



### **Bilag 3:**

**Favrskov Kommune  
Valg af regn i Favrskov Kom-  
mune**

## **Rekvirent**

Favrskov Kommune  
Teknik og Miljø  
Torvegade 7  
8450 Hammel  
Lone Bejder  
Telefon 89 64 53 06  
E-mail lb@favrskov.dk

## **Rådgiver**

Orbicon A/S  
Jens Juuls Vej 16  
133.07050  
Projektleder Lene Lykke Kraglund  
Kvalitetssikring Dorthe Pinholt  
Revisionsnr. 0  
Godkendt af Flemming Hermann  
Udgivet Oktober 2008

**Favrskov Kommune**  
**Valg af regn i Favrskov Kom-**  
**mune**

# INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Indledning .....	5
2	Skrift 26 og 28 fra spildevandskomitéen.....	6
3	Udvikling i nedbør .....	8
4	Analyse af regn .....	9
4.1	Dimensionsgivende regn .....	9
5	Anbefaling .....	12
5.1	Kapacitetsberegninger .....	12
5.1.1	Beregningsniveau 1: Den rationelle metode .....	12
5.1.2	Beregningsniveau 2: Mike Urban med CDS-regn.....	12
5.1.3	Beregningsniveau 3: Mike Urban LTS-beregninger .....	12
5.2	Regn til SAMBA og nettonedbør .....	13
5.2.1	Beregning af separate regnvandsudløb med nettonedbør.....	13
5.2.2	Beregning af aflastet fællesvand.....	13

## BILAGSOVERSIGT

Bilag 1	Geografisk placering af analyserede nedbørsstationer
Bilag 2	Sammenligning af intensiteter
Bilag 3	Beskrivelse af Viby-regnserien
Bilag 4	CD-rom med regn i KM2-format

## Indledning

Favrskov Kommune skal i forbindelse med analyse af nedbørspåvirkede anlæg og recipienter bruge nedbørsdata.

I 1999 udkom skrift nr. 26 fra spildevandskomitéen "Regional variation af ekstremregn i Danmark". I oktober 2006 udkom skrift nr. 28 fra spildevandskomitéen. Skrift 26 er en statistisk bearbejdning af nedbørsdata fra 1979-1996. Skrift 28 er en ny bearbejdning af nedbørsdata frem til august 2005. Skrifterne indeholder værktøjer til regionalt at sammenligne regnserier med en statistisk model for intensiteter og gentagelsesperioder.

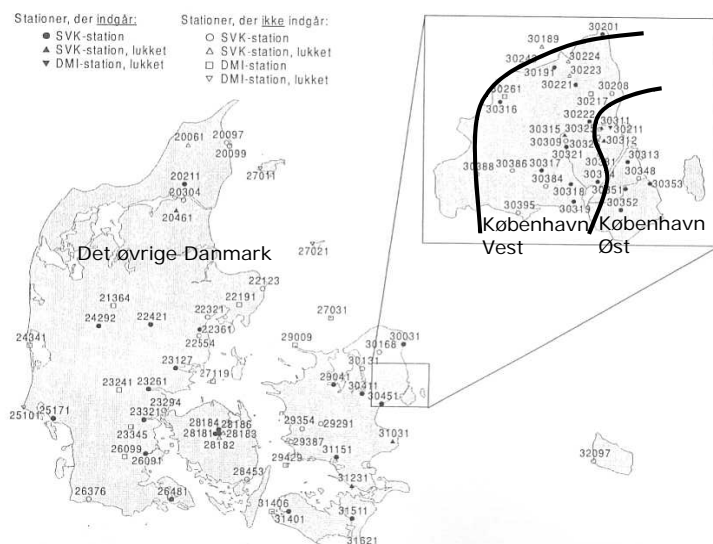
Spildevandskomitéens regnmålersystem omfatter en række målere placeret i hele landet. De første målere blev etableret i 1979. Indenfor Spildevandskomitéens regnmålersystem er der ikke opstillet regnmålere i Favrskov Kommune, og det er derfor ikke muligt at anvende en lokal regnserie. På baggrund af skrift 28's beskrivelse af regnmønsteret i Danmark udvælges en repræsentativ regnserie for kommunen.

I 2005 har spildevandskomitéen udgivet skrift 27, "Funktionspraksis for afløbssystemer under regn", som arbejder med 3 forskellige beregningsniveauer, som har forskelligt input af regn. Skriftet arbejder med gentagelsesperioder op til 10 år.

Dette notat er udarbejdet med henblik på at vælge repræsentative regn til de tre beregningsniveauer. Notatet kan anvendes af projektmedarbejdere, som har brug for et grundlag til dimensionering og konsekvensanalyse.

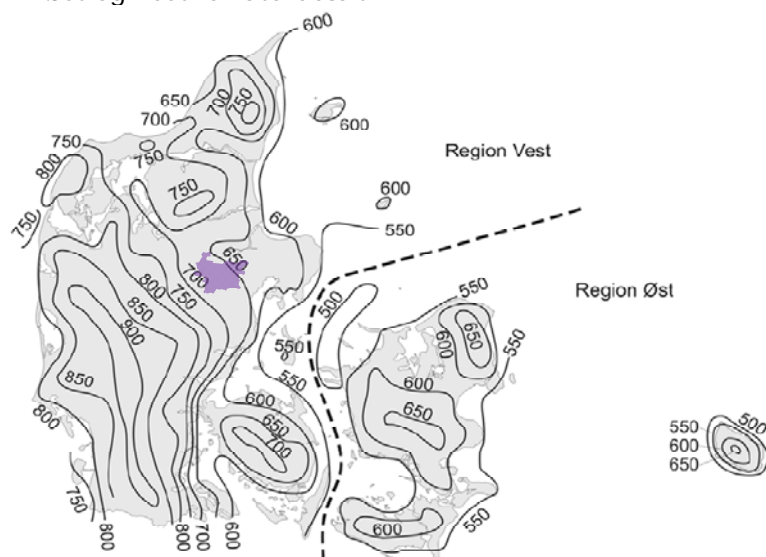
## Skrift 26 og 28 fra spildevandskomitéen

I 1999 udgav Spildevandskomitéen under IDA (Ingeniørforeningen Danmark) skrift nr. 26 "Regional variation af ekstremregn i Danmark". Skriftet analyserer data fra 41 regnserier i perioden 1979-1997 i forhold til hvor repræsentative de er, i den "region" de er placeret i. Danmark er delt op i tre regioner: "København Øst", "København Vest" samt "Det øvrige Danmark". Regionerne ses af nedenstående figur.



Figur 1: Skrift 26's opdeling af Danmark i regioner (kilde: Skrift 26). I alt 41 stationer.

I oktober 2006 udgav Spildevandskomitéen skrift nr. 28, som er en ny bearbejdning af nedbørsdata. Skriftet omfatter behandling af nedbørsdata fra perioden 1979 til august 2005. Skriftet omfatter nedbørsdata fra 66 stationer. I skrift 28 er opdelingen af Danmark ændret således at der kun er 2 regioner – hhv. øst og vest for Storebælt.



Figur 2: Skrift 28's opdeling af Danmark i regioner (kilde: Skrift 28). I alt 66 stationer. Favrskov Kommune er desuden markeret med lilla farve.

Favrskov Kommune er placeret i regionen "Region Vest". Regionerne har betydning for, hvordan man karakteriserer nedbøren, og man mener således, at regnmålere indenfor samme region har en række ens karakteristika. Disse karakteristika er afhængige af årsmiddelnedbøren i det pågældende lokale område. De 66 regnseriers karakteristika er i skrift 28 vurderet i forhold til, hvad der kan forventes af en regnmåler i den pågældende region med den pågældende årsmiddelnedbør.

I forhold til regionalmodellen udviser de enkelte regnserier forskellige tendenser. Nogle over- eller underestimerer intensiteter og voluminer. Dette kan f. eks. skyldes regnmålerens placering i topografien eller dens placering i forhold til lavtryksbaner. En regnserie vil sandsynligvis være repræsentativ lokalt set (nabolaget, kvarteret, bydelen), men områdets udstrækning skal måske vurderes. Muligvis er regnserien ikke repræsentativ for en anden bydel. Det forudsættes i den efterfølgende analyse, at regionalmodellen kan danne grundlag for vurdering af egnetheden af regnserierne.

Der er ikke placeret regnmålere i Favrskov Kommune. Ved valg af repræsentativ regnserie lægges der vægt på, at regnserien har en lang varighed, dvs. mere end 20 år. Regnserien skal ligge i samme region som Favrskov Kommune, dvs. region vest. På figur 2 ses det, at Favrskov Kommunes årsmiddelnedbør er 600-700 mm, dog nærmest 700 mm.

Fra Skrift 28 er flere regnserier udvalgt og gennemgået, hvilket er beskrevet i afsnit 4.

Regnserierne, som er behandlet i skrifterne, er baseret på målinger fra SVK-regnmålere. SVK-målerne er gode til at bestemme intensiteter, men ikke gode til at fastlægge volumen af nedbør. Derfor benytter man udover SVK-målerne også nogle manuelle målere, som er bedre end SVK-målerne til at vurdere årsmiddelnedbør. Årsmiddelnedbør for stationerne i skrift 26/28 er således baseret på de manuelle målere.

### **3       Udvikling i nedbør**

Skrift 26 og 28 forholder sig ikke til en evt. tidslig udvikling i regnmønsteret – hverken nationalt eller lokalt. I forskellige kilder er der indikationer på, at nedbøren udvikler sig i retning af mere ekstreme nedbørsmængder. Sikkerhed på nedbør tillægges på baggrund af skrift 27 og 29 fra Spildevandskomitéen og behandles derfor ikke yderligere i dette notat.



## 4

## Analyse af regn

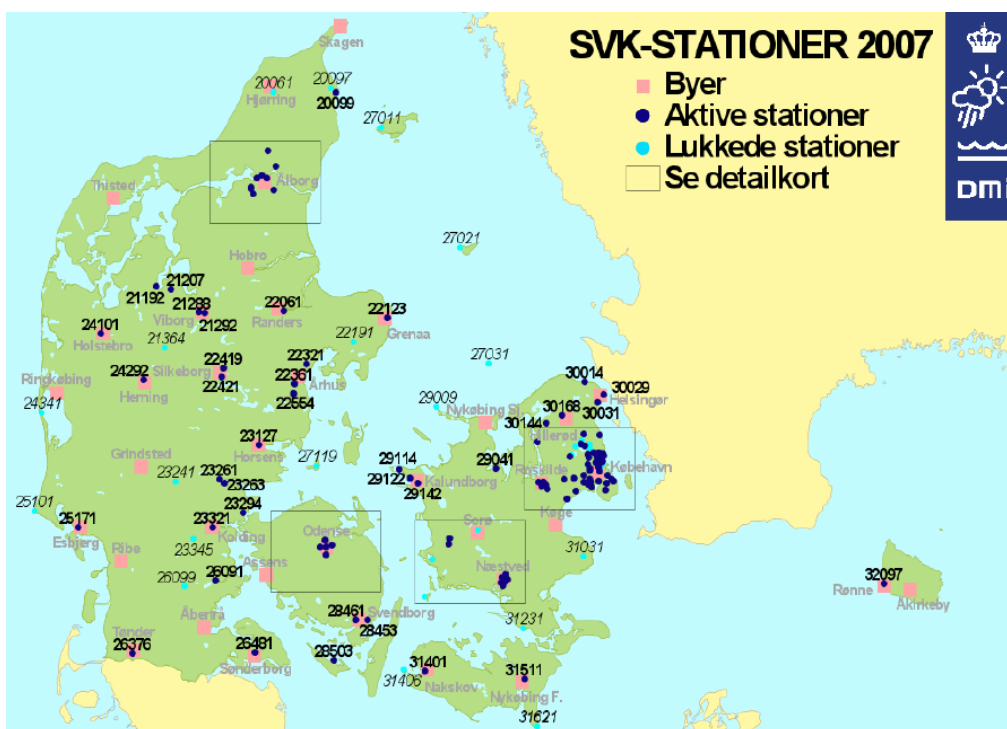
### 4.1

#### Dimensionsgivende regn

Udviklingen indenfor DANVA-arbejdet med ny dansk dimensioneringspraksis omkring DS/EN752 har resulteret i skrift 27 fra spildevandskomitéen. Hvor skrift 26 og 28 omhandler udvælgelse af regn omhandler skrift 27 brugen af regn og acceptable oplevede opstuvningshyppigheder. Skrift 27 arbejder med gentagelsesperioder på op til 10 år.

Generelt set bør man ikke vurdere gentagelsesperioder større end  $1/3 - 1/4$  af regnseriens længde, hvilket betyder, at hvis en regnserie har en længde på 24 år (hvilket mange regnserier har) kan man statistisk set vurdere gentagelsesperioder op til 6-8-år. Da man kan have behov for at vurdere gentagelsesperioder op til 10 år eller mere kræver det regnserier som har en længde på 30-40 år, hvilket vi endnu ikke har til rådighed. Regionalmodellen estimerer intensiteter for større gentagelsesperioder og i nærværende notat er der udvalgt 1 regnserie, som er repræsentativ for Favrskov Kommune. Regnserien er udvalgt på baggrund af dens egenskaber i forhold til regionalmodellen og anbefales anvendt på gentagelsesperioder op til 10 år.

På nedenstående figur ses SVK regnmålersystemet i Danmark.



sentative regnserie, der udvælges, er forlænget op til i dag. Stationernes geografiske placering ses i bilag 1.

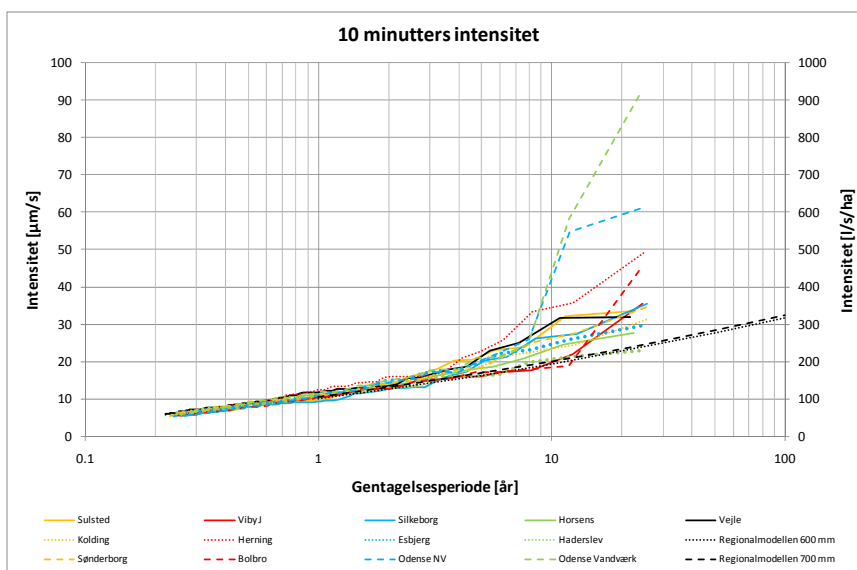
Årsmiddelnedbør [mm/år]	Nedbørsstation	Varighed af regn- serien [år]
655	20211 Sulsted	22,90
661	22361 Viby J. Renseanlæg	24,53
719	22421 Silkeborg Vandværk	25,62
696	23127 Horsens Centralrenseanlæg	22,46
789	23261 Vejle Renseanlæg	21,61
767	23321 Kolding Renseanlæg	25,36
827	24292 Herning Centralrenseanlæg	24,64
775	25171 Esbjerg Renseanlæg V	24,15
789	26091 Haderslev Renseanlæg	23,66
668	26481 Sønderborg Vandværk	25,32
670	28181 Bolbro Vandværk	23,74
648	28184 Odense NV Renseanlæg	23,88
657	28186 Odense Vandværk	23,68

Tabel 1: Oversigt over regnserier, som er analyseret

Regnseriernes intensitet er analyseret for forskellige varigheder og sammenlignet med regionalmodellen. Dette er gjort for følgende varigheder:

- 5 minutter
- 10 minutter
- 1 time
- 3 timer
- 6 timer
- 12 timer
- 24 timer

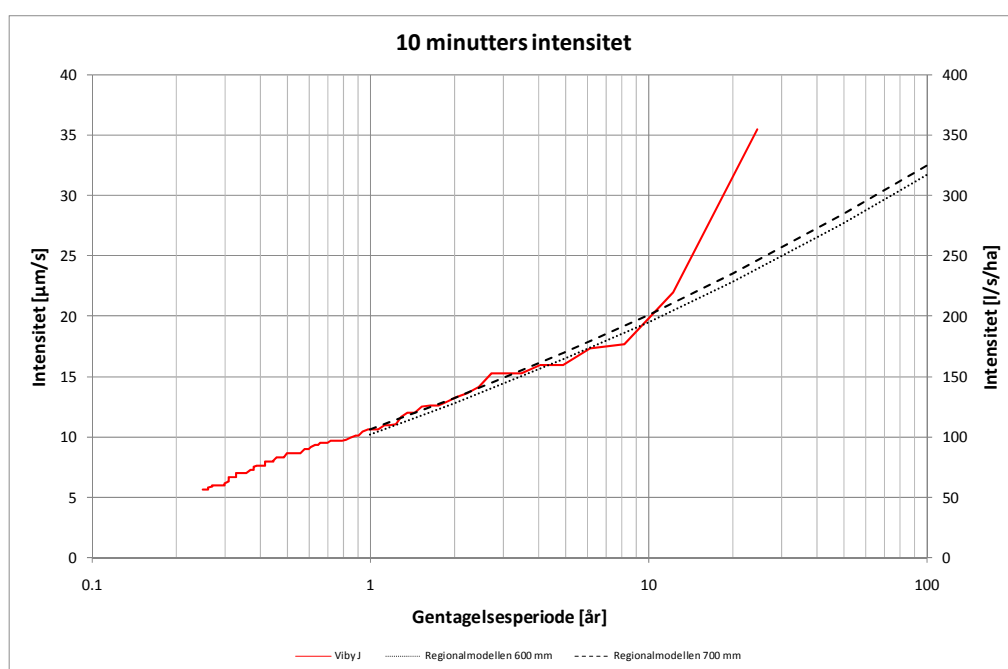
I bilag 2 ses samtlige grafer mens nedenstående figur viser en regnvarighed på 10 minutter for samtlige analyserede nedbørsstationer.



Figur 4: 10 minutters intensitet

På baggrund af figurerne i bilag 2 er det vurderet, at regnserien fra Viby med nr. 22361 er den regnserie, der understøtter regionalmodellen bedst i forhold til årsmiddelnedbøren i kommunen. Regnserien har i skrift 28 en varighed på 24,53 år (frem til august 2005). I udvælgelsen er der lagt vægt på at regnserien understøtter regionalmodellen for gentagelsesperioderne 5 og 10 år.

Viby regnserien underestimerer marginalt i forhold til regionalmodellen for enkelte gentagelsesperioder og varigheder. I bilag 2 er der indsat anmærkning ved alle diagrammer. Ingen af underestimeringerne vurderes som betydelige. Som nævnt skal man dog være varsom med at vurdere gentagelsesperioder større end ca.  $\frac{1}{4}$  af regnseriens varighed. Som eksempel på en underestimering ses 10 minutters intensiteten i figur 5. Det ses, at for en gentagelsesperiode på 5 – 9 år underestimerer regnserien ift. en årsmiddelnedbør på 600 mm.



Figur 5: 10 minutters intensitet; Viby regnserien samt regionalmodellen

Som nævnt har skrift 28 behandlet nedbørsdata frem til 1/8-2005, og Viby-regnserien er i den efterfølgende anbefaling forlænget med data frem til 1/1-2008.

## 5 Anbefaling

På baggrund af ovenstående analyse anbefales følgende til de tre beregningsniveauer:

### 5.1 Kapacitetsberegninger

#### 5.1.1 Beregningsniveau 1: Den rationelle metode

Til beregningsniveau 1 som beskrevet i skrift 27, som omhandler mindre og simple systemer, som f.eks. mindre byggemodninger anvendes tid-areal metoden hvor der regnes med en fuldtløbende kapacitet svarende til 140 l/s pr. hektar befæstet areal. På baggrund af Viby-regnserien, regionalmodellen samt landsregnrækkerne er 10 minutters intensiteten for gentagelsesperioder på 1, 2, 5 og 10 år bestemt. Intensiteterne fremgår af nedenstående tabel. Ved brug af en intensitet på 140 l/s pr. hektar overskrides kapaciteten hvert andet år. Som det ses er der indbygget en sikkerhed i intensiteten ved anvendelsen af landsregnrækkerne frem for regionalmodellen.

T [år]	10 minutters intensitet [l/s/ha]			
	1	2	5	10
Viby	107	132	161	196
Regionalmodellen, 600 mm	102	128	165	195
Regionalmodellen, 700 mm	107	133	170	202
<b>Landsregnrækker</b>	<b>110</b>	<b>140</b>	<b>190</b>	<b>230</b>

Tabel 2: Intensiteter til beregning vha. den rationelle metode.

#### 5.1.2 Beregningsniveau 2: Mike Urban med CDS-regn

I forbindelse med mindre systemer eller ukomplicerede systemer som beskrevet i skrift 27 anvendes følgende:

CDS-regn genereret ud fra skrift 28:	
ÅMN:	700 mm
Region:	1 (Vest)
Frekvensfaktor:	0
Gentagelse:	1, 2, 5 eller 10 år
Varighed:	240 min. – dog minimum afløbstid + 2 timer
Tidsskridt:	1 min. – kan dog øges til 5 min. afhængig af opgavetype
Asymmetrikoeficient:	0,5

CDS-regnene genereres med en frekvens-/sikkerhedsfaktor på nul, da sikkerhed indlægges senere i brugen af nedbørsdata jf. skrift 27.

#### 5.1.3 Beregningsniveau 3: Mike Urban LTS-beregninger

I forbindelse med større systemer eller komplekse systemer eller systemer med bassiner som beskrevet i skrift 27 anbefales følgende:

Beregning med historisk regnserie fra Viby, st. 22361. Regnserien indeholder årene 1/1-1979 – 1/1-2008. Årene 1/1-1979 – 1/8-2005 er fra Skrift 28, og årene 1/8-2005 – 1/1-2008 er gennemgået af Orbicon på tilsvarende vis som

ved udarbejdelsen af skrift 28 (se beskrivelse af regnserien i bilag 3). Den regningsmæssige varighed af regnserien er 26,94 år.

LTS-beregninger er tidskrævende, og det anbefales derfor, at reducere regnserierne, således at de kun indeholder hændelser med høje intensiteter indenfor en række udvalgte varigheder. Disse regn kan benyttes til kapacitetsberegninger, men beregninger bør altid eftervises med den fulde regnserie, så man sikrer sig, at der er dimensioneret for koblede hændelser.

## **5.2 Regn til SAMBA og nettonedbør**

Beregning af separate regnvandsudløb baseres på oplandsareal og nettonedbør, mens beregning af aflastninger fra fællessystemerne baseres på LTS-beregninger fra Mike Urban eller SAMBA-beregninger.

### **5.2.1 Beregning af separate regnvandsudløb med nettonedbør**

Det anbefales at tage udgangspunkt i regnserien fra Viby, 22361 til brug for beregning af nettonedbør og dermed årlige mængder fra separate regnvandsystemer.

Denne regnserie har en regningsmæssig varighed på 26,94 år og en ÅMN på 661 mm, hvilket anses for at være repræsentativt for kommunen, på trods af den store spredning i årsmiddelnedbør. Ved beregning i SAMBA med et initiat på 0,6 mm og en hydrologisk reduktionsfaktor på 0,8 fås en nettonedbør på **424 mm**.

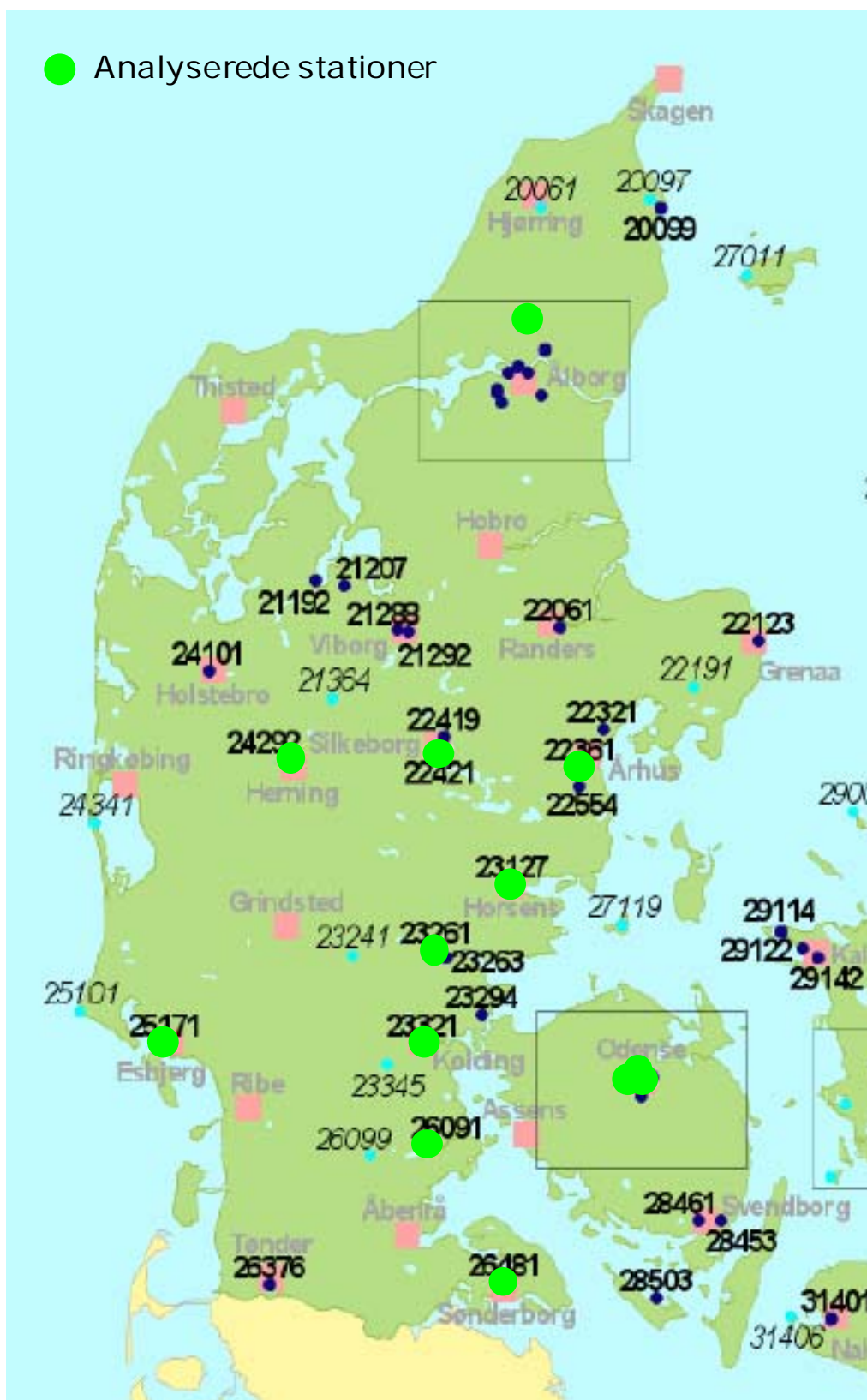
Denne nettonedbør kan anvendes ved estimering af årlige mængder regnvand fra separate regnvandsudløb.

### **5.2.2 Beregning af aflastet fællesvand**

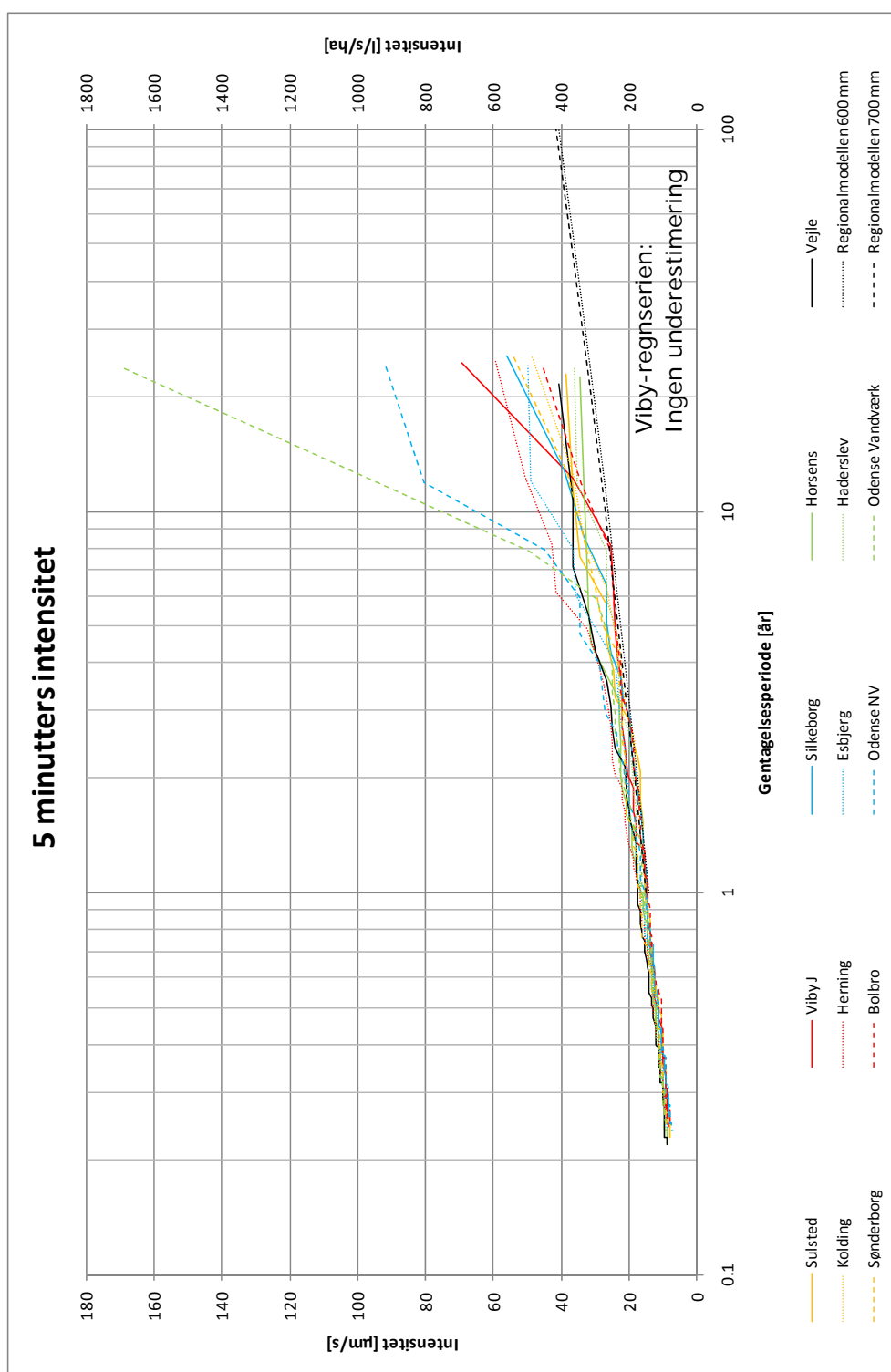
Til brug for beregning af årlige aflastede mængder fra overløbsbygværker anbefales det at benytte Viby-regnserien, 22361.

# B I L A G

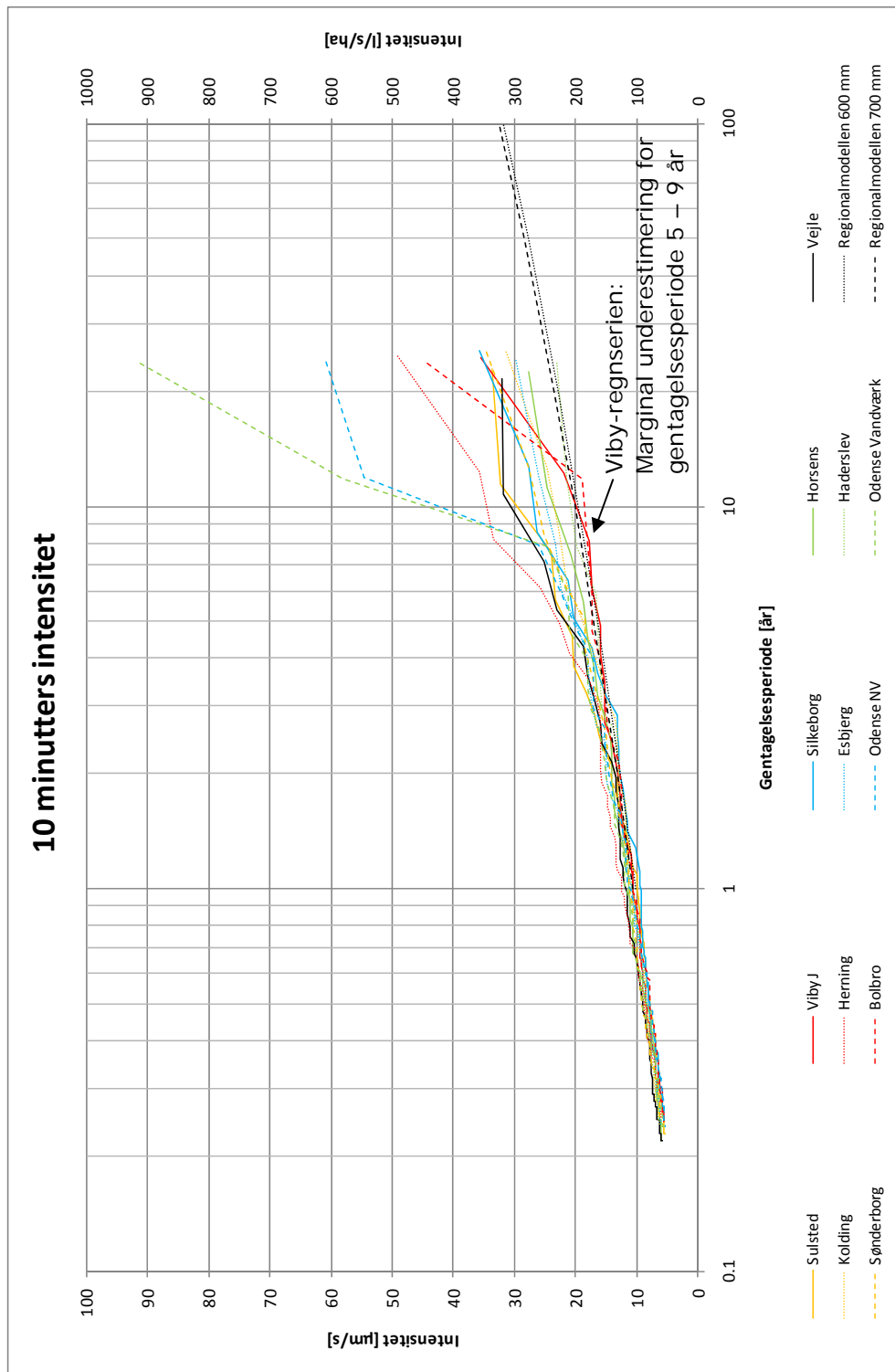
## BILAG 1: Geografisk placering af analyserede nedbørsstationer

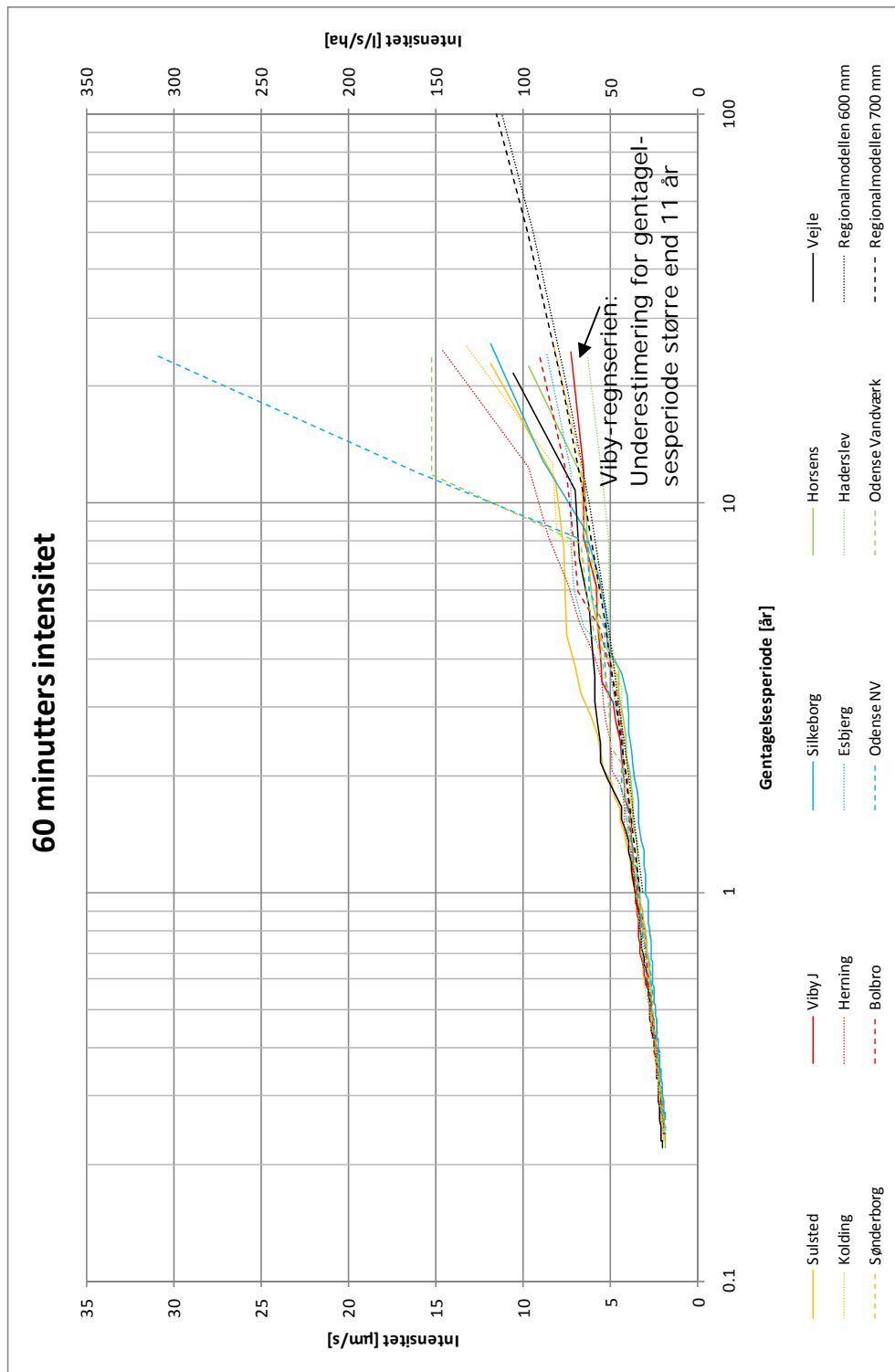


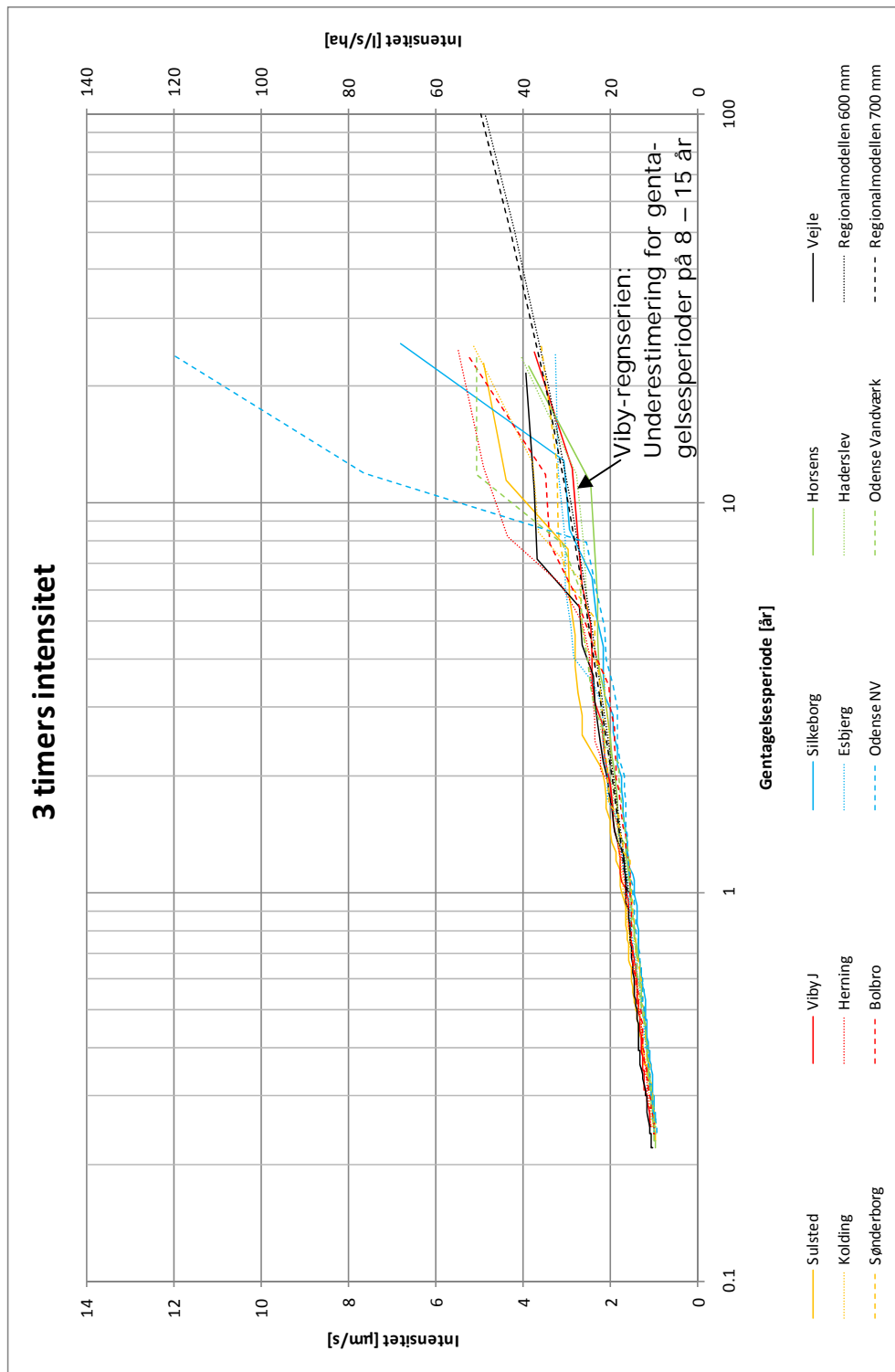
## BILAG 2: Sammenligning af intensiteter

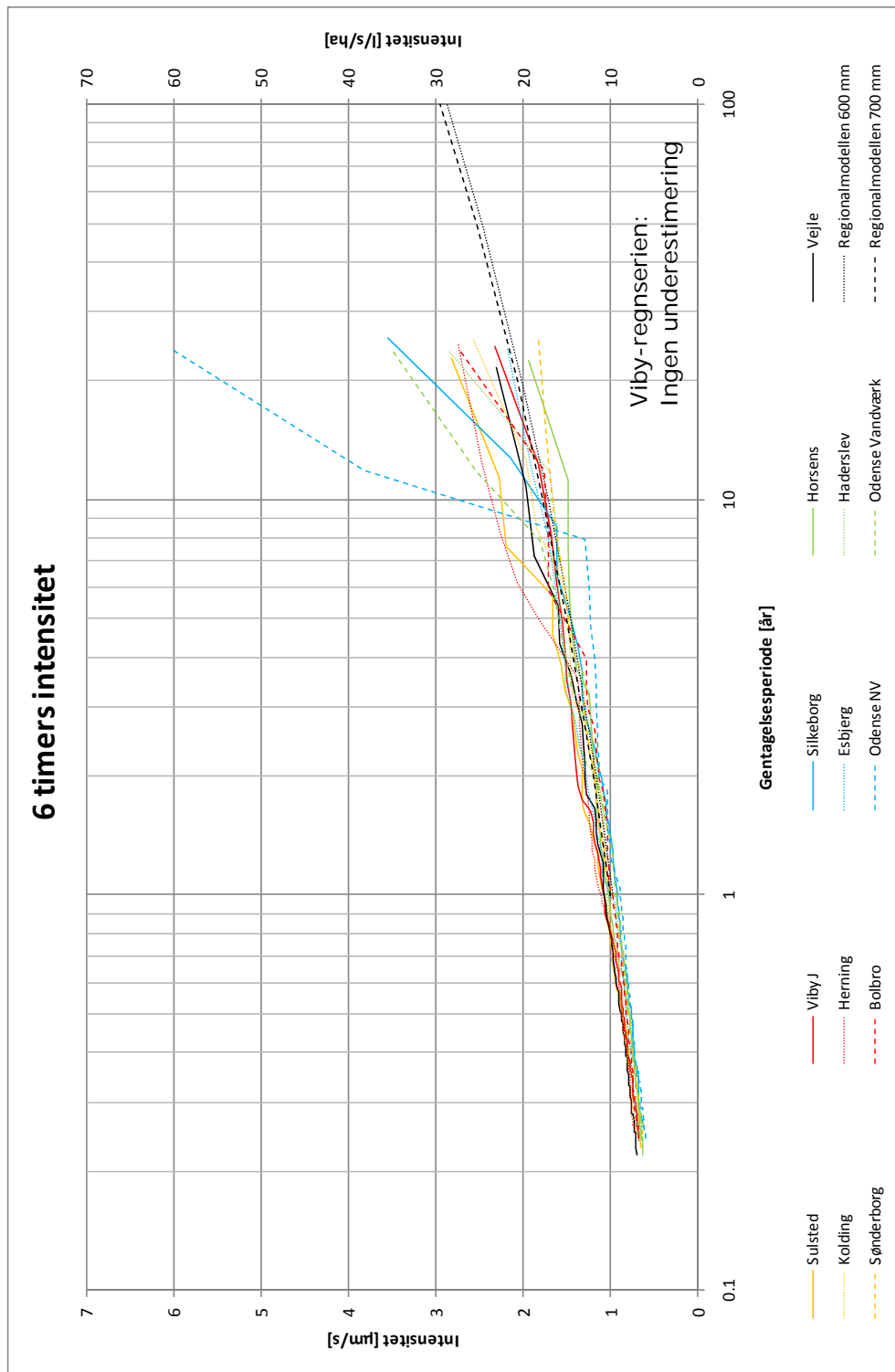


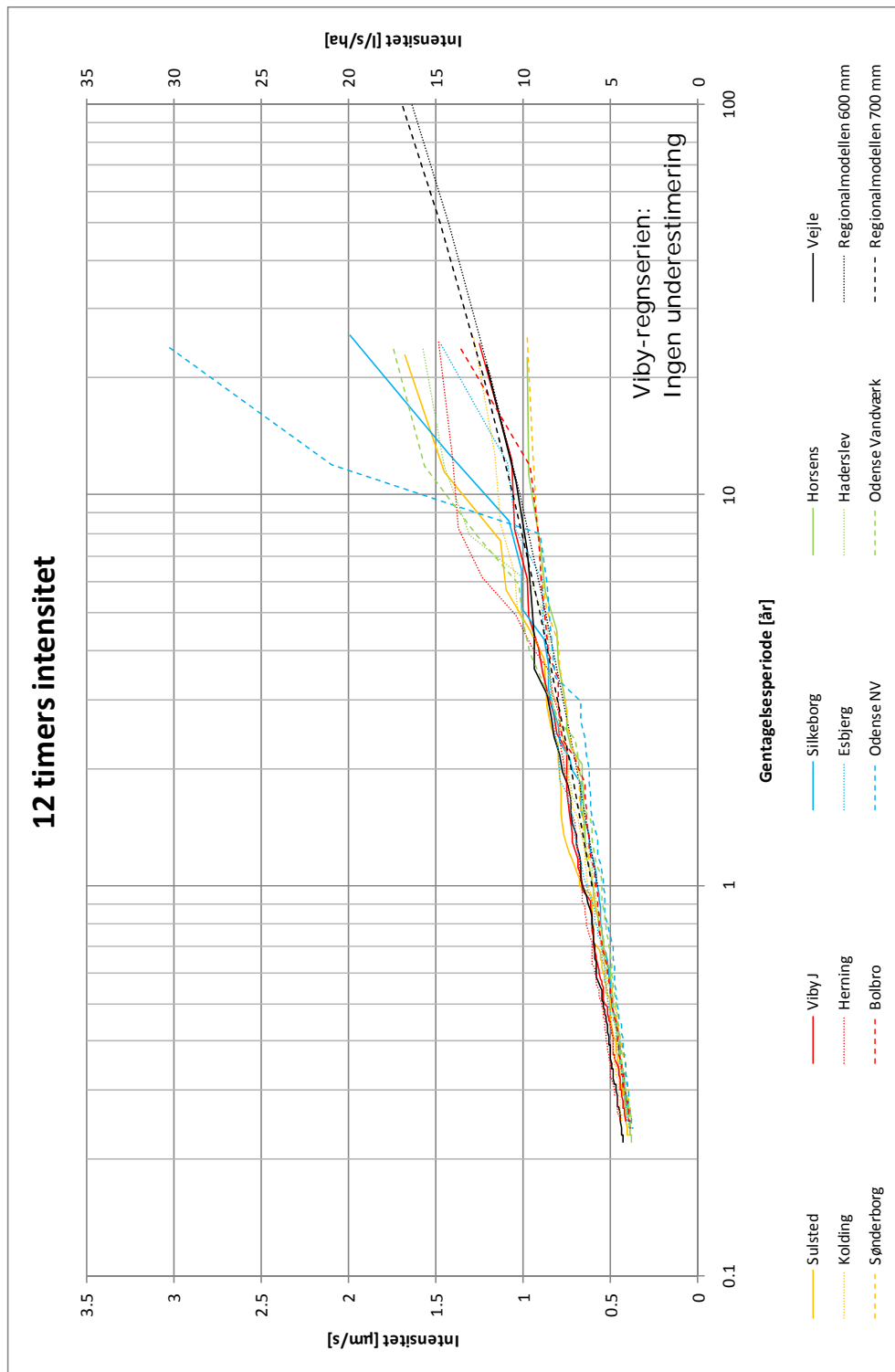


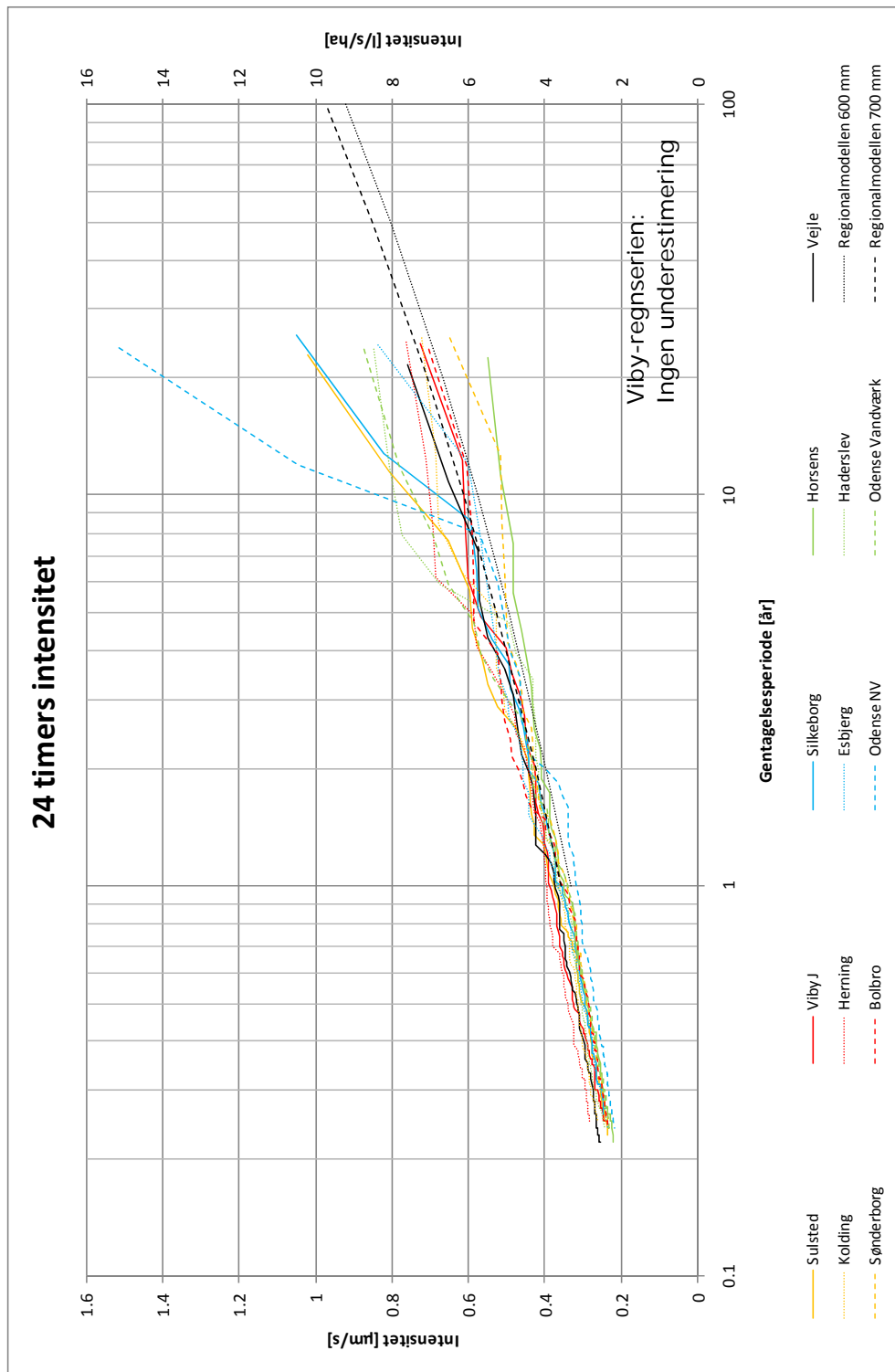










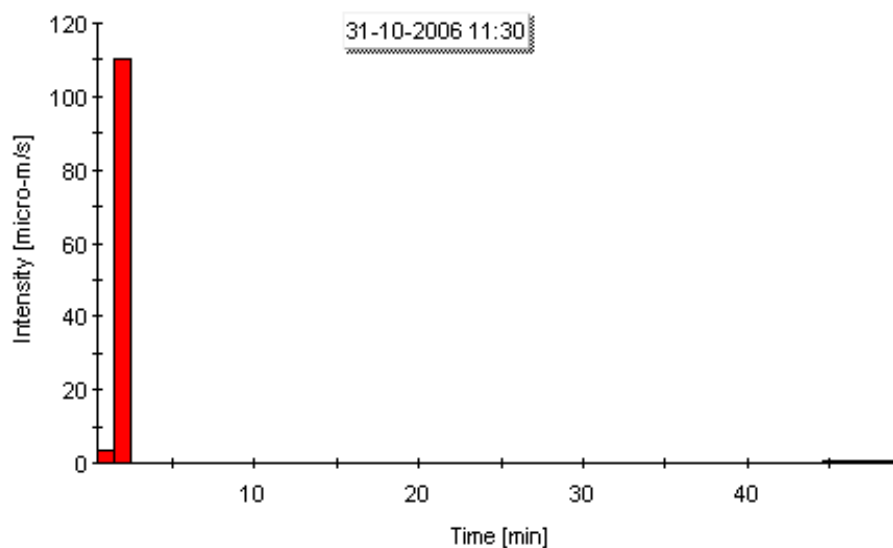


### BILAG 3: Beskrivelse af Viby-regnserien

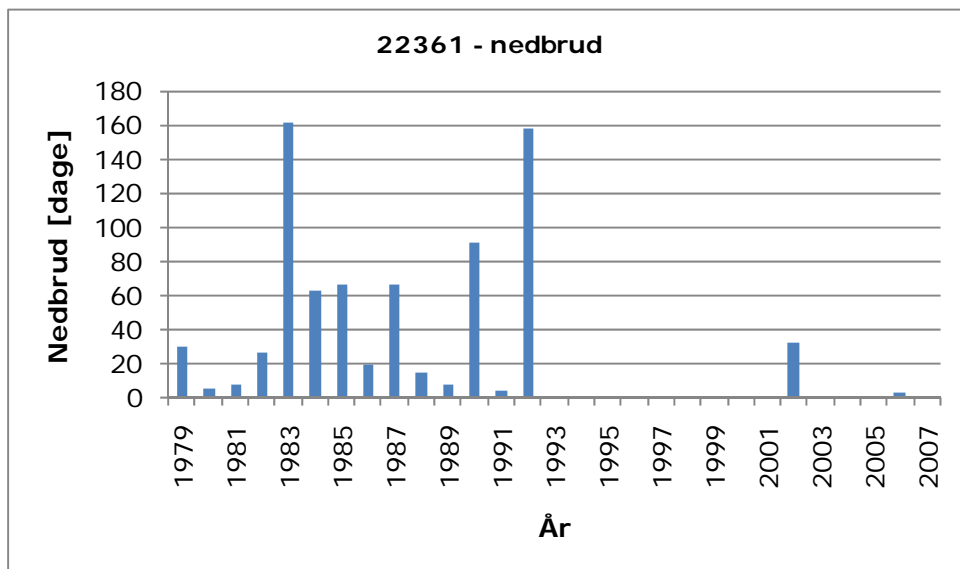
For perioden 1/1-1979 – 1/8-2005 anvendes regnserien fra skrift 28. Regnserien er analyseret for hændelser, hvor der er registreret en ekstrem minutintensitet ( $>33,33 \mu\text{m/s}$ ), og det er vurderet om hændelserne er sandsynlige på det pågældende tidspunkt. Resterende hændelser accepteres.

For perioden 1/8-2005 – 1/1-2008 har Orbicon analyseret nedbørsdata efter samme kriterium til vurdering af hændelser, som er benyttet i Skrift 28. I perioden forekommer 1 enkelt hændelse med ekstrem minutintensitet. Hændelsen er forkastet og ses af hyetografen herunder.

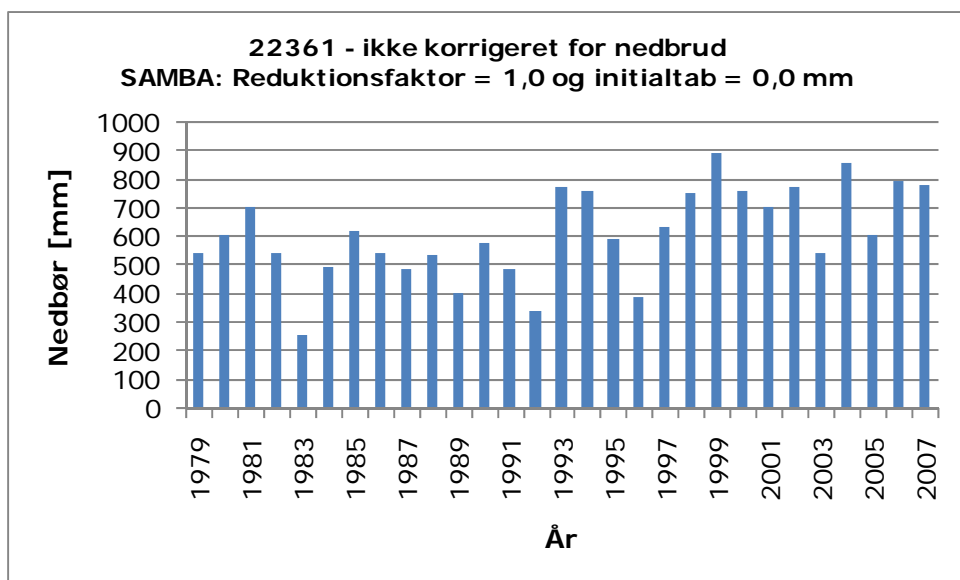
Figur 1: Registrering af ekstrem intensitet, 31/10-2006. Hændelsen er forkastet.



For perioden 1/1-1979 – 1/8-2005 har regnserien en varighed på 24,53 år, når der korrigeres for udfald. I perioden 1/8-2005-1/11-2007 har der været udfald i måleren i ca. 2 døgn. Det betyder, at måleren har været i drift i 2,41 år, og regnserien har derfor en samlet regningsmæssig varighed på 26,94 år. På nedenstående graf ses antallet af dage med nedbrud de enkelte år i hele perioden.

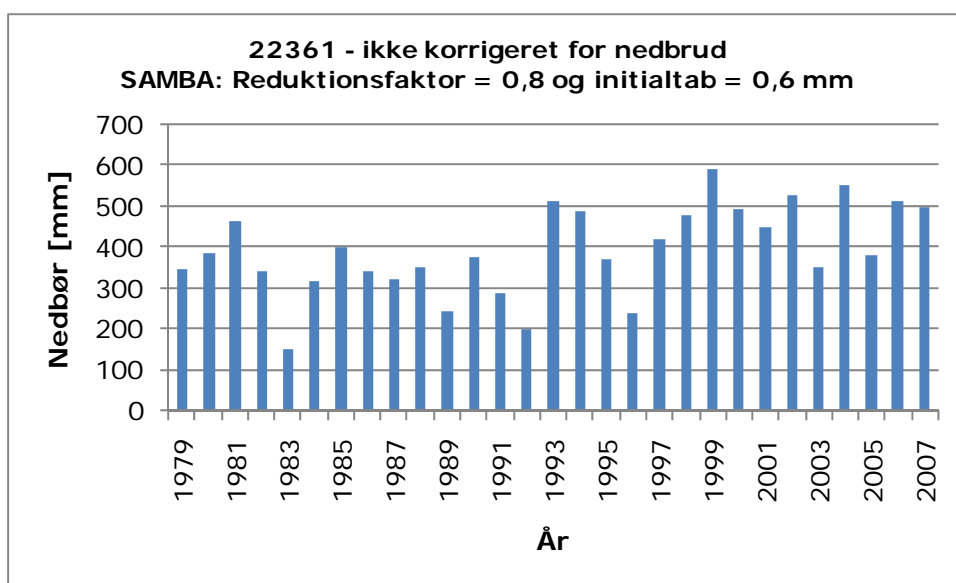


Årsmiddelnedbøren, når der ikke regnes med et initialtab og et hydrologisk tab, er 662 mm. Årsmiddelnedbøren er korrigeret for nedbrud. Årsmiddelnedbøren i perioden ses af nedenstående graf. På grafen er årsmiddelnedbøren ikke korrigeret for nedbrud i måleren.





Årsmiddelnedbøren, hvor der regnes med initialtab på 0,6 mm og en hydrologisk reduktionsfaktor på 0,8 er 424 mm – se nedenstående figur. Årsmiddelnedbøren er korrigeret for nedbrud. På grafen er årsmiddelnedbøren ikke korrigeret for nedbrud i måleren.



#### **BILAG 4: CD-rom med regn i KM2-format**

- CDS\_1\_700.km2: 1 års CDS-regn (Genereret fra Skrift 28, region 1, 700 mm ÅMN, frekvensfaktor 0)
- CDS\_2\_700.km2: 2 års CDS-regn (Genereret fra Skrift 28, region 1, 700 mm ÅMN, frekvensfaktor 0)
- CDS\_5\_700.km2: 5 års CDS-regn (Genereret fra Skrift 28, region 1, 700 mm ÅMN, frekvensfaktor 0)
- CDS\_10\_700.km2: 10 års CDS-regn (Genereret fra Skrift 28, region 1, 700 mm ÅMN, frekvensfaktor 0)
- CDS\_20\_700.km2: 20 års CDS-regn (Genereret fra Skrift 28, region 1, 700 mm ÅMN, frekvensfaktor 0)
- 22361\_7907.km2: Viby-regnserien 22361, 1/1-1979 – 1/1-2008