

Konstruksjon og bruk av nedbørhyetogrammer

Av Oddvar Lindholm og Bjørn Aune

Oddvar Lindholm er seksjonsleder for kommunalteknikk i Statens forurensningstilsyn.

Bjørn Aune er fagsjef ved Meteorologisk institutt og leder for Avdelingen for hydrometeorologi.

Hva slags dimensjonerende regn bruker VA-teknikerne idag?

De benytter nesten uten unntak såkalte «kasseregner» med konstant intensitet i tid. Regnene er hentet fra kurver for nedbørintensitet-varighet — frekvens som vist i figur nr. 2, og de brukes som inngangsdata i beregningsmodeller eller metoder for å finne dimensjonerende vannføringer i fellessystem eller overvannledningsnett.

Faktiske forhold.

Regn som er så store at de kan være dimensjonerende, har som regel en meget høy toppintensitet. Den kan i virkeligheten komme når som helst innen regnbyen (3). Vi kan imidlertid idealisere byen til å starte med lav intensitet. Intensiteten øker raskt til et nivå som kan ligge mellom 200 og 300 l/s ha i noen minutter. Deretter faller den raskt igjen. I figur nr. 1 er vist et eksempel på regnhyetogrammer som benyttes i England for 1, 5 og 10 års frekvenser.

Slike regn er akseptert i en rekke land som mer hensiktsmessig enn de konstante «kasseregner» som nå brukes i Norge.

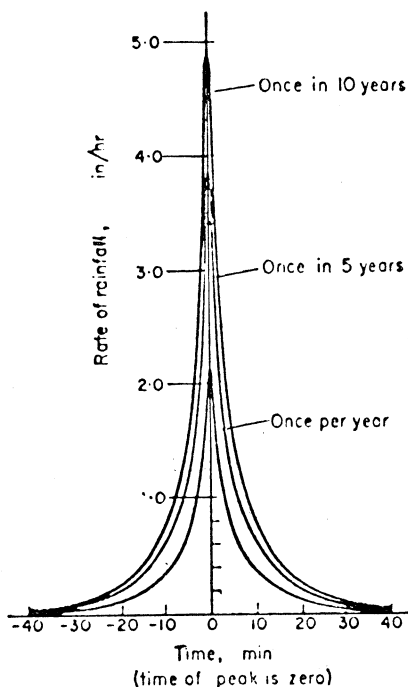


Fig. 1. Engelske regnhyetogrammer ref (1)

Fordeler ved regnhyetogrammer.

De viktigste fordeler ved bruk av regnhyetogrammer er:

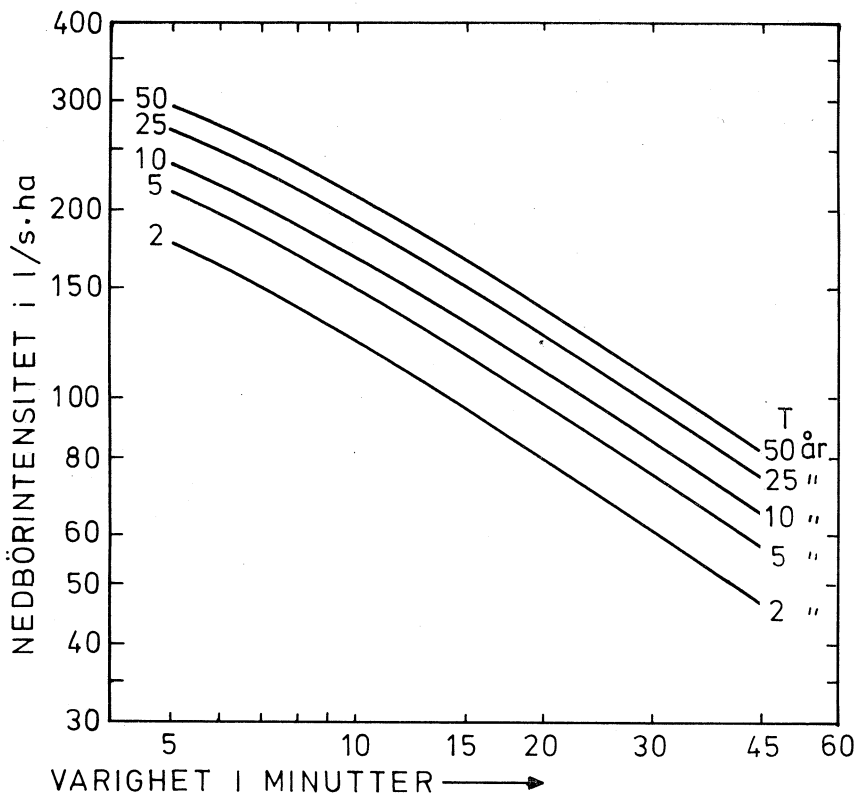


Fig. 2. Nedbørintensitet, varighet, frekvens for Oslo, Blinderen.

- Regnforløpet og dermed avrenningsforløpet og maksimal vannføring blir meget mer realistisk enn ved bruk av «kasseregner».
- I en region med ensartede meteorologiske forhold kan det samme regnhyetogrammet brukes til alle ledningsnettstørrelser uansett konsentrasjonstid.
- Man får dimensjonerende vannføringer i alle deler av ledningsnettet i en be-

regning. Grunnen til dette er at regnhyetogrammet i sin mest intense del inneholder virkningen av korte regn som er dimensjonerende for de deler av ledningsnettet som har korte konsentrasjonstider, mens hele hyetogrammet vil virke dimensjonerende for de nedre deler av nettet med lange konsentrasjonstider.

Dersom man ønsket å finne dimensjonerende vannføringer i X punkter

ved hjelp av «kassereg» tatt fra intensitetsvarighetskurver, måtte man gjøre X forskjellige beregninger, da det kun er *ett* bestemt «kassereg» som er dimensjonerende for et gitt punkt. (Konsentrasjonstid = regnvarighet.

- Ved å benytte regnhyetogrammer tvinges man til å bruke regnmetoder som kan ha varierende regnintensitet som grunnlag. Disse metodene eller modellene har samtidig en rekke andre fordeler som f.eks. hensyntagen til rørdempingseffekten o.s.v.

Hvordan konstrueres et regnhyetogram?

Mange steder i U.S.A. har funnet sitt dimensjonerende regnhyetogram ved å gjennomgå alle store regn i en lang årrekke. Man søker så et regnforløp som er mest representativt for de dimensjonerende regn. For de fleste norske steder vil denne metode ikke være praktisk for øyeblikket. Følgende metode foreslått av Thorndal (1) kan i så fall med rimelig grad av nøyaktighet benyttes:

- 1) Regnhyetogrammet konstrueres utfra en vanlig kurve for nedbørintensitetvarighet — frekvens.
- 2) Det antas at hyetogrammet er symmetrisk om sin midtakse.
- 3) Konstruksjonsprinsippet er at regnvolumet innenfor de X mest intensive minuttene i hyetogrammet skal nøyaktig tilsvare regnvolumet i et «kassereg» av varighet X minutter.
4. Hensiktsmessig beregningssteg vil for de fleste tilfelle være ca. 5 minutter. Steg på bare 1 minutt gir en meget

høy spissintensitet. (Tilsvarende et «kassereg» på 2 minutters varighet).

Som grunnlag for beregningene kan nyttes enten verdien som er tatt fra diagrammene eller fra en formel som den som er beregnet for en 10-års kurve f.eks. Trondheim (2).

$$I = 402 (T + 1.5)^{-0,64}$$

Slike tilpasningsformler er imidlertid bare beregnet for et par steder i Norge, og i de fleste tilfeller må verdiene tas fra kurvene eller fra grunnlagsdataene for dem. Meteorologisk institutt har planlagt å beregne tilpasningsformler for en del steder som har lange nok pluviografregistreringer, men dette vil ta en del tid.

Beregningseksempel.

Som grunnlag for følgende regneeksempel er benyttet beregnede verdier som ligger bak kurvene i figur nr. 2. De midlere intensiteter — «kassereg» — som er beregnet for å forekomme eller overskrides i gjennomsnitt hvert 10-år for Oslo-Blindern, er for forskjellige varigheter:

Varighet 10 min.:	164,3	l/s	ha
» 20 »	107,7	l/s	ha
» 30 »	85,3	l/s	ha
» 40 »	72,3	l/s	ha
» 50 »	62,0	l/s	ha
» 60 »	53,1	l/s	ha

Man velger 5-minutters beregningssteg, lumet i 2 x 5 min. som blir

$$I_{10} = 164.3 \text{ l/s ha}$$

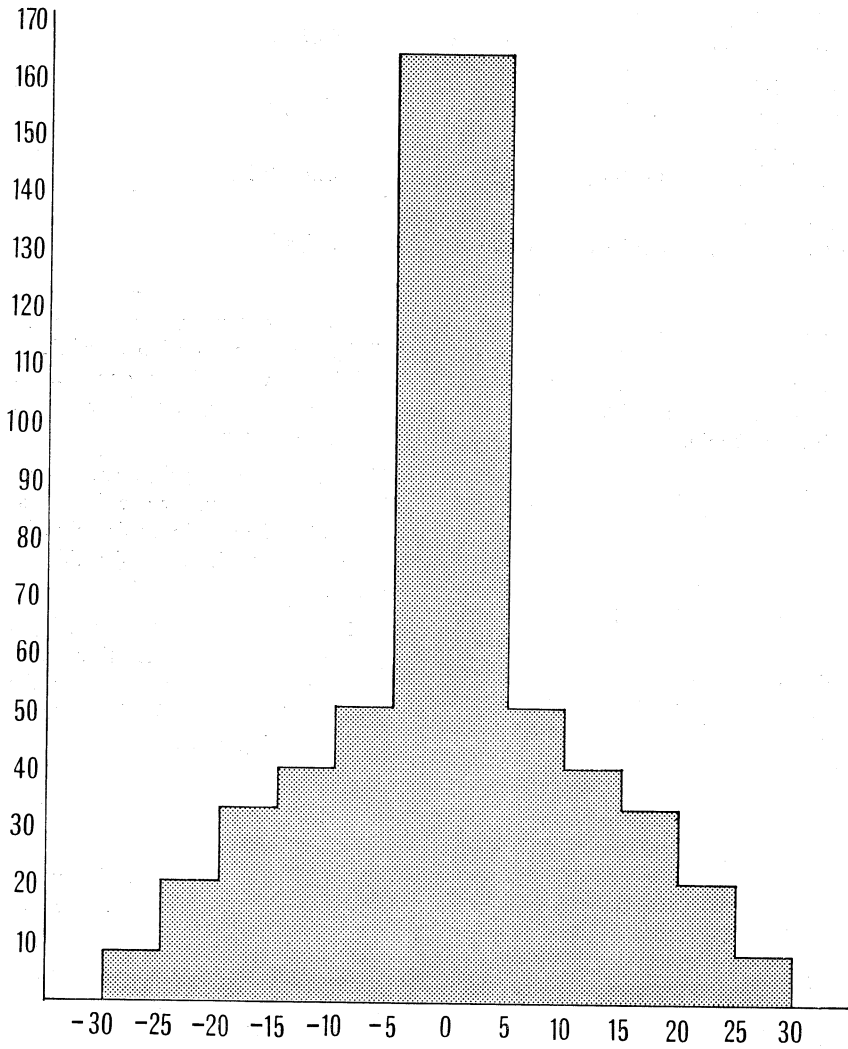


Fig. 3. Regnhyetogram for 10-års frekvensen for Oslo, Blindern.

2. trinn blir
 $(I_{20,20} - I_{10}) = 107,7 \cdot 20 - 164,3 \cdot 10) : 10 = 51,1 \text{ l/s ha}$

3. trinn blir
 $(I_{30,30} - I_{20,20}) = (85,3 \cdot 30 - 107,7 \cdot 20) : 10 = 40,5 \text{ l/s ha}$

4. trinn blir
 $(I_{40,40} - I_{30,30}) = (72,3 \cdot 40 - 85,3 \cdot 30) : 10 = 33,3 \text{ l/s ha}$

5. trinn blir
 $(I_{50,50} - I_{40,40}) = (62,0 \cdot 50 - 72,3 \cdot 40) : 10 = 20,8 \text{ l/s ha}$

6. trinn blir
 $(I_{60,60} - I_{50,50}) = (53,1 \cdot 60 - 62,0 \cdot 50) : 10 = 8,6 \text{ l/s ha}$

Beregningseksemplet er vist i fig. nr. 3. Det skraverte området innenfor ± 30 min. er like stort som arealet til «kasseregnet» med gjennomsnittintensitet 53,1 l/s h over 60 min.

Kopi av EDB-program for beregning av hyetogram

Ved henvendelse til den førstnevnte forfatter kan interesserte få kopi av et EDB-program i BASIC som beregner regnhyetogrammer. Eneste nødvendige grunnlag er ønsket beregningssteg og koordinatene l/s · ha og min. på den ønskede intensitets-varighets-frekvenskurve.

Sammen drag

- Regnhyetogrammer kan enkelt konstrueres ut fra vanlige intensitets-varighets-frekvenskurver.
- Bruk av et dimensjonerende regnhyetogram som grunnlag til en ledningsnettber egning, gir dimensjonerende vannføring i alle nettets punkter i samme analyse i motsetning til et «kasseregnet» som bare gir dimensjonerende vannføring i et enkelt punkt i nettet.

— Bruk av et regnhyetogram gir et langt riktigere avrenningsforløp og riktigere maksimale vannføringer enn det et «kasseregnet» kan gi for de regn som er dimensjonerende.

— Ved bruk av et regnhyetogram, som bestemmes en gang for alle, kan dette brukes for alle nett innen den aktuelle region uansett konsentrasjonstid for nettet.

— Ved bruk av regnhyetogram tvinges man til å benytte mer tidsmessige beregningsmetoder, som har en rekke andre fordeler som f.eks. hensyntagen til rørdemping o.s.v.

LITTERATURHENVISNING

- (1) Thorndal, U. «Nedbørshydrografer», Stads- og havneingeniøren 7. 1971 side 130—131.
- (2) Korsvoll, N. «Korttidsnedbør i Trondheim». Teknisk ukeblad Bd. 117 nr. 10, Oslo 1970.
- (3) Aune, B. «Nedbør», Små nedbørsfelters hydrologi. Norske sivilingeniørers forening, Oslo, 1975, s. 2.1—19.