



# Svendborg Kommune

## Spildevandsplan

### VALG AF REGN I SVENDBORG KOMMUNE

---

**Rekvirent**      Svendborg Kommune  
att. Birgitte Varming  
Svendborgvej 135  
5762 Vester Skerninge

**Rådgiver**      Orbicon A/S  
Rolundvej 23  
5260 Odense S

---

**Projektnummer** 1331200026  
**Projektleder** Tuan Phuong  
**Rådgiver** Orbicon A/S  
**Kvalitetssikring** Line Nielsen  
**Revisionsnr.** 0  
**Godkendt af** Lars Bendixen  
**Udgivet** Oktober 2012

## INDHOLDSFORTEGNELSE

<b>1.</b>	<b>Indledning</b> .....	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Skrift 26 og 28 fra spildevandskomitéen</b> .....	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>Udvikling i nedbør</b> .....	<b>8</b>
<b>4.</b>	<b>Analyse af regn</b> .....	<b>9</b>
4.1.	Dimensionsgivende regn .....	9
<b>5.</b>	<b>Anbefaling</b> .....	<b>11</b>
5.1.	Kapacitetsberegninger .....	11
5.1.1	Beregningsniveau 1: Den rationelle metode.....	11
5.1.2	Beregningsniveau 2: Mike Urban med CDS-regn .....	11
5.1.3	Beregningsniveau 3: Mike Urban LTS-beregninger .....	11
5.2.	Regn til SAMBA og nettonedbør .....	12
5.2.1	Beregning af separate regnvandsudløb med nettonedbør.....	12
5.2.2	Beregning af aflastet fællesvand .....	12

## **BILAGSFORTEGNELSE**

**Bilag 1: Sammenligning af intensiteter for årene 2002-2011**

**Bilag 2: Sammenligning af intensiteter for årene 1994-2011**

**Bilag 3: Beskrivelse af Bolbro-regnserien**

**Bilag 4: Regn i dfs0-format**

## 1. INDLEDNING

Svendborg Kommune skal i forbindelse med sagsbehandling af forhold vedrørende 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.

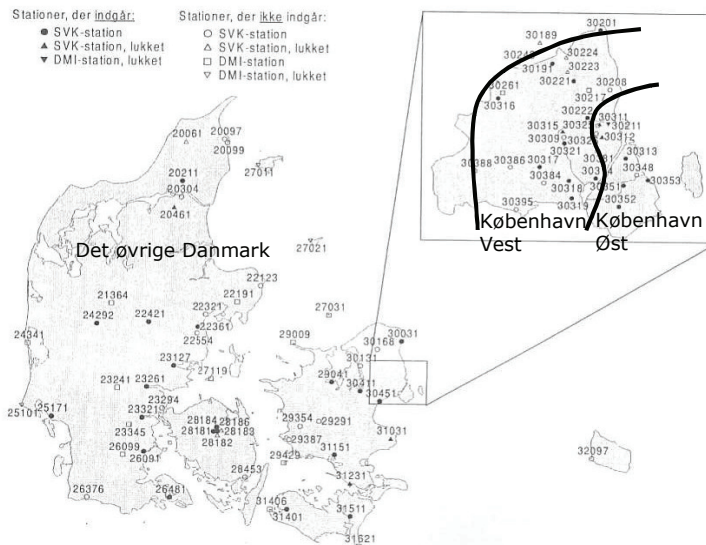
Spildevandskomitéens regnmålersystem omfatter en række målere placeret i hele landet. De første målere blev etableret i 1979. Indenfor Spildevandskomitéens regnmålersystem er der opstillet 2 regnmålere i Svendborg Kommune. Den første blev etableret i 1994 og er placeret ved Svendborg Central Renseanlæg. Den anden blev etableret i 2002 ved Svendborg overløbsbassin. Den førstnævnte regnmåler har været i drift i ca. 17 år, hvilket ikke giver et tilstrækkeligt statistisk grundlag for de gentagelsesperioder vi oftest arbejder med. På baggrund af skrift 28's beskrivelse af regnmønstret 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 samt sagsbehandling af samme.

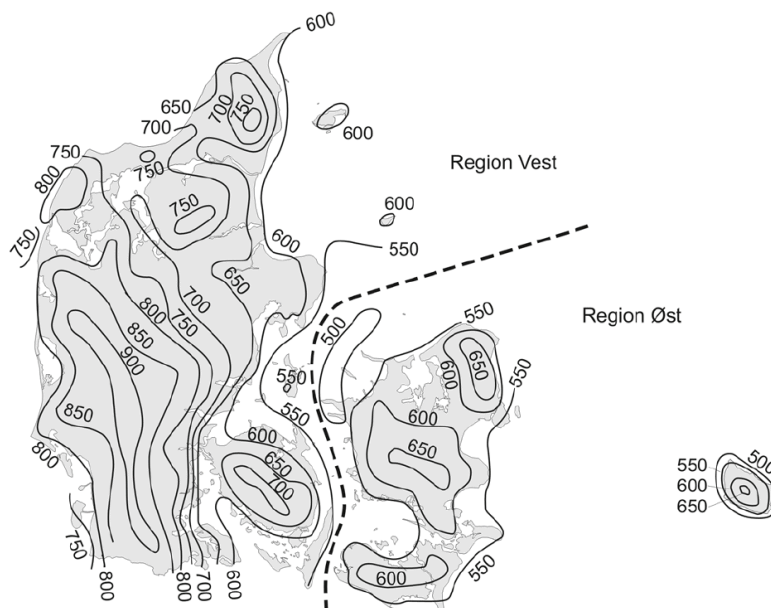
## 2. SKRIFT 26 OG 28 FRA SPILDEVANDSKOMITÉEN

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) med angivelse af årsmiddelnedbør.

Svendborg 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 volumener. 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. Udvælgelsen af regnserie er beskrevet i kapitel 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. tidlig 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.



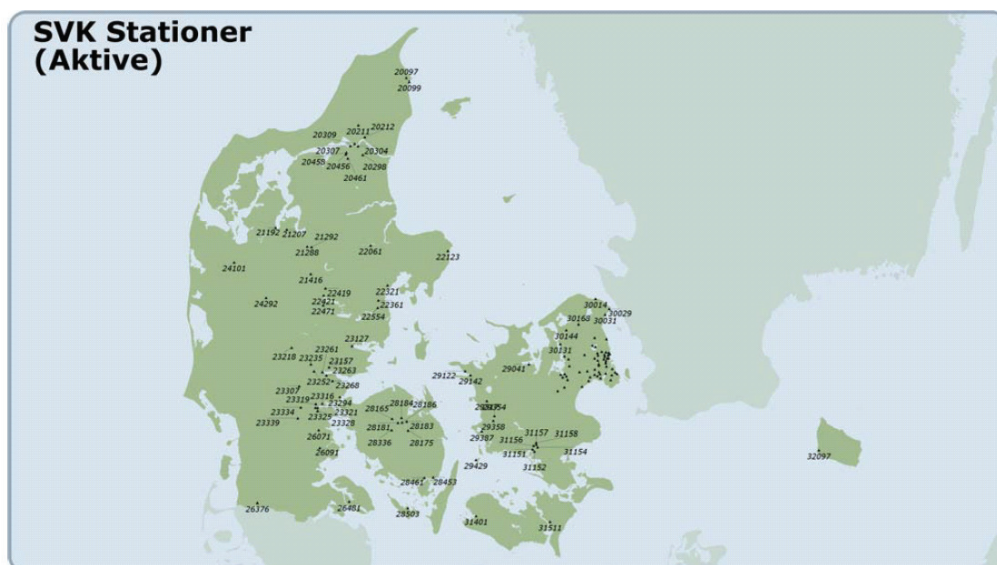
## 4. ANALYSE AF REGN

### 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 30 år (hvilket mange regnserier har) kan man statistisk set vurdere gentagelsesperioder op til 7-10 år – usikkerheden vokser med gentagelsesperioden, da en højere gentagelsesperiode giver færre hændelser at basere statistikken på. Regionalmodellen estimerer intensiteter for større gentagelsesperioder og i nærværende notat er der udvalgt 1 regnserie, som er repræsentativ for Svendborg 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.



Figur 3: SVK-stationer pr. 31/12-2011 (Kilde: DMI)

Der er placeret 2 regnmålere i Svendborg Kommune. Den ene, st. 28453 Svendborg Centralrenseanlæg, blev etableret i 1994 og den anden, st. 28461 Svendborg Overløbsbassin, blev etableret i 2002. Frem til og med 2011 har regnserierne en længde på hhv. ca. 17 og ca. 10 år. De lokale regnseriers længde er utilstrækkelig til de gentagelsesperioder vi oftest arbejder med i afløbssystemer, og regnserierne fra Svendborg er derfor sammenlignet med en række andre regnmålere for at finde en anden regnserie, som er repræsentativ for Svendborg.

De stationer, som er sammenlignet med Svendborg-målerne er udvalgt ud fra, at de ligger i samme region som Svendborg Kommune, har en længde på mindst 20 år frem til 2005 (den periode, hvor Skrift 28 har behandlet data frem til) og en årsmiddelnedbør, som er i nogenlunde samme størrelsesorden, som årsmiddelnedbøren i Svendborg Kommune. På denne baggrund er følgende 8 stationer medtaget i den nærmere analyse:

Nedbørsstation	Årsmiddelnedbør [mm/år]	Varighed af regnserien [år]
20211 Sulsted	655	22,90
22361 Viby J. Renseanlæg	661	24,53
22421 Silkeborg Vandværk	719	25,62
23127 Horsens Centralrenseanlæg	696	22,46
26481 Sønderborg Vandværk	668	25,32
28181 Bolbro Vandværk	670	23,74
28184 Odense NV Renseanlæg	648	23,88
28186 Odense Vandværk	657	23,68

Tabel 1: Oversigt over regnserier, som er analyseret. Tabellen viser endvidere årsmiddelnedbør og varighed frem til august 2005.

For den periode fra 2002-2011, hvor begge målere i Svendborg har været i drift, er de sammenlignet med de øvrige udvalgte målere og regionalmodellen for følgende varigheder:

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

I bilag 1 ses samtlige grafer samt en tabel med sammenligningen. Sammenligningen viser, at Sønderborg, Bolbro og Odense VV regnserierne alle kunne være repræsentative for Svendborg for den analyserede periode. Disse 3 regnserier er derfor sammenlignet med regnmåleren fra Svendborg Centralrenseanlæg for perioden 1994-2011, som er den periode, hvor måleren har været i drift. I bilag 2 ses graferne og tabellen til denne sammenligning. Sammenligningen viser, at regnserierne fra Sønderborg og Bolbro begge kan være repræsentative for Svendborg Kommune. På denne baggrund ønsker Svendborg Kommune at avende Bolbro regnserien.

Som nævnt har skrift 28 behandlet nedbørsdata frem til 1/8-2005, og Bolbro-regnserien er i den efterfølgende anbefaling forlænget med data frem til 1/1-2012. Det anbefales endvidere løbende at forlænge regnserien.

## 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. På baggrund af Svendborg-regnserierne, Bolbro-regnserien og regionalmodellen 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 153 l/s pr. hektar overskrides kapaciteten hvert andet år.

T [år]	10 minutters intensitet [l/s/ha]			
	1	2	5	10
St. 28453, Svendborg CRA	103	120	138	187
St. 28461 Svendborg Overløbsb.	137	155	178	-
<b>St. 28181 Bolbro Vandværk</b>	<b>125</b>	<b>153</b>	<b>206</b>	<b>220</b>
Regionalmodellen, 669 mm	105	131	169	200

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:	669 mm
Region:	1 (Vest)
Frekvensfaktor:	0
Gentagelse:	Afhængig af opgavetype
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 anvendes Bolbro-regnserien, st. 28181. Regnserien indeholder årene 1/1-1979 – 1/1-2012. Årene 1/1-1979 – 1/8-2005 er fra Skrift 28, og årene 1/8-2005 – 1/1-2012 er gennemgået af Orbicon på tilsvarende vis som ved ud-

arbejdelsen af skrift 28 (se beskrivelse af regnserien i bilag 3). Den regningsmæssige varighed af regnserien er 30,16 år.

LTS-beregninger er tidskrævende, og det anbefales derfor, at reducere regnserien, således at den kun indeholder hændelser med høje intensiteter indenfor en række udvalgte varigheder. Disse hændelser 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 Bolbro, st. 28181 til brug for beregning af nettonedbør og dermed årlige mængder fra separate regnvandssystemer.

Denne regnserie har en regningsmæssig varighed på 30,16 år og en ÅMN på 669 mm, hvilket anses for at være repræsentativt for kommunen. Ved beregning i SAMBA med et initialtab på 0,6 mm, en tilslutningsgrad på 1,0 og en hydrologisk reduktionsfaktor på 0,8 fås en nettonedbør på **415 mm**.

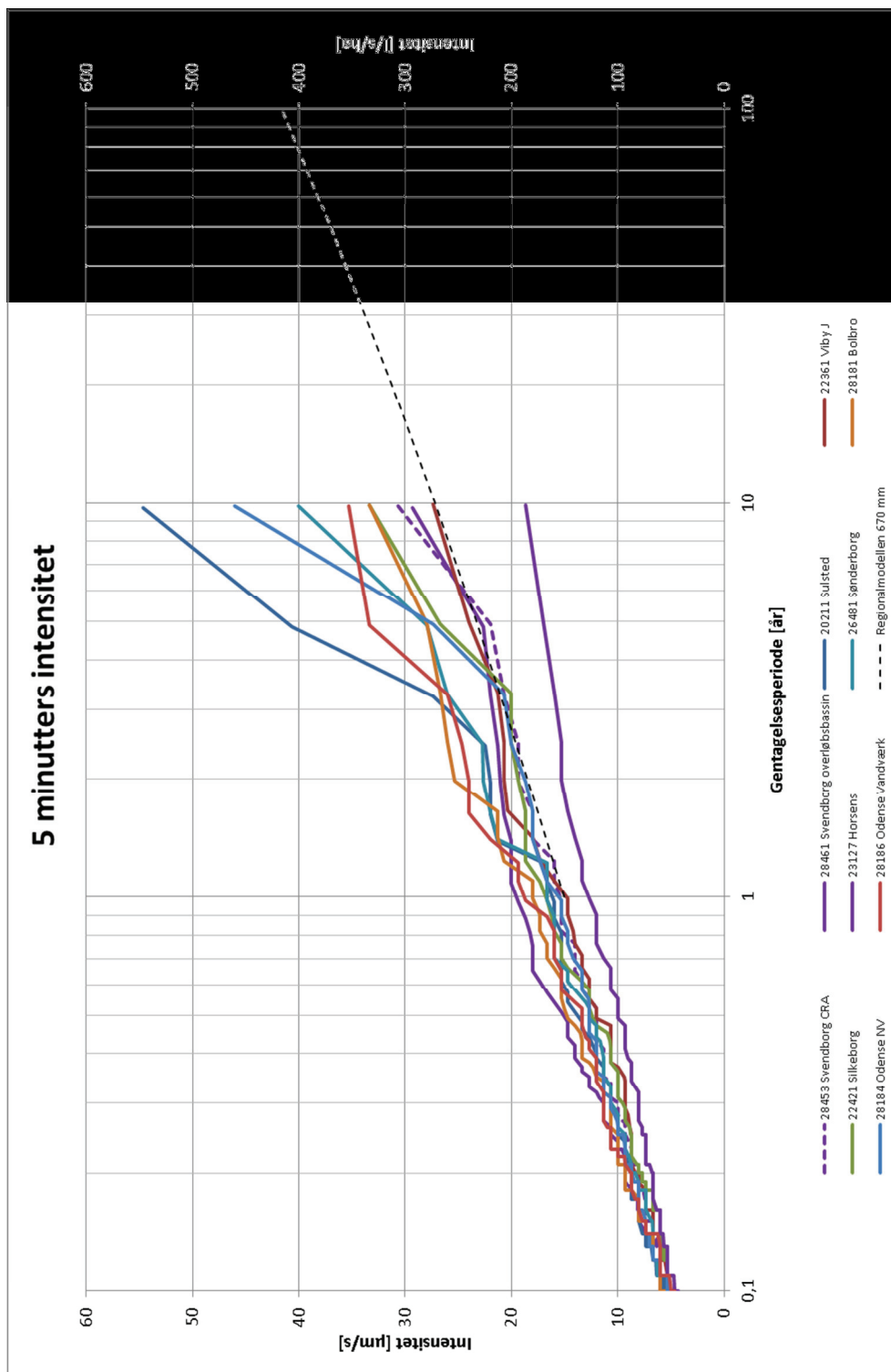
Denne nettonedbør kan anvendes ved estimering af årlige mængder regnvand fra separate regnvandsudløb.

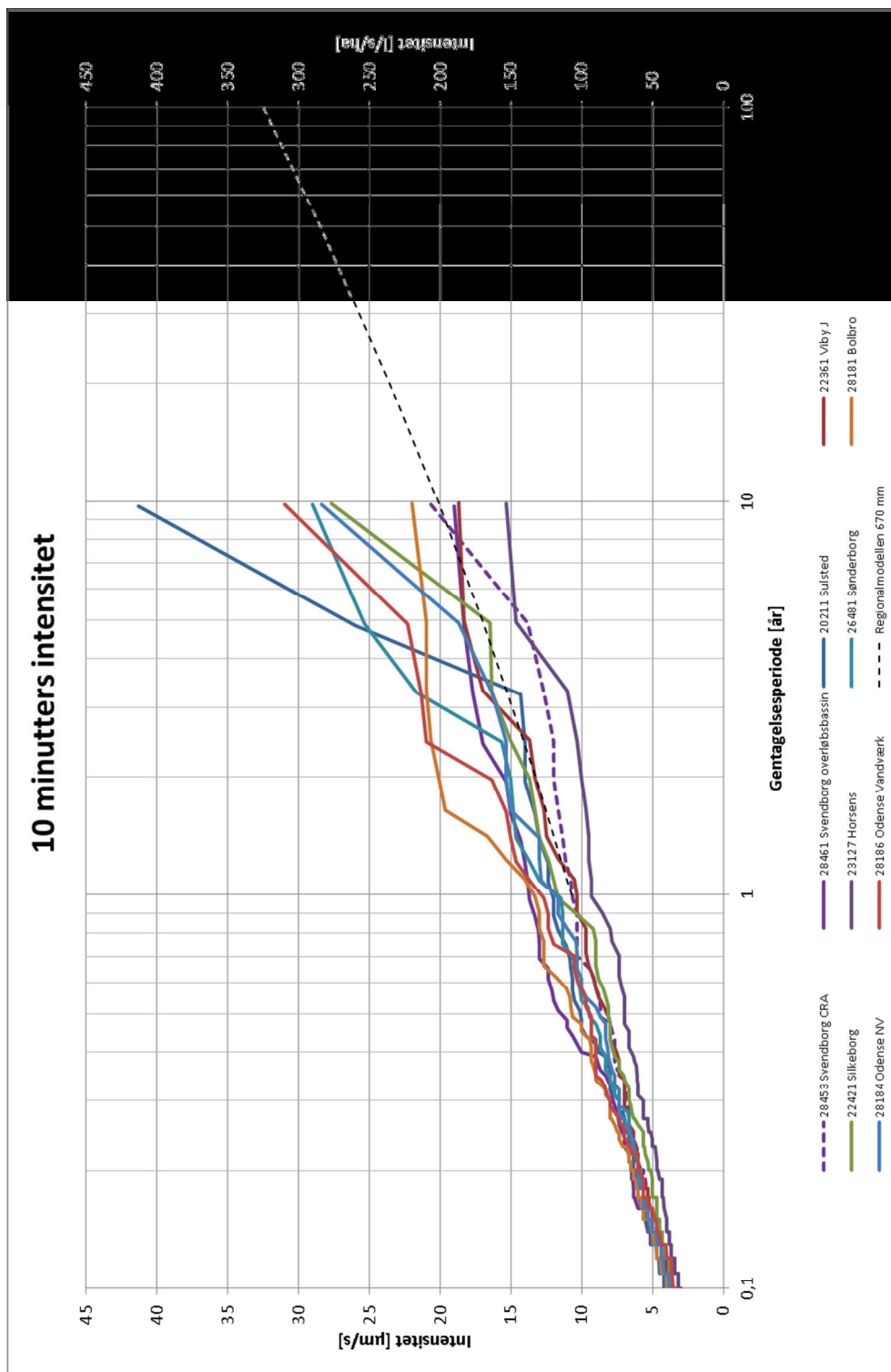
### 5.2.2 Beregning af aflastet fællesvand

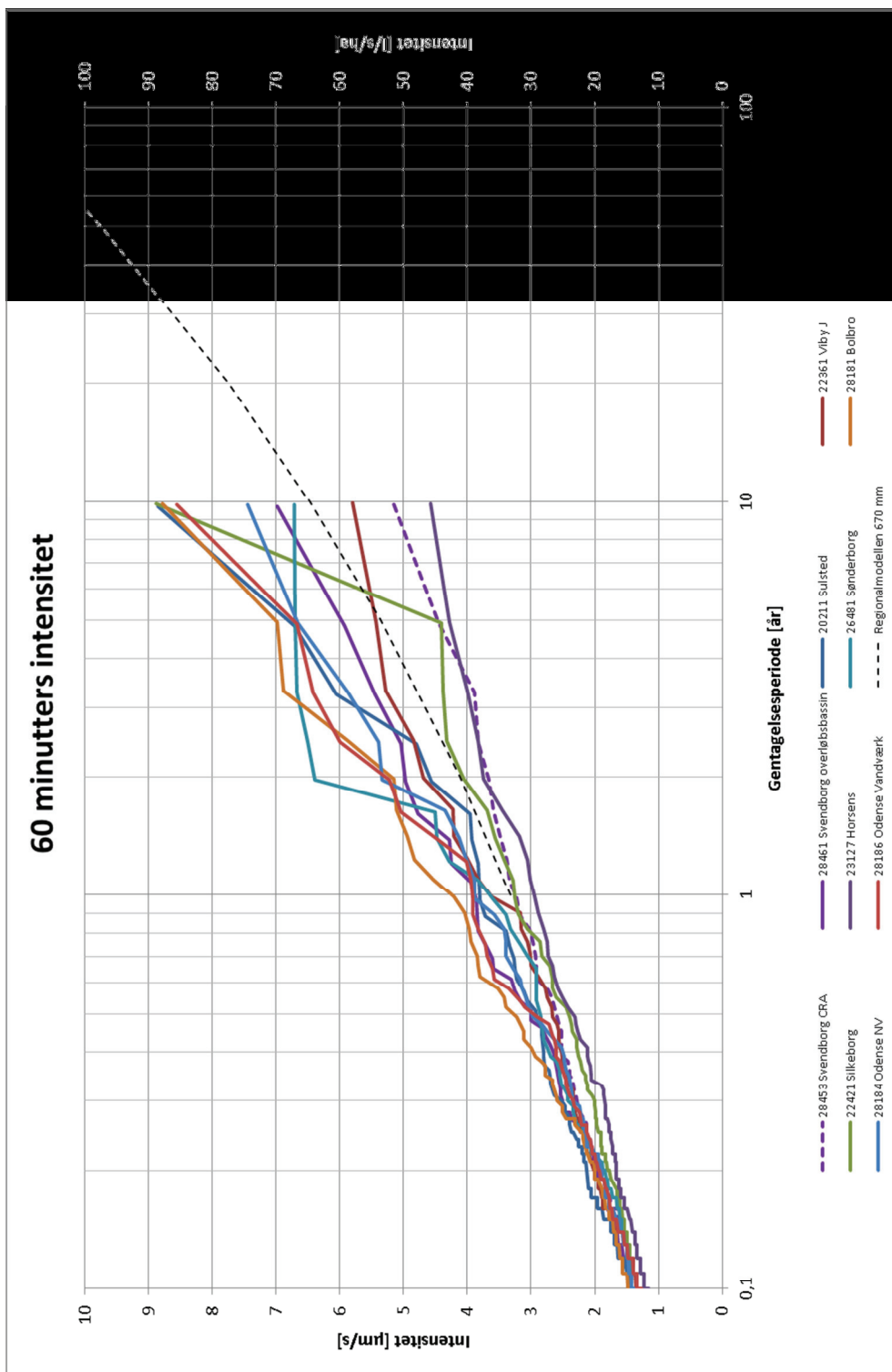
Til brug for beregning af årlige aflastede mængder fra overløbsbygværker anbefales det at benytte Bolbro-regnserien, st. 28181.

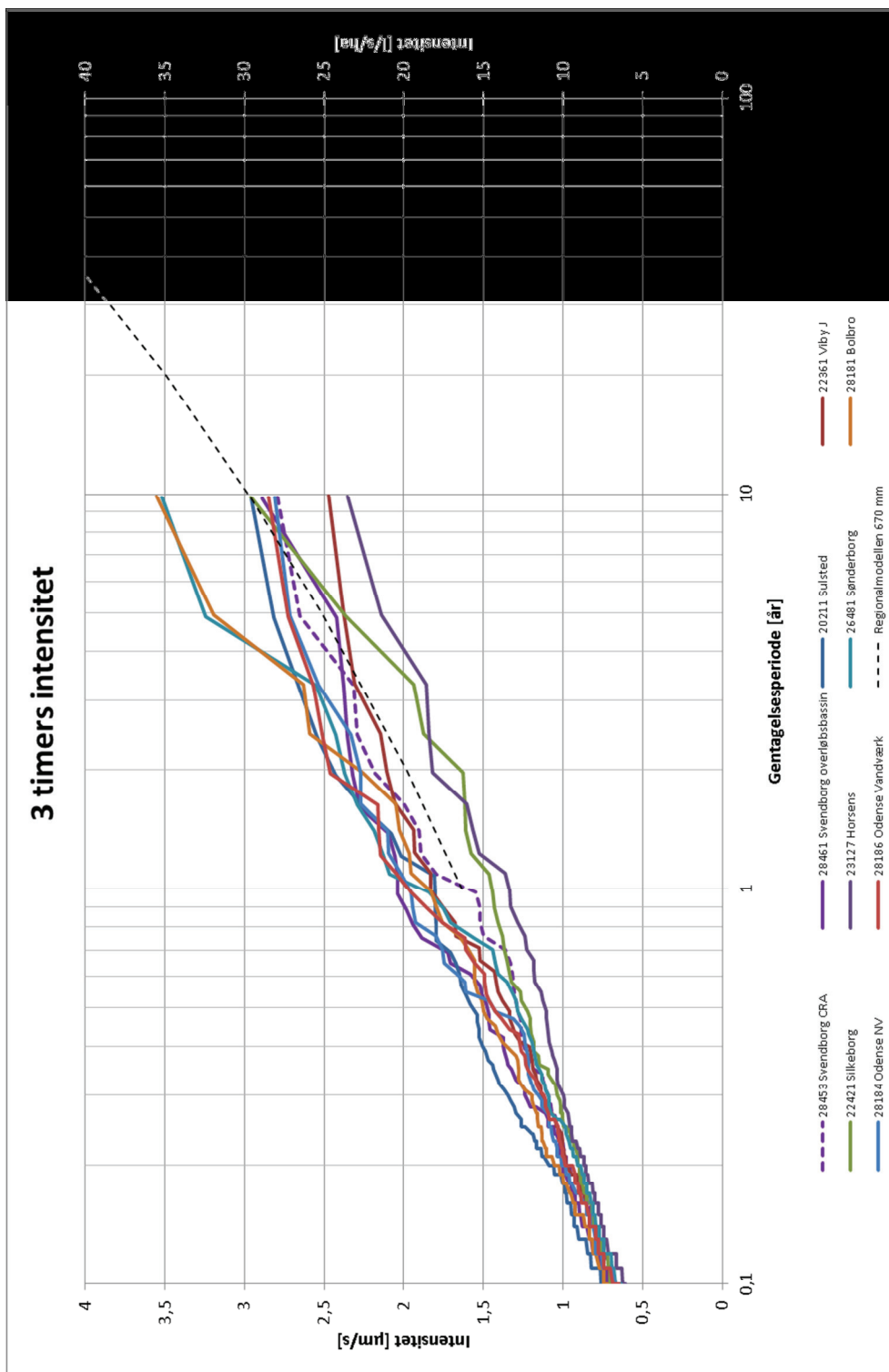
Ved LTS-beregninger fra Mike Urban eller SAMBA-beregninger anvendes et initialtab på 0,6 mm, en tilslutningsgrad på 1,0 og en hydrologisk reduktionsfaktor på 0,8.

Bilag 1: Sammenligning af intensiteter for årene 2002-2011

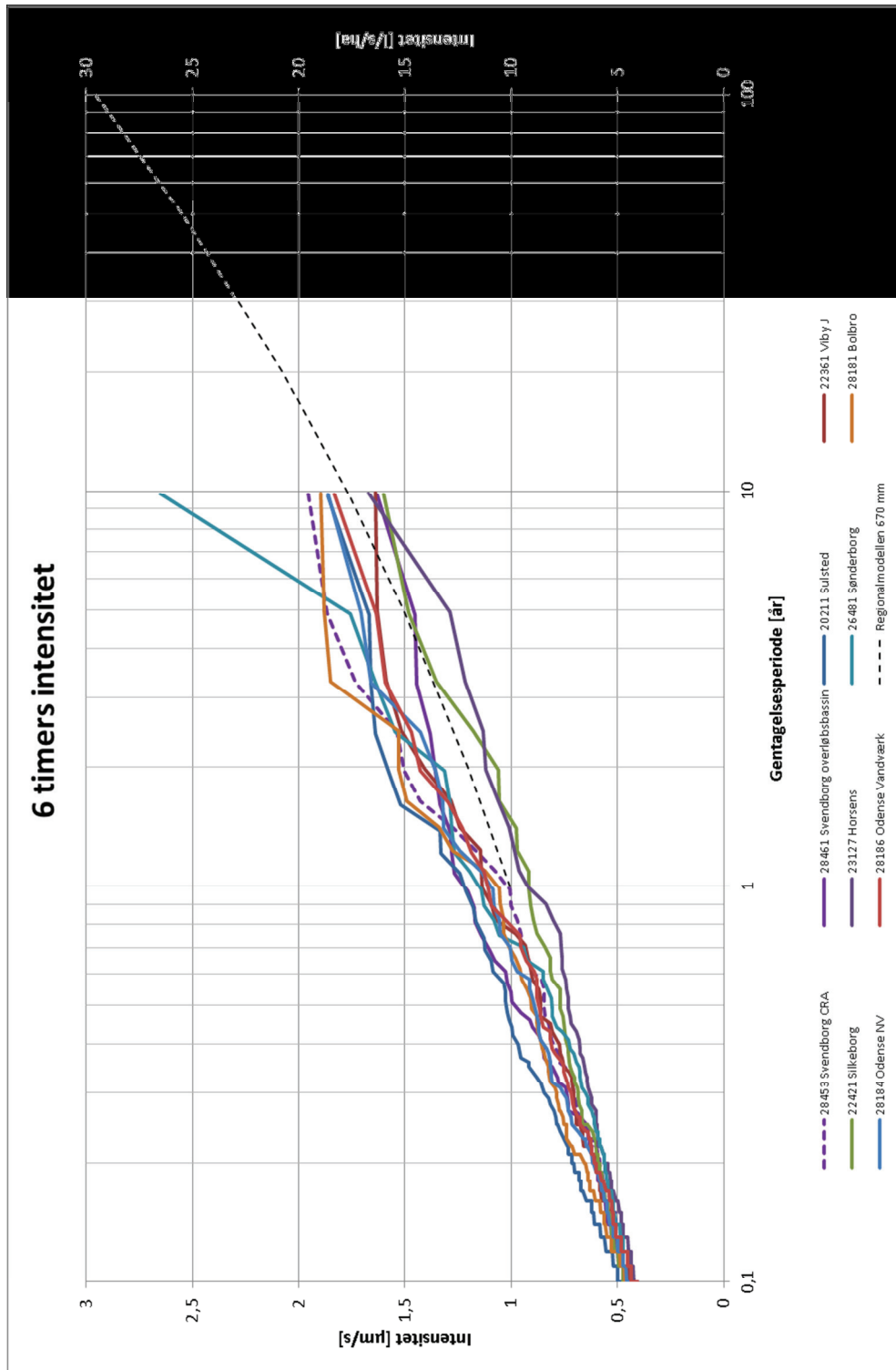


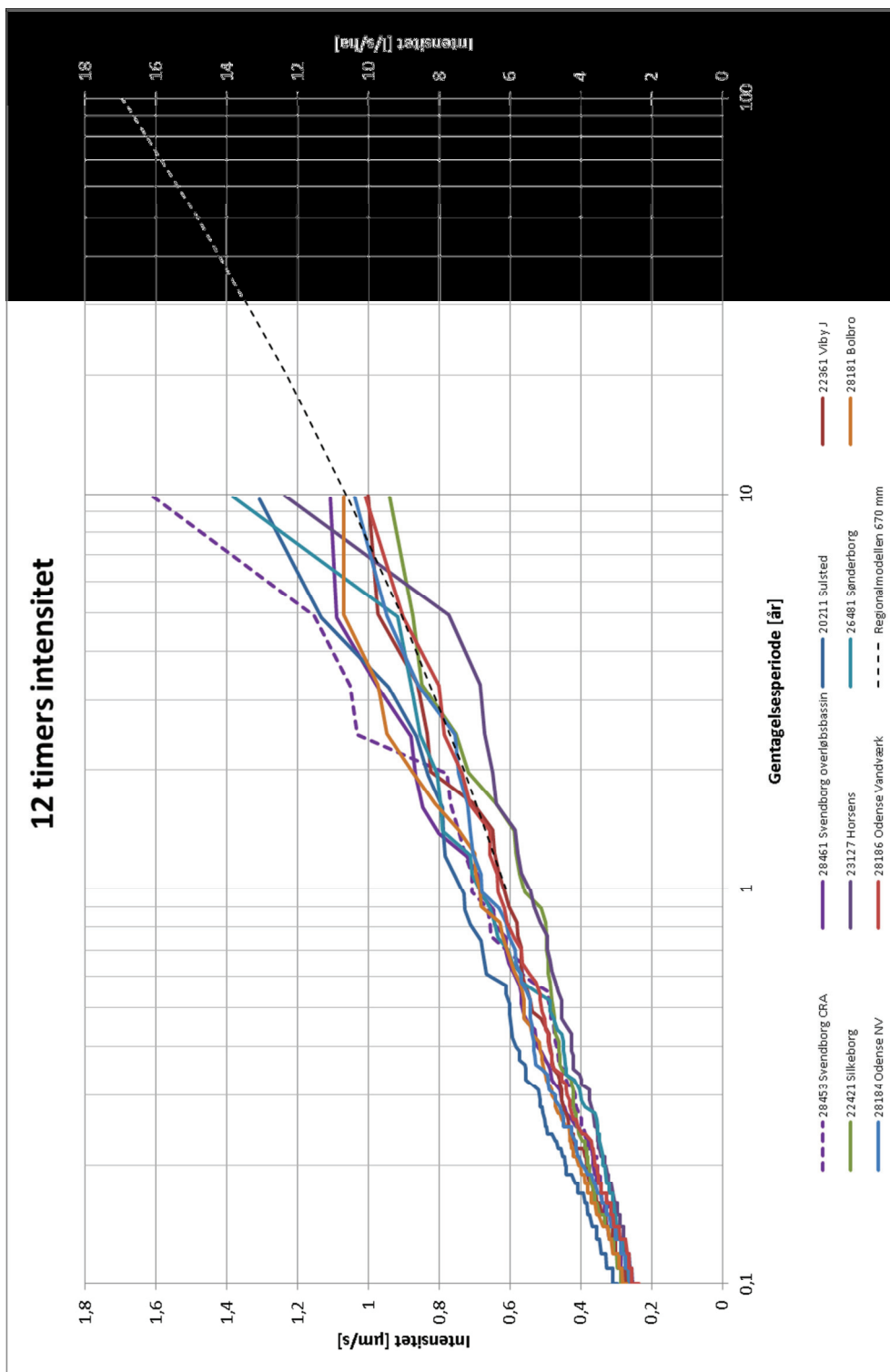


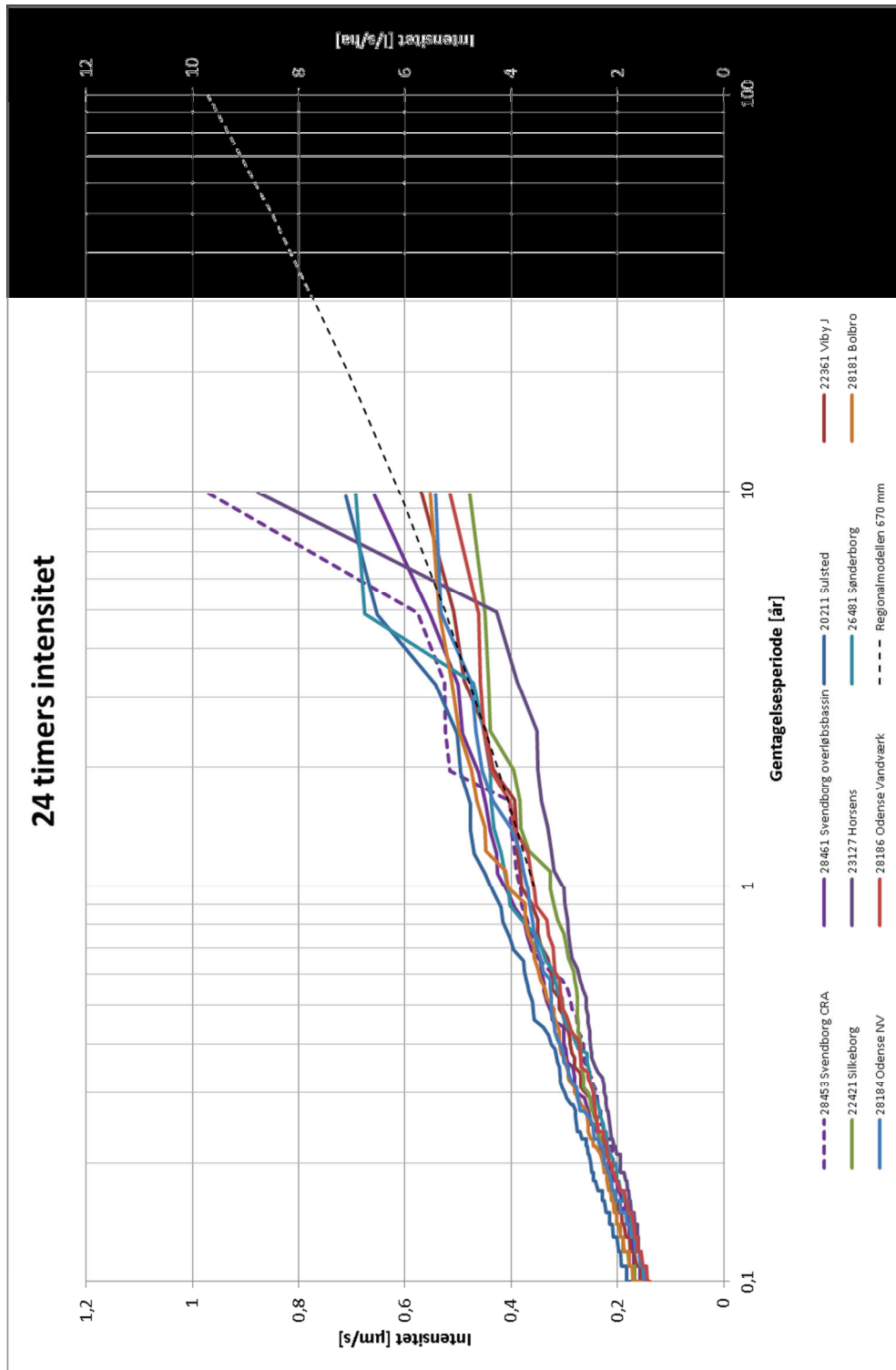












Nedbørsstation	Intensitet						
	5m	10m	1t	3t	6t	12t	24t
20211 Sulsted		X	X				
22361 Viby J.	X	X				X	
22421 Silkeborg	X	X	X	X	X	X	X
23127 Horsens	X	X	X	X	X	X	X
26481 Sønderborg		X					
28181 Bolbro							
28184 Odense NV	X	X				X	
28186 Odense Vandværk						X	

Ovenstående tabel viser udfaldet af sammenligningen af regnserierne. X-ene markerer de regnserier og intensiteter, som ligger dårligst i forhold til Svendborg-regnserierne. I sammenligningen er der lagt størst vægt på de laveste gentagelsesperioder.

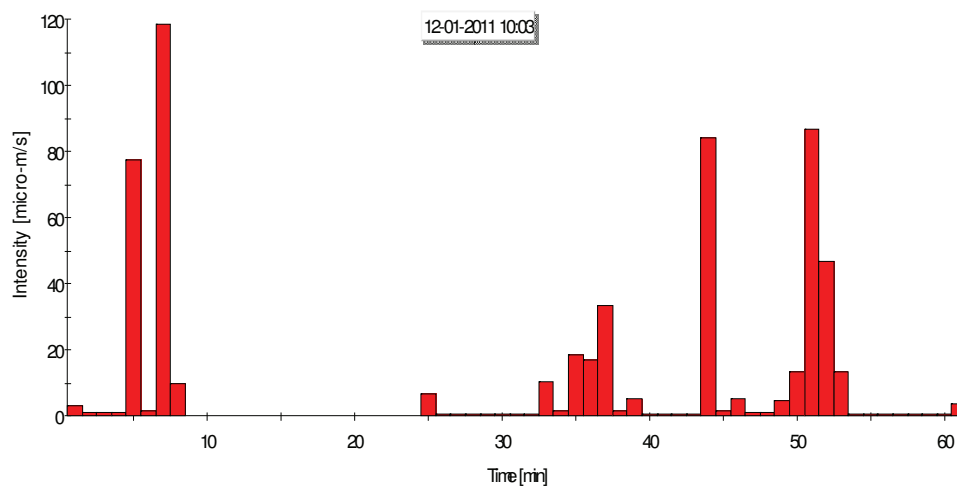
Nedbørsstation	Intensitet						
	5m	10m	1t	3t	6t	12t	24t
26481 Sønderborg							
28181 Bolbro							
28186 Odense Vandværk						X	X

Ovenstående tabel viser udfaldet af sammenligningen af regnserierne. X-ene markerer de intensiteter, som ligger dårligst i forhold til regnserien på Svendborg Centralrenseanlæg. Som det ses er Sønderborg og Bolbro regnserierne ikke uegnede for nogle intensiteter.

### Bilag 3: Beskrivelse af Bolbro-regnserien

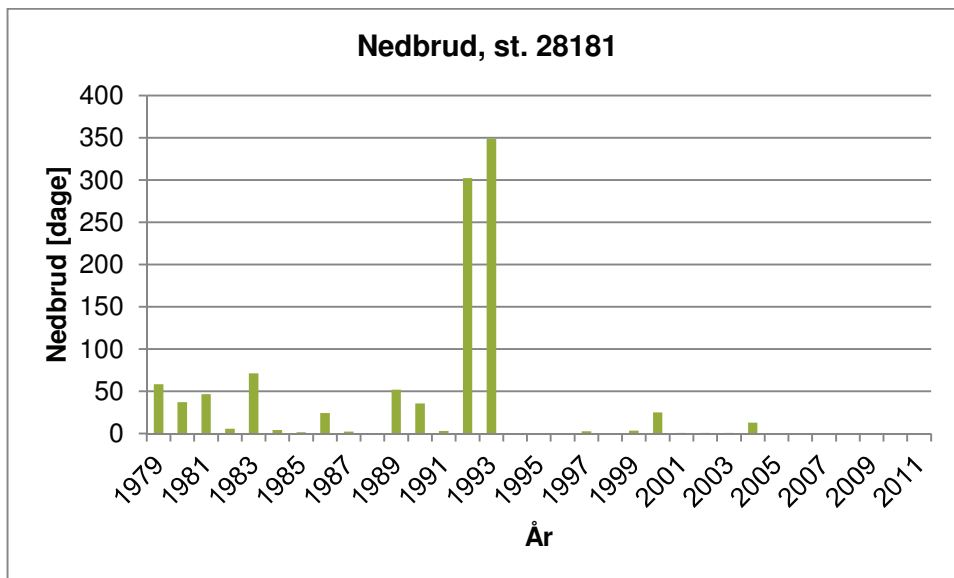
For perioden 1/1-1979 – 1/8-2005 anvendes regnserien fra skrift 28. Regnserien er analyseret for hændelser, hvor der er registreret en ekstrem minutintensitet ( $>33,33 \mu\text{m/s}$ ), og det er vurderet om hændelserne er sandsynlige på det pågældende tidspunkt. Resterende hændelser accepteres.

For perioden 1/8-2005 – 1/1-2012 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 accepteret og ses af hyetografen herunder.

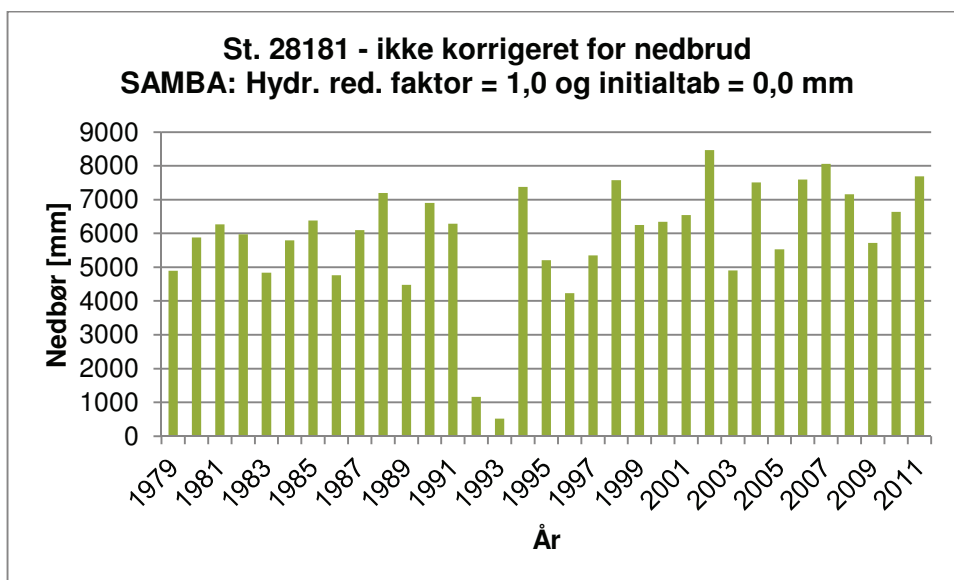


Figur 1: Registrering af ekstrem intensitet, 12/01-2011. Hændelsen er accepteret.

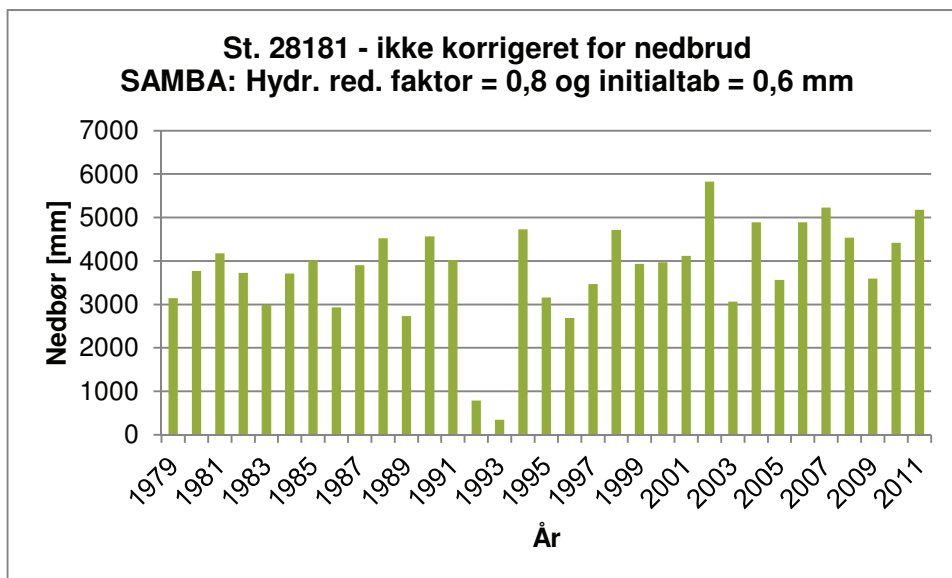
Regnserien har en samlet regningsmæssig varighed på 30,16 år. På nedenstående graf ses antallet af dage med nedbrud de enkelte år i hele perioden.



Årsmiddelnedbøren, når der ikke regnes med et initialtab og et hydrologisk tab, er 648 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 415 mm – se nedenstående figur. Årsmiddelnedbøren er korrigeret for nedbrud. På grafen er årsmiddelnedbøren ikke korrigeret for nedbrud i måleren.





**Bilag 4: Regn i dfs0-format**

- CDS-regn.dfs0: 1, 2, 5 og 10 års CDS-regn (Genereret fra Skrift 28, region 1, 669 mm ÅMN, frekvensfaktor 0)
- 28181\_7911.dfs0: Bolbro-regnserien, st. 28181, 1/1-1979 – 1/1-2012, korrigeret varighed er 30,16 år