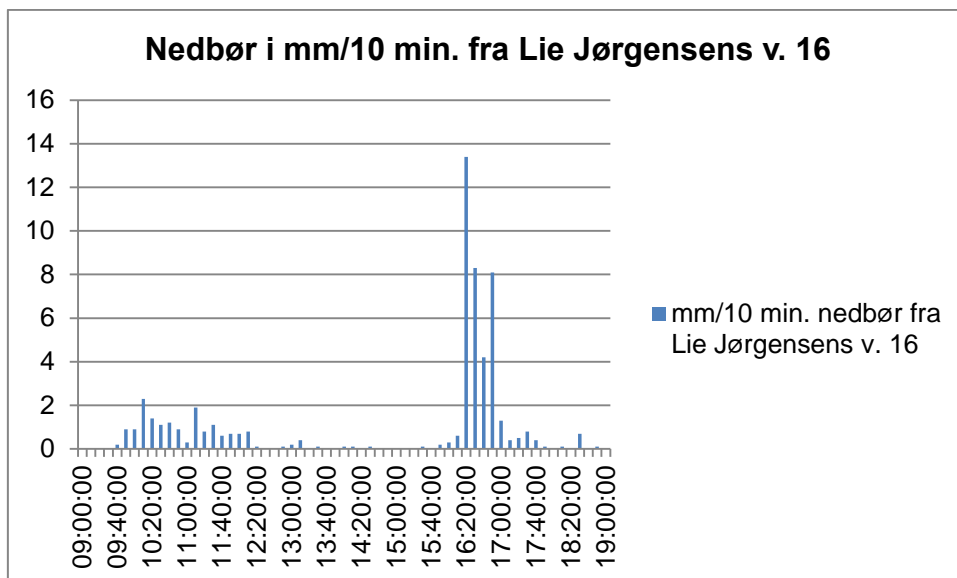
² Halvor Hoppestad, Søndre Vestsidaveg 460, like sør for Notodden sentrum. Det er 1,7 km i luftlinje mellom denne og måleren over fra Søndre Vestsidaveg 298,

³ Even Solhaug, Tåråfjellvegen 95.

⁴ Oddvar Opsahl, Notodden kommune, boligfelt i sørøstre del av Notodden.

⁵ Oddvar Opsahl, Notodden kommune, boligfelt i nordøstre del av Notodden.

⁶ Svein Gøytil, Swecos måletårn 2 ved Lie Jørgensens v. 16, Notodden, som ligger 5-6 km i luftlinje fra Tåråfjellvegen.



Figur 5.7: Nedbør i mm/(10 min) fra Swecos måletårn 2 ved Lie Jørgensens v. 16 på Notodden, 6. aug. 2013.

I Skien (Elstrøm) startet det å regne kl. 0908, og regnværet var over kl. 1158. Tabell 5.4 viser de høyeste nedbørintensiteter som ble registrert. Regnskylllet i Skien (Elstrøm) var kraftig, men alle intensitetene i Tabell 5.4 har et gjentaksintervall på langt under 10 år.

Tabell 5.4: Største nedbør med gitt varighet fra Skien (Elstrøm) den 6. aug. 2013.

Antall minutter	Nedbør (mm)	Til klokkeslett
1	0,71	09:52
5	2,93	09:56
15	6,35	09:58
30	9,57	10:04
60	14,53	10:37

5.3 Konsekvenser av flommen i august 2013

De store nedbørsmengdene i Notodden-området og i Drangedal 6.august 2013 førte til store oversvømmelser, stengte veier, ras, og evakueringer fra hus. Veien mellom Bø og Notodden ble skadet av flom og midlertidig stengt,(Figur 5.8). Ei privat bru i Drangedal ble også stengt.

Eilef Hefre opplyste at 4-500 m av Tåråfjellvegen ble totalt rasert og 3 km av skogsvegen Hefre-Roheim ble også totalt rasert. Den eneste stikkrenna som hadde klart å ta unna vannmassene var en kulvert med 2,0 m diameter.

5.4 Flommen på Notodden i juli 2011

Det var kun to år siden sist Notodden-området fikk store flomskader (se Fig. 5.9 - 5.11). Den 24. juli 2011 førte flommen til skader for nesten 100 mill. kr, med bl.a. enorme skader på Notodden jernbanestasjon (se Fig. 5.9). Den siste flommen, 6. aug. 2013, hadde heldigvis mindre skadeomfang enn den forrige, og flere faktorer har sannsynligvis spilt en rolle.

Nedbøren i 2011 kom i større grad nordøst for Notodden, på samme side av Heddalsvatnet som jernbanen, mens den 6. aug. 2013 i større grad kom sørvest for Notodden i området mot Bø. Denne forskjellen i nedbørsområde kan være med på å forklare noe av forskjellen i skadeomfang.

Nedbøren under hendelsen i 2011 var ikke så intens som ved flommen i 2013, men varte lenger. F.eks. kom det i 2011 på det mest intense 56 mm på 6 timer og 97 mm på to dager. I 2013 kom det 90 mm på 70 min, og det ble registrert døgnnedbør på opptil 126 mm. Den totale nedbørsmengden i juli i 2011 var imidlertid meget stor og kom nesten utelukkende før hendelsen: Notodden (30530) fikk 258 mm dvs. 348% av normalen for juli, Lifjell (32200) 255% og Tuddal (31900) fikk 264% av normalnedbøren for juli. Sannsynligvis var jorda derfor ganske mettet med vann allerede, da de intense nedbørsmengdene kom 24. juli 2011. I forkant av flommen i august 2013 hadde man derimot hatt en svært tørr juli: Notodden (30530) fikk bare 11 mm dvs. 15% av normalnedbøren, og noen dager med regn i august (28 mm) før den intense nedbøren kom 7. august 2013. Postmyr i Drangedal (34900) viser tilsvarende lite nedbør, 15 mm i juli (2 måledøgn mangler) og 30 mm i august før den intense nedbørhendelsen. Det er sannsynlig at jorda dermed kunne absorbere mer av nedbøren, og ikke var riktig så utsatt som i 2011.



Figur 5.8: Flommen i august 2013: Noen steder ble veien vasket helt vekk. Her er veien mellom Bø og Notodden. (Kilde: www.vg.no 06.08.2013. Foto: Elin Kambestad Raukleiv)



Figur 5.9: Store skader på Notodden stasjon under forrige flom 24.07.2011 (Foto: Telen)



Figur 5.10: Flom i Høybødalen 24.07.2011 (Foto: Telen)



Figur 5.11: Flom i Våladalen 24.07.2011 (Foto: Telen)

6 Oppsummering og konklusjoner

Det er gitt en oversikt over tilgjengelig dataserier for korttidsnedbør (≤ 24 timer) for Telemark-Agder-Vestlandet. Oversikten omfatter både registreringer med vippepluviometer (varighet ≥ 1 minutt) og vektpluviografer (≥ 1 time). Den eldste måleserien med vippepluviometer går tilbake til slutten av 1960-tallet, men det er bare et fåtall måleserier som er på over 30 år. Det er mer enn 20 serier som dekker tidsrom på over 20 år, men seriene dekker ulike deler av perioden 1967-2013.

De høyeste verdiene som er registrert er: 1 minutt: 4,0 mm; 10 minutter: 19,8 mm; 1 time: 42,7 mm; 2 timer: 81,2 mm; 3 timer: 87,6 mm; 6 timer: 93,6 mm; 12 timer: 144,1 mm og 24 timer: 159,7. For varigheter opp til ca. 6 timer forekommer de høyeste registrerte verdier og høyeste estimerte returperiode-verdier for Telemark og Agder, og særlig i kystnære områder. For enkelte ekstremvær-episoden er det private målinger fra området som langt overstiger de fleste av disse høyeste pluviometermålingene.

For å illustrere spredning i dimensjonerende verdier er området inndelt i to regioner (se tabell 3.1 og 3.2). For Agder og Telemark er laveste og høyeste estimat av nedbørverdi med 200 års returperiode hhv. 23 og 49 mm, med en medianverdi på 37 mm. For Vestlandet er tilsvarende høyeste og laveste dimensjonerende verdi 25 og 50 mm, med medianverdi 29 mm. For lengre varigheter indikerer resultatene betydelige lokale variasjoner. Noen av disse kan skyldes at noen av måleseriene er relativt korte, og dermed at returperiode-statistikken er basert på for kort (og ikke-representativ) tidsperiode til å gi robuste estimater. Det vil i NIFS prosjektet bli arbeidet videre med mer detaljert regionalisering av dimensjonerende verdier for korttids-nedbør for hele fastlands-Norge.

Trendstudier for stasjoner med lange serier fra ulike deler av regionen tyder på at det for et flertall av seriene er positive trend både for høyeste nedbørintensitet og for hyppighet av kraftige nedbørepisoder. I det videre arbeid i NIFS-prosjektet vil det bli utført mer detaljerte analyser av om det er lokale variasjoner i trender i korttidsnedbør i ulike tidsperioder.

Referanser

Bakkehøi, S., E.J. Førland & K. Øien, 1985: An Automatic Precipitation Gauge Based on Vibrating-Wire Strain Gauges. *Nordic Hydrology*, 16, 193-202

Førland et al., 1996: Manual for operational correction of Nordic precipitation data. Report 24/96 Norwegian Meteorological institute, Oslo, Norway,

Ødemark, K., E.J. Førland, J. Mamen, C. A. Elo, A.V. Dyrddal og S. Myrabø, 2012: Ekstrem korttidsnedbør på Østlandet fra pluviometer og radar data. NVE-Rapport 78/2012; Meteorologisk Institutt Rapport 14/2012.

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Rapportserien i 2013

Nr. 1 Energibruk i forretningsbygg

Nr. 2 Det høyspente distribusjonsnett. Innsamling av geografiske og tekniske

Nr. 3 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Dimensjonerende korttidsnedbør for Telemark, Sørlandet og Vestlandet: Eirik Førland, Jostein Mamen, Karianne Ødemark, Hanne Heiberg, Steinar Myrabø



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no

