

DANMARKS METEOROLOGISKE INSTITUT
TEKNISK RAPPORT

04-04

Drift af Spildevandskomitéens Regnmålersystem
Årsnotat 2003

Flemming Vejen
Februar 2004



København 2004

Forside: SVK måleren ved 20298 Gistrup en regntung sommerdag.

ISSN 0906-897X
ISSN 1399-1388X (Online version)

Indholdsfortegnelse

Side

1.	Indledning	1
2.	Stationsfortegnelse	2
3.	Fejlstatistik 2003	7
4.	Måned- og årsnedbør 2003	10
5.	Ekstreme hændelser i 2003	14
6.	Oversigt over ekstremregn i 2003	16
7.	Trend i ekstremregn – Danmarks nedbør under forandring.....	17
8.	Nedbørmåling med vejrradar – nogle eksempler	20
9.	Kvalitetsmarkering af automatiske nedbørregistreringer.....	24
10.	Adgang til nedbørdata	25
10.1	Internetadgang.....	25
10.2	Realtime nedbørdata	25
10.3	Udlevering af data fra DMI's database.....	26
11.	En automatisk regnmåler klarer ikke alle ting automatisk.....	27
12.	SVK's Styregruppe for Regnmålersystemet.....	32
13.	Kontaktpersoner på Danmarks Meteorologiske Institut	33
14.	Referencer	34

Bilag

1. **OVERSIGT OVER EKSTREMREGN I 2003 PÅ DE ENKELTE STATIONER**
2. **KM2-FORMAT**

1. Indledning

I kalenderåret 2003 har der været en driftssikkerhed på regnmålersystemet på 99.7%, hvilket er et meget tilfredsstillende resultat (se endvidere side 7).

Nedbøren blev i gennemsnit for landet mindre end normalt med 629 mm mod normalt 712 mm for landet som helhed, og året blev dermed temmelig tørt. Det var især i månederne februar og marts samt august og september der faldt mindre nedbør end sædvanligt. Der er dog langt til tørkerekorden på 466 mm fra 1946. Det er første gang siden 1997, der har været et år mere tørt år end normalt.

Det meget driftssikre dataopsamlingsystem og den omfattende kvalitetsmarkering af de forskellige produkter der i SVK-sammenhæng tilbydes af DMI, sikrer fortsat den høje kvalitet af data fra regnmålersystemet. Desuden er der en nem tilgang til produkterne.

Spildevandskomitéens Regnmålersystem har sin egen hjemmeside på Internettet, hvor der er en kort beskrivelse af regnmålersystemet.

Hjemmesiden findes på http://www.dmi.dk/dmi/spildevandskomiteens_regnmaalersystem.

2. Stationsfortegnelse

De regnmålere der er eller har været tilsluttet målnettet siden systemets start, fremgår af tabel 1. Eventuelle ændringer i stationernes status, f.eks. flytninger, kan aflæses i de forskellige stationsafsnit. De efterfølgende kort, figur 1 og 2, viser den geografiske placering af de målere der har været tilsluttet i 2003. Målere der er blevet nedlagt, er markeret med en ring på figur 1 og 2.

Langt de fleste målere på listen ejes af systemets brugere, og data herfra er frit til rådighed for abonnenterne.

I 2003 blev der oprettet 3 nye stationer, én i Vejle: 23263 Vejle Pumpestation, én i Kalundborg: 29114 Ulstrup Renseanlæg og én i Slagelse: 29358 Slagelse Pumpestation.

Der blev nedlagt to stationer i 2003: 23345 Vamdrup Flyveplads (DMI) og 29387 Korsør Renseanlæg.

Ved udgangen af 2003 var det samlede antal SVK-stationer 75.

Alle disse målere er ejet af 47 abonnenter. Syv institutioner er derudover abonnenter uden egen måler, således at det samlede antal abonnenter er på 54.

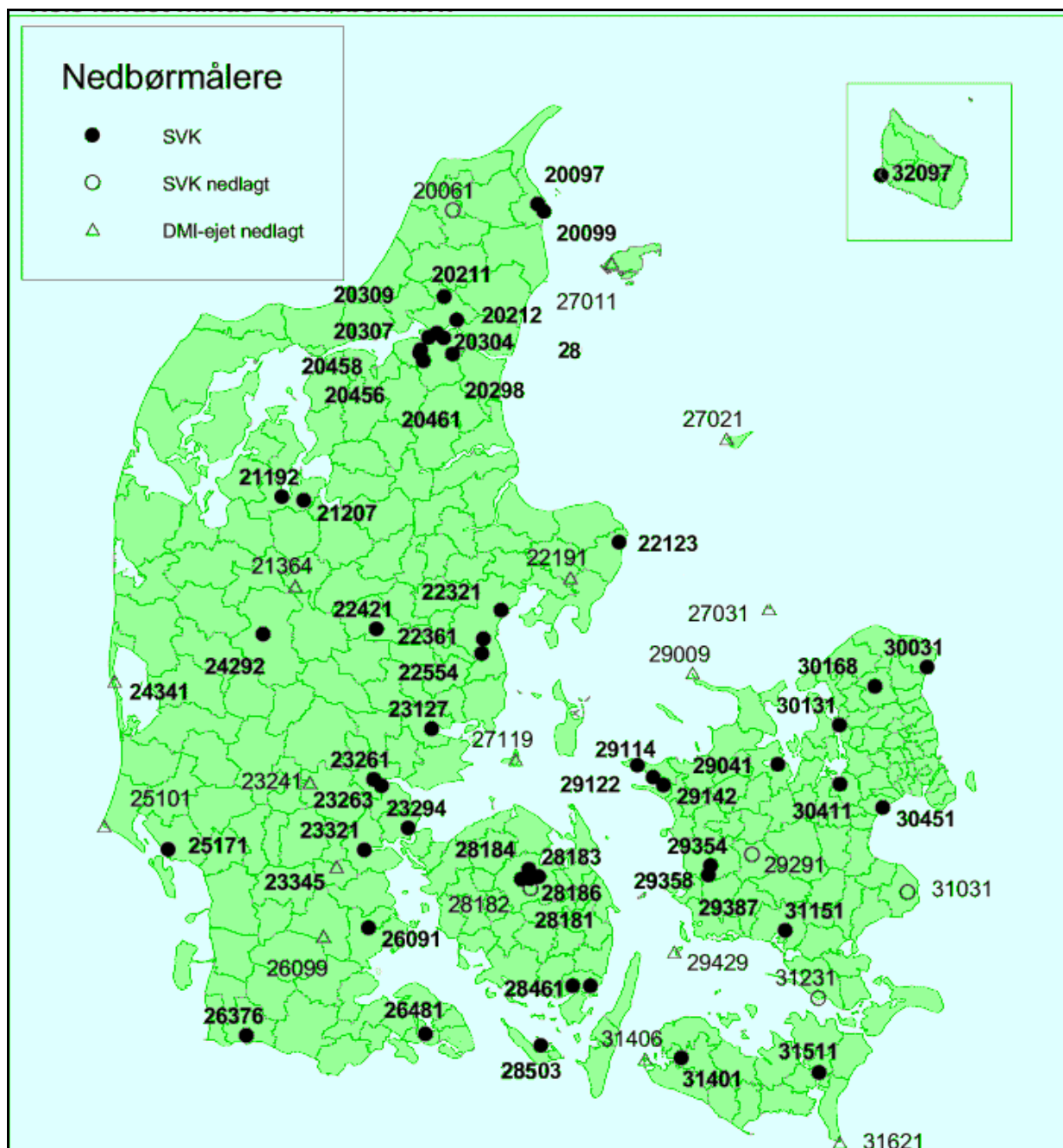
Tabel 1: Oversigt over automatiske nedbørmålere

Stations - nummer	Navn	Kommune/Amt tilhørsforhold	Bredde		Længde		Startdato	Slutdato
			Grad.	Min	Grad.	Min		
20061	Hjørring	Hjørring	57	26	10	1	01.01.1979	30.11.1982
20097	Frederikshavn Materielgård	Frederikshavn	57	27	10	30	19.04.1990	
20099	Frederikshavn Centralrenseanlæg	Frederikshavn	57	26	10	32	24.04.1990	
20211*	Sulsted	Aalborg	57	10	9	58	01.01.1979	
20212	Vodskov	Aalborg	57	6	10	2	25.05.2000	
20298	Gistrup	Aalborg	57	0	10	0	15.09.1999	
20304	Aalborg Østerport P.	Aalborg	57	3	9	57	28.02.1990	
20307	Aalborg Renseanlæg Vest	Aalborg	57	3	9	52	20.03.1998	
20309	Nørresundby Søvangen P.	Aalborg	57	4	9	55	20.03.1998	
20456	Frejlev Syd	Aalborg	57	0	9	49	04.09.1997	
20458	Frejlev Nord	Aalborg	57	1	9	49	03.06.1997	
20461*	Svenstrup J.	Aalborg	56	58	9	50	08.01.1979	
21192	Skive Renseanlæg	Skive	56	34	9	3	05.10.2000	
21207	Skive Lufthavn	Skive	56	33	9	10	31.08.1999	
21364	FSN Karup	DMI	56	18	9	7	09.12.1993	04.10.2000
22123	Grenå Adalen P40	Grenå	56	25	10	54	16.11.1996	
22191	FSN Tirstrup	DMI	56	19	10	38	02.11.1993	05.10.2000
22321	Egå Renseanlæg	Århus	56	13	10	15	05.09.1989	
22361*	Viby J. Renseanlæg	Århus	56	8	10	9	01.01.1979	
22421	Silkeborg Vandværk	Silkeborg	56	10	9	34	01.01.1979	
22554	Trankær Renseanlæg	Århus	56	5	10	8	05.09.1989	
23127	Horsens Centralrenseanlæg	Horsens	55	51	9	51	20.08.1982	
23241	FSN Vandel	DMI	55	42	9	12	09.02.1994	09.02.1999
23261*	Vejle Renseanlæg	Vejle	55	42	9	32	01.01.1979	
23263	Vejle Pumpestation	Vejle	55	41	9	35	19.12.2003	
23294	Fredericia Centralrenseanlæg	Fredericia	55	33	9	43	23.11.1994	
23321	Kolding Renseanlæg	Kolding	55	29	9	29	01.01.1979	
23345	Vamdrup Flyveplads	DMI	55	26	9	20	10.06.1991	29.06.2003
24292	Herning Centralrenseanlæg	Herning	56	9	8	57	01.01.1979	
24341	Hvide Sande	DMI	56	0	8	8	01.09.1993	07.11.2001
25101	Blåvandshuk Fyr	DMI	55	34	8	5	13.09.1991	07.11.2000
25171	Esbjerg Renseanlæg V	Esbjerg	55	29	8	26	04.01.1979	
26091*	Haderslev Renseanlæg	Haderslev	55	15	9	30	01.01.1979	
26099	FSN Skrydstrup	DMI	55	14	9	16	07.10.1993	18.10.2000
26376	Tønder Centralrenseanlæg	Tønder/Sønderjylland	54	55	8	51	09.02.1994	
26481	Sønderborg Vandværk	Sønderborg	54	55	9	48	01.01.1979	
27011	Læsø SV	DMI	57	16	10	54	12.01.1990	31.05.1996
27021	Anholt Havn	DMI	56	43	11	31	30.03.1990	01.09.1999
27031*	Hesselø	DMI	56	12	11	43	01.03.1983	28.03.2000
27119*	Endelave	DMI	55	45	10	18	06.07.1990	26.08.1996
28181*	Bolbro Vandværk	Odense	55	23	10	20	01.01.1979	
28182	Dalum	Odense	55	22	10	22	19.01.1979	27.10.1987
28183*	Ejby Mølle Renseanlæg	Odense	55	24	10	25	01.01.1979	
28184	Odense NV Renseanlæg	Odense	55	25	10	22	01.01.1979	
28186*	Odense Vandværk	Odense	55	24	10	22	01.01.1979	
28453	Svendborg Centralrenseanlæg	Svendborg	55	4	10	41	04.10.1994	
28461	Svendborg Overløbsbassin	Svendborg	55	4	10	35	05.02.2002	
28503	Ærøskøbing Renseanlæg	Ærøskøbing	54	53	10	25	12.12.2002	
29009	Gniben	DMI	56	1	11	17	01.06.1990	19.09.2002
29041	Holbæk Centralrenseanlæg	Holbæk	55	43	11	44	01.01.1979	
29114	Ulstrup renseanlæg	Kalundborg	55	44	10	58	24.06.2003	
29122	Sønder Nyrup Renseanlæg	Kalundborg	55	42	11	3	13.09.2001	
29142	Kalundborg Centralrenseanlæg	Kalundborg	55	40	11	6	13.09.2001	
29291	Tuelsø Renseanlæg	Sorø	55	27	11	34	01.03.1992	01.07.2001
29354	Slagelse Centralrenseanlæg	Slagelse	55	25	11	21	23.08.1994	
29358	Slagelse Pumpestation	Slagelse	55	23	11	20	15.08.2003	
29387	Korsør Renseanlæg	Korsør	55	20	11	12	11.10.1996	01.01.2003
29429	Omø Fyr	DMI	55	10	11	8	19.07.1990	21.08.2000
30031	Sydystens Renseanlæg	Helsingør	56	0	12	34	23.01.1979	
30131	Frederikssund Centralrenseanlæg	Frederikssund/Fr.borg	55	50	12	4	16.01.1992	
30168*	Hillerød Renseanlæg	Hillerød/Fr.borg	55	57	12	16	03.06.1991	
30189	Munkeris	Birkerød	55	50	12	25	01.06.1979	04.10.1983
30191	Dronninggård Renseanlæg	Søllerød	55	48	12	27	01.01.1979	
30201	Vedbæk Renseanlæg	Søllerød	55	51	12	34	01.01.1979	
30208	Ordrup Kirkegård	Gentofte	55	46	12	35	14.10.1991	
30211*	Svanemøllens Kaserne	DMI	55	43	12	34	20.09.1979	16.04.1993
30217	Jægersborg	DMI	55	46	12	32	08.02.1994	15.02.2001
30218	Stades Krog Overløbsbassin	Lyngby-Taarbæk	55	46	12	30	19.02.1999	
30221	Virum	Lyngby-Taarbæk	55	47	12	30	01.01.1979	23.12.1997

Stations - nummer	Navn	Kommune/Amt tilhørsforhold	Bredde		Længde		Startdato	Slutdato
			Grad.	Min	Grad.	Min		
30222	Søborg Vandværk	Gladsaxe	55	44	12	31	01.01.1979	
30223	Askevænget	Lyngby-Taarbæk	55	48	12	29	03.08.1979	27.09.1983
30224	Holte Vandværk	Søllerød	55	48	12	28	02.08.1979	04.10.1983
30242	Stavnsholt Renseanlæg	Farum	55	49	12	24	28.09.2000	
30243	Farum Pumpestation	Farum	55	48	12	22	24.08.1992	12.09.2000
30261	Flyvestation Værløse	DMI	55	46	12	20	01.03.1995	27.05.1999
30309	Åvendingen	København	55	42	12	28	11.04.1995	
30311	Emdrup	København	55	43	12	33	08.01.1979	25.10.1994
30312	Vølundsgade	København	55	42	12	33	24.01.1979	13.01.1994
30313	Kløvermarksvej	København	55	40	12	36	01.01.1979	
30314	Kongens Enghave	København	55	39	12	32	01.01.1979	
30315	Husum	København	55	43	12	28	16.01.1979	09.03.1995
30316*	Måløv Renseanlæg	Ballerup	55	46	12	19	01.01.1979	
30317*	Glostrup Genbrugsplads	Glostrup	55	40	12	25	23.01.1979	
30318	Hvidovre Vandværk	Hvidovre	55	39	12	28	01.01.1979	
30319*	Hvidovre Pumpestation	Hvidovre	55	37	12	29	01.01.1979	
30321	Rødovre Vandværk	Rødovre	55	42	12	28	01.01.1979	
30325	Bispebjerg Hospital	København	55	43	12	33	14.01.1995	
30326*	Lytgen	København	55	42	12	32	25.11.1994	
30348*	Wibrandsvej (Greisvej)	København	55	39	12	38	11.04.1995	
30351	Tårnby Pumpestation 4	Tårnby	55	38	12	36	01.01.1979	
30352	Tårnby Pumpestation 10	Tårnby	55	36	12	35	23.02.1979	
30353*	Tårnby Renseanlæg	Tårnby	55	38	12	39	10.01.1979	
30381*	Landbohøjskolen	Frederiksberg	55	41	12	33	08.05.1992	
30384	Brøndbyvester Vandværk	Brøndby	55	38	12	25	10.04.1990	
30386	Albertslund Materielgård	Albertslund	55	40	12	20	28.10.1993	
30388	Høje Tåstrup	Høje Tåstrup	55	40	12	16	11.01.1996	
30395	Ishøj Varmeværk	Ishøj	55	36	12	21	02.11.1992	
30411*	Roskilde Renseanlæg	Roskilde	55	39	12	4	01.01.1979	
30451	Mosedede Renseanlæg	Greve	55	34	12	17	01.01.1979	
31031	Store Heddinge Vandværk	Stevns/S.strøm	55	19	12	24	01.01.1979	31.12.1991
31151*	Næstved Centralrenseanlæg	Næstved/S.strøm	55	13	11	45	01.01.1979	
31231	Vordingborg Renseanlæg	Vordingborg/S.strøm	55	0	11	54	01.01.1979	31.12.1991
31401	Nakskov	Nakskov/S.strøm	54	50	11	9	01.01.1979	
31406	Albuen Fyr	DMI	54	50	10	58	07.11.1991	02.11.1999
31511*	Nykøbing F. Renseanlæg N	Nykøbing F.	54	46	11	53	01.01.1979	
31621	Gedser Odde	DMI	54	34	11	58	11.11.1993	05.08.1998
32097	Rønne C	Rønne	55	6	14	43	09.11.1989	

Stationer mærket med * har været nedlagt i en sammenhængende periode på mindst en måned.

**Figur 1: SVK-stationer pr. 31.12.2003
Hele landet minus Storkøbenhavn**



**Figur 2: SVK-stationer pr. 31.12.2003
Storkøbenhavn**



3. Fejlstatistik 2003

Den efterfølgende oversigt viser det antal timer de enkelte stationer har været i teknisk fejl i løbet af 2003.

De blanke felter i tabellen indikerer at stationen enten er nedlukket i hele den pågældende måned (hyppigst i forbindelse med ombygning), eller at stationen først er sat i gang i løbet af året.

Den totale fejlprocent (tekniske fejl på målerne eller datakommunikationssystemerne) for 2003 er opgjort til ca. **0.3 %** af det samlede antal timer, dvs. oppe-tiden på det egentlige målenet har været gennemsnitlig **99.7%** (se i øvrigt tabel 2). Station 30319 Hvidovre Pumpestation har været taget ud af drift siden juni pga. planlagte ombygninger og tæller ikke med i denne statistik.

Fejlprocenten har således været betydelig lavere end i 2003 (2.2%), men i øvrigt på linie med de foregående år (0.6% i 1999, 0.3% i 2000 og 0.6% i 2001), og der har sædvanligvis kun været korte perioder med fejl. Kun 2 stationer har haft en fejlprocent på mere end 3, hvorimod hovedparten af stationerne har kørt fejlfrit hele året. Udover tekniske fejl har der været et nedbrud pga. lynnedslag.

Forkastelsessituationer som følge af afvigelse fra omkringliggende manuelle målere eller helt urealistisk høje nedbørintensiteter udgør ca. 1.5% af det samlede antal timer. Langt størstedelen af forkastede hændelser forekom i januar; 10.6% af det samlede antal timer i januar måtte forkastes pga. nedbør, der faldt som sne, hvilket er ca. 61% af den samlede antal forkastede timer.

Det samlede antal timer, der i 2003 er markeret som suspekter eller helt mangler pga. kommunikationsfejl, udgør således ca. 1.8 %. En del af bidraget til denne fejlprocent hænger sammen med at forkastelsesvurderingen er foretaget på grundlag af sammenligning med omkringliggende manuelle nedbørmålere der kun tømmes én gang i døgnet. En markering vil således komme til at omfatte alle registreringer inden for det pågældende døgn, også selv om det kun er en enkelt registrering inden for perioden der bidrager til "fejlen". Den reelle "fejlprocent" kan derfor være betydelig mindre.

Tabel 2: År 2003 Tekniske fejl

Antallet af timer med tekniske fejl i næstøverste række på hver side er angivet det totale antal timer i måneden/året.

Station timer i alt	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	År	%
20097	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
20099	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.0
20211	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
20212	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0.0
20298	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
20304	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.0
20307	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
20309	0	0	0	0	0	1	21	0	0	0	0	0	22	0.3
20456	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
20458	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0.0
20461	0	0	0	0	0	1	0	0	35	0	0	1	37	0.4
21192	2	0	0	0	0	0	41	0	0	0	0	0	43	0.5
21207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
22123	1	0	0	0	0	0	111	0	0	0	0	0	112	1.3
22321	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.0
22361	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
22421	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
22554	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.0
23127	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.0
23261	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0.0
23263														
23294	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.0
23321	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	3	0.0
23345*	0	0	0	0	0								0	0.0
24292	0	0	0	2	0	0	0	7	0	0	0	0	9	0.1
25171	0	0	1	0	0	0	23	0	0	0	0	0	24	0.3
26091	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.0
26376	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
26481	197	12	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	339	3.9
28181	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	14	0.2
28183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
28184	0	0	0	2	0	0	0	32	0	0	0	0	34	0.4
28186	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
28453	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	0.0
28461	0	0	0	0	0	0	0	0	101	0	0	0	101	1.2
28503	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
29041	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
29114							55	28	0	0	0	0	83	0.9
29122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
29142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
29354	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
29358									0	0	0	0	0	0.0
30031	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
30131	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.0
30168	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.0

Station timer i alt	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	År	%
	502	17	191	5	157	632	269	75	145	2	148	3	2146	
30191	0	0	1	0	0	23	0	4	0	0	0	0	28	0.3
30201	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
30208	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.0
30218	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
30222	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
30242	2	2	0	0	51	0	0	0	0	2	0	0	57	0.7
30309	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
30313	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
30314	1	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	7	0.1
30316	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.0
30317	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
30318	80	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	2	131	1.5
30319	0	0	0	0	0								0	0.0
30321	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0.0
30325	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.0
30326	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.0
30348	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
30351	0	0	1	0	0	0	0	3	1	0	0	0	5	0.1
30352	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
30353	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	190	2.2
30381	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
30384	1	0	0	0	100	167	0	0	0	0	0	0	268	3.1
30386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
30388	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.0
30395	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.0
30411	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
30451	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.0
31151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
31401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148	0	148	1.7
31511	0	0	0	0	0	435	0	0	0	0	0	0	435	5.0
32097	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0.0

Blanke felter betyder at stationen ikke var oprettet/tilsluttet den pågældende måned.

Stationer markeret med * er ejet af DMI.

4. Måned- og årsnedbør 2003

Stationernes måneds- og årsnedbør er vist i tabel 3 tillige med de respektive amters nedbør. Det ses i tabel 3 at der er god overensstemmelse mellem de enkelte stationers nedbør og det respektive amts gennemsnitsnedbør, der er beregnet ud fra nedbørregistreringen fra et repræsentativt udvalg af DMI's egne manuelle nedbørmålere.

I løbet af året kan målinger være markeret som suspekte ved DMI's kvalitetskontrol, f.eks. hvis nedbørmængden har udvist uforholdsvist store afvigelser i forhold til nabostationer. Denne kontrol udføres på basis af døgnnedbørmængder. Hvis der har været fejl ved en måler, vil en månedssum bestå af både forkastede og accepterede døgnsummer. For at undgå at forkaste ikke-suspekt nedbør, er alle målinger medtaget i beregningen af måneds- og årsnedbøren. Før en evt. anvendelse af nedbørmængder er det derfor tilrådeligt at henvende sig til DMI's Sektion for Vejr- og Klimainformation.

Bemærk at måneds- og årssummerne inkluderer alle vip, også enkeltstående. Dette adskiller nedbørsummerne fra de summer der beregnes når data fra en enkelt hændelse hentes fra DMI's database, idet der her kun summeres nedbør som er direkte relateret til nedbørhændelser (jf. definitionen af en hændelse i bilag 2).

I tilfælde af for mange tekniske fejl og udfald er månedsnedbøren udeladt, da denne ikke med rimelighed kunne beregnes. Årsnedbøren er tilsvarende ikke angivet hvis en eller flere måneder mangler.

I kolonnen længst til højre er der i procent angivet den del af året hvor den pågældende station har været i drift, eller m.a.o. stationens reelle oppe-tid (se også fejlstatistikken i tabel 2). For de stationer hvor en årsnedbør ikke kunne angives, er procentangivelsen udeladt.

I afsnit 11 er medtaget en tabel over læindeks for de enkelte stationer. Indekset angiver hvor meget en måler står i læ af sine omgivelser, og kan bruges til en vurdering af data fra den enkelte måler. Yderligere forklaring af læindeks kan læses i afsnit 11.

Tabel 3: År 2003 Nedbør

Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Maj	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.	År	%
Nordjylland	31	13	21	81	77	93	101	32	43	49	73	85	699	
20097	33	13	16	86	96	94	117	48	63	28	82	84	760	100.0
20099	25	7	16	86	102	91	133	32	69	29	79	90	759	100.0
20211	27	9	30	87	106	84	127	48	61	49	81	88	797	100.0
20212	27	9	20	70	96	64	130	29	60	34	71	70	680	100.0
20298	29	7	2	71	92	72	99	27	60	29	80	73	641	100.0
20304	27	11	18	69	109	52	98	18	46	29	73	64	614	100.0
20307	34	9	18	58	101	70	103	22	48	29	71	65	628	100.0
20309	29	11	20	63	93	61	99	25	54	29	71	68	623	99.7
20456	37	12	17	74	109	72	112	21	56	30	75	75	690	100.0
20458	38	9	23	62	103	68	109	23	60	33	69	77	674	100.0
20461	32	13	23	66	78	72	106	24	46	32	83	73	648	99.6
Viborg	51	16	21	63	81	111	76	32	43	58	76	84	712	
21192	48	12	17	59	83	128		41	45	55	86	88	662	99.5
21207	42	7	13	50	72	107	68	45	34	42	69	65	614	100.0
Århus	46	11	14	63	66	61	78	38	35	50	44	73	579	
22123	29	14	8	66	61	29	81	27	57	28	38	70	508	98.7
22321	51	8	11	64	81	77	84	49	37	39	54	69	624	100.0
22361	46	9	14	51	72	53	72	42	32	39	60	78	568	100.0
22421	57	9	22	59	60	64	89	38	28	41	63	82	612	100.0
22554	48	12	18	53	59	83	81	45	34	49	55	80	617	100.0
Vejle	54	11	18	52	71	88	67	56	35	68	45	78	643	
23127	36	9	12	50	59	76	72	40	32	51	44	66	547	100.0
23261	50	15	22	9	66	84	73	62	40	78	60	78	637	100.0
23263														
23294	36	11	18	47	68	83	63	84	32	35	51	60	588	100.0
23321	37	15	20	46	75	110	55	68	51	42	57	62	638	100.0
23345*	44	24	23	45	82									100.0
Ringkøbing	53	18	22	63	80	107	63	52	41	68	73	92	732	
24292	62	15	26	74	88	85	132	52	44	40	87	93	798	99.9
Ribe	49	18	21	55	87	84	50	63	43	82	59	85	696	
25171	35	15	25	62	88	83	51	71	47	53	71	72	673	99.7

Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Maj	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.	År	%
Sønderjylland	54	15	20	54	81	79	67	40	39	78	47	71	645	
26091	28	0	22	53	79	77	75	42	32	60	52	62	582	100.0
26376	48	13	18	46	81	56	68	29	51	75	53	67	605	100.0
26481	27	9	15	57	75	50	58	28	26	64	37	50	496	96.1
Fyn	43	6	12	51	57	70	55	32	30	42	42	49	489	
28181	40	5	13	58	55	59	72	38	32	38	56	48	514	99.8
28183	30	6	11	51	59	53	41	40	31	34	48	44	448	100.0
28184	29	7	13	51	54	50	51	38	34	30	50	40	447	99.6
28186	38	7	13	56	61	67	66	34	34	31	51	52	510	100.0
28453	9	3	10	42	56	65	57	7	21	46	58	68	442	100.0
28461	42	3	11	54	75	78	88	26	31	41	51	60	560	98.8
28503	26	3	8	47	61	62	80	17	42	44	35	45	470	100.0
Vestsjælland	45	5	9	55	61	55	83	34	46	30	41	47	511	
29041	61	6	12	59	65	39	56	35	73	28	44	45	523	100.0
29114							62	18	30	18	45	45		99.1
29122	26	3	8	79	84	44	102	25	28	24	51	55	529	100.0
29142	32	6	11	75	42	50	99	22	30	26	47	49	489	100.0
29354	32	2	7	31	54	69	82	34	46	25	40	54	476	100.0
29358									66	23	42	59		100.0
Frederiksborg														
København	60	7	11	55	83	43	90	43	51	40	45	56	584	
Roskilde														
30031	34	4	12	69	102	48	83	75	43	44	49	64	627	100.0
30131	35	2	15	59	78	37	96	43	66	29	45	43	548	100.0
30168	40	2	11	61	91	59	111	45	81	52	62	68	683	100.0
30191	54	6	12	54	88	34	80	42	38	46	46	56	556	99.7
30201	42	9	8	65	121	58	103	65	48	44	60	69	692	100.0
30208	40	9	11	52	95	50	110	49	39	45	51	68	619	100.0
30218	58	6	11	58	106	39	87	48	39	54	61	73	640	100.0
30222	45	7	10	52	96	46	69	52	34	46	50	68	575	100.0
30242	50	6	12	60	98	38	93	45	42	36	45	69	594	99.3
30309	48	7	15	57	98	43	79	65	53	52	46	63	626	100.0
30313	43	7	13	46	93	46	106	36	33	43	40	58	564	100.0
30314	44	5	10	45	91	33	42	40	37	47	37	46	477	99.9
30316	47	2	15	59	85	46	95	57	48	40	48	46	588	100.0
30317	56	6	11	53	85	35	76	66	42	45	42	58	575	100.0

Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Maj	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.	År	%
Frederiksborg														
København	60	7	11	55	83	43	90	43	51	40	45	56	584	
Roskilde														
30318	46	5	10	54	90	43	77	49	41	49	42	54	560	98.5
30319	43	6	11	43	81									100.0
30321	43	4	11	54	100	44	91	58	42	50	47	58	602	100.0
30325	41	5	11	49	94	32		38	30	40	46	63	449	100.0
30326	49	8	15	51	104	54	95	54	35	40	47	67	619	100.0
30348	44	10	14	51	89	51	95	36	38	48	42	63	581	100.0
30351	41	7	12	44	225	43	111	96	38	40	33	48	738	99.9
30352	37	4	10	39	150	42	55	40	32	38	30	40	517	100.0
30353		4	9	44	124	49	73	37	37	56	48	44	525	97.8
30381	57	7	15	51	98	57	87	56	39	43	46	68	624	100.0
30384	49	6	12	51			73	53	50	46	41	50	431	96.9
30386	40	6	11	50	88	41	86	53	40	41	40	52	548	100.0
30388	38	3	11	55	80	46	95	45	45	39	39	44	540	100.0
30395	48	2	7	43	80	41	90	37	39	43	33	38	501	100.0
30411	55	3	12	50	69	47	73	59	61	39	38	50	556	100.0
30451	54	4	11	43	90	35	92	43	42	52	35	40	541	100.0
Storstrøm	43	3	9	33	61	61	66	25	37	50	34	44	466	
31151	33	2	7	41	79	69	71	41	38	50	50	46	527	100.0
31401	36	4	9	31	56	75	57	21	18	34		53	394	98.3
31511	33	3	11	34	63		90	35	61	61	33	62	486	95.0
Bornholm	41	12	11	39	31	36	48	46	58	80	54	64	520	
32097	26	8	7	36	37	29	50	40	54	68	52	52	459	100.0

Blanke felter betyder at stationen ikke var oprettet/tilsluttet eller i enkelte tilfælde fejlbehæftet den pågældende måned.

Målere der er ejet af DMI, er markeret med *.

5. Ekstreme hændelser i 2003

I 2003 faldt der noget mindre nedbør end normalt. I gennemsnit over landet blev der registreret 629 mm mod normalt 712 mm (1961-1990).

Især februar og marts var tørre med hhv. 12 og 17 mm mod normalt 38 og 46 mm, men også august og september var tørre med kun 50-60% af den normale nedbørmængde. 7 af årets måneder var tørrere end normalt. Særlig våde var maj og juni, hvor der faldt ca. 50% mere nedbør end normalt, hhv. 74 og 80 mm mod normalt 58 og 55 mm.

Sommeren 2003 bød på en anelse flere store nedbørdøgn end normalt (større end eller = 10 mm), nemlig 6 mod normal 5 døgn. Specielt var der kraftige regnvejr d. 24. juli på Vestsjælland, som ved 29122 Sønder Nyrup Renseanlæg gav årets højeste regnintensitet på 30.67 $\mu\text{m/s}$ henover 10 minutter og en regnmængde for hændelsen på 51.6 mm. Regnvejret varede ca. 3.5 timer ved gennemsnitligt 4.0 $\mu\text{m/s}$. Samme dag fik også 29142 Kalundborg Centralrenseanlæg store regnmængder; 51.2 mm ved en maksimum intensitet over 10 minutter på 27.33 $\mu\text{m/s}$.

På figur 3 er vist regnkurver fra SVK-skrift 26 [SVK, 1999] sammen med Landsregnkurverne [SVK, 1974] for hhv. regionen "Danmark uden for København" og regionen "København", og her er hændelsen ved Sønder Nyrup Renseanlæg plottet ind for største middelintensitet over 10 minutter, over 60 minutter samt for hele hændelsen. Ved sammenligning med datamaterialet fra Skrift 26, den grå kurve, ses at gentagelsesperioden for både 10-minutters intensiteten, 60-minutters intensiteten og for hele hændelsen ligger på noget over 20 år.

Ved 28503 Ærøskøbing Renseanlæg forekom kraftig regn d. 22. juli med 29.33 $\mu\text{m/s}$ henover 10 minutter. Hændelsen var overstået på blot 15 minutter.

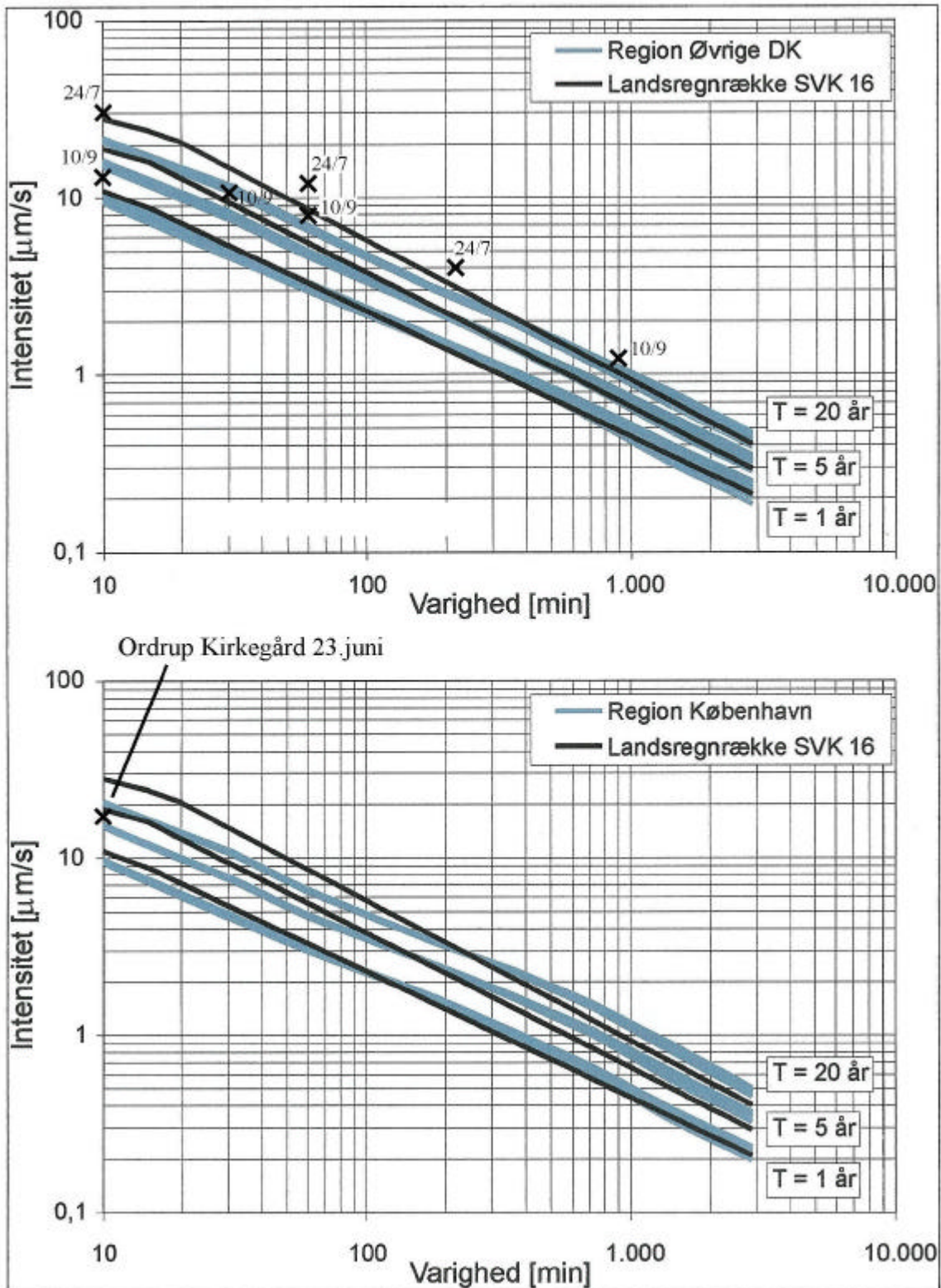
I region København forekom der ingen specielt kraftige regnhændelser i 2003. Kraftigst var en hændelse 23. juni ved 30208 Ordrup Kirkegård, hvor maksimum intensiteten henover 10 minutter var på blot 17.67 $\mu\text{m/s}$. Denne er plottet ind på figur 3. Henover 30 og 60 minutter var intensiteten hhv. 7.47 og 4.24 $\mu\text{m/s}$.

Årets største enkelthændelse blev målt på stationen 30168 Hillerød Renseanlæg d. 10. september med i alt 64.4 mm. Hændelsen varede knap 15 timer, men middelintensiteten over 10 minutter var ikke specielt høj, bare 13.00 $\mu\text{m/s}$, da regnvejret var på sit højeste, men til gengæld var det usædvanligt ved at være meget vedvarende. Henover 30 og 60 minutter var middelintensiteten hhv. 13.45 og 4.24 $\mu\text{m/s}$, men for hele hændelsen helt oppe på 1.2 $\mu\text{m/s}$, hvilket er sjældnere end en 20 års hændelse.

På side 16 ses en oversigt over landets 12 største middelintensiteter over 10 minutter, den største samlede nedbørmængde i et døgn samt den største nedbørhændelse i 2003.

I øvrigt henvises til bilag 1 hvor ekstremregn for samtlige stationer kan ses.

Sønder Nyrup Renseanlæg 24.juli og Hillerød Renseanlæg 10.sept



Figur 3: Ekstremhændelser fra år 2003 sammen med regnkurver fra SVK-skrift 26 [SVK, 1999] (grå kurver) samt Landsregnkurverne [SVK, 1974] (sorte kurver) for hhv. regionen "Danmark uden for København" og regionen "København".

6. Oversigt over ekstremregn i 2003

ALLE STATIONER

Største samlede nedbørmængde i et enkelt døgn:

65.6 mm målt den: 10/9 på station: 30168 Hillerød Renseanlæg

Største nedbørmængde i en enkelt hændelse:

64.4 mm målt den: 10/9 på station: 30168 Hillerød Renseanlæg

De 12 største middelintensiteter over 10 min ($\mu\text{m/s}$) beregnet over alle stationer:

30.67	målt den:	24/7	på station: 29122 Sønder Nyrup Renseanlæg
29.33	målt den:	22/7	på station: 28503 Ærøskøbing Renseanlæg
27.33	målt den:	24/7	på station: 29142 Kalundborg Centralrenseanlæg
26.33	målt den:	29/6	på station: 22554 Trankær Renseanlæg
22.67	målt den:	23/6	på station: 23321 Kolding Renseanlæg
21.50	målt den:	8/6	på station: 23321 Kolding Renseanlæg
21.00	målt den:	23/6	på station: 28186 Odense Vandværk
18.67	målt den:	8/6	på station: 23261 Vejle Renseanlæg
18.67	målt den:	8/6	på station: 26376 Tønder Centralrenseanlæg
18.17	målt den:	8/6	på station: 29142 Kalundborg Centralrenseanlæg
17.67	målt den:	8/6	på station: 21207 Skive Lufthavn
17.67	målt den:	23/6	på station: 30208 Ordrup Kirkegård

7. Trend i ekstremregn – Danmarks nedbør under forandring¹

Gennem de senere år synes der tendens til forandringer i Danmarks nedbørklime, særlig spektakulært for ekstrem regn hvor der i medierne har været fokus på flere tilfælde med oversvømmelser. Dette kalder på nøjere analyser for at se, om der er sket systematiske ændringer i ekstremregnets egenskaber. Sådanne analyser med tests for trends i nedbørdata er blevet udført af COWI A/S for Styregruppen for Spildevandskomitéens Regnmålersystem (Arnbjerg og Hansen, 2003).

Det er undersøgt, om der er sket væsentlige ændringer i ekstreme regnhændelsers intensitet og volumen i perioden 1979-2001. Datamaterialet med er de 41 længste regnserier i Spildevandskomitéens Regnmålersystem. Variablene 10 og 360 minutters intensitet samt det totale volumen af hændelsen er analyseret ved hjælp af tre statistiske tests for at vurdere om, og i givet fald hvordan, regnets egenskaber har ændret sig i testperioden: (1) ikke parametriske test baseret på rang, (2) test af trend i størrelsen af hændelser i løbet af perioden, og (3) test for trend i tiden mellem hændelser.

Analyserne er baseret på de 20 største hændelser i hver regnserie, svarende til ca. 1 hændelse/år. Hændelserne er defineret ud fra et krav om en tørvejrperiode på 12 timer mellem regnhændelser². Det påvirker ikke de to førstnævnte variable væsentligt, hvorimod den sidste variabel giver et bedre billede af ændringer for meget store bassinvolumener, hvor koblede hændelser kan have betydning.

Tests

Hvis kun få målere har en trend, vil det blive tolket som en statistisk tilfældighed, der ikke beskriver en generel trend. Hvis mange målere viser samme type trend, vil det tolkes som at det ikke kan afvises, at der er en generel trend. Antallet af regnserier, der er nødvendigt for at afvise en hypotese om tilfældige variation (i modsætning til en statistisk signifikant trend), er angivet i tabel 4. Det er væsentligt for en korrekt analyse at definere den korrekte observationsperiode for hver regnserie.

Tabel 4. Sandsynlighed for at en trend er udtryk for et generelt billede. Der er 13 regnserier i Jylland, 3 på Fyn og 25 på Sjælland, i alt 41 serier. Hvis der f.eks. er 4 regnserier på landsplan med samme type trend, er der 5.3 % sandsynlighed for, at det er tilfældigt. Hvis der er 5 regnserier, falder sandsynligheden til 1.6 %.

Antal regnserier med trend	Totalt antal regnserier i analysen		
	13	25	41
0	0.487	0.723	0.878
1	0.135	0.358	0.614
2	0.025	0.127	0.337
3	0.003	0.034	0.147
4	0.000	0.007	0.053
5	0.000	0.001	0.016
6	0.000	0.000	0.004

¹ Forfattet af Arnbjerg, K. (Cowi), Hansen, L. (Cowi) og Vejen, F. (ed) (DMI) og baseret på notat udarbejdet af COWI A/S på foranledning af Spildevandskomitéens Styregruppe for Regnmålersystemet (Arnbjerg og Hansen, 2003).

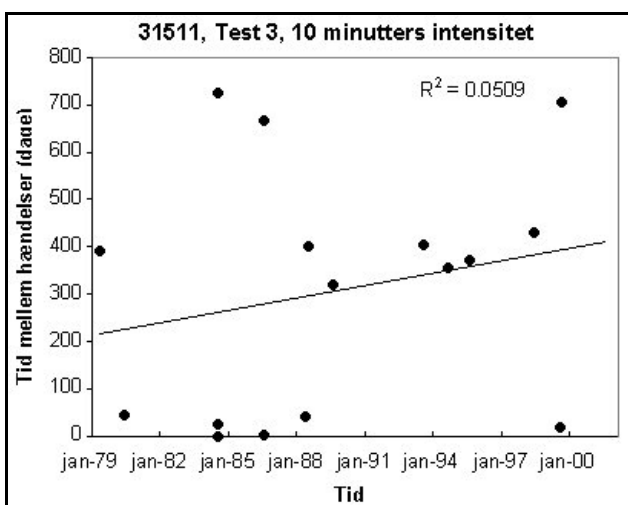
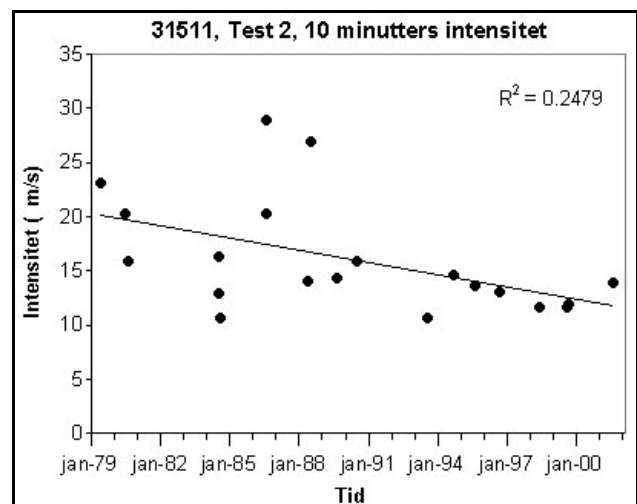
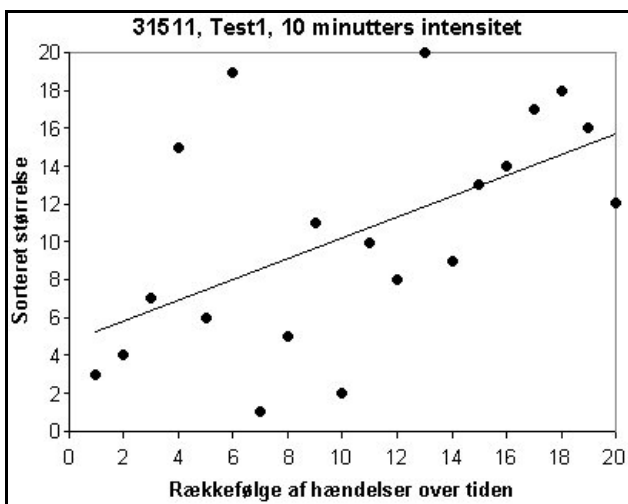
² En tørvejrperiode på 12 timer mellem hændelser medfører, at disse er ukorrelerede ud fra et meteorologisk synspunkt i modsætning til den almindelige definition, hvor der benyttes adskillelse mellem regnhændelser på blot 1 time.

I test 1 undersøges, om der er en tendens til, at regnhændelsernes intensitet og volumen stiger eller falder i observationsperioden. Man sammenligner rækkefølgen af kraftige hændelser og udregner sandsynligheden for, at rækkefølgen er tilfældig. Denne test er det samme som test 2, bortset fra, at det ved test 2 er antaget, at en eventuel udvikling i regnhændelsernes karakteristika er lineær over tiden.

I figur 4 er test 1 anskueliggjort ved at afbilde de enkelte regns rang mod den tidsmæssige rækkefølge. Det ses, at der er en tendens til, at hændelserne bliver mindre (altså større rang) i løbet af observationsperioden. Det er påvist, at tendensen er statistisk signifikant.

I test 2 undersøges det, om 10-minutters intensiteten, 360-minutters intensiteten og regndybden er stigende eller faldende i observationsperioden, givet at der er forekommet en stor hændelse. Testet minder dermed om Test 1, men anvender en antagelse om at en eventuel trend er lineær over tiden, og at data er normalfordelte. Det giver en stærkere test, såfremt der er tale om en lineær trend og i nogle tilfælde en dårligere test, såfremt der ikke er tale om en lineær trend.

I figur 4 er test 2 anskueliggjort grafisk ved at plote hændelsernes størrelse mod tiden. Det ses, at der er en tendens til, at hændelserne bliver mindre i løbet af observationsperioden, altså samme resultat som af test 1. Når R^2 er højere end 0,144 er tendensen signifikant med 20 observationer.



Figur 4. Test 1, 2 og 3 for 10 minutters intensitet for regnserie 31511.

Test 1: Der ses en tendens mod mindre hændelser (større rang) i løbet af observationsperioden, og testen angiver, at tendensen er statistisk signifikant.

Test 2: Der ses at være en tendens til at hændelserne bliver mindre i løbet af observationsperioden. Korrelationen viser, at tendensen er signifikant.

Test 3: Der ses at være en tendens til at tidsafstanden mellem hændelser bliver længere. Testen angiver, at tendensen ikke er signifikant.

I test 3 undersøges det, om tiden mellem ekstreme hændelser er ændret i løbet af perioden. Der benyttes samme metode som i test 2. En opadgående trend betyder her at der bliver længere afstand mellem kraftige hændelser, svarende til at der bliver længere mellem de kraftige hændelser. I dette test indgår 15-19 observationer afhængigt af hvor mange væsentlige udfaldsperioder der har været på den pågældende station.

Der er på landsplan mange regnserier der udviser lokale trends. Der er næsten lige mange stationer med opadgående trends og med nedadgående trends. Ved at opdele regnserierne i en jysk, en fynsk og en sjællandske region fremkommer et mere entydigt billede. Det tyder på, at der på Sjælland er en trend mod kraftigere og hyppigere kraftige regnhændelser for 10 minutters intensiteten. Dette resultat kan ikke ses i de jyske og fynske regnserier. I Jylland er der måske en tendens til at den totale regndybde bliver kraftigere, hvilket ikke kan genfindes på Sjælland.

Tabel 5. Testresultater: J, F og S betegner, at hhv. en sjællandsk, fynsk og jysk regnserie har udvist trends.

tendens		10 minutter	360 minutter	Regndybde
Test 1	Nedad	J, F, S	J, F	J, S
	Opad	S, S, S, S, S	J, S	J, J, S, S
Test 2	Nedad	J, F, S	J, F, S	-
	Opad	J, S, S, S, S, S	J, S	J, J, S
Test 3	Nedad	-	S, S, S	F, S, S
	Opad	S, S, S, S, S	J	S

Resultater

Resultatet af den simple analyse kan opsummeres som følger:

- At der for nogle regnserier lokalt findes en signifikant trend. Dog er der stort set lige mange regnserier med negativ trend som positiv trend.
- At for 10-minutters intensiteten er der en signifikant trend i retning mod kraftigere og hyppigere regn selv om der også er et væsentligt antal regnserier med den modsatte tendens. En opdeling i regioner viser, at tendensen med kraftigere og hyppigere regn forekommer på Sjælland, mens tendensen ikke kan genfindes på jyske og fynske regnserier.
- At de øvrige variable, 360 minutter og regndybde, ikke udviser nogen nationale trends. Der kan på 2 af de 13 jyske regnserier findes en trend mod større regndybder, hvilket er mange i forhold til det forventede.
- At ovenstående resultater ikke tager hensyn til den indbyrdes korrelation mellem regnserierne. Manglende hensyntagen til korrelationen giver ved den anvendte metode en tendens til at overvurdere tilstedeværelsen af trends. Dette gælder specielt for de sjællandske regnserier og resultatet skal derfor tolkes med forsigtighed.

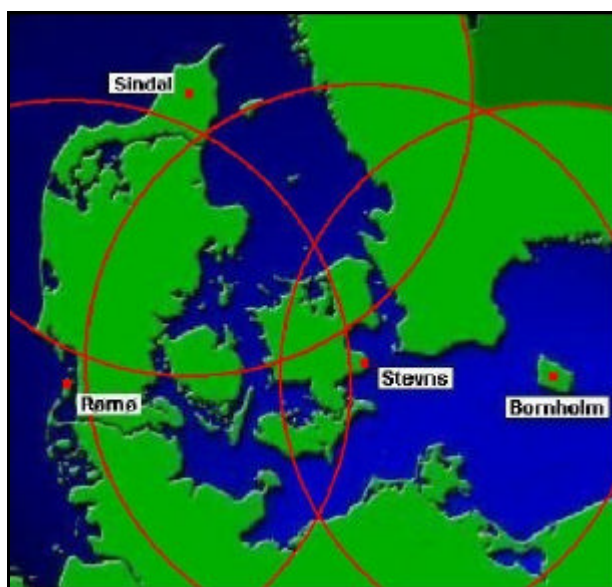
Ovenstående resultater er baseret på en lille analyse af udvalgte data fra Spildevandskomitéens regnmålersystem, og de afrapporterede resultater vil kunne variere væsentligt, hvis et andet antal hændelser udtages til analyse. Inden resultaterne kan generaliseres, bør yderligere analyser foretages.

8. Nedbørmåling med vejrradar – nogle eksempler³

Fra tid til anden forekommer der ødelæggende oversvømmelser selv i Danmark. Af og til er regnhændelserne dog så lokale, at der mangler nedbørmålinger, og det kan være umuligt at beregne den dimensionsgivende regnintensitet. Det er da muligt at drage nytte af en alternativ kilde til regninformation, nemlig vejrradardata.

SVK nettet af nedbørmålere dækker byområder, men på trods heraf kan der selv her forekomme oversvømmelser, uden at nedbørmålerne melder om noget usædvanligt. Desuden kan der være så store variationer i regnintensiteten, at det kan være vanskeligt at bedømme, hvor repræsentative regnmålingerne har været. Her kan vejrradarmålinger give oplysninger om nedbørforhold til støtte for analyser af oversvømmelser.

Nedenfor er vist DMI's net af vejrradarer. Ud fra radarmålinger hvert 10. minut dannes der billeder, som gør det muligt at se den relative nedbørfordeling ud til 240 km fra radaren. Hvert radarbillede er sammensat af 57600 pixels, som hver har en rumlig opløsning på $2 \times 2 \text{ km}^2$.



Figur 5. Vejrradarernes placering med markering af dækningsområde. Cirklernes radius er 240 km.

En vejrradar virker i princippet ved at udsende elektromagnetiske pulser i atmosfæren og derefter måle, hvor stor en del af den udsendte stråling, der reflekteres fra nedbørpartikler eller andre objekter. Normalt afbøjes radarstrålen med en lidt større krumningsradius end Jordens, så målingerne foretages gradvis højere oppe i atmosfæren ved stigende afstand fra radaren. Langt fra radaren er målingerne knap så repræsentative for nedbørforholdene ved jordoverfladen end tættere på; normalt kan data kun bruges kvantitativt ud til 100-150 km's afstand. I visse vejr-situationer, oftest i højtryksvejr, kan radarstrålen afbøjes så meget, at den rammer jordoverfladen og giver falske nedbørekkoer. Det er muligt at korrigere for denne og andre fejlkilder på radardata.

Styrken af det reflekterede signal fra et volumen luft (reflektivitetsfaktor Z) afhænger af dråbestørrelsesfordelingen givet ved antal dråber N og deres diameter D (Battan, 1973). Da dråbediameteren

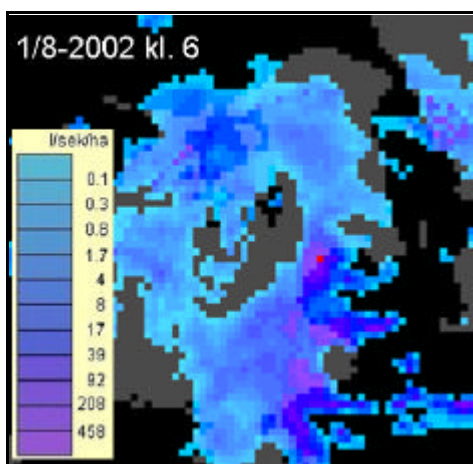
³ Dette afsnit er forfattet af Vejen, F. (DMI).

indgår i 6'te potens og da Z er sammensat af to ubekendte, fås en "dramatisk" effekt: i byer som typisk indeholder få men store dråber, er refleksionen væsentlig kraftigere end i finregn med mange små dråber, selv når den samlede vandmængde i de to tilfælde er ens. Omregning af radarmålinger til absolut nedbørmængde kan derfor ikke umiddelbart lade sig gøre. Imidlertid er Z relateret til regnintensiteten R via udtrykket $Z=AR^b$ (Battan, 1973), en såkaldt Z-R relation, hvor A og b er empiriske konstanter, så regnintensitet og -mængde kan bestemmes, hvis blot der er nok nedbørmålinger, så en aktuel Z-R sammenhæng kan udledes.

Der er ganske usikkert at sammenligne øjebliksværdier af Z og R, fordi Z udtrykker den samlede refleksion fra dråber i et stort volumen luft, mens R bliver målt i et punkt. Dette problem kan mindskes ved at integrere Z og R henover passende tidsrum og på basis heraf udlede en Z-R relation. Usikkerheden herpå afhænger især af nedbørsystemernes rumlige struktur, som giver tidlige og rumlige variationer i dråbestørrelsesfordelingen, en variation der kan være meget stor i byer, men er mere begrænset i frontregn. Usikkerheden kan være langt over 100 % for isolerede byer, men under 10 % for mere sammenhængende regn, men mange forhold indvirker på usikkerhedens størrelse (f.eks. Seed et al., 1996, og Jordan et al., 2000). Det kunne se ud til at være vanskeligt at benytte radardata, men det kan alligevel i nogle tilfælde lade sig gøre.

Oversvømmelserne i Greve 1.august 2002

Et kraftigt regnvejr bevægede sig under intens udvikling op over Sjælland og gav to bølger med særlig kraftig regn, som omkring kl. 6 (figur 6) var nærmest eksplosivt intens i dele af Greve.



Figur 6. Udsnit af radarbillede fra 1.august 2002 kl. 6. Greve er markeret med rødt.

	112	113	114	115	116	117	118
137		2	16	20	3	1	
136	Mosedede	3	27	20	20	9	1
135		4	66	77	32	←32 Ishøj	
134	0.3	44	172	301	98	41	6
133	1	115	383	572	172	98	20
132	5	172	237	789	172	29	1
131	16	106	383	789	146	8	6
130	13	146	354	172	60	4	8
129	12	60	51	48	21	2	0.3
128	14	71	32	10	3		0.3

Figur 7. Pixelværdier i l/sek/ha, 1.august 2002 kl. 6. Den røde cirkel fremhæver en bygecelle, der kort efter bevægede sig op over Greve. Pixels hvori SVK regnmålerne i Mosede og Ishøj står, er fremhævet med hhv. rødt og blåt.

Figur 7 viser, at den kraftigste regn var meget lokal og kun fyldte få pixels; 5-6 km mod nordvest og sydøst var det tørvejr! Den bygecelle som gav særlig kraftig regn, udviklede sig til sit maksimum umiddelbart op til passagen af Greve, hvorefter den klingede af og blev "ordinær". Særlige meteorologiske og lokale afstrømningsforhold førte frem til de efter danske forhold usædvanlig kraftige oversvømmelser.

SVK måleren i Mosede målte 96 mm regn på ca. 8 timer. For den samme periode gav radaren en regnmængde på 85 mm med naboværdier på 53 til 119 mm. Da disse tal er fladeværdier for 4 km², må overensstemmelsen med SVK målingen siges at være god. Den aktuelle nedbørkalibrering gav i øvrigt resultater, der kunne understøttes af andre nedbørmålinger i regionen.

Taastrup 2.juli 2003

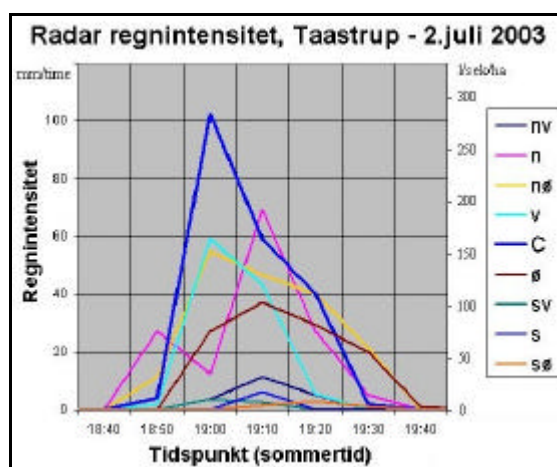
Kraftig regn med oversvømmelser af kældre kom meget hurtigt og lokalt. Lidt før kl. 18 dukkede en lille byge op på Midtjylland, som på vej mod Københavnsområdet udviklede sig kraftigt og efter ca. 1 time nåede sit maksimum over Taastrup. Siden klingede byen hurtigt af og var ordinær, da den nåede længere østpå; SVK målere her målte ikke noget usædvanligt.

Det er nærliggende at se, om der kan beregnes regnparametre ud fra radardata. Figur 8 og 9 viser, at der ifølge radaren faldt ca. 35 mm regn i området med oversvømmelser, og at denne regnmængde faldt meget lokalt på ca. en halv time. Intensiteten kom op på ca. 285 l/sek/ha i gennemsnit for 4 km², men lokalt har den givetvis været endnu højere. Få km mod syd og nord var det tørvejr i hele perioden! Som indirekte verifikation af beregningerne viste private regnmålinger omkring 35 mm. Test af den aktuelle Z-R relation på uafhængige data viste en underestimering af regnmængden på blot 3.6 %. For et lokalt uvejr som her viser radaren sin force.

Total nedbørmængde 2/7-2003 (mm)							
xy	112	113	114	115	116	117	118
141					0.2	0.4	1.4
140		0.1	0.2	0.5	2.7	2.3	9.7
139	0.1	1.0	0.7	4.6	16.4	8.2	20.5
138	1.6	2.2	4.1	23.9	29.3	13.4	8.8
137	11.4	11.4	18.5	34.7	19.1	7.3	2.4
136	13.7	7.6	1.4	1.4	1.1	0.7	0.6
135	0.4	0.2	0.1			0.1	0.1
134							

oversvømmelser

Figur 8. Total regnmængde (mm) 2.juli 2003 bestemt ud fra radardata for Taastrup og omegn. Taastrup ligger indenfor cirklen. Oversvømmelse forekom i den grå pixel.



Figur 9. Tidsseriplot for 2.juli 2003 for den pixel C, der havde oversvømmelser, sammenlignet med 8 nabopixels, hvis position i forhold til C er givet ved kompasretninger.

Dall Villaby ved Aalborg 4.juli 2002

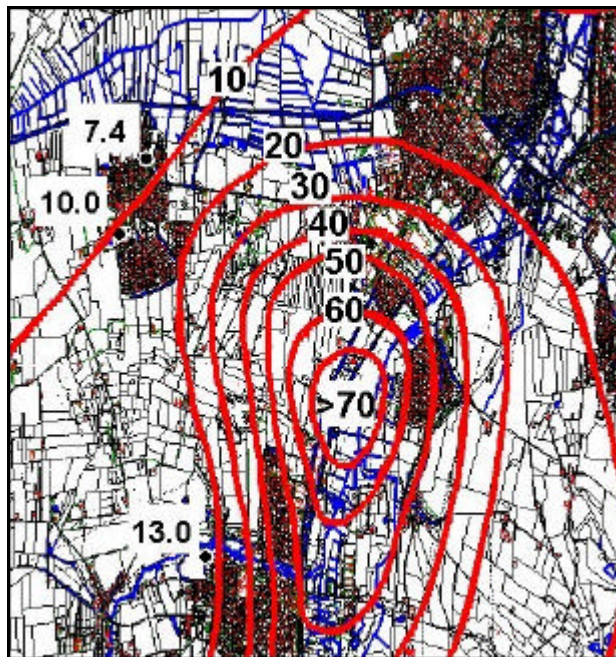
Flere byer passerede langsomt nordover, og akkurat ved Dall Villaby nåede en særlig kraftig byge sit optimale stadie og gav meget store regnmængder og oversvømmelser. På sin færd videre nordpå henfaldt bygen og gav kun ordinære regnintensiteter ved egnens nedbørmålere.

Figur 10 illustrerer et klassisk problem ved vejrradaranalyser: radaren giver en fladeværdi for hver 4 km², men intensiteten inde i en pixel kan sagtens have været betydelig større. Kl. 15.20 er der store forskelle: det var tørt tæt på bygekerne n, og regnen faldt over et meget koncentreret område. Dette afspejler sig også i den totale regnmængde beregnet ud fra radar (figur 11), idet der lokalt faldt over 70 mm, heraf 25 % på kun ca. 20 minutter.

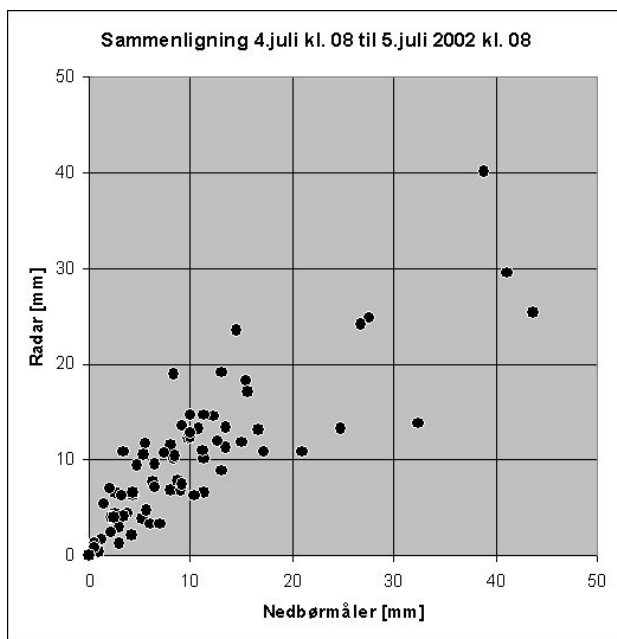
Intensiteten nåede op omkring 360 l/sek/ha. Lokalt har intensiteten helt sikkert været højere, men det er umuligt at sige hvor meget. Denne problematik viser sig også ved nedbørkalibreringen; der vil altid være en vis spredning mellem radar og nedbørmåling. Figur 12 viser udfaldet af den aktuelle Z-R relation for regionens nedbørmålere: et rimeligt resultat for nedbørkalibrering af bygenedbør, som jo har stor rumlig variation.

			1		
	16	128		1	
		360	24	1	
maks		54	4	1	
værdi i		16	10	3	
pixel?	29	9	24	4	

Figur 10. Radar regnintensitet 4.juli 2002 kl. 15.20 (l/sek/ha), Pixlen med 360 l/sek/ha dækker det vestligste Dall Villaby og en del af vådområdet vest herfor.



Figur 11. Regnmængde ud fra radardata, 4.juli 2002. Ved de sorte punkter er vist målt nedbørmængden.



Figur 12. Døgnedbørsom for 4-5.juli 2002 målt med nedbørmålere og vejrradar i Nordjylland.

Afrunding

Normalt fås oplysninger om dimensionsgivende regn fra punktnedbørmålinger, men disse kan komme til kort, hvis nedbøren som i eksemplerne falder meget lokalt. Her kan der suppleres med information om nedbør vha. vejrradar, der giver et bud på relativ regnintensitet ved "alle" lokaliteter. Selvom radaren giver fladeværdier, som er vanskelige at henføre til punktværdier, er det i nogle tilfælde den eneste mulighed for at skaffe dokumentation for kraftig regn. Om dette så er tilstrække ligt, skal vejes op mod fejlkilder og usikkerhed på estimerne. Idet hverken radar eller punktmåling kan stå alene i alle tilfælde, ligger der et potentiale i at kombinere de to typer data.

9. Kvalitetsmarkering af automatiske nedbørregistreringer

Der foretages både en automatisk og en manuel kontrol af de indkomne nedbørdata.

Resultatet af den udførte kvalitetskontrol fremgår af de månedsoversigter som alle abonnenter af SVK-systemet får tilsendt løbende. Månedsoversigterne viser den forudgående måneds nedbørhændelser, og desuden er enhver suspekt regnhændelse og døggnedbør markeret. De udførte kvalitetsmarkeringer ses ligeledes i de hændelsesoversigter der - via en tilkobling til DMI over telefonnettet - kan hentes til brugerens egen pc (mere information om denne tilkobling i afsnit 9).

Kvalitetsmarkeringen fremgår endvidere af KM2-formatet der bruges ved indlæsning af regnhændelser i afløbsmodeller, og da markeringen ikke er selvforklarende i dette format, uddybes den nedenfor. Ved levering via DMI's personale tilsendes altid forklaring sammen med data.

KM2-formatet består for enhver hændelse af en "overskriftspost" og en række 1-minutsintensiteter (se bilag 2). Status af kvalitetsmarkeringen fremgår af felt 40 i "overskriftsposten" som kan antage 3 værdier:

- 0 = hændelsen er ukontrolleret
- 1 = hændelsen er kontrolleret og OK
- 2 = hændelsen bør forkastes

I felt 41-45 angives en grund til en evt. forkastelse. Denne information defineres som følger:

- e = ekstrem nedbørpost (≥ 2 mm/min) i hændelsen
- d = afvigelse fra nærmeste Hellmann målere
- t = tekniske fejl i hændelsen
- a = kan være afbrudt pga. de angivne tidsintervaller
- s = varme på måler under hændelsen, regnhændelsen er muligvis påvirket af sne

Der kan i øvrigt henvises til [Cappelen, 1993].

Kvalitetsmarkeringen bruges ikke af afløbsprogrammets, men tjener udelukkende til en vurdering af hver enkelt hændelse. Vær opmærksom på at det kan lade sig gøre at udskrive udelukkende godkendte hændelser, udelukkende forkastede hændelser eller begge dele efter ønske.

Data bør ikke bruges ukritisk. Det er vigtigt at der foretages en kvalificeret kontrol af de enkelte hændelser. Især er det vigtigt at gennemgå forkastede hændelser.

10. Adgang til nedbørdata

Ud over de løbende standardberegninger og -udskrifter der hver måned udsendes til alle tilsluttede abonnenter af regnmålersystemet, er der mulighed for selv at hente nedbørdata.

10.1 Internetadgang

I 2001 blev der udviklet et system til hentning af nedbørdata via Internettet. Via dette system kan SVK-abbonenter selv udtrække kvalitetskontrollerede historiske regnhændelser fra regnmålersystemets stationer.

Abbonenter kan på denne måde trække historiske data i vilkårlige tidsperioder fra samtlige SVK-stationer. De statistisk behandlede historiske regnhændelser er tilgængelige i databasen ca. en time efter en regnhændelse.

Internetadressen hvorfra data kan udtrækkes, er www.dmi.dk/klima/svk/bestilling.html. For at få adgang til hjemmesiden skal man oprettes som bruger, og der kræves password og brugernavn. Som abonnent er det gratis at blive oprettet som bruger. Henvendelse vedr. oprettelse som bruger rettes til Maja Kjørup Nielsen eller Flemming Vejen, DMI's observationsafdeling.

For abonnenter der ikke har adgang til Internettet vil der fortsat være mulighed for at hente data fra DMI's database via det "gamle" kommunikationsprogram.

Her har abonnenter i lighed med dem der henter data via Internettet, adgang til historiske regnhændelser fra alle målere som er med i systemet.

Princippet i dette system er at en abonnent ved tilkobling over telefonnettet til en kommunikationsenhed på DMI kan trække historiske data vha. et kommunikationsprogram og et ordrebestillingsprogram.

Som bruger er det gratis at få oprettet en sådan adgang til DMI's kommunikationsserver samt at rekvirere de programmer der er nødvendige for selv at kunne trække data via modem til sin egen pc. For at få oprettet denne adgang skal man henvende sig herom til Maja Kjørup Nielsen eller Flemming Vejen, DMI's observationsafdeling.

10.2 Realtime nedbørdata

Ud over de historiske serier kan der også tilbydes **regndata i næsten sand tid** fra et af brugerne udpeget udvalg af regnmålere. En bruger kan ved en modemtilkobling til DMI således løbende modtage registreringer fra et udvalg af målere med en minimal forsinkelse der erfaringsmæssigt er få minutter. I dette tilfælde er data altså tilgængelige før de behandles og lagres i databasen.

Stationsvalget i forbindelse med realtime-systemet aftales med DMI, ligesom det også er muligt at bestemme starttidspunktet for datafangsten.

Brugere der ønsker tilslutning til realtime-systemet, skal i tillæg til de almindelige afgifter til regnmålersystemet betale kr. 4.500 pr. år ekskl. moms (2003 niveau).

Et fortsat stigende antal af SVK-abonnenter benytter - med stor succes - muligheden for udtræk af historiske regnserier via Internettet. Desuden anvender Københavns Energi, Afløb "Realtime Data" i forbindelse med operationel overvågning.

Yderligere oplysninger om realtime-systemet kan fås ved henvendelse til DMI, Erik Wienberg.

10.3 Udlevering af data fra DMI's database

Ud over muligheden for selv at trække nedbørdata via Internettet eller modemtilslutning er der adgang til nedbørdata ved henvendelse til DMI's Sektion for Vejr- og Klimainformation som udtrækker og sender data.

Alle tilsluttede abonnenter har gratis adgang til samtlige måledata i hele systemet. Det er dog ikke gratis at få databasens personale til at udtrække og sende data.

Hvis det ønskes at DMI udtrækker og sender data, rettes der skriftligt henvendelse til DMI's Sektion for Vejr- og Klimainformation.

11. En automatisk regnmåler klarer ikke alle ting automatisk...

Nedbørmåleren der anvendes i SVK-systemet, stammer fra det australske firma McVan Instruments, type Rimco 7499020.

Denne måler er siden blevet ombygget med et af DMI udviklet varmesystem der muliggør smeltning af fast nedbør. Den oprindelige lidt sarte kobbertragt i måleren er blevet forsynet med en kraftig overfladebehandling.

Den modificerede Rimcomåler er intensitetsuafhængig og er derfor specielt velegnet til måling af ekstremnedbør. Målerens varmesystem gør at fast nedbør smeltes, dog kan kombinationen af fast nedbør og hård frost (under -5°) give problemer med registrering af nedbør.

Til måleren hører et styreskab som indeholder dataopsamlingsenhed og kommunikationsmodem (til alarmnettet). Systemet er forholdsvis simpelt og udgør således sammen med nedbørmåleren et pålideligt og robust nedbørmålersystem. Placeringen af måleren på normalt offentligt utilgængelige steder yder god beskyttelse mod hærværk. Regelmæssige serviceeftersyn (min. hvert andet år) medvirker til at måleren til stadighed overholder specifikationerne. Hvis en måler en sjælden gang fejler, vil DMI's teknikere starte afhjælpning inden for få dage.

Det hænder imidlertid at en nedbørmålers ydelse langsomt forringes uden at det kan tilskrives hærværk eller tekniske forhold.

Nedbørmåleren er ved den oprindelige etablering søgt opstillet på en sådan måde at både de meteorologiske og de installationstekniske forhold er blevet tilgodeset. Udpegningen af den fysiske målerplacering sker ved et samarbejde mellem DMI og målerens ejer.

Nedbørmåleren opstilles på en piedestal, således at overkanten af måleren befinder sig 1,5 m over terræn. Denne opstilling medfører at der kommer "forstyrrelser" i den omgivende luftmasse. Herved påvirkes nedbørpartiklernes baner, således at ikke al nedbør opfanges. Ved at sørge for passende læforhold omkring måleren kan denne effekt minimeres. Lægiverne må dog ikke have en størrelse så nedbøren forhindres i at nå måleren.

DMI har empirisk fastlagt optimale højdevinkler⁴ fra 8 retninger horisonten rundt. Især er det vigtigt at der er passende højdevinkler mod SE, S, SW og W hvorfra ca. 3/4 af al nedbør i Danmark kommer. Høje bygninger er uheldige som lægiverne da disse kan give voldsom turbulens. Bedst er naturlig vegetation der ved klipning holdes i passende højde. Terrænet omkring måleren bør være passende jævnt, dvs. ingen skrænter og bakker inden for en afstand af minimum 50 m fra måleren. I forbindelse med en nyopstilling fastlægges højdevinklerne fra 8 retninger, og disse målinger gentages hvert andet år samtidig med at der tages fotos i de 4 hovedretninger.

Ud fra de målte højdevinkler beregnes et såkaldt læ indeks som er et vægtet gennemsnit af højdevinklerne [Allerup *et al*, 1998]. Læindekset kan bl.a. anvendes til at vurdere kvaliteten af nedbørdata gennem tiden.

I tabel 6 er listet læ indeks for hver station, idet både det aktuelle og de historiske indeks er angivet. Ud for hvert læ indeks er angivet året for den tilhørende måling af højdevinkler.

⁴ Højdevinklen er vinklen mellem overkant af nedbørmåler og toppen af lægiver.

Læindekset bør ideelt ligge mellem 20 og 30 [Vejen et al. 1998]. Ved værdier over 30 begynder der at optræde interception. Dette opstår ved vindpåvirkning under nedbør når høj vegetation eller høje bygninger fanger en del af nedbøren.

Inden for en toårig serviceperiode kan der imidlertid ske væsentlige ændringer i nedbørmålerens omgivelser. **DMI er derfor meget interesseret i at modtage information om enhver ændring i måleromgivelserne hvad enten den skyldes opførelse af nye bygninger eller at vegetationen omkring måleren har nået uacceptable højder.** Det kan således forekomme at DMI i en sådan situation vil anbefale flytning af måleren for at sikre datakvaliteten.

DMI er ligeledes interesseret i at modtage information om en eventuel kunstig vandtilgang til måleren, f.eks. i forbindelse med have/markvanding. En sådan hændelse er selvsagt meget uheldig, men den kan, hvis den rapporteres til DMI, fjernes fra databasen så der undgås "forurenede" data.

Det forekommer at der opstår driftsstop på en måler simpelthen fordi den er tilstoppet med blade, fugleklatter el. lign. Inden registreringen helt stopper, må det antages at data har været ubrugelige i et stykke tid. Driftsstop som følge af dette er ikke en teknisk fejl og ligger således ikke inden for serviceaftalen. Nedbørmålerens ejer skal derfor regelmæssigt, f.eks. én gang om ugen, sørge for at måleren holdes ren. Dette er både i målerejerens, de øvrige brugere i SVK-nettet og i DMI's interesse.

Tabel 6. Læindeks

Stationsnr.	Nuværende læindeks		Historiske læindeks																				
	År	Læindeks	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	1987	1986	1985	1984	1982	1979
20097	2002	9			8			7		7			6										
20099	2002	12			8			11		7			6										
20211	2002	7			5		4			23			25			24			24				21
20212	2002	3			3																		
20298	2002	4				5																	
20304	2002	13			13		12		9			10			7								
20307	2002	6			6		6																
20309	2002	16			18		13																
20456	2003	10		8		6																	
20458	2003	4		4		3																	
20461	2002	11				12	18											10					10
21192	2002	4			3																		
21207	2002	1				2																	
21364									4			5											
22123	2002	5			7				6														
22191												3											
22321	2002	3				2		1				1											
22361	2002	8			7			6		8		13											
22421	2001	22				19		18		13				13									
22554	2001	7				7		4		4		4			3								
23127	2002	4			3		3		2		4												
23241											1												
23261	2002	6			11			7		9					5			6					
23263	2003	9																					
23294	2003	10		10		8		9			12												
23321	2002	5			6				8		8												
23345					1			0		0													
24292	2002	7			7		6		9		10			12			14		8		7		8
24341							3			4		5											
25101					0			0						0									
25171	2003	9		8		9		8		8		8		8	9			7	6			10	
26091	2002	5			5		3		7		7		17			17			19			9	
26099							2					4											
26376	2002	12			8		3		4		4												
26481	2002	6			5		5		5		6		6			5			7			4	3
27011										4		3			4								
27021															2								
27031										1				1									
27119										4					4								
28181	2003	1			1				2			1											1
28182																			13			10	
28183	2003	7		5			6									10						6	6
28184	2003	15			13		13		16		16		13			13			14			15	13

Stationsnr.	Nuværende læindeks		Historiske læindeks																				
	År	Læindeks	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	1987	1986	1985	1984	1982	1979
28186	2003	10		10			15	12		12	16		14			13			14			12	9
28453	2003	13		9			8		8		8												
28461	2002	12																					
28503	2002	5																					
29009						1		2							0								
29041	2003	5		5		3			4		3		3				3						
29114	2003	2																					
29122	2001	13																					
29142	2001	4																					
29291					7		7		8		7		9										
29354	2002	7			6			5		5													
29358	2003	12																					
29387	2003	1	1		2		1		2														
29429										3					3								
30031	2001	21					22		25		22		21			20							
30131	2001	10					9		8		7		6										
30168	2001	5					5		5		5			10									
30189																							
30191	2001	30					30		25							27			30			22	25
30201	2001	19					17		13					11		12							
30208	2001	15					16		16					17									
30211														4		4			6				3
30217							4				5												
30218	2001	15				13																	
30221									16		13	13						13					
30222	2003	18		18			22		21			18				16			18				
30223																							
30224																							15
30242	2003	11			11																		
30243					42	37	31			27			27										
30261											0												
30309	2003	19		15			18			13													
30311											15	20							18				19
30312																						1	1
30313	2003	24		21			18		23							17							
30314	2003	19		19			20		22										31			25	24
30315											28	21							26				
30316	2001	5					6					5;14				12			10				
30317	2003	4			3		39		27				29			26			24			27	25
30318	2003	13		13			12		14				12			10			10				
30319	2003	14		13			12		6				5						8				
30321	2003	21		20			21		20				19						21				17
30325	2002	14			11		11			11													

Stationsnr.	Nuværende læindeks		Historiske læindeks																				
	År	Læindeks	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	1987	1986	1985	1984	1982	1979
30326	2002	17			16		16				17												
30348	2002	14					14			9													
30351	2002	19			19		21			18			21						21				
30352	2002	18			31		27			18			26						17				
30353	2002	6			5		6			4						8							6
30381	2002	18			16			15	12				14										
30384	2003	16		9			11		5		3				3								
30386	2003	8		7			8		5			8											
30388	2003	8		8			7		4														
30395	2003	25		22			20		11		13		12										
30411	2003	7		7			5		4			5											
30451	2003	14		13			13		12				14			14							
31031																			23				
31151	2003	9		9			5		5			5				11							
31231																	8						
31401	2003	20		20			20		24		30		24		18				32		23	19	17
31406														0									
31511	2003	10		9			10		10		9			9	7				7		7	6	8
31621												2											
32097	2003	14	15				15				14					14							

12. SVK's Styregruppe for Regnmålersystemet

I 2003 har SVK's styregruppe bestået af følgende medlemmer:

Arne Pedersen, formand Århus Kommune Miljøkontoret Silkeborgvej 260 8230 Åbyhøj Tlf. 89 40 45 71 Fax: 89 40 42 50 E-mail: arp@mil.aarhus.dk	Karsten Arnbjerg-Nielsen COWI A/S Parallelvej 2 2800 Lyngby Tlf.: 45 97 13 67 Fax: 45 97 22 12 E-mail: kar@cowi.dk
Sten Rostrup Søllerød kommune Øverødvej 2 2840 Holte Tlf.: 45 46 64 13 Fax: 45 46 64 01 E-mail: sr@sollerod.dk	Hanne Kjær Jørgensen Krüger A/S Gladsaxevej 363 2860 Søborg Tlf.: 39 57 24 83 Fax: 39 69 36 34 E-mail: hkj@kruger.dk
Jette Nielsen Slagelse Kommune Rådhuset 4200 Slagelse Tlf.: 58 55 33 71 E-mail: jan@slagelse.dk	Sonia Sørensen Københavns Energi Afløb Vognmagergade 8 1149 København K Tlf.: 33 42 56 06 Fax: 33 42 59 63 E-mail: sons@ke.dk

13. Kontaktpersoner på Danmarks Meteorologiske Institut

Vedr. tekniske anliggender og selve måleren:

Claus Nehring
Teknisk Sektion
Observationsafdelingen
E-mail: cn@dmi.dk

Vedr. data:

Maja Kjørup Nielsen
Sektion for Kvalitetssikring
Observationsafdelingen
E-mail: mkn@dmi.dk

Flemming Vejen
Sektion for Kvalitetssikring
Observationsafdelingen
E-mail: fv@dmi.dk

Vedr. ændring af adresser, telefonnumre og kontaktpersoner:

Hang Zhou
Sektion for Kvalitetssikring
Observationsafdelingen
E-mail: hz@dmi.dk

Alle kontaktpersoner har adresse på **Lyngbyvej 100, 2100 København Ø** og kan træffes på **telefon: 39 15 75 00**.

14. Referencer

Allerup, P., Madsen, H. & Vejen, F. (1998): *Standardværdier (1961-90) af nedbørkorrektioner*. Technical Report, No. 98-10. Danish Meteorological Institute. DMI, København.

Arnbjerg, K. og Hansen, L. (2003): Trends i ekstremregn. Rapport, Styregruppen for Regnmålersystemet, Spildevandskomiteen. COWI A/S, oktober 2003.

Battan, L. J. (1973): Radar observation of the atmosphere. The University of Chicago Press, Chicago.

Cappelen, J. (1993): *Kvalitetsmarkering af automatiske nedbørsregistreringer*. Technical Report, Danish Meteorological Institute. DMI, København.

Seed, A. W., J. Nicol, G. L. Austin, C. D. Stow and S. G. Bradley (1996): The impact of radar and raingauge sampling errors when calibrating a weather radar. *Meteorol. Appl.*, Vol. 3, 43-52.

Jordan, P., A. Seed, and G. Austin (2000): Sampling errors in radar estimates of rainfall. *J. Geoph. Res.*, Vol. 105, No. D2, 2247-2257.

Spildevandskomitéen (1974): *Bestemmelse af regnrækker*. Dansk Ingeniørforening Spildevandskomitéen. Skrift nr. 16.

Spildevandskomitéen (1999): *Regional Variation af Ekstremregn i Danmark*. Dansk Ingeniørforening Spildevandskomitéen. Skrift nr. 26.

Vejen, F., Madsen, H. og Allerup, P. (1998): *Korrektion for Fejkilder af Daglige Nedbørmålinger i Danmark*, Technical Report, No. 98-9, Danish Meteorological Institute. DMI, København.

BILAG

Bilag 1. Oversigt over ekstremregn i 2003 på de enkelte stationer

Station	Navn	Største nedbør-mængde i ét døgn (mm)	Dato	Største nedbør-mængde i én hændelse (mm)	Dato	Største 10-min intensitet $\mu\text{m/s}$	Dato
20097	Frederikshavn Materielgård	32.0	27/04	32.6	26/04	13.67	18/07
20099	Frederikshavn Renseanlæg	35.8	03/07	35.2	10/09	12.33	10/06
20211	Sulsted	41.4	03/07	41.2	03/07	11.08	21/09
20212	Vodskov	41.2	27/07	39.6	27/07	8.33	21/09
20298	Gistrup	39.6	03/07	39.6	03/07	10.67	07/09
20304	Aalborg Pumpestation	32.8	03/07	32.8	03/07	9.50	19/05
20307	Aalborg Renseanlæg Vest	36.8	03/07	31.4	03/07	11.33	09/06
20309	Nørresundby Søvangen P.	25.2	27/07	25.2	27/07	8.00	09/06
20456	Frejlev Syd	38.8	03/07	38.8	03/07	12.67	07/09
20458	Frejlev Nord	40.0	03/07	34.8	03/07	14.67	07/09
20461	Svenstrup J.	32.6	03/07	32.6	03/07	16.00	04/06
21192	Skive Renseanlæg	30.2	29/06	25.6	03/06	11.33	01/07
21207	Skive Lufthavn	30.6	29/06	25.6	29/06	17.67	08/06
22123	Grenå Ådalen P40	32.4	10/09	25.0	26/04	12.67	22/07
22321	Egå Renseanlæg	22.8	03/07	25.2	26/04	14.67	08/06
22361	Viby J. Renseanlæg	21.4	27/07	20.8	22/05	8.00	29/08
22421	Silkeborg Vandværk	18.2	23/06	20.8	26/04	9.00	28/07
22554	Trankær Renseanlæg	35.0	27/07	32.4	27/07	26.33	29/06
23127	Horsens Renseanlæg	28.0	19/10	30.2	19/10	5.17	29/06
23261	Vejle Renseanlæg	36.0	19/10	36.0	19/10	18.67	08/06
23263 ¹⁾	Vejle Pumpestation	4.2	28/12	4.0	28/12	1.44	28/12
23294	Fredericia Renseanlæg	30.2	30/08	28.8	30/08	10.78	30/08
23321	Kolding Renseanlæg	44.0	23/06	39.8	23/06	22.67	23/06
23345 ⁴⁾	Vamdrup Flyveplads	25.0	08/06	20.8	23/06	17.50	08/06
24292	Herning Renseanlæg	53.2	02/07	53.2	02/07	16.00	09/06
25171	Esbjerg Renseanlæg Vest	28.8	08/06	26.4	29/08	14.67	08/06
26091	Haderslev Renseanlæg	19.4	07/10	20.4	26/04	13.00	24/07
26376	Tønder Renseanlæg	26.0	04/07	27.4	03/07	18.67	08/06
26481	Sønderborg Vandværk	23.8	26/04	29.0	26/04	14.83	23/06
28181	Bolbro Vandværk	19.2	30/08	23.4	26/04	12.67	24/07
28183	Ejby Mølle Renseanlæg	20.6	30/08	19.8	26/04	9.67	23/06
28184	Odense NV Renseanlæg	18.8	30/08	19.8	26/04	11.67	23/06
28186	Odense Vandværk	25.0	23/06	21.8	26/04	21.00	23/06
28453	Svendborg Renseanlæg	20.8	23/06	14.4	30/04	12.67	23/06
28461	Svendborg Overløbsbassin	30.2	23/06	26.0	24/07	17.00	23/06
28503	Ærøskøbing Renseanlæg	30.0	04/07	18.2	22/07	29.33	22/07
29041	Holbæk Renseanlæg	42.0	10/09	28.4	09/09	12.00	04/07
29114 ²⁾	Ulstrup Renseanlæg	20.6	04/07	13.8	13/12	6.33	01/09
29122	Sønder Nyrup Renseanlæg	51.8	24/07	51.6	24/07	30.67	24/07
29142	Kalundborg Renseanlæg	51.2	24/07	51.2	24/07	27.33	24/07
29354	Slagelse Renseanlæg	34.8	08/06	34.8	08/06	16.33	08/06

Station	Navn	Største nedbør-mængde i ét døgn (mm)	Dato	Største nedbør-mængde i én hændelse (mm)	Dato	Største 10-min intensitet $\mu\text{m/s}$	Dato
29358 ³⁾	Slagelse Pumpestation	30.2	01/09	23.4	01/09	17.33	01/09
30031	Sydvestens Renseanlæg	31.4	30/04	31.2	30/04	11.67	30/04
30131	Frederikssund Renseanlæg	46.4	10/09	46.6	09/09	8.44	09/09
30168	Hillerød Renseanlæg	65.6	10/09	64.4	10/09	13.00	10/09
30191	Dronninggård Renseanlæg	29.6	10/09	29.0	10/09	10.67	24/05
30201	Vedbæk Renseanlæg	36.6	10/09	36.0	10/09	15.67	24/05
30208	Ordrup Kirkegård	29.2	18/07	25.8	10/09	17.67	23/06
30218	Stades Krog Overløbsbassin	27.8	29/01	37.4	28/01	11.67	12/05
30222	Søborg Vandværk	25.6	24/05	24.0	24/05	11.00	12/05
30242	Stavnsholt Renseanlæg	32.6	10/09	32.0	10/09	15.33	12/05
30309	Åvendingen	41.8	10/09	40.6	10/09	16.33	12/05
30313	Kløvermarksvej	27.2	24/05	23.2	10/09	16.67	02/07
30314	Kongens Enghave	27.6	10/09	27.4	10/09	9.44	12/05
30316	Måløv Renseanlæg	39.0	10/09	35.6	10/09	8.67	18/07
30317	Glostrup Genbrugsstation	32.0	10/09	30.4	10/09	8.67	02/07
30318	Hvidovre Vandværk	31.2	10/09	30.0	10/09	12.67	24/05
30319	Hvidovre Pumpestation	19.0	24/05	18.0	30/04	11.67	24/05
30321	Rødovre Vandværk	32.4	10/09	31.4	10/09	14.33	02/07
30325	Bispebjerg Hospital	20.6	24/05	20.0	10/09	8.33	23/06
30326	Lygten	24.8	29/08	24.8	29/08	11.67	26/07
30348	Wibrandsvej	27.0	10/09	26.4	10/09	13.50	02/07
30351	Tårnby Pumpestation 4	48.8	29/08	48.2	29/08	10.00	31/08
30352	Tårnby Pumpestation 10	24.8	10/09	24.2	10/09	10.69	31/08
30353	Tårnby Renseanlæg	25.6	10/09	27.6	19/10	11.67	04/07
30381	Landbohøjskolen	29.2	10/09	28.6	10/09	10.33	04/07
30384	Brøndbyvester Vandværk	40.4	10/09	39.4	10/09	10.67	04/07
30386	Albertslund Materielgård	33.2	10/09	33.2	09/09	14.00	24/05
30388	Høje Tåstrup	40.2	18/07	40.2	18/07	11.33	24/05
30395	Ishøj Varmeværk	42.6	18/07	31.6	18/07	17.33	18/07
30411	Roskilde Renseanlæg	38.4	10/09	39.0	09/09	9.67	29/06
30451	Mosedede Renseanlæg	33.0	10/09	33.4	09/09	15.67	03/07
31151	Næstved Renseanlæg	22.4	30/04	22.4	30/04	10.33	23/06
31401	Nakskov	19.0	04/07	22.6	03/07	17.50	23/06
31511	Nykøbing F. Renseanlæg	30.8	04/07	27.0	01/09	12.33	01/09
32097	Rønne C	22.6	04/07	19.6	29/08	10.67	25/05

¹⁾ 23263 Vejle Pumpestation blev opstartet d. 19/12

²⁾ 29114 Ulstrup Renseanlæg blev opstartet d. 24/6

³⁾ 29358 Slagelse Pumpestation blev opstartet d. 15/8

⁴⁾ 23345 Vamdrup Flyveplads blev nedlagt d. 29/6

Bilag 2. KM2-format

Nedenfor er angivet definitionen på KM2-formatet.

Formatet består af en statuslinje og en række regnintensiteter på fast format. Der er ingen tomme linjer i formatet.

Positionerne på statuslinjen indeholder følgende information:

- 1-1 Regntype
 - 1 = målt
 - 2 = modificeret manuelt
 - 3 = kunstig regn
- 2-2 Blank
- 3-10 Start på regnhændelse (ÅÅÅÅMMDD)
- 11-11 Blank
- 12-15 Start på hændelse i timer og minutter (TTMM)
- 16-17 Blank
- 18-22 Stationsnummer
- 23-24 Blank
- 25-28 Hændelsens længde i minutter
- 29-29 Blank
- 30-31 Tidsopløsning i minutter (heltal)
- 32-38 Nedbørsmængde i mm, også kaldet regndybde (dddd.d)
- 39-39 Blank
- 40-40 Statusinformation vedr. meteorologisk kontrol
 - 0 - Hændelsen er ukontrolleret
 - 1 - Hændelsen accepteret
 - 2 - Hændelsen er forkastet
- 41-45 Statusinformation hvis forkastet
 - e - ekstrem fejlagtig intensitet
 - d - døgnnedbør divergerende ift. nærliggende målere
 - t - teknisk fejl i regnhændelsen
 - a - hændelsen kan være afbrudt pga. træk i databasen
 - s - regnhændelsen muligvis påvirket af sne

Formatet af linjerne med intensitetsangivelser er følgende:

- 1_ Tom
- 2-8 Intensitet i format iii.iii
- 9-15 Intensitet i format iii.iii
- ...
- 65-71 Intensitet i format iii.iii

Det beskrevne format kræver indlæsning i edb-programmer med fast format idet høje voluminer og intensiteter kan medføre at nogle tal ved fri indlæsning kan blive opfattet forkert. Der er p.t. ikke godkendte data der vil blive indlæst forkert, men der er fejlbehæftede data med så høje intensiteter at edb-programmerne kan indlæse data forkert hvis der anvendes fri indlæsning.

Eksempel på KM2-formatet:

1	19970621	1849	30319	51	1	3.8	1					
	3.333	1.667	1.667	3.333	3.333	3.333	1.667	1.667	3.333	1.667		
	1.667	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833	1.667		
	1.667	1.111	1.111	1.111	1.667	1.667	1.111	1.111	1.111	1.667		
	1.667	1.111	1.111	1.111	1.111	1.111	1.111	0.833	0.833	0.833		
	0.833	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333		
	0.333											
1	19970909	0524	30318	2	1	0.4	0	a				
	3.333	3.333										

I *Cappelen (1993)* er de enkelte kvalitetsmarkeringer defineret nærmere.

Definition af nedbørhændelse

En nedbørhændelse skal bestå af mindst 2 registreringer, og tidsafstanden mellem to på hinanden følgende registreringer skal være mindre end 60 minutter.

En nedbørhændelse starter altid på tidspunktet for den første registrering (vip) minus 1 minut. Hændelsen stopper på minuttallet for sidste registrering.

Intensiteten i det første minut er mængden af nedbør i dette minut divideret med tidsdifferencen 1 minut. Intensiteten til et senere tidspunkt i hændelsen defineres således at 0.2 mm nedbør (svarende til et vip, altså målerens rumlige opløsning) fordeles ligeligt tilbage til forrige registrering (vip), mens resten siges at være faldet inden for det sidste minut.