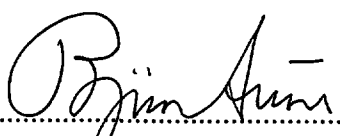




DNMI

Det norske meteorologiske institutt

Klima rapport 09/2002	ISSN 0805-9918
	Dato: 25.04.2002
Tittel: Nedbør i Kristiansand 30.11. – 01.12.2001	
Forfatter: Bjørn Aune	
Oppdragsgiver: Vesta Forsikring AS	
Sammendrag: <p>30.11.- 02.12.2001 beveget et frontsystem seg sakte fra vest mot øst over Sørlandet. Det ga store nedbørmengder over spesielt kystområdet mellom Lista og Kristiansand.</p> <p>Det meste av nedbøren i Kristiansand falt i løpet av de 24 timene mellom kl 21 den 30.11 og kl 21 den 01.12. Nedbørsummene for denne 24 timers perioden var 143 mm på stasjonen Kristiansand – Sømskleiva og 114 mm på stasjonen Kjevik – Geonor.</p> <p>Det er mest sannsynlig at 30.11.- 01.12.2001 fikk områdene i Kristiansand som ligger sør og sørvest for omtrent Varoddbrua, nedbør som i hovedtrekk var av samme forholdsmessige størrelse i forhold til normal nedbør som på de to stasjonene og på Oksøy fyr. Det er derfor sannsynlig at det kom mer nedbør over større deler av disse områdene enn på de tre nevnte stasjonene.</p> <p>Det er i gjennomsnitt 75 år eller mer mellom hver gang områdene i Kristiansand som ligger sør og sørvest for omtrent Varoddbrua, får så mye eller mer nedbør i løpet av 24 timer enn den som kom i tiden mellom ca kl 21 den 30.11. og ca kl 21 den 01.12.2001.</p>	
Stikkord: Klima, nedbør, nedbørintensitet, gjentakstid, forsikring, kommune	
Signatur:  Bjørn Aune, underdirektør	

Bakgrunn

Forsikringsselskapet Vesta sendte 8. januar 2002 en forespørsel (Ref.: PO/AM) til Meteorologisk institutt angående nedbøren som falt i Kristiansand 31.11. - 01.12.2001. Kopi av forespørselen er vedlagt bak i denne rapporten. Vesta som representerer Kristiansand kommune, ønsket at det ble utarbeidet en rapport tilsvarende den som ble utarbeidet for nedbøren som falt 30.-31.08.1996 (Klima rapport 14/2000).

På grunn av nokså spesielle arbeidsforhold har det dessverre tatt lang tid å få utarbeidet rapporten, noe som herved beklages.

1. Nedbør 30.11 - 02.12.2001

30.11. - 02.12.2001 beveget et frontsistem seg sakte fra vest mot øst over Sørlandet. Det ga store nedbørmengder over spesielt kystområdet mellom Lista og Kristiansand. Lufttemperaturen i kystområdet var 2 - 8°C, og vinden kom opp i liten til stiv kuling fra sørøst til øst i utsatte områder. Utsnitt av værkart for 01.12.2001 kl 07 norsk normaltid er vist som Figur 1. (Figurer og tabeller er samlet bak i rapporten.)

Tabell 1 viser nedbørmålinger som er gjort på Meteorologisk institutts observasjonsstasjoner i området til standard observasjonstider. Oksøy fyr og Lista fyr måler nedbør fire ganger i døgnet, og nedbøren som måles, er falt i løpet av foregående seks timer. Tilsvarende målinger er beregnet for de automatiske stasjonene Kjevik - Geonor og Kristiansand - Sørskleiva. Værstasjonene Kjevik, Konsmo - Høyland og Lindesnes fyr måler nedbør to ganger i døgnet, og resten av stasjonene måler bare en gang i døgnet og da kl 08.

Nest siste kolonne i Tabell 1 viser at flere stasjoner fikk over 100 mm nedbør i løpet av de to "nedbørdøgnene" mellom kl 07 den 30.11 og kl 07 den 02.12 på værstasjonene og mellom kl 08 den 30.11 og kl 08 den 02.12 på de andre stasjonene. Mest nedbør fikk klimastasjonen Mandal II hvor det kom 152.7 mm. Det er den nest største "to nedbørdøgnssummen" på stasjonen siden 1949. 14.-15.07.1961 kom det 214.2 mm.

Beregninger viser at nedbør på 152.7 mm eller mer over 48 timer på stasjonen Mandal II har en gjennomsnittlig gjentakstid på ca 60 år og at nedbør på 135.9 mm eller mer på stasjonen Lindesnes fyr har en gjennomsnittlig gjentakstid på ca 100 år.

I Kristiansand er det store forskjeller. Nedbør på 126.2 mm eller mer over 48 timer på Oksøy fyr har en beregnet gjennomsnittlig gjentakstid på ca 85 år, 124.4 mm eller mer på Kjevik 15 - 20 år, og 105.9 mm eller mer på Mestad bare 3 år. 146.6 mm eller mer på Kristiansand - Sørskleiva er anslått til å ha en gjennomsnittlig gjentakstid på 50 - 75 år, basert i hovedsak på beregninger for Kjevik.

2. Nedbør i Kristiansand mellom kl 2101 den 30.11 og kl 2100 den 01.12.2001

På Kjevik står en automatisk Geonor nedbørmåler (39040 Kjevik - Geonor) som måler nedbørmengde hver time. Geonor nedbørmålere måler vekten av nedbøren som er kommet, og vekten regnes om til millimeter nedbørhøyde. Instrumentet benyttes på automatiske værstasjoner som rapporterer observasjoner hver hele klokke, og for nedbør er det sum nedbør i hver klokke. Meteorologisk institutt har hatt en del vanskeligheter med Geonor målerne, men vanskelighetene opptrer sjelden i vær-situasjoner som den aktuelle. Kontroll mot de manuelle nedbørsobservasjonene som også foretas på Kjevik, viser at Geonor måleren har fungert godt 30.11 - 01.12.2001 og at timeverdiene også er gode. Det er helt naturlig at det er

små forskjeller mellom hva to nedbørmålere som står like ved siden av hverandre, måler til samme tid. Forskjellene mellom de to nedbørmålerne på Kjevik, den manuelle og den automatiske, må derfor ikke tas som feil i målingene. Men de viser godt vanskelighetene med nedbørmåling og også andre geofysiske værparametre.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har en "urbanstasjon" nederst i Sømskleiva. Instrumenteringen av denne stasjonen inkluderer en pluviograf (registrerende nedbørmåler). Meteorologisk institutt har samarbeid med NVE om denne stasjonen, 39150 Kristiansand - Sømskleiva.

Oppfangssenheten til pluviografen er av type Plumatic som er en tippende skål (tipping bucket) pluviograf som registrerer nedbør i enheter på 0.2 mm. Tidsoppløsningen er et minutt. Nedbørdata lagres på en datalogger sammen med hydrologiske data, og Meteorologisk institutt får nedbørdataene overført fra NVE i ettertid. Stasjonen har vært i drift fra 1975. Det er gode data fra stasjonen for 03.11. - 01.12.2001.

Nedbøren den 30.11 startet for alvor ca kl 2000 både på Kjevik - Geonor og på Kristiansand - Sømskleiva. Nedbøren sluttet også noenlunde samtidig på de to stasjonene ca kl 2200 den 01.12. Det er beregnet nedbør timesummer for hele klokketimer for Kristiansand - Sømskleiva. Timesommene for de to stasjonene er vist i Tabell 2 og på Figur 2.

De timevise dataene for de to stasjonene viser godt samsvar i tid både når det gjelder start og slutt på nedbøren og når det gjelder hovedtrekkene av intensiteten av nedbøren.

- Nedbøren i Kristiansand startet ca kl 20 den 30.11 og sluttet ca kl 22 den 01.12.
- Det meste av nedbøren i Kristiansand falt i løpet av de 24 timene mellom kl 21 den 30.11 og kl 21 den 01.12. Det gjør at nedbøren må behandles som nedbør med 24 timers varighet og ikke med 48 timers varighet.
- Man ser av Tabell 2 og Figur 2 at forløpet av nedbøren var meget likt på Kristiansand - Sømskleiva og Kjevik - Geonor. I hovedsak økte intensiteten i ca 8 timer fra starten til en topp kl 02-03, avtok i 7 timer til kl 09-10, økte igjen til høyeste intensitet kl 19-20. Deretter avtok intensiteten brått. Det antas at nedbøren i hovedtrekk hadde samme forløp over hele Kristiansand.
- Nedbørsummene for de 24 timene fra kl 2101 den 30.11 og til kl 2100 den 01.12 på Kristiansand - Sømskleiva var 143.2 mm og på Kjevik - Geonor 114.3 mm.
- Nedbøren i de enkelte klokketimene kom aldri opp i en intensitet som tilsvarer mer enn ca et års gjennomsnittlig gjentakelsestid. Det er imidlertid annerledes med den samlede nedbøren. I Tabell 2 gir kolonnene 5 og 6 den akkumulerte timenedbøren for Kristiansand - Sømskleiva og Kjevik - Geonor. De viser hvordan nedbørsummene økte per time siden starten. I kolonnene 7 og 8 lengst til høyre finner vi den beregnede gjennomsnittlige gjentakstiden for så mye nedbør eller mer for de forskjellige tidsperiodene (1, 2, 4, 5, 22, 23, 24 timer). Man ser at gjentakstiden er lav helt til i siste del av regnværet. Den går ikke over 10 år for noen av stasjonene før etter 16 timer. Fra og med time 17 øker gjentakstiden raskt på Kristiansand - Sømskleiva, og fra og med time 21 er den gjennomsnittlige gjentakstiden 75 år eller lengre for så mye eller mer nedbør. Nedbøren på Kjevik - Geonor passerer 10 års gjennomsnittlig

gjentakstid etter 20 timer og øker opp til en gjennomsnittlig gjentakstid på 55 år for 114 mm nedbør eller mer over 24 timer.

Den akkumulerte nedbøren og beregnet gjentakstid for de to stasjonene er vist grafisk i Figur 3 og 4.

- At den sterkeste nedbøren kom i siste del, fikk stor virkning på flomvirkingen av den. Da var marka gjennomvåt og bremsevirkninger på overflatevannet i terrenget som f. eks. vegetasjon og fordypninger, var brukt opp.
- Beregning av ekstremstatistikk (lange gjennomsnittlige gjentakperioder) krever meget lange dataserier. Meteorologisk institutt har utarbeidet en metode som beregner ekstremstatistikk for nedbør på vanlige vær- og nedbørstasjoner hvor vi har lange dataserier. Metoden er sikrest for tidsintervall over en time.

Det er beregnet ekstremstatistikk for Kjevik, og den er benyttet for å gi gjentakverdier for de to Kjevikstasjonene som er brukt. Men Kjevik har imidlertid ikke lenger dataserie enn at statistikken for Kjevik må brukes forsiktig når det gjelder meget sjeldne tilfelle. Enkelte beregninger kan gi helt urealistiske verdier. Det er derfor ofte best å velge en gjentakstid som man er sikker på og så legge til "eller lengre".

Kristiansand – Sømkleiva har for kort dataserie til at det kan beregnes ekstremstatistikk for den. Men siden stasjonen ligger meget nær Kjevik er data for Kjevik benyttet. Kristiansand – Sømkleiv har normalt mer nedbør enn Kjevik og burde ha litt lavere gjentakstid for samme nedbørmengde. Her er det ikke gjort noe forsøk på å redusere gjentakstiden. Men gjentakstider for Kristiansand – Sømkleiva er mer usikre enn for Oksøy fyr og Kjevik, og derfor er det i denne rapporten ikke brukt høyere gjentakstid enn "større enn 75 år (>75 år)".

3. Kristiansand – Sømkleiva: minuttnedbør og maksimale intensiteter

Pluviografen på stasjonen Kristiansand – Sømkleiva registrerer nedbør hvert minutt. En gjennomgang av registreringene viser at det ikke har vært kraftige kortvarige nedbørintensiteter 30.11. – 01.12.2001. Det har ikke vært mer enn 2 vippetømminger á 0.2 mm i noe minutt.

Registreringene gjør det mulig å tidfeste periodene med mest nedbør, f.eks. hvilken 2 timers periode hadde mest nedbør. Dette er gjort for 0.5, 1, 1.5, 2, 3 timers perioder og så videre for hver timeperiode opp til og med 24 timer. Resultatet er vist i Tabell 3. Her ser man at alle maksimum periodene har avslutning i siste del av nedbørperioden, og at alle periodene derfor har mer nedbør enn de tilsvarende etter hverandre følgende klokketimene fra starten som er vist i Tabell 2 og figurene 2, 3 og 4. Dermed blir også de gjennomsnittlige gjentakstidene større.

4. Konklusjon

Oksøy fyr ligger ute i havgapet sør for byen Kristiansand, Kristiansand – Sømkleiva ligger øst for Toplandsfjorden og det meste av bebyggelsen, Kjevik og Mestad ligger nord for det meste av bebyggelsen. Vi har ingen nedbørmålinger fra selve bykjernen eller tettbebyggelsen i Kristiansand.

Men de nedbørmålingene som vi har viser et klart mønster i nedbøren i de 24 timene mellom kl 2101 den 30.11.2001 og kl 2100 den 01.12.2001. Den kraftige nedbøren som ble målt på Oksøy fyr, Kristiansand – Sømkleiva og Kjevik, kom også over bykjernen og tettbebyggelsen. Det er sannsynlig at det kom mer nedbør over det meste av disse områdene enn på de tre nevnte stasjonene. Unntaket kan kanskje være "kvadraturen" som kan ha fått like mye eller litt mindre.

Det er mest sannsynlig at 30.11-01.12.2001 fikk områdene i Kristiansand sør og sørvest for omtrent Varoddbrua nedbør som i hovedtrekk var av samme forholdsmessige størrelse i forhold til normal nedbør som stasjonene Oksøy fyr og Kristiansand – Sømkleiva. Nedbøren kom i samme tidsrom som på stasjonene Kristiansand – Sømkleiva og Kjevik – Geonor, og nedbørintensiteten var omtrent den samme som på de to stasjonene, både i styrke og tid. I områdene som fikk mer nedbør enn de to stasjonene, var nedbørintensiteten litt større i hvert fall i deler av tiden. Men den var sannsynligvis ikke mye sterkere og det var sannsynligvis heller ikke kortvarig kraftig intensitet noen steder.

Det er i gjennomsnitt 75 år eller mer mellom hver gang områdene i Kristiansand sør og sørvest for omtrent Varoddbrua får så mye eller mer nedbør i løpet av 24 timer enn den som kom i tiden mellom ca kl 2101 den 30.11.2001 og kl 2100 den 01.12.2001.

5. Nedbør i 1996 og nedbør i 2001.

30.-31.08.1996 var det et kraftig regnvær over sentrale deler av Kristiansand. Da kom det 33 mm på Samfundets skole i løpet av en time, 76 mm i løpet av 3 timer og 85.5 mm i løpet av 24 timer. Denne nedbøren skyltes et kraftig bygeområde som ga meget kraftig nedbør over 3 – 4 timer over et mindre område.

Nedbøren 30.11.- 01.12.2001 ga hele 143.5 mm på Kristiansand - Sømkleiva i løpet av 24 timer. Denne nedbøren skyltes en frontpassasje som beveget seg sakte og ga kraftig nedbør over et større område. Det var nedbør kontinuerlig over 24 timer. Men det kom ikke mer enn maksimalt 15.8 mm i løpet av en time og maksimalt 41.2 mm i løpet av 3 timer.

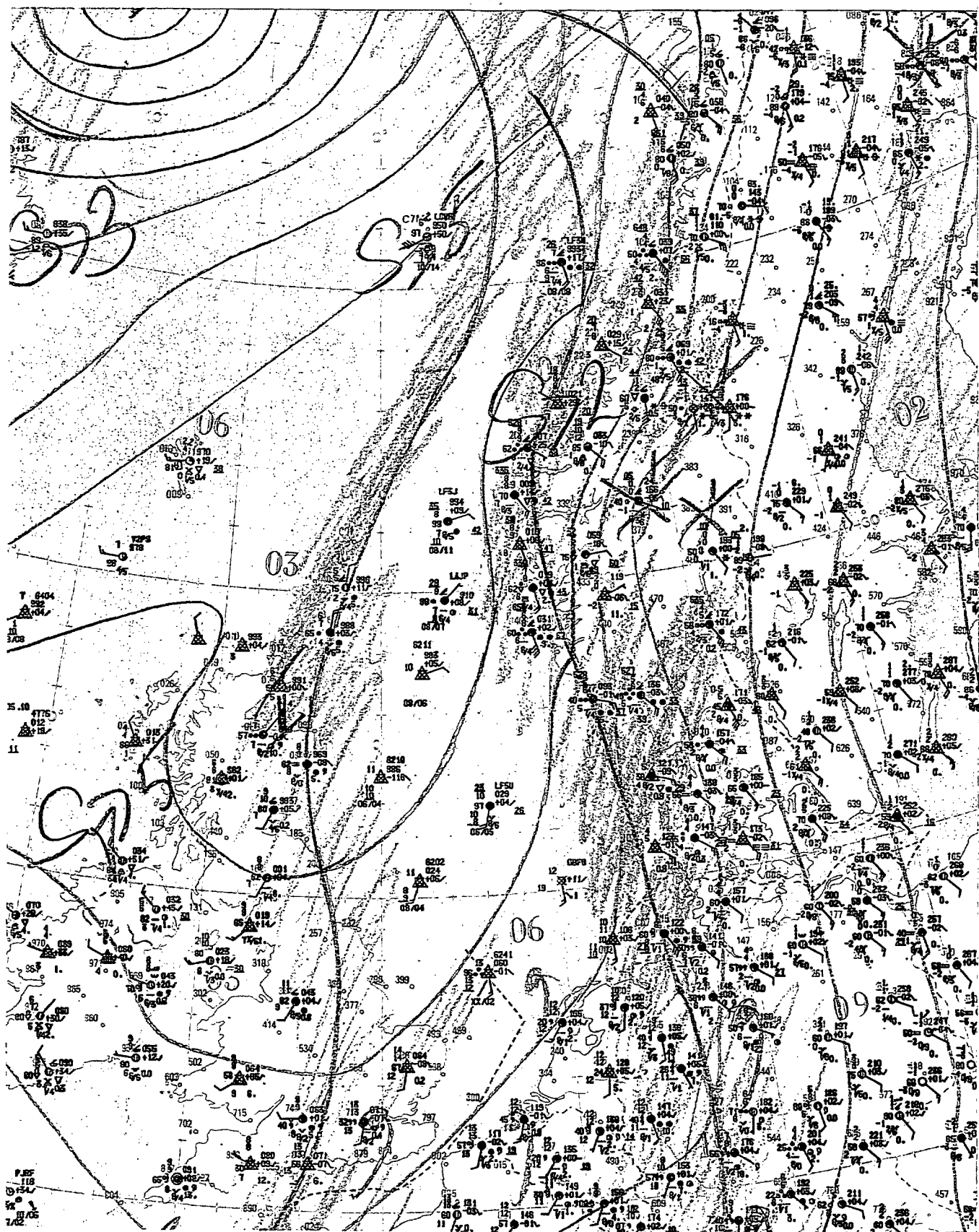
De to nedbørtilfellene er derfor meteorologisk forskjellige og de resulterende overflateavløpene er også det.

Figur 5 viser timevis nedbør i de to nedbørtilfellene.

Meteorologisk institutt - Kimaavdelingen						Tabell 2		
Kristiansand		2001						
Nedbør 30.11 kl 2101 - 01.12 kl 2100								
		Timenedbør i mm	Timenedbør i mm	Akkumulert nedbør i mm	Akkumulert nedbør i mm	Gjentakstid akkumulert nedbør	Gjentakstid akkumulert nedbør	
		Søms- kleiva	Søms- Kjevik	Søms- kleiva	Søms- Kjevik	Søms- kleiva	Søms- Kjevik	
lokke	Time							
22	1	2.4	2.4	2.4	2.4	<1	<1	
23	2	3.4	3.5	5.8	5.9	<1	<1	
24	3	2.4	4.7	8.2	10.6	<1	<1	
01	4	6.4	6.3	14.6	16.9	<1	<1	
02	5	6.8	5.8	21.4	22.7	<1	<1	
03	6	10.8	6.8	32.2	29.5	1	1	
04	7	9.2	6.4	41.4	35.9	3	2	
05	8	6.2	4.1	47.6	40.0	5	3	
06	9	2.8	2.6	50.4	42.6	6	3	
07	10	4.8	3.7	55.2	46.3	7	3	
08	11	3.6	3.0	58.8	49.3	8	4	
09	12	3.2	2.2	62.0	51.5	8	4	
10	13	1.6	1.2	63.6	52.7	8	3	
11	14	1.6	1.4	65.2	54.1	8	3	
12	15	2.0	1.2	67.2	55.3	8	3	
13	16	2.6	1.4	69.8	56.7	9	3	
14	17	4.4	3.8	74.2	60.5	11	3	
15	18	4.8	4.2	79.0	64.7	14	4	
16	19	9.0	7.7	88.0	72.4	30	7	
17	20	10.6	7.1	98.6	79.5	55	10	
18	21	13.2	7.3	111.8	86.8	75	15	
19	22	13.6	10.6	125.4	97.4	> 75	30	
20	23	14.4	11.5	139.8	108.9	> 75	50	
21	24	3.4	5.4	143.2	114.3	> 75	55	
Timenedbør:			Sum nedbør siste time					
Akkumulert nedbør:			Sum nedbør fra kl 2101 den 30.11 og til angitt tid (time)					

39150 Kristiansand – Sømskleiva			
Maksimal nedbør 30.11 – 01.12.2001			
Tidsintervall timer	Tid	Nedbør millimeter	Gjentakstid år
	01.12.2001		
0.5	1900-1929	8.0	2
1	1839-1938	15.8	1
1.5	1815-1944	22.4	5
2	1733-1932	29.0	5
3	1654-1953	41.2	10
4	1559-1958	51.8	25
5	1500-1959	60.8	50
6	1418-2017	66.0	50
7	1302-2001	70.2	55
8	1220-2019	73.6	50
9	1124-2023	76.0	50
10	1002-2001	78.2	45
11	0958-2057	79.8	45
12	0818-2017	81.6	40
13	0718-2017	85.2	40
14	0611-2010	89.8	50
15	0520-2019	93.0	55
16	0458-1957	98.4	>75
17	0352-1951	107.6	>75
18	0200-1959	118.4	>75
19	0112-2011	125.4	>75
20	0011-2010	132.2	>75
	30.11-01.12.2001		
21	2342-2041	135.0	>75
22	2218-2017	138.2	>75
23	2120-2019	141.0	>75
24	2054-2053	143.4	>75

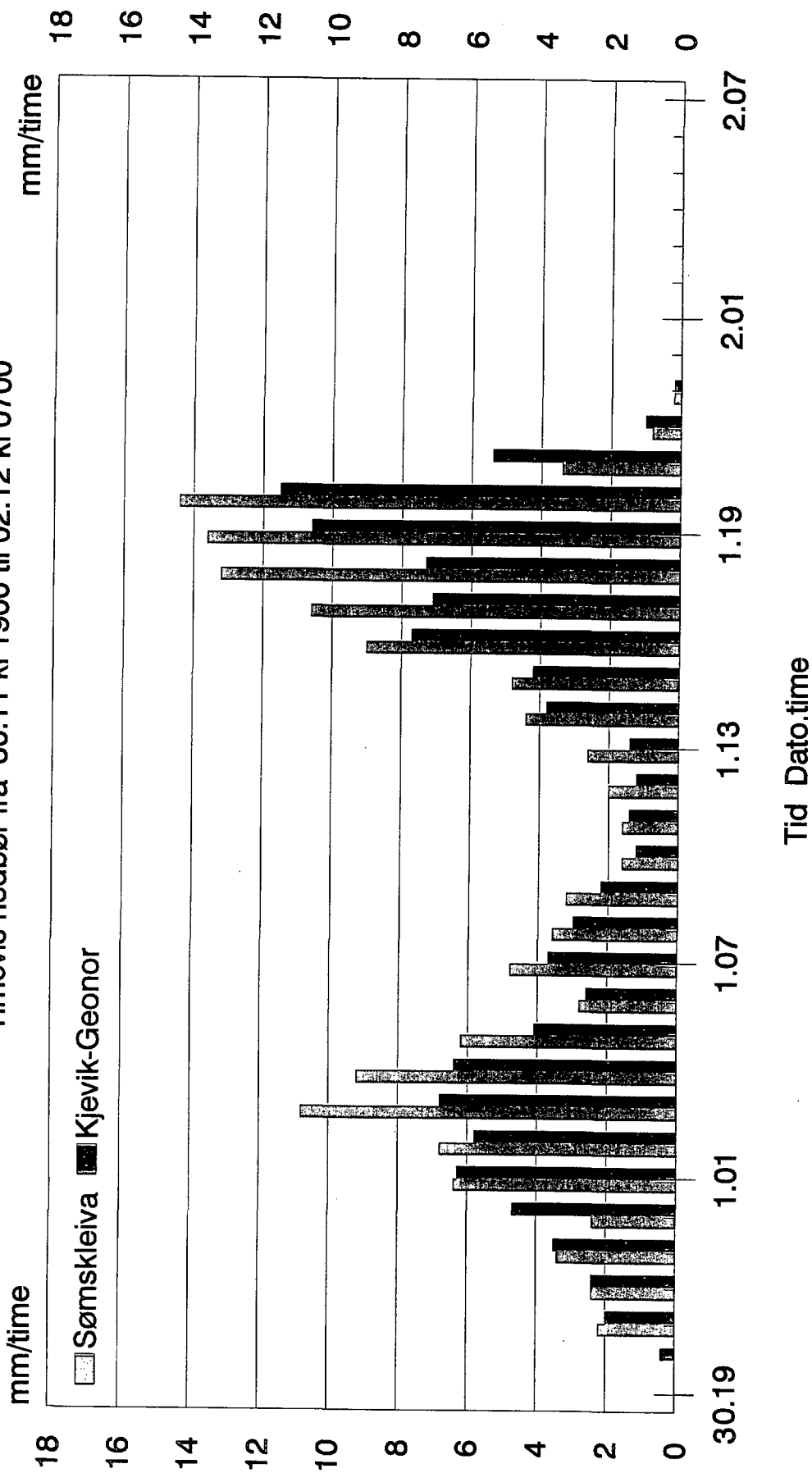
Gjentaksperioder f.o.m. 5 år er avrundet til nærmeste 5. år. De målte verdiene er sammenlignet grafisk med tilsvarende verdier med bestemte gjentakperioder for Kjevik. Dette sammen med at dataserien for Kjevik er kort, gjør at det er satt >75 år for alle verdier som har høyere beregnede gjentakstider.



Figur 1. Utsnitt av værkart for 01.12.2001 kl 0700 NNT
 Frontsystemet og vind fra sørøst og øst gir mye nedbør
 på Sørlandskysten mellom Kristiansand og Lista.

Figur 2. Nedbør i Kristiansand 30.11 - 02.12.2001

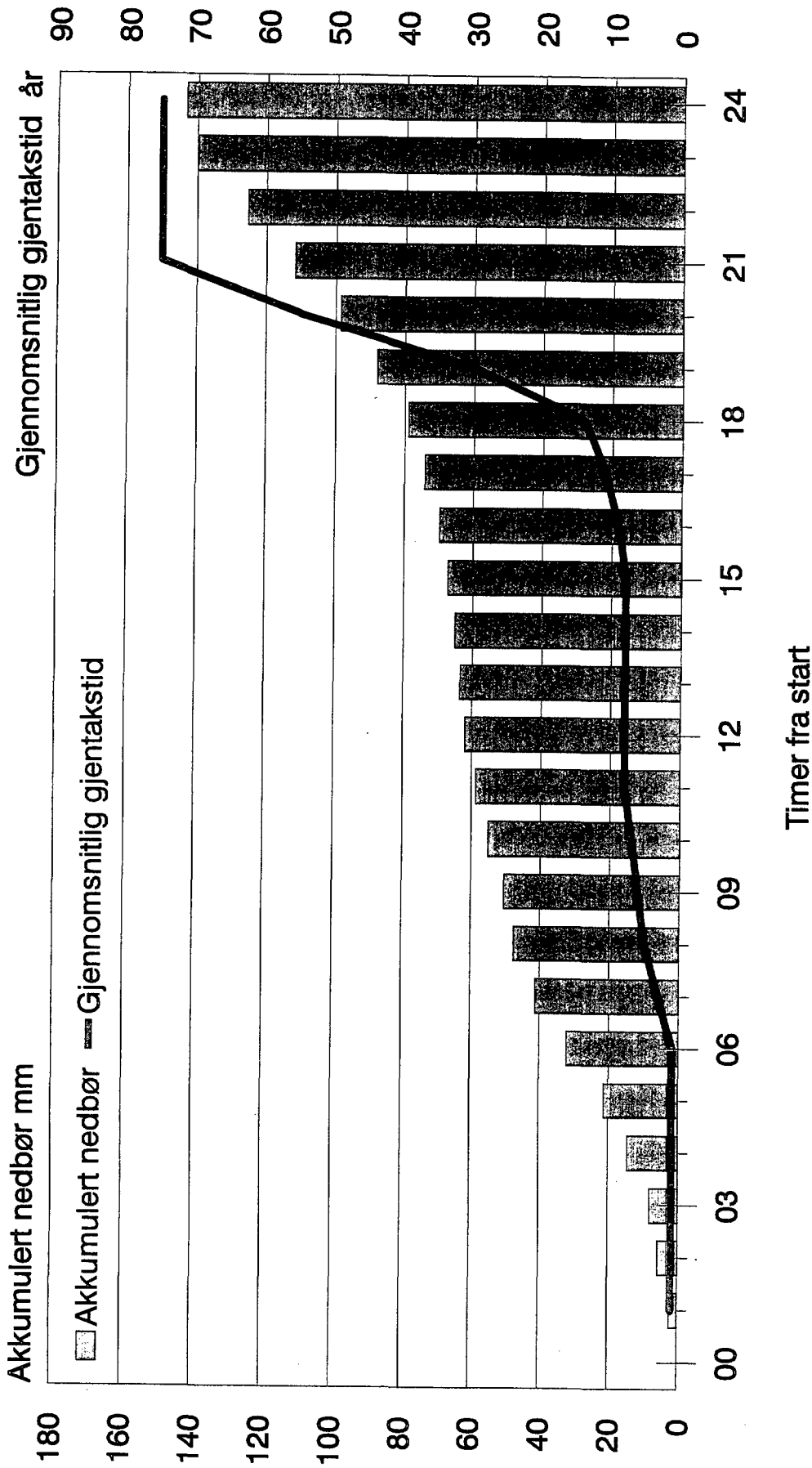
Timevis nedbør fra 30.11 kl 1900 til 02.12 kl 0700



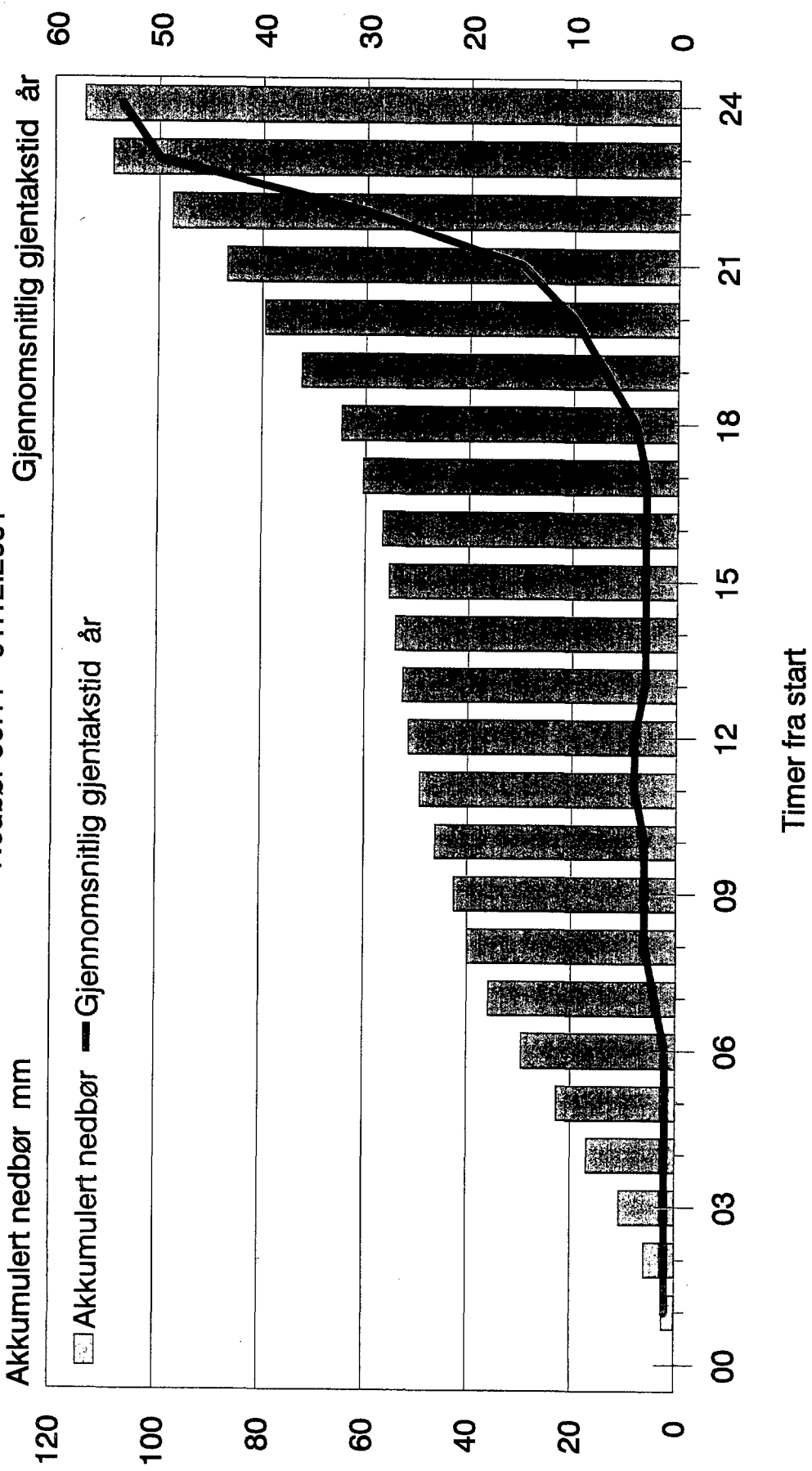
Nedbøren er falt i løpet av foregående time

Figur 3. Kristiansand - Sømskleiva

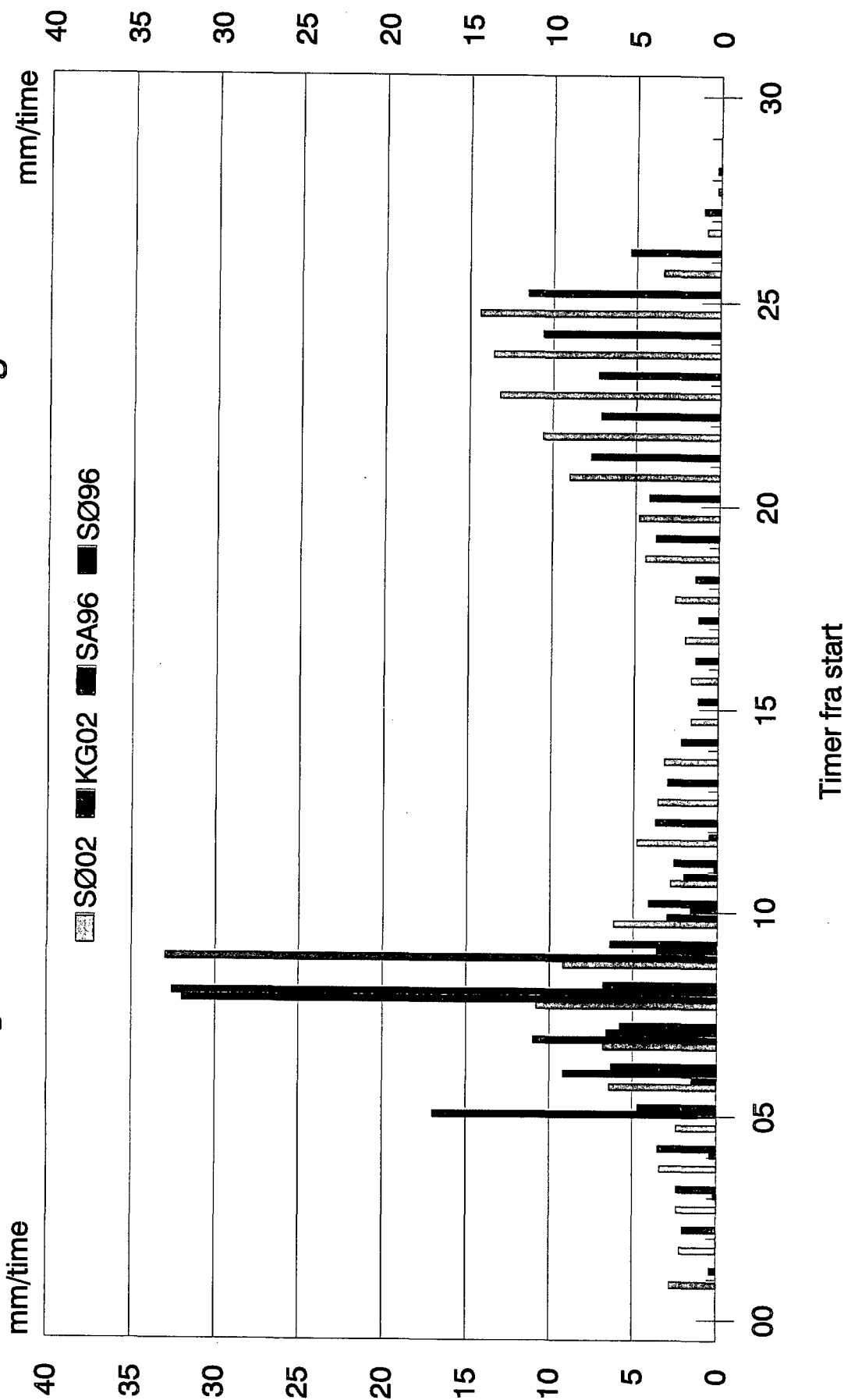
Akkumulert nedbør og gjennomsnittlig gjentakstid
Nedbør 30.11 - 01.12.2001



Figur 4. Kjevik - Geonor
 Akkumulert nedbør og gjennomsnittlig gjentakstid
 Nedbør 30.11 - 01.12.2001



Figur 5 Nedbør i Kristiansand 1996 og 2001



SØ: Sørskleiva KG: Kjevik - Geonor SA: Samfundets skole

Meteorologisk institutt - Klimaavdelingen

8. januar 2002

METEOROLOGISKE INSTITUTT	
Saksnr.: 6	Doknr.: 7
Saksb.: MA-KL A	321.1
Innk.: 14/1-02	Eksp.:



Vesta

Det norske Meteorologiske institutt
 Postboks 43 Blindern
 0313 OSLO

Skadedivisjonen
 Postboks 7070
 5020 Bergen
 Sentralbord 04040
 Kontor Folke Bernadottesvei 50
 5147 Fyllingsdalen
 www.vesta.no

Per Opheim
 Telefon 55 17 18 56
 Telefax 55 17 23 33

VÅR REF. PO/AM

ANSVARSSKADE NR. 330 PO 01.935337, KRISTIANSAND KOMMUNE.

I mai 2000 utarbeidet De etter anmodning av advokatfirma Tofte & Co. en rapport vedrørende nedbørsforholdene i Kristiansand 30. – 31.8.96 (bilag 1). Bakgrunnen for denne var at diverse forsikringsselskap hadde fremmet regresskrav mot Kristiansand kommune i forbindelse med omfattende flomskader.

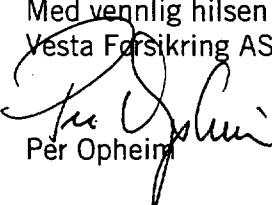
I perioden 31.11. – 2.12.2001 falt det betydelig nedbør i Kristiansandsområdet, jfr. bilag 2. Også denne gangen har det oppstått omfattende skader.

Kristiansand kommune er nå ansvarsforsikret hos oss for det rettslige erstatningsansvar man eventuelt kan bli pålagt. For vår saksbehandling vil vi sette pris på å få utarbeidet en tilsvarende rapport som bilag 1 for nevnte periode 31.11. – 2.12.2001.

Vi takker på forhånd for Deres svar og imøteser samtidig kostnadsoppgave.

Hvis De har spørsmål, kan undertegnede kontaktes pr. tlf. 55171856.

Med vennlig hilsen
 Vesta Forsikring AS


 Per Opheim

Vedlegg.

Kopi: Kristiansand kommune v/adv. Enger.