

Fagseminar om urbanhydrologi

29. September 2011, Auditorium VG1,
Department of hydraulic and environmental engineering, NTNU
S. P. Andersensvei 5. 7491 Trondheim

Urbanhydrologisk målenett i Norge

Er det nødvendig?

Sveinn T. Thorolfsson, *NTNU*
Hans Vebjørn Kristoffersen, *Cowi*

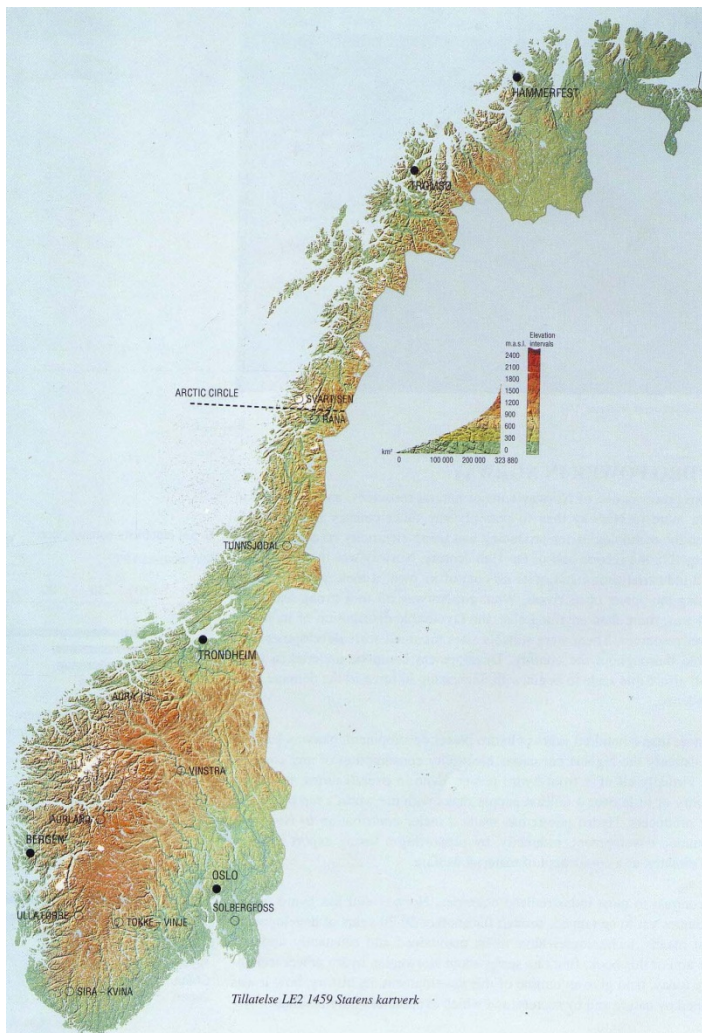
Hvorfor måle?

1. Skaffe kunnskap om en eller flere størrelser
2. Skaffe kunnskap om størrelsens variasjon over tid
3. Dokumentere
4. Kalibrere
5. Verifisere

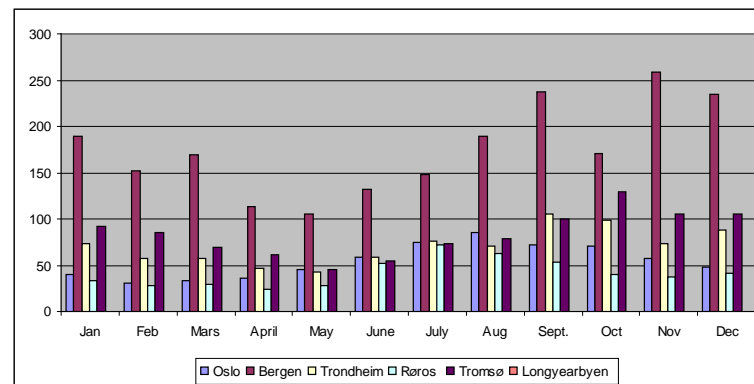
Hva og hvordan man måler er avhengig av oppgaven:

1. Planlegging og overslagsberegning
2. Dimensjonering
3. Etterkalkulere
4. Verifisering
5. Analyser over tid for eksempel. et år eller mer

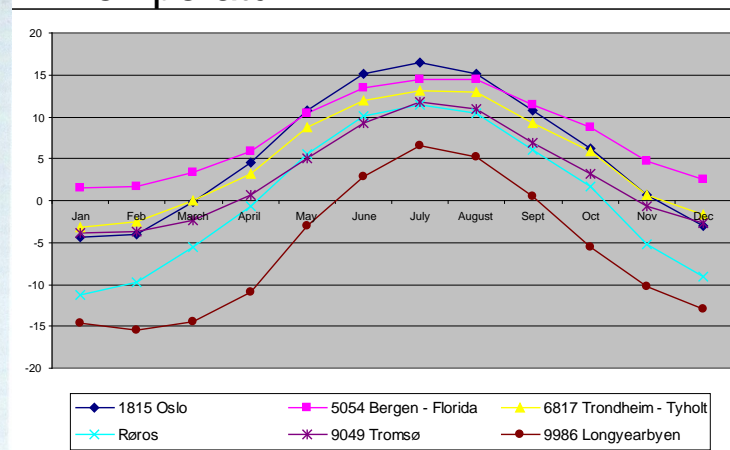
Temperatur- og nedbørnormaler i noen norske byer



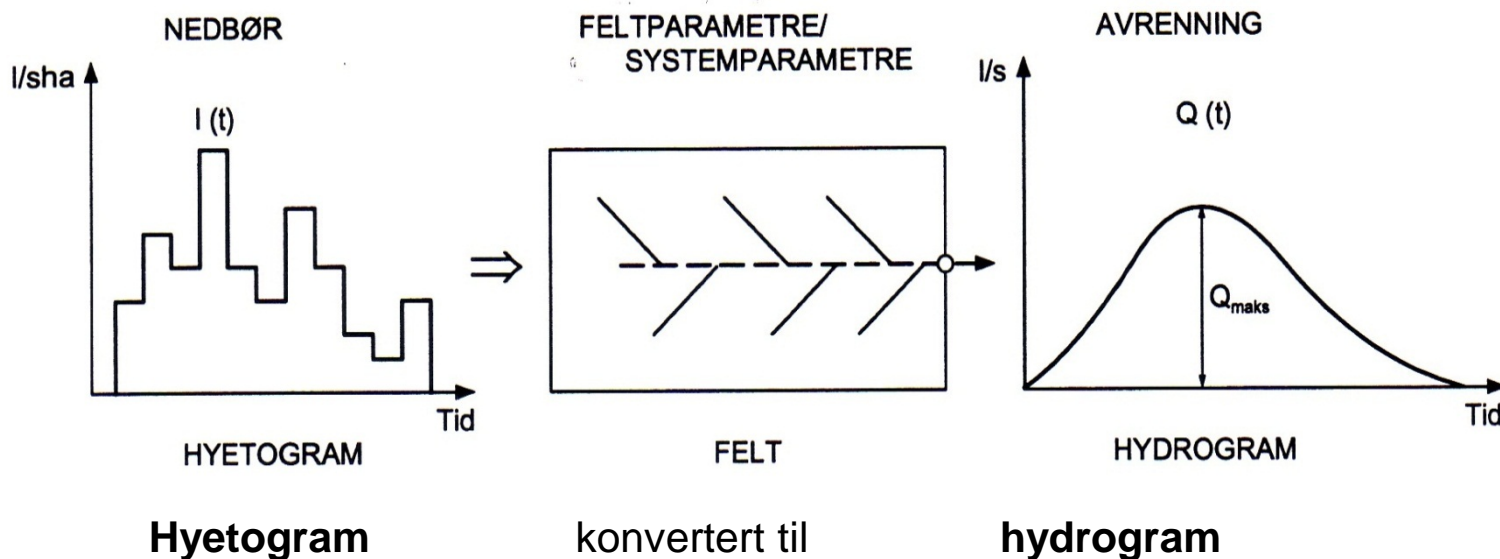
Nedbør



Temperatur



Modell for sammenhengen mellom nedbør og avrenning



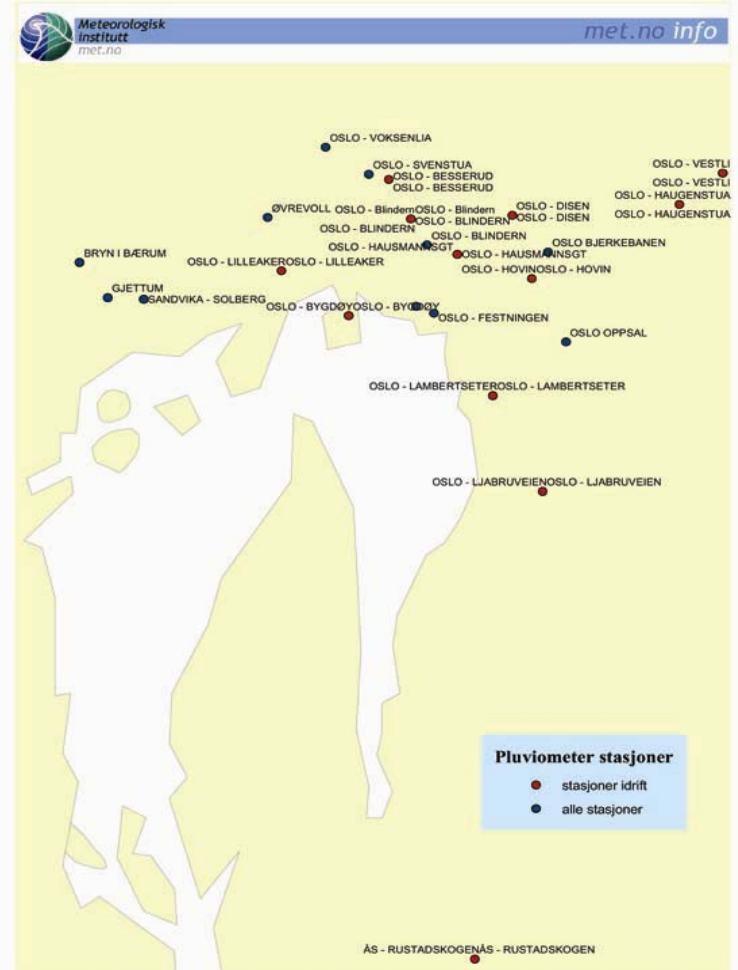
Avrenningssituasjoner

- | | |
|----------------------|---|
| 1. Sommersituasjonen | Kraftige byger på tørr og tett overflate. Liten avrenning fra semipermeable og permeable flater. |
| 2. Høstsituasjon: | Langvarig regn på våt mark. Betydelig avrenning fra permeable flater. Høy grunnvannstand. |
| 3. Vintersituasjon | Regn-på-snø og frossen mark. Avrenning fra tette flater og betydelig avrenning fra semipermeable og permeable flater. |
| 4. Vårsituasjon | Snøsmelting, avrenning fra alle typer flater. Høy grunnvannstand |

PLUMATIC stasjoner i Norge

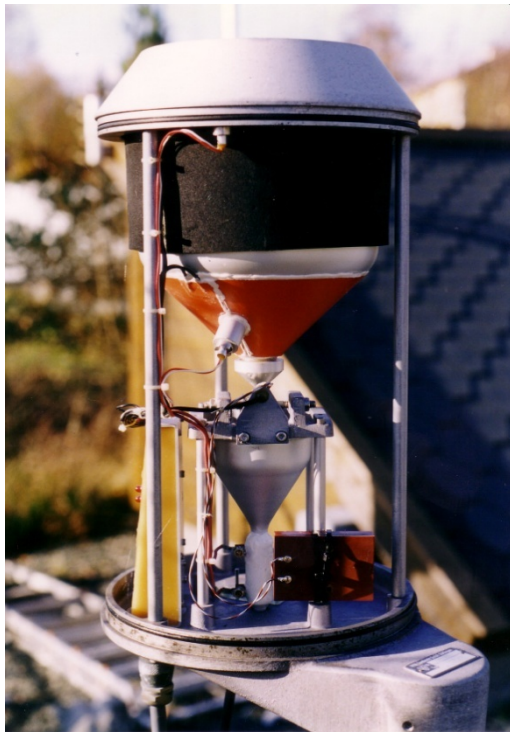
Hele landet

Oslo-regionen



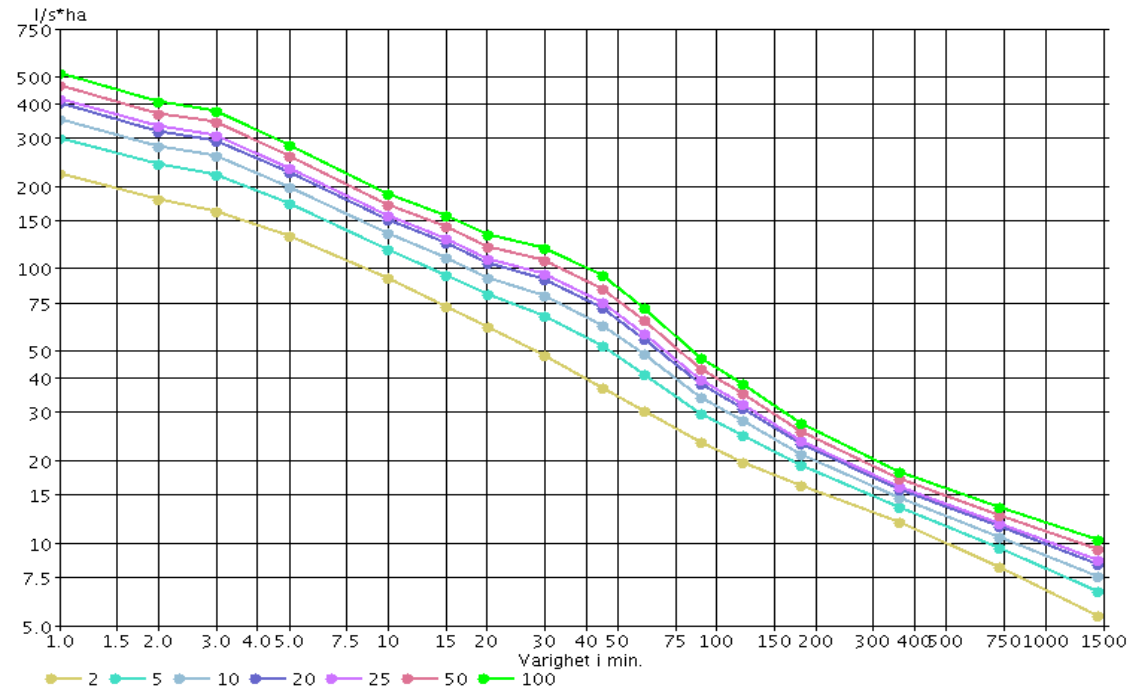
Fra regn til ingeniør verdier

Oppvarmet Lambrecht
Vippe pluviograf

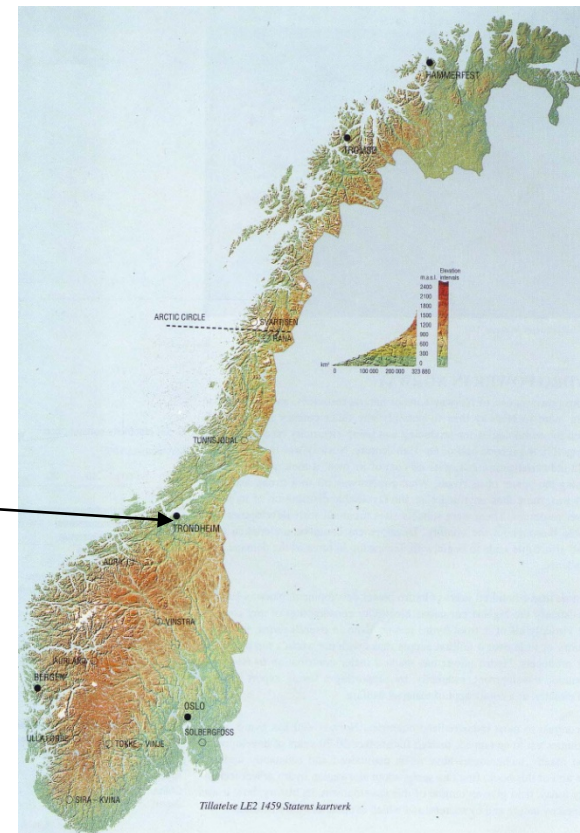


IVF kurve

68230 TRONDHEIM - RISVOLLAN Returperioder(år)

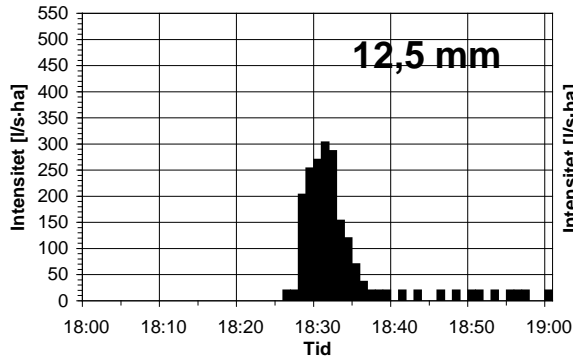


Trondheim har fra 2006 6 korttidsnedbørstasjoner

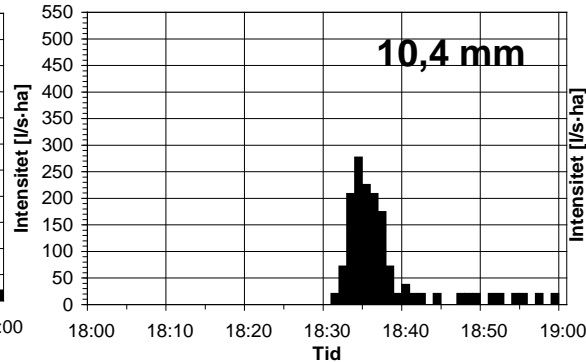


Intensities at the six gauges on 13 August 2007

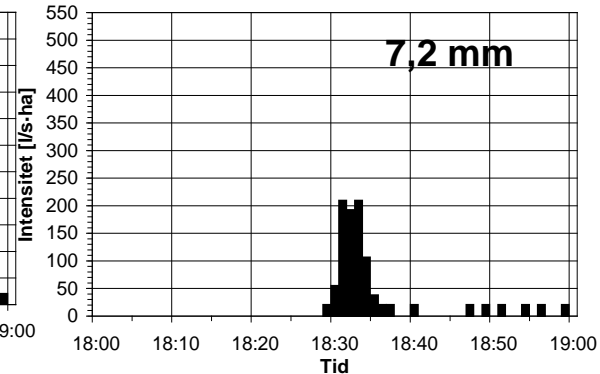
Sverresborg 13. august 2007



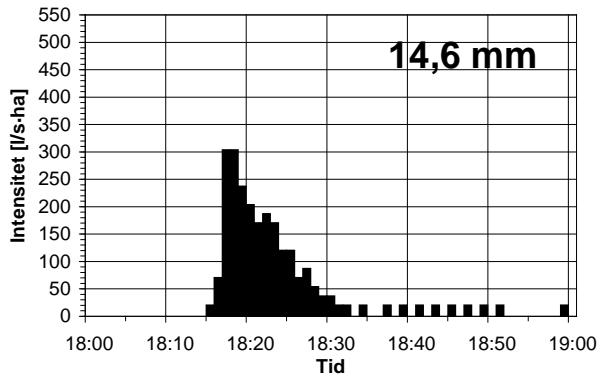
Lade 13. august 2007



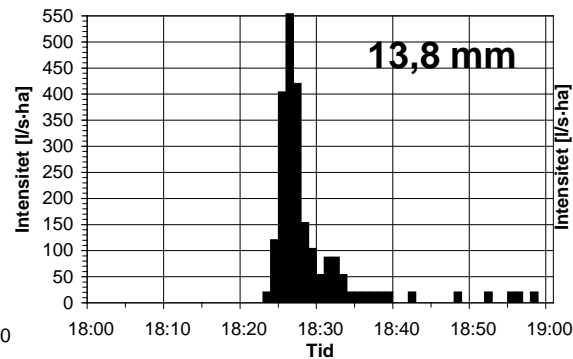
Ranheim 13. august 2007



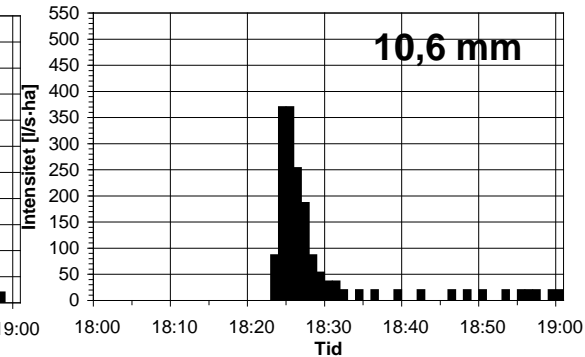
Saupstad 13. august 2007



Risvollan 13. august 2007



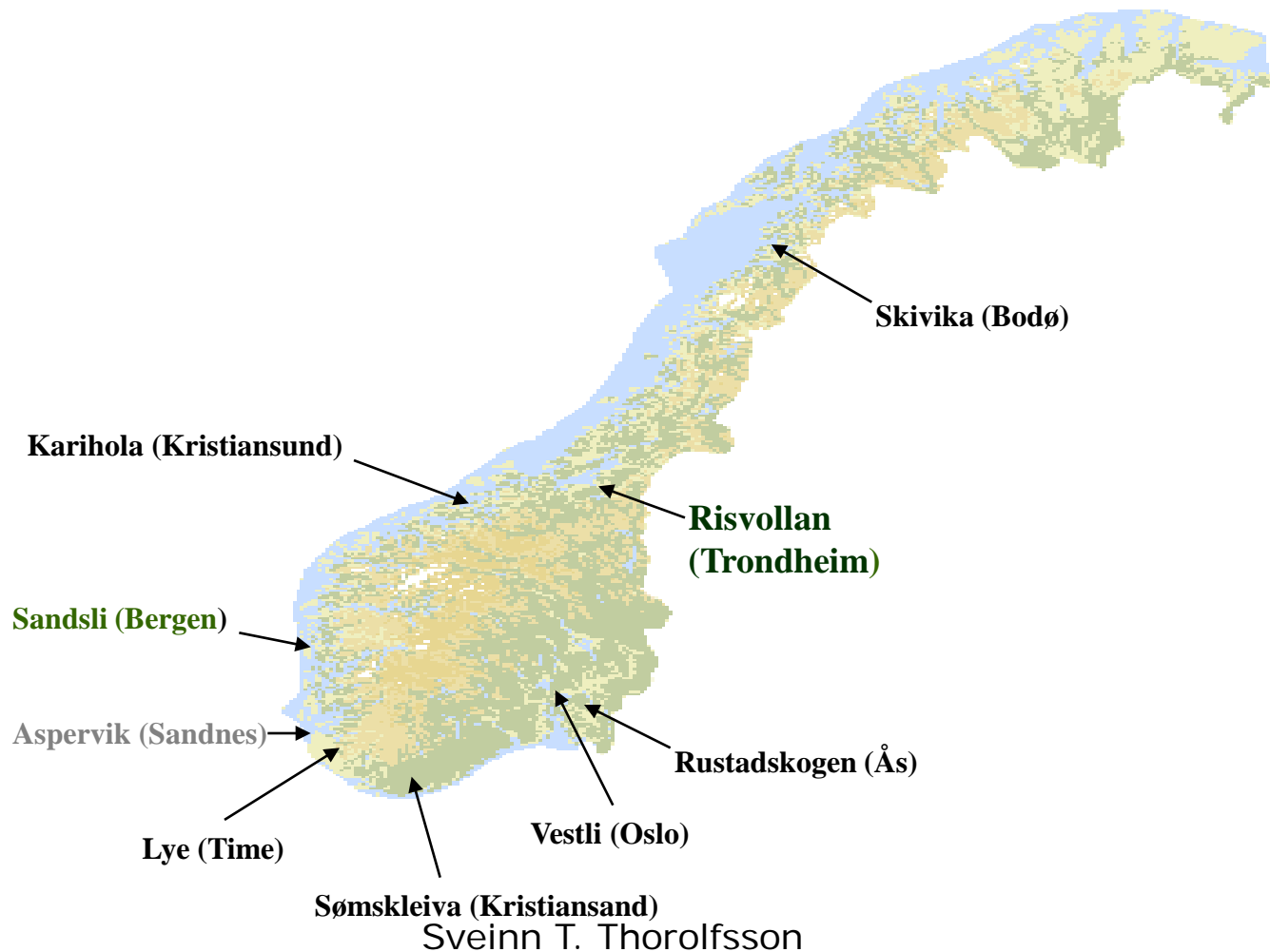
Voll 13. august 2007



The rain moved from south to north (Saupstad-Ranheim)
 The radar pictures show the same speed of the front, but cannot be used to find differences in top intensities and local intensity variations within the city.



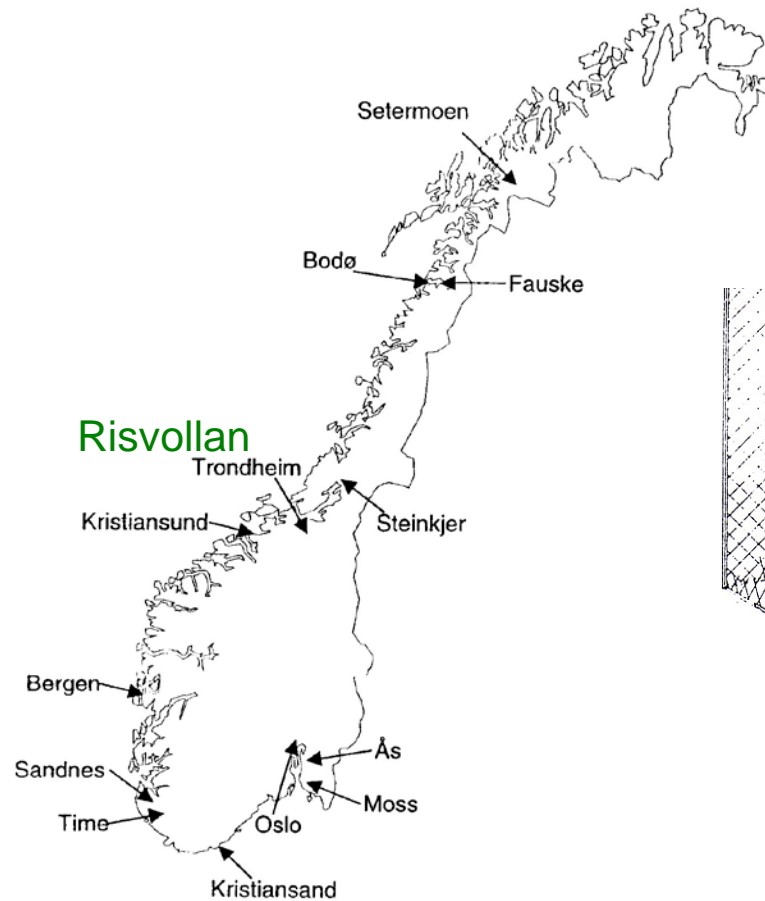
NVE,s urbanhydrological measuring stations today (8)



Sveinn T. Thorolfsson

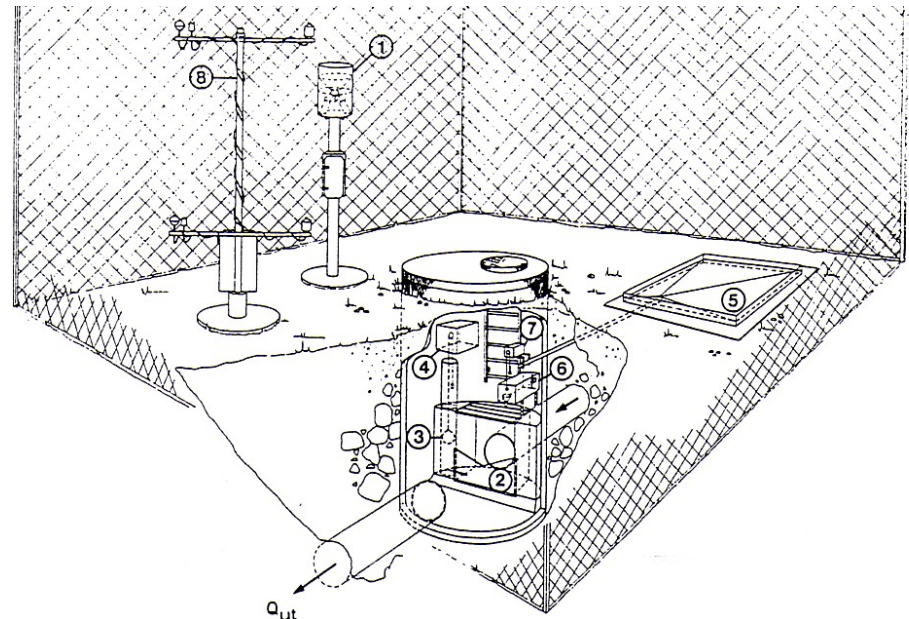
Urban hydrologiske målestasjoner i Norge

Nedbør, overvannsavrenning, luft temperatur, snøsmelting.



NVEs urbane stasjonsnett i Trondheim

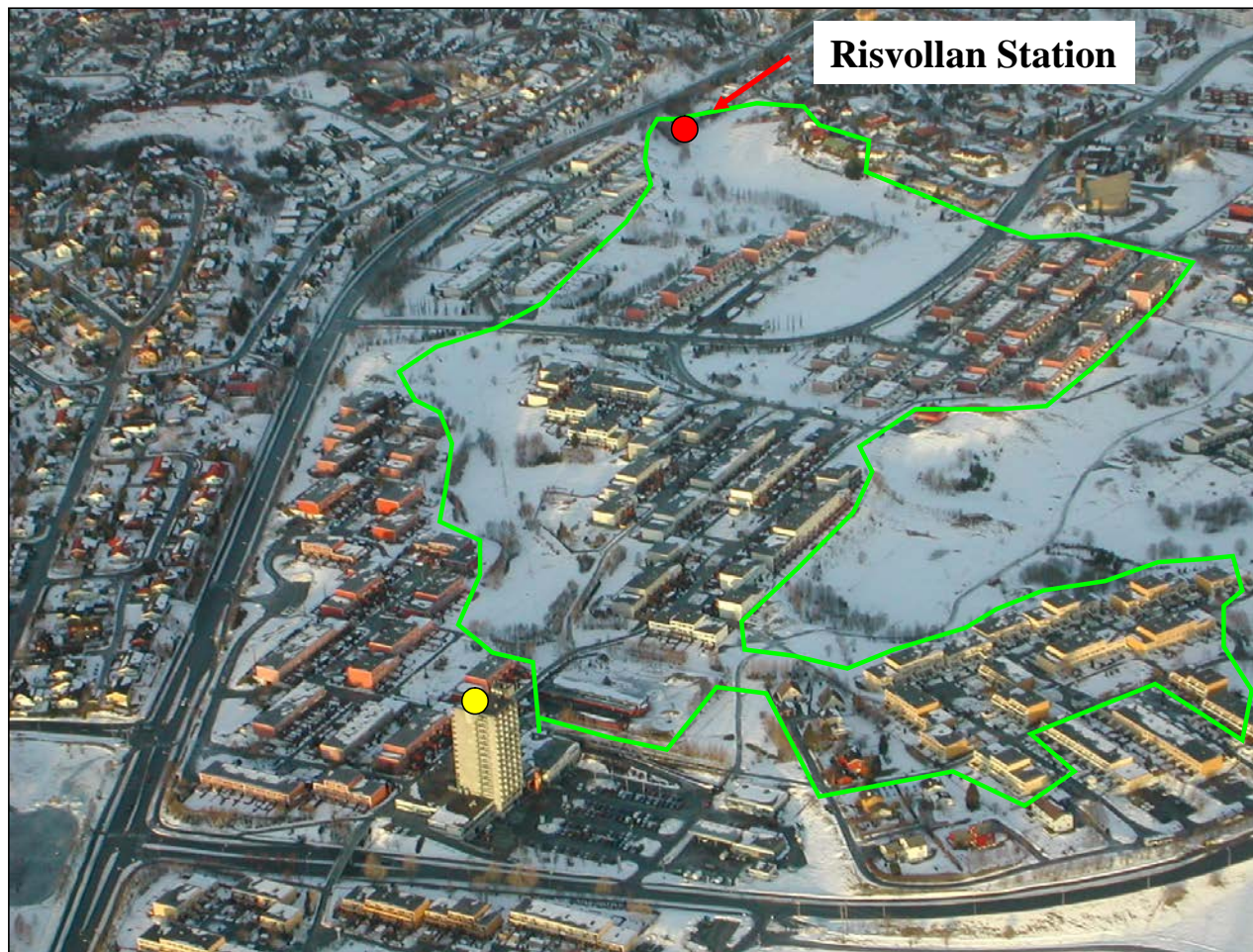
1. Korttidsnedbørmåler
2. V-overløp for overvann
5. Snøsmeltebrett
8. Lufttemperatur



Basis instrumentering

Risvolla feltet i Trondheim

Risvolla catchment



Risvollan målestasjon i Trondheim

Vinter



Sommer



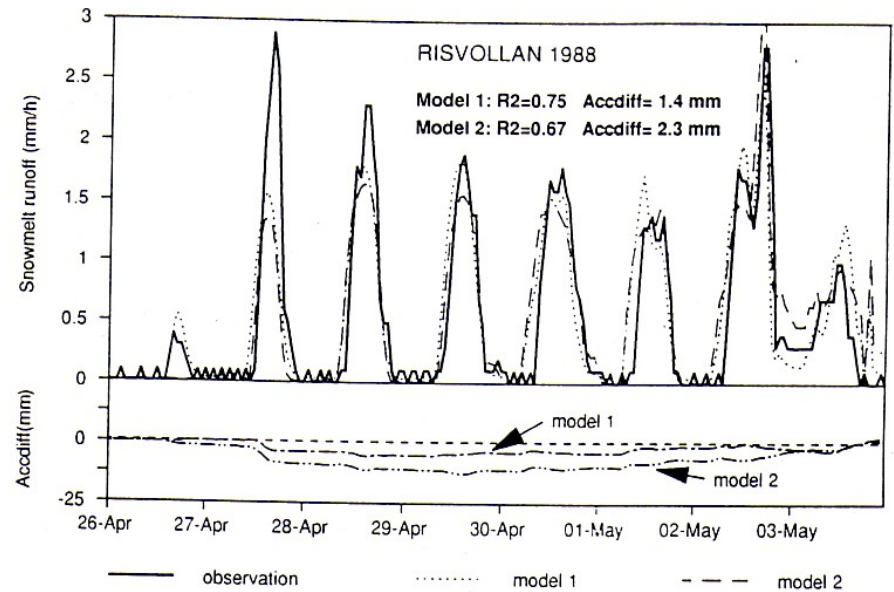
Risvollan drives i samarbeid mellom NTNU, NVE og Trondheim kommune

www.ivt.ntnu.no/ivm/risvollan/,

Snøsmeltebrettet på Risvollan

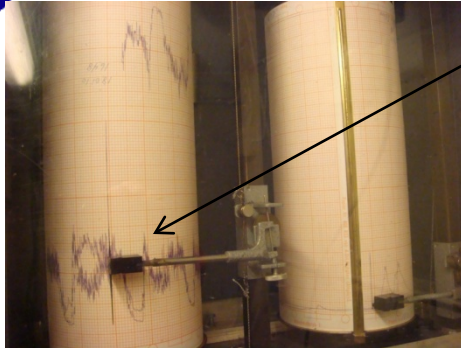


Snøsmelteavrenningen 26 april – 3 mai 1988



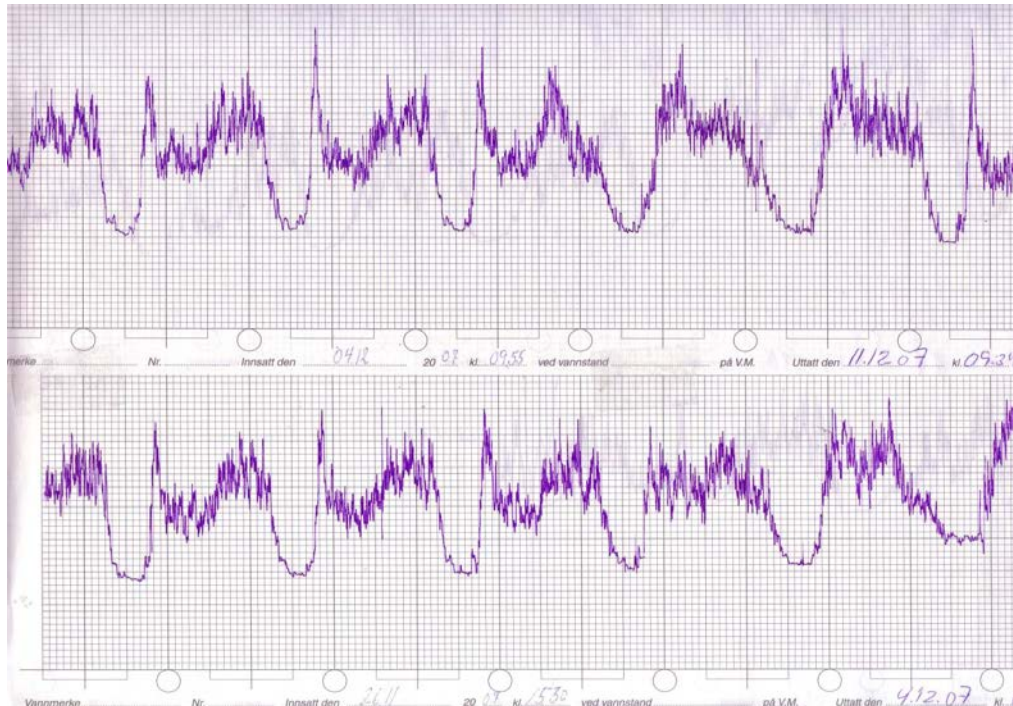
Wastewater runoff at Risvollan

It is a residential area ca 20ha with 1500 inhabitants



Foul water and stormwater is registrated, both on a datalogger and paper, see photo.
 One arond on the silynder is one week, so there are week values.
 It may happs peaks at the end of popular TV-programs

Spillvann Overvann



Foul water runoff in the period 26. November to 4. December 2007

Fouol water is relatively stable with minimum in the night, bur increases during the morning and reach peak at 09:00 AM, for siden å gå litt ned utover dagen og så stige igjen om ettermiddagen from kl. ca 15:00 PM and to 18:00 PM



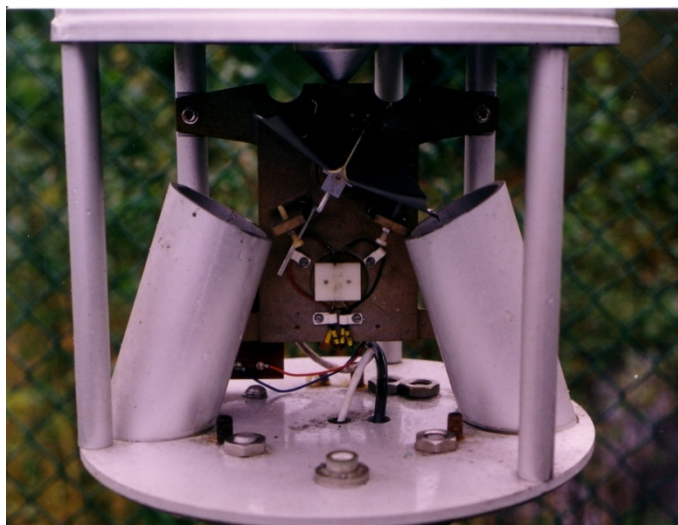
PRA – perioden 1971 - 77

PRA 4.1	Data for korttidsnedbør	(Met.no)
PRA 4.2	Avrenningsforhold i urbane områder	(NVE)
PRA 4.5	Fordrøyningsbassenger og overløp	(Mosevoll)
PRA 4.6	Systemanalyse av avløpsanlegg	(Lindholm)
PRA 4.7	Undersøkelse av urbant avrenningsvann	(Lindholm)
PRA 4.10	Tilrettelegging av nedbørdata	(Met. No og Lindholm)

PLUMATIC og Lambrecht vippepluviograf

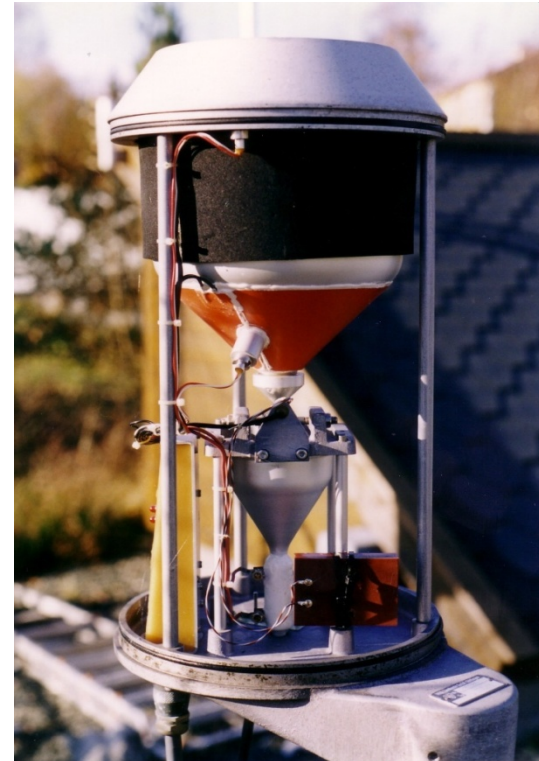
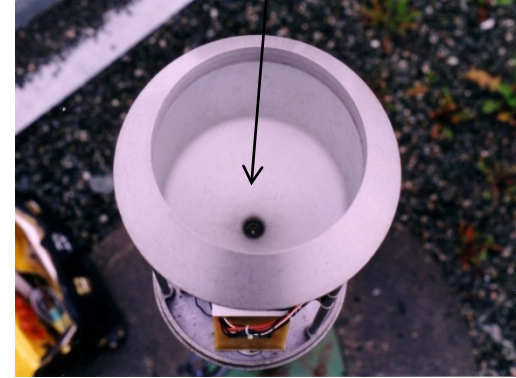


1966 Blindern-Oslo



Bilder: Sveinn T. Thorolfsson
Fra Risvollan målestasjon Trondheim

1982 Sandsli- Bergen



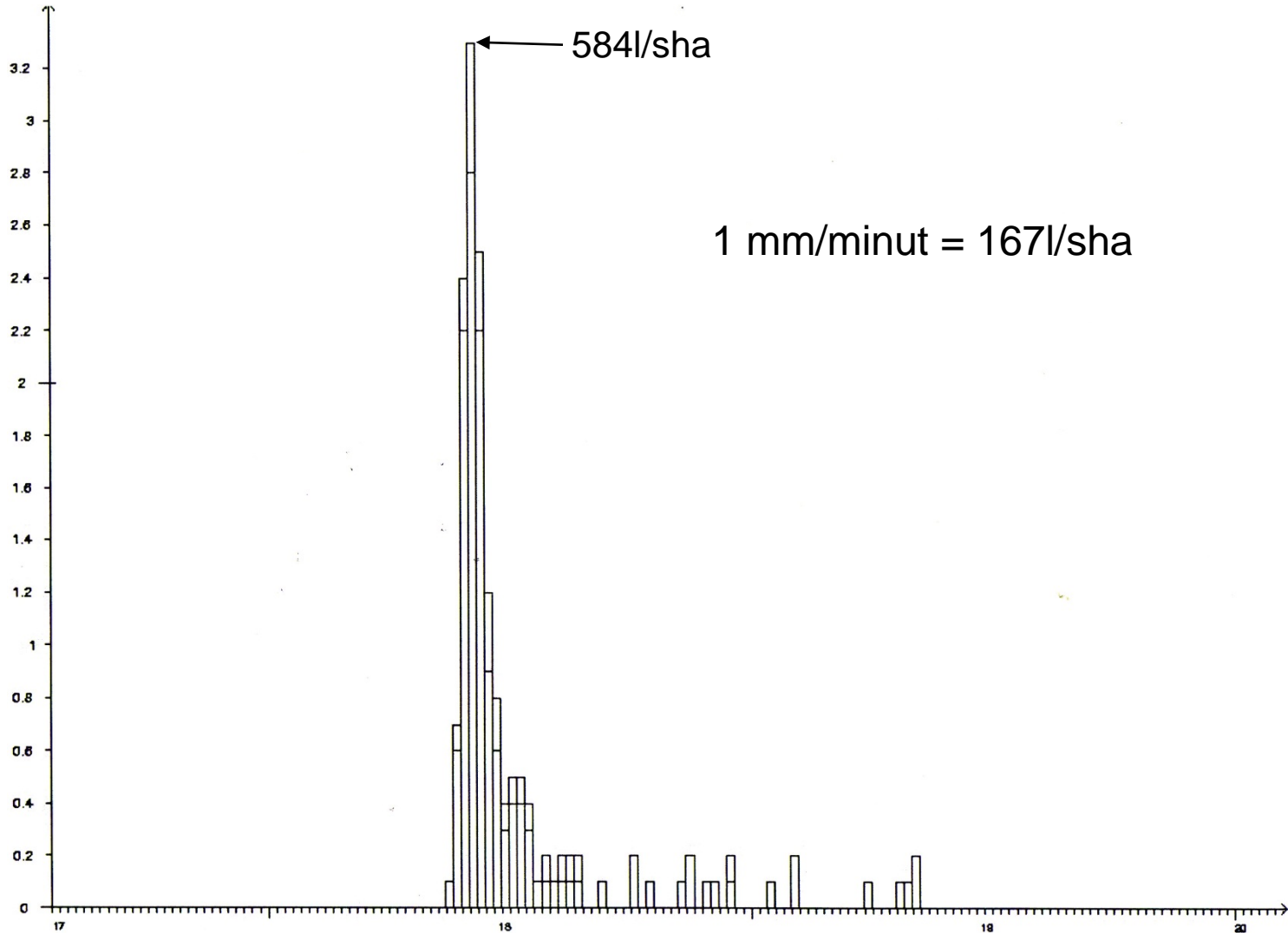
Type regn

Regn profil - hyetogram

Kasseregner:	Konstant regnintensitet over dimensjonerings perioden
Summetrisk regn:	Størst regnintensitet i midten av regnet 1)
Skjeve regn:	Toppen før midten av regnet Chicago-regn 3/8 til topp – 5/8 etter topp 2). Toppen etter midten av regnet
Sifalda regn:	Kasseregner med forregn og etterregn 3)
Snifnell:	Sifalda regn tilpasset Gøteborg 4)

- 1) Lindholm og Aune (1978). Konstruksjon av nedbørhyetogrammer. VANN 2 1978
- 2) Keifer and Chu (1957). Synthetic Storm Pattern. J. of Hydraulic. Div. Vol 83. ASCE
- 3) Sifalda (1973). Entwicklung eines Berechnungsregen GWF – Wasser/Abwasser
- 4) Arnell (1982). Rainfall data for design of sewer pipe systems. CTH, Göteborg

Bygen på Risvollan 13. august 2007



OVT2008 1. sept 2008

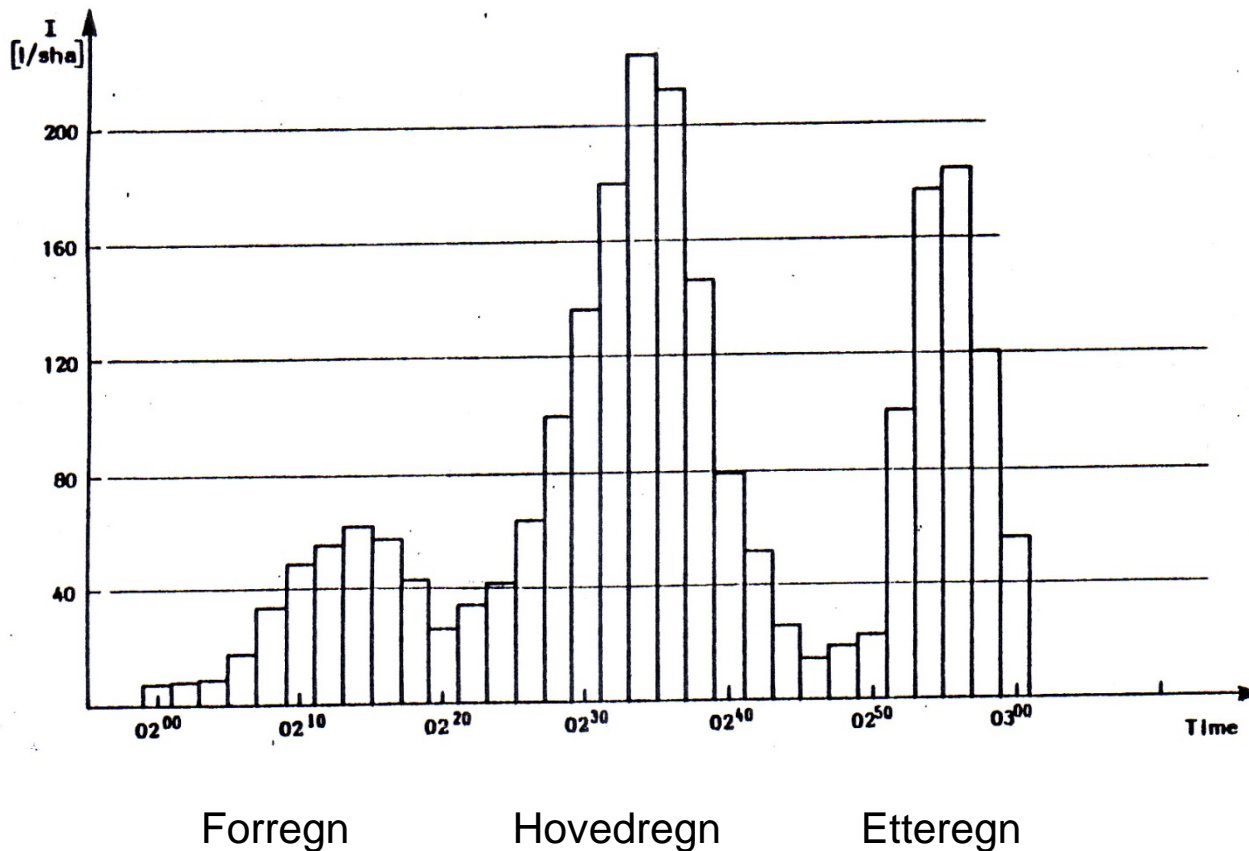
14.9.2005

Overvannsteknologi -

Sveinn T. Thorolfsson

Regnbygge på Sandsli i Bergen

10. august 1982



Kristoffersen regnet

Et **nytt** dimensjoneringsregn

Presentasjonen er basert på:

Mastergradsoppgave Hans Vebjørn Kristoffersen NTNU
Lvert juni 2010

Oppgavens tittel er: “Analyse av overvannssystem”.

Kandidaten har gjennomgått et overvannsprosjekt i Forus næringspark. Han har utviklet dimensjonerende nedbør og analysert kapasitet og sikkerhet for overvannssystemet, med rør og kanaler i næringsparken.

Det nyskapende bidraget

Det viktigste nyskapende bidraget er en ny metode for utvikling av et dimensjonerende nedbørsprofil "Kristoffersen-regnet", der de lokale forutsetningene går hånd-i-hånd med statistiske prinsipper.

Overgangen fra den 60 år gamle metoden kasse-regn til bruk av "Kristoffersen-regn" er en ny tankegang i overvannsdimensjonering. Nedbøren er ikke konstant, og med en maksimal ugunstig situasjon over 60 minutter vil systemet bli undersøkt på en mer realistisk måte.

I sin tale ved prisoverrekkelsen sa Kristoffersen, at han så frem til at hans metode ville bringe faget, Overvannsteknologi fremover.

Oppgaven ble utført i samarbeid med Cowi AS.

Nyskappingsprisen ved NTNU

Byggenæringens nyskappingspris for studenter ved NTNU skal fremme utvikling av utradisjonelle konstruksjoner og løsninger, kreativ design, faglig dyktighet, tverrfaglighet og kvalitet.

Prisen er på kr 25.000,– pluss diplom

Siv.ing. Hans Vebjørn Kristoffersen, som ble uteksaminert i 2010, ble tildelt den høytragende Byggenæringens Nyskappingspris for sin mastergrad "Analyse av overvannssystem. Forus Næringspark - kapasitet, sikkerhet og sårbarhet" under veiledning av Sveinn T. Thorolfsson.



DEN FRIE TANKE NYSKAPINGSPRISEN 2010

Byggenæringens nyskappingspris for studenter ved NTNU til fremme av utradisjonelle konstruksjoner og løsninger, kreativ design, faglig dyktighet og kvalitet

Prisen, bestående av en vitenskapelig hedersgave på kr 25.000,– tildeles

student

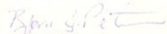
Hans Vebjørn Kristoffersen

for sin masteroppgave
 «Analyse av overvannssystem
 – Forus Næringspark – Kapasitet, sikkerhet
 og sårbarhet»

utført høsten 2009 og våren 2010 med veileder Sveinn T. Thorolfsson ved Institutt for vann- og miljøteknikk.

Trondheim, 20. oktober 2010

For juryen:


 Bjørn G. Petersen
 Studieprogramleder Bygg- og miljøteknikk


 Tore Hoven
 Leder Næringslivsringen



Behov for nytt dimensjonerende regn

Det er ingen krav i Norsk Standard eller Norsk Vann, jfr Overvannsveilederen 2008, til variasjon i intensiteten.

Det er kun krav til returperiode

Ved dimensjonering av nye anlegg eller eksisterende system må nedbøren ha 1-minuttsoppløsning for å representere de reelle forhold. Ved høyere oppløsning poleres effekten av høyintensiv nedbør ut

Høyintensiv nedbør er i stor grad det som gir urbane oversvømmelser

Det er et behov for en mer nyansert regelverk og klare dimensjoneringsrutiner.

Det er ingen standardiserte metoder i Norge, og de metoder som eksisterer har liten lokal tilknytning

Hva er et Kristoffersen-regnet?

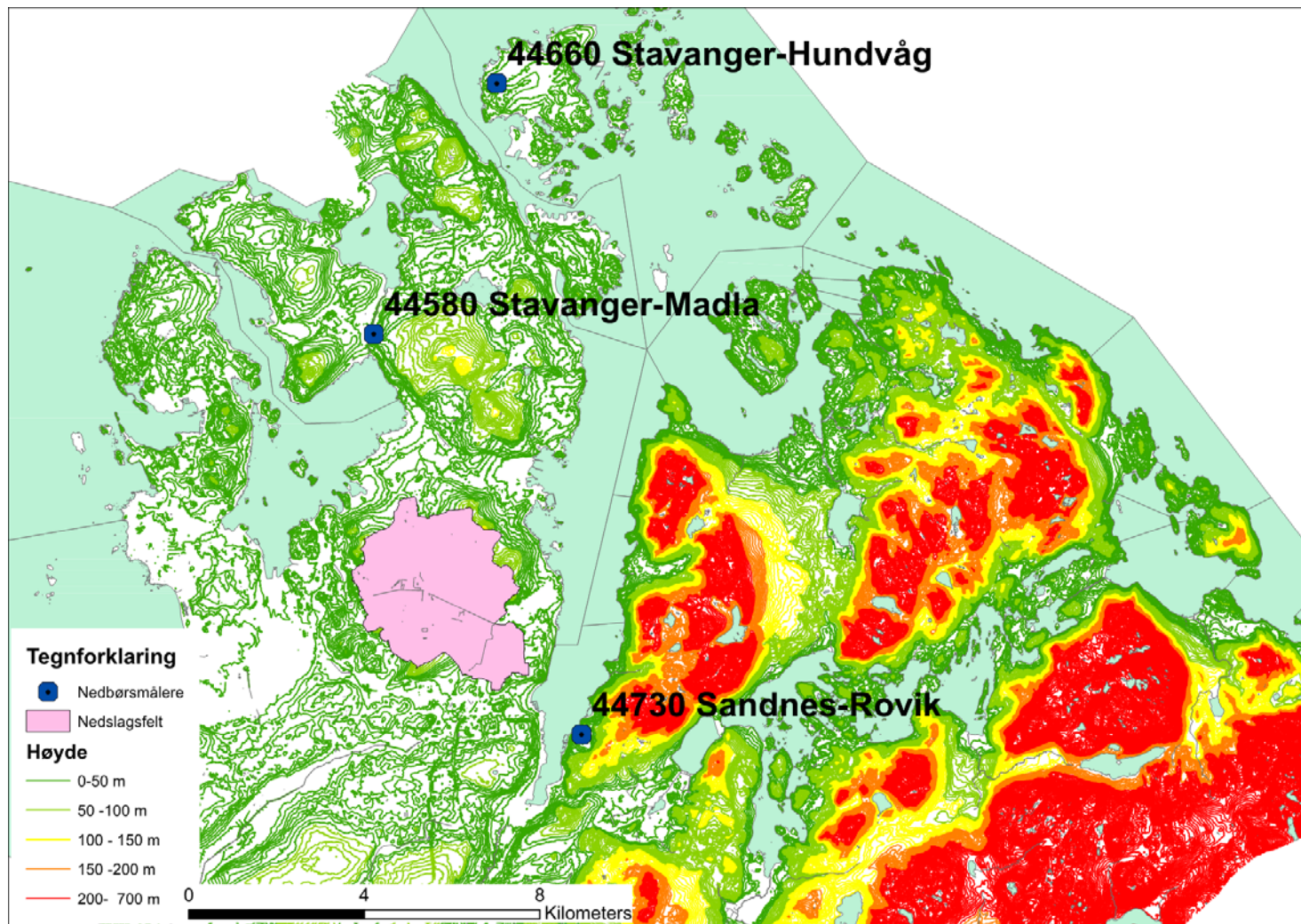
- Nedbørsprofil som representerer den maksimalt ugunstige nedbøren for et område for en gitt returperiode
- Nedbørsprofilet baseres på lokale nedbørsmålinger med 1 minutts oppløsning og IVF kurven fra samme stasjon.
- 60 minutters varighet der hvert minutt er representert med en prosentverdi av det mest intense minutt
- Kun 1 minutts verdien fra den gitte IVF kurven som legges inn. Alle andre minutter er da i prosent av denne verdien
- Nedbøren blir da forankret i nasjonale regelverk ihht til returperiode, og lokalt ihht til variasjon i intensitet over et intervall



Hvordan lage Kristoffersen-regn

- Tilpasse vær enkel minuttverdi slik at den passer med det den mest ugunstige nedbøren
- Den gjennomsnittlige maksimale intensiteten over et gitt intervall skal være lik den samme verdien fra IVF-kurven
- Plotte de maksimale nedbørshendelser, eks over 200 l/sha og maksimal intensitet ved 30 min

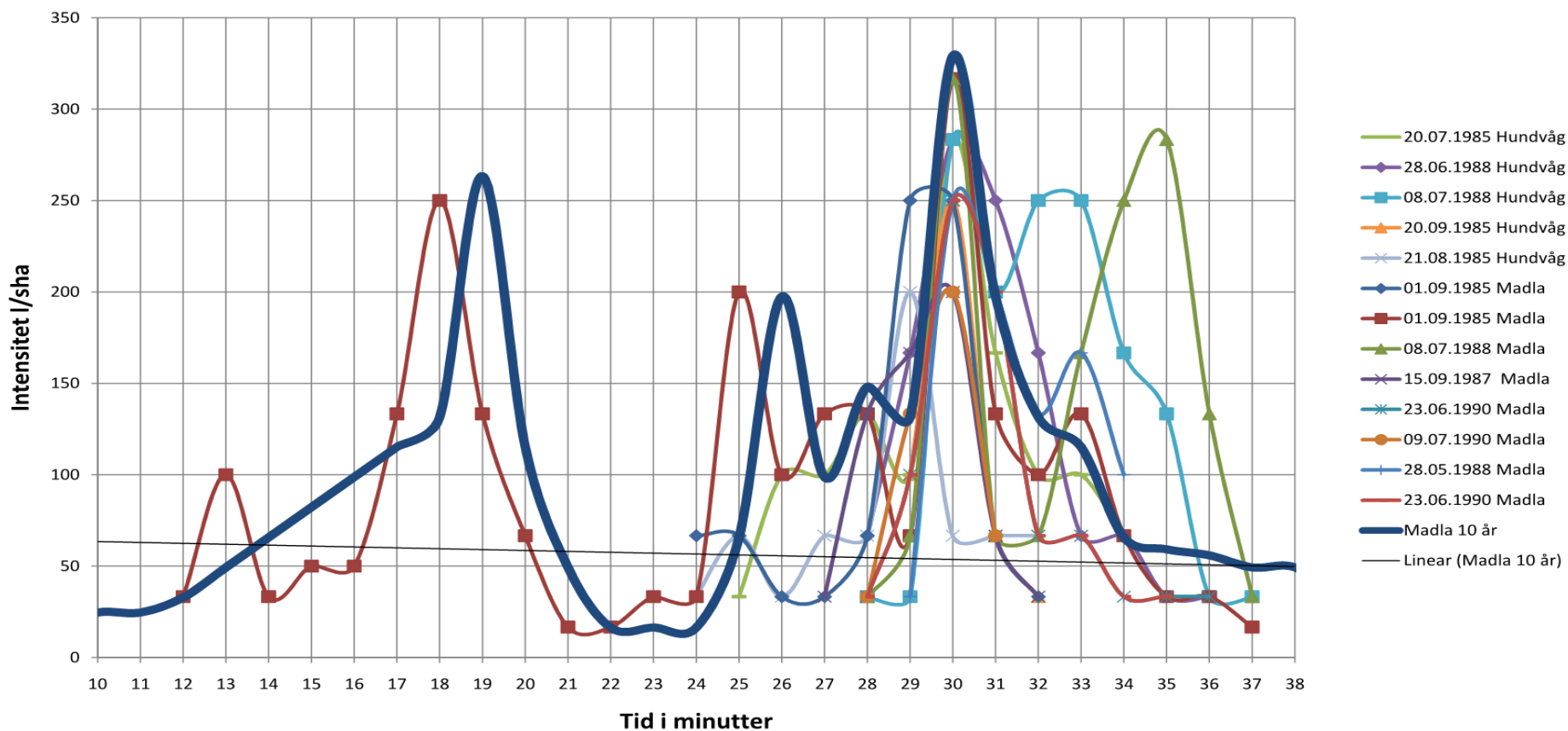
Kristoffersen-regn fra Forus



Kristoffersen-regn fra Forus: Grunnlag

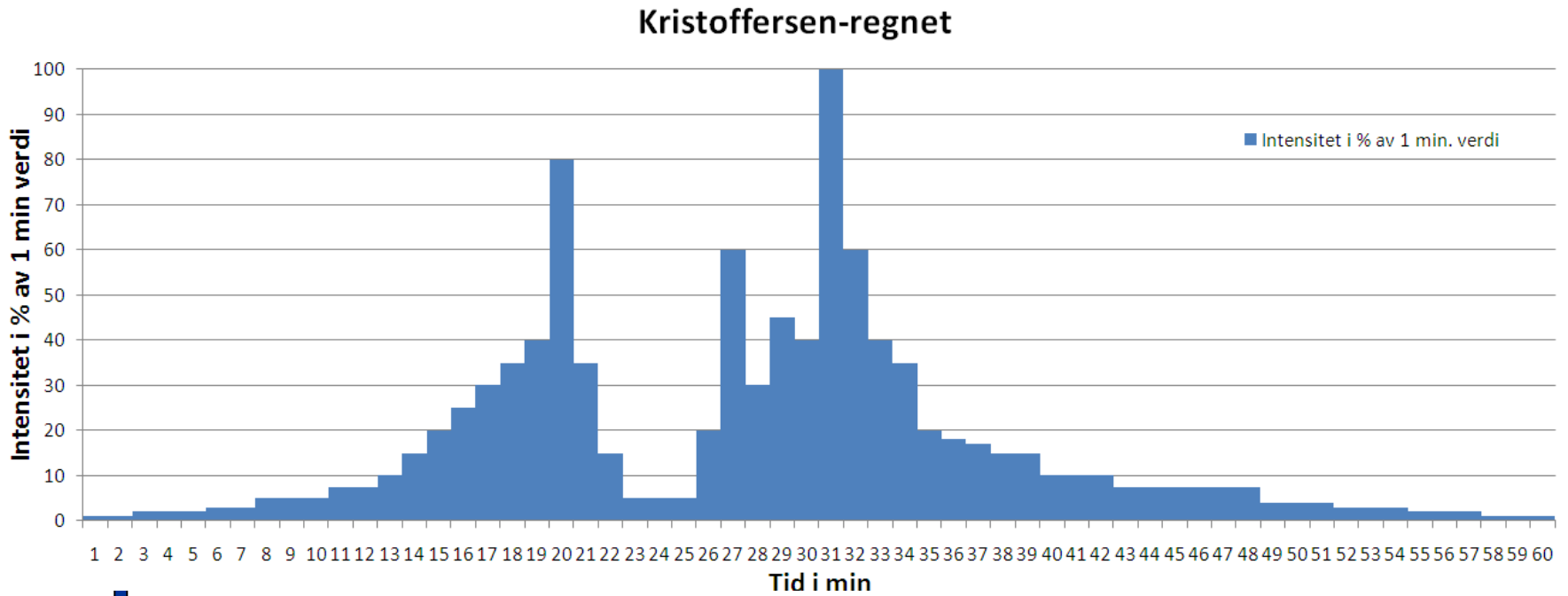
Nedbør fra Madla og Hundvåg målestasjoner

Nedbørsprofiler Madla og Hundvåg og Madla 10 år returperiode





Kristoffersen-regn fra Forus: Regn profil (hyetogram)

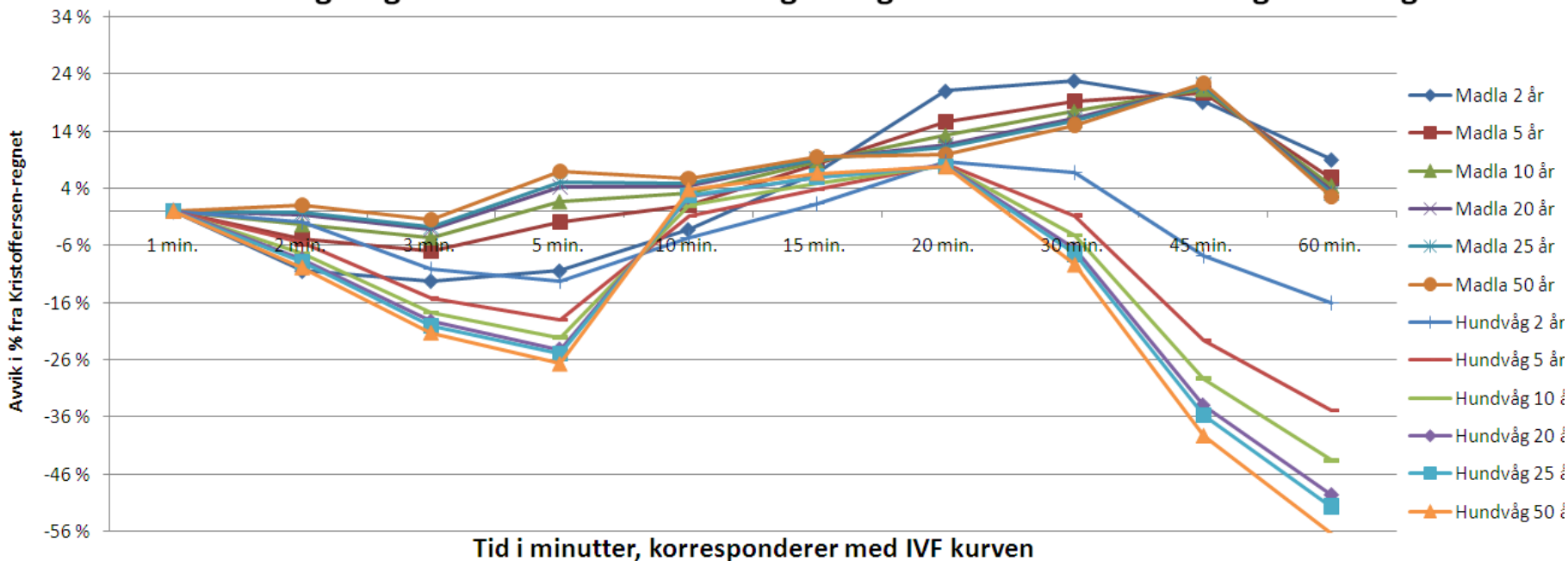


Vebjørn Kristoffersen

Kristoffersen-regn fra Forus: Tilpassning mot IVF-kurve

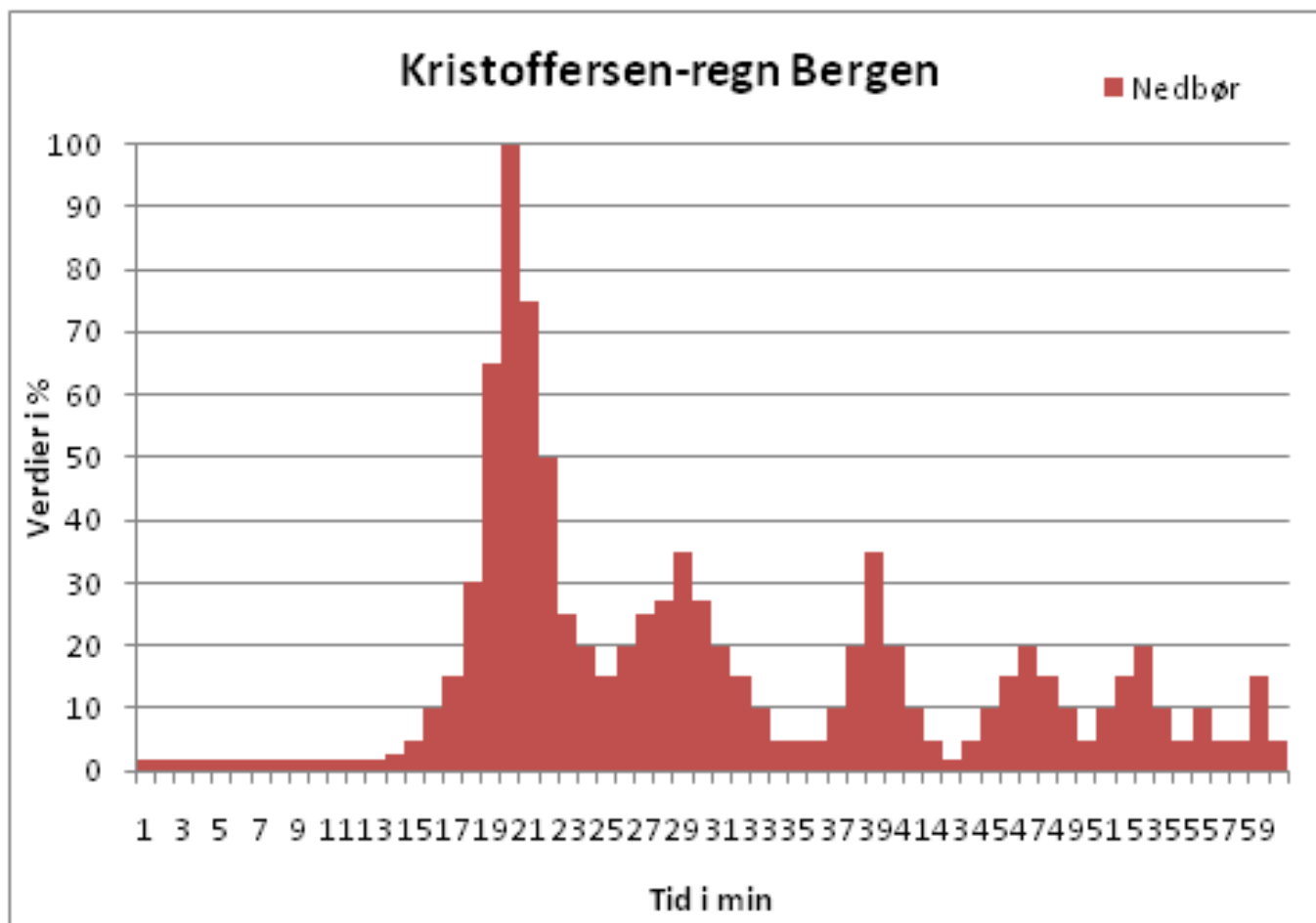
- Primært tilpasset IVF fra Madla, sekundært IVF fra Hundvåg

Sammenligning mellom Kristoffersen-regnet og IVF kurver for Madla og Hundvåg





Andre profiler: Bergen og Trondheim





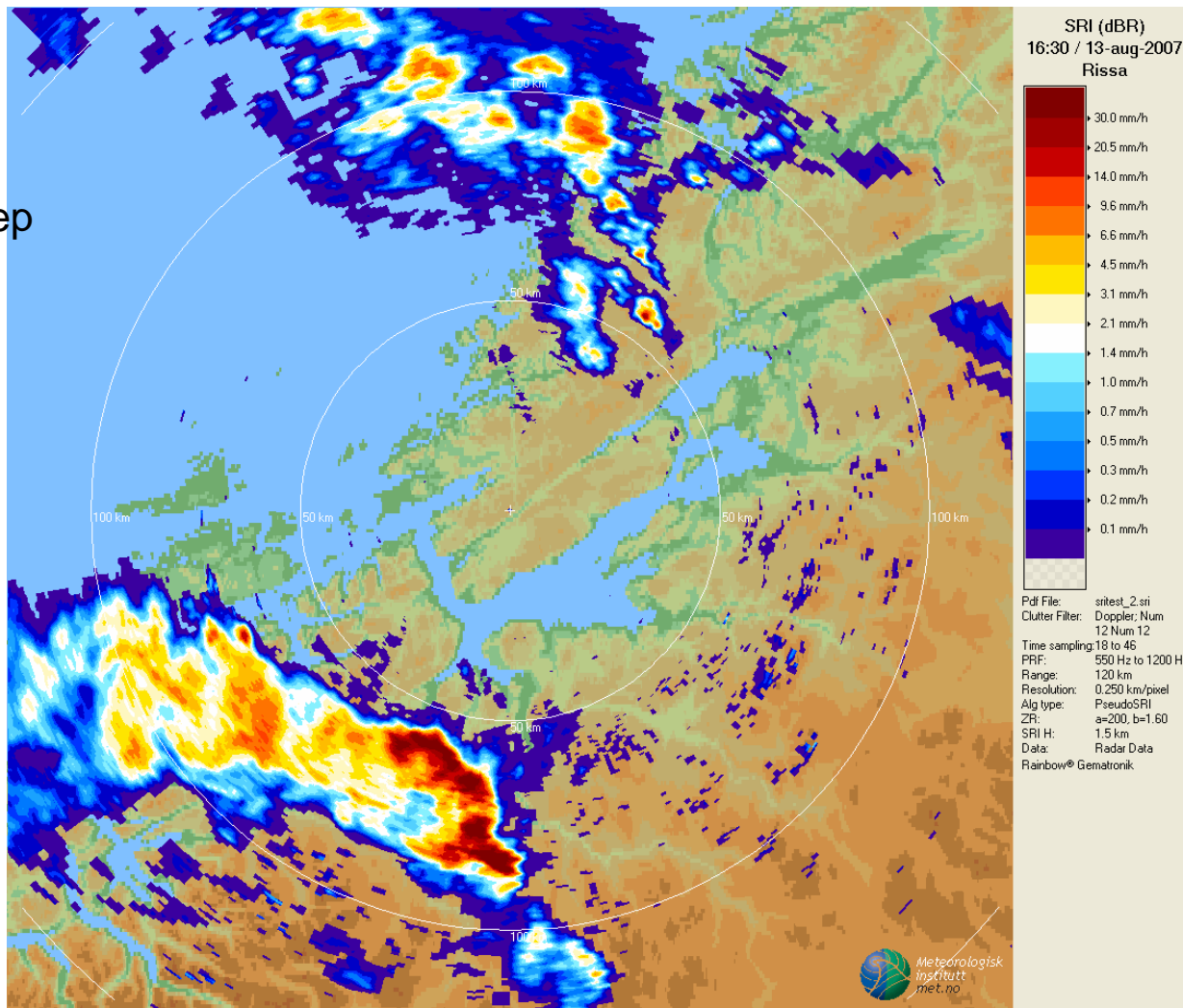
Videre arbeid

- Arbeide mot en metode for standardiserte nedbørsprofiler
- Kristoffersen-regnet er en mulig løsning på dagens manglende dimensjoneringsgrunnlag, men det er et behov for en matematisk sammenheng mellom variasjon i de historiske data og variasjonen verdiene i Kristoffersen-regnet.
- Vi mottar innspill til hvordan vi kan løse dette?

Hva ønsker vi oss for framtiden?

Regnradar som gir intensitet i sanntid

15 min
time-step





Takk for oppmerksomheten

Sveinn og Vebjørn