

Urbanhydrologisk prosjekteringsmateriale — et udekket behov

Av Åsmund Bøyum

Åsmund Bøyum er dosent ved Institutt for vassbygging, NTH.

Urbanhydrologisk status

I tettbygde områder må spillvann og overvann tas hånd om på en slik måte at man tilfredsstiller bestemte miljø- og ressursmessige hensyn. Disse to vann-typerne som noen ganger er blandet sammen (fellessystemet), i andre tilfeller ledet bort hver for seg (separatsystemet), er svært forskjellig både i mengde og sammensetning.

For spillvannet, det brukte vannet, har vi ganske presise data. Men denne vann-typer er bare avgjørende for transportkapasiteten i separate spillvannssystemer. Overvannet, de hydrologisk bestemte vannmengder, vet vi adskillig mindre om enda disse bestemmer helt hvordan anlegg etter fellessystemet og ledningsnett for overvann etter separatsystemet må dimensjoneres og hvordan de blir belastet. Dessuten har overvannet langt større forurensningsmessige effekter enn man til for få år siden var oppmerksom på.

I 1979 har vi i Norge ca. 20 000 km avløpsledningsnett. Separatsystemet utgjør ca. 40% eller 8 000 km. Samlet nett av separate overvannsledninger er en del kortere enn dette.

Overvannet har således vært dimensjonerende for 15.—20 000 km avløpsledningsnett med tilhørende komponenter som pumpeanlegg, overløp, fordrøynings-

basseng og for renseanlegg med tilløp fra ledningsnett etter fellessystemet.

På grunn av manglende urbanhydrologiske data *vet* vi ikke, med noen unntak, om en eneste meter, en eneste komponent, av dette er dimensjonert riktig, dvs. etter valgte belastningskriterier.

Det vi kan si ut fra vår viten i dag er at mesteparten høyst sannsynlig er dimensjonert rikelig, noe vi skal komme tilbake til, i forhold til de kriterier vi burde ha satt dersom vi hadde vært istand til å forme slike!

Hvordan kan dette være mulig når avløpsteknikken som fag har eksistert i hele vårt århundre?

For det første er avløpsteknikken tross alt en relativt meget ung fagdisiplin hos oss, og urban hydrologi som vitenskap er enda yngre. For det andre kan ikke belastningskriterier som brukes f.eks. i England og Tyskland overføres til Norge. Urban hydrologi er meget lokalt betinget. Det ville f.eks. være galt å bruke nedbørdata fra *en* målestasjon på hele den regionen som stasjonen tilhører, hvis man søker nøyaktige data. Dette er ellers et anerkjent prinsipp innen anvendt hydrologi. Men urban hydrologi er fremfor alt knyttet til korttidsnedbør, preget av lokale svingninger. Hvor stort område en

stasjon kan representere er vanskelig å si. Det kan forekomme at om intense sommerregn er dimensjonerende i sentrums-sonen i en by, kan kombinasjonen regn og snøsmelting gi de største belastningene i en nabokommune.

De største byene har hatt en type bestemmende regnintensitetskurver siden tidlig i dette århundre. Men de senere mer statistisk funderede intensitets- og frekvenskurver representerer et langt skritt mot riktigere prosjekteringsgrunnlag. Med disse kan man bygge mer økonomisk optimale anlegg enn om man intet materiale hadde om korttidsnedbøren på stedet.

Kurver av den type som fig. 1 viser, brukes verden over. De fremstiller imidlertid regn med konstante, midlere intensiteter, altså regn som ikke eksisterer. Disse såkalte kasseregner er en forenkling av de virkelige regnskyll, gjort slik først

og fremst for å kunne bruke en meget enkel beregningsmetode til å finne vannføring og avrent vannmengde i et avløpsfelt.

Hydrologiske modeller og EDB-teknikk bør nå mer og mer erstatte de enkle beregningsmetodene. I hydrologiske modeller må man bruke mest mulig naturtro regnskyll. Intensitets- og frekvenskurver er da et nødvendig mellomledd for å kunne sette opp modellregn som simulerer bestemmende regn. Korrelasjonen er illustrert på fig. 2. Flere metoder kan anvendes for dette, og det vises bl.a. til Harremoës og Johansen (2).

Det nett av nedbørmålestasjoner som vi har fått gjennom PRA-prosjektet om korttidsnedbør, Aune (3), har alt skaffet til veie et etterlengtet materiale. Det norske meteorologiske institutt er godt igang med målinger og bearbeiding av måle-

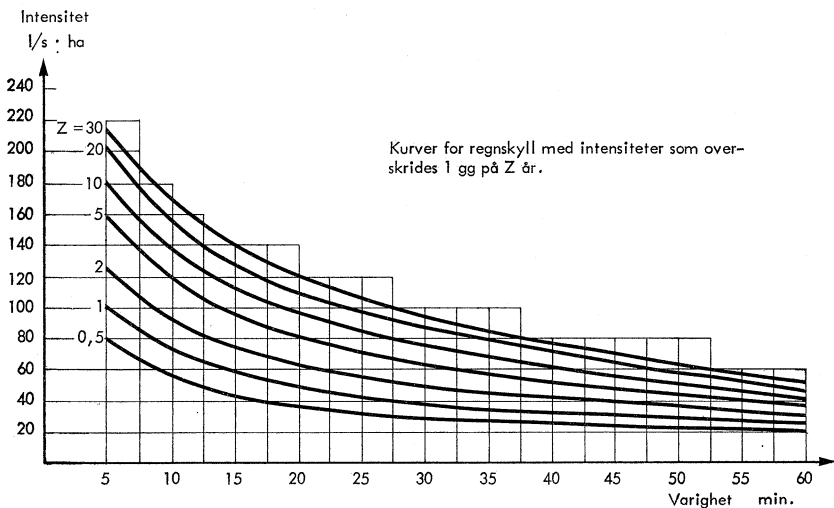


Fig. 1. Regnintensitetskurver for Stavanger utarbeidet 1969 (Haaland).

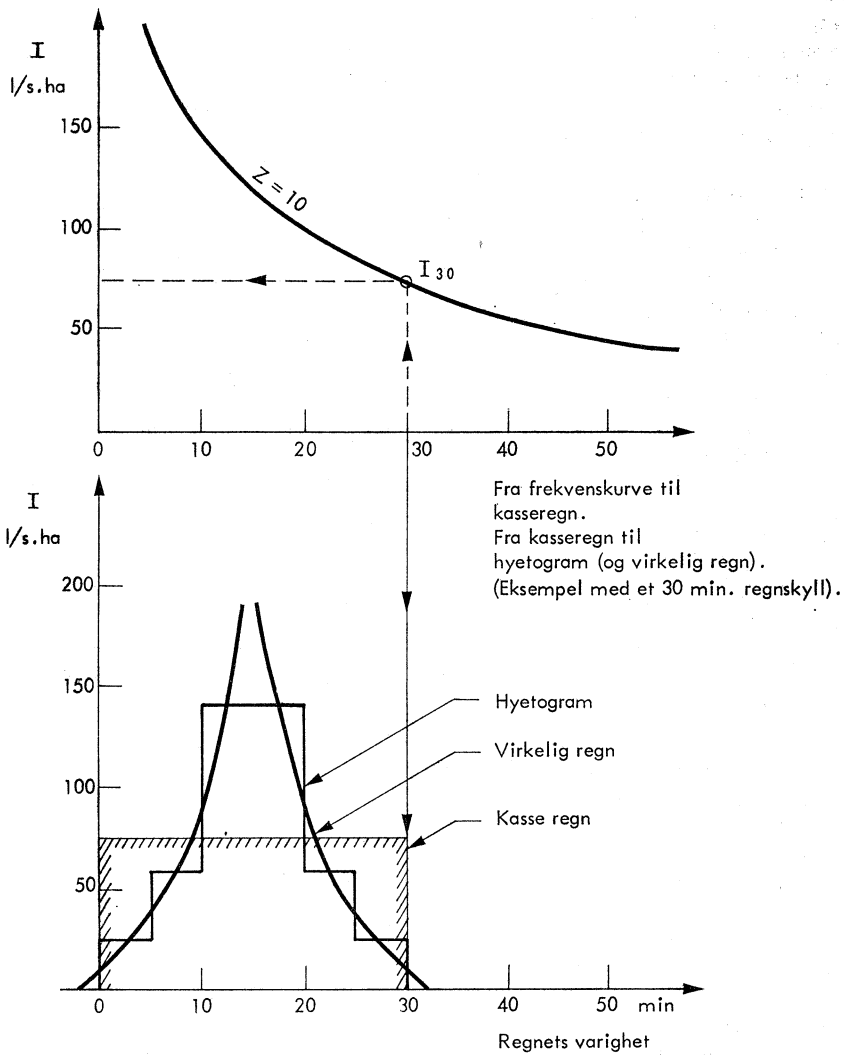


Fig. 2 V.h.j.a. intensitets-frekvenskurver kan naturtro intensitetskurver konstrueres.

materiale. Men stasjonstettheten er på langt nær stor nok til å skaffe hver kommune realistiske nedbørd data. Spesielt svikter det i Nord-Norge og på Vestlandet hvor kanskje snøsmelting — og regn kombinert med snøsmelting — mange steder gir større avrenning enn sommerregn.

Til urbanhydrologiske undersøkelser hører måling av såvel avrenning som nedbør. PRA-prosjektet om urban avrenning, Hetager (4), har bidratt til bedre viten om avløpsforholdene i urbaniserte områder. Imidlertid måles nedbør kun i sommerhalvåret. En relasjon mellom avrenning og regn og snøsmelting på frossen og ikke frossen mark er ikke belyst. Det er utvilsomt av stor interesse for våre kystkommuner. Erfaringer viser at dette også kan gjelde flere innlandstettsteder.

De 12 målefeltene som Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen driver bør opprettholdes i lang tid, og programmet bør utvides til også å omfatte vinterforhold. Kun 3 av disse målefeltene ligger nær kysten (Kristiansand S, Sandnes og Kristiansund N). Nord-Norge har ikke noe målefelt i det hele tatt.

For ca. 1/3 av det tidligere nevnte totale avløpsnett, dvs. 5—7 000 km avløpsnett med tilhørende komponenter, kan snøsmelting ha større betydning enn f.eks. de største 5-års sommerregn. Dette vet vi for lite om. Men vi vet meget godt at i disse distrikter bygges avløpsnett ut i et tempo av minst 300 km pr. år. Prosjekteringsgrunnlaget for en så stor utbyggingsmasse må bli bedre.

Kapasitetsspørsmålet er imidlertid bare en side av overvannets rolle i avløps-sammenheng. Virkningen på resipienten av stoffene som føres bort er et enda større åpent spørsmål. At overvann fra urbaniserte områder er tildels sterkt forurenset turde være innlysende. Men vi har levd

med den oppfatning til opp i 70-årene at overvann kan brukes til fortykning av kloakkvann, en levning fra første halvdel av vårt århundre da verken industriutslipp eller trafikk påvirket urbant overvann slik som nå.

Vi må i dag akseptere at overvann er en forurensningskilde på linje med kloakkvann. Men det skiller seg fra dette ved at det bærer langt mer preg av tilfældigheter, er mer uoversiktlig, varierer sterkere med type og tetthet av bebyggelse, er sterkt påvirket av trafikk, er lite rensevennlig og har uklare miljøeffekter. Dette er mer eller mindre postulater, men PRA-prosjektet om forurensinger i overvann og andre målinger de siste årene har i allefall gitt oss metodikken for å klarlegge overvannets sammensetning.

Når det gjelder kvaliteten av overvann, kan vi ikke i den grad som for kloakkvann bruke «normal»verdier. Følgene er at sammensetningen burde fastlegges med analyser i hvert enkelt tilfelle. Det er ikke praktisk og økonomisk gjennomførbart, så løsningen blir likevel å måtte gå vegen om en klassifisering av overvannstypene. Dette arbeidet gjentar.

Fremtidens behov må forberedes i dag

Overvannssystemer generelt.

For nye avløpsnett trenger vi et planleggings- og prosjekteringsgrunnlag, og vannføringer og vannmengder er noe av det vesentligste i denne sammenheng. Kan de ikke skaffes til veie ved målinger, må vi forutsi hvor store belastningene vil bli, og til det har man fra århundreskiftet av og til våre dager brukt *den rasjonale metode*.

Den sier at en viss del av den nedbøren som faller på et definert felt renner av på overflaten og til avløpsnettet.

Denne andelen er bestemt av en omregningsfaktor, en avløpskoeffisient. Metoden er grov, og man skulle vente at når det ikke er tatt tilstrekkelig hensyn til de hydrologiske og hydrauliske lover som styrer avrenningen, ville resultatet bli meget tilfeldig. At det likevel stort sett har gått bra må skyldes en tendens til å legge seg på den sikre siden ved bl.a. å velge uforholdsmessig store verdier på avløpskoeffisienten, men kanskje mest fordi avløpsnettets dempningssevne er oversett.

Metoden har liten forankring i hydrologiske prinsipper. Ved å trekke ut det som man mener renner av, begynner man egentlig i gal ende. I stedet bør man analysere de ledd som gjør at et visst kvantum holdes tilbake eller finner andre veier. Det er den delen som absorberes av vegetasjonen, som fordampes, som maganiseres på overflaten og i ledningsnettet, og den som infiltrerer i grunnen. Differansen mellom tilgang, dvs. nedbør, og dette kvantum er den mengde som renner av på overflaten.

Dette er prinsippet om massebalanse. Blant de hydrologiske modeller som i dag er lansert bør man satse på de som tar utgangspunkt i dette.

De mange ledd i regnestykket krever ganske omfattende inngangsdata, og resultatet er helt avhengig av hvor gode de er.

Lokal håndtering av overvann.

Et annet spørsmål i nær tilknytning til urban avrenning er mulighetene til å redusere avløpsmengden og transportlengden ved magasinering og infiltrasjon av overvannet.

Et system med kunstig infiltrasjon av overvann innen eller nær ved bebyggelsen kan bety en økonomisk besparelse på

20—30% i forhold til et konvensjonelt overvannsanlegg.

Prinsipper for slik lokal håndtering av overvann må tas mer og mer i bruk. Men det kan i det enkelte tilfelle først skje når forutsetningene for et funksjonsdyktig anlegg av denne art er klarlagt.

Omfattende geohydrologisk forskning er i gang i Sverige for dette formål. Mye av resultatene derfra kan overføres til vårt land, men de nødvendige urbanhydrologiske data i denne sammenheng må skaffes til veie på stedet.

Forurensningsbelastning.

Overvannets bidrag til transport av forurensinger fram mot utslipp er avhengig av stoffdepotet på overflaten og den eroderende effekt på overflaten og i ledningene.

Forholdet mellom konsentrasjonene av noen vanlige komponenter i overvann fra sentrumsbebyggelse er jevnt over slik:

$$\begin{array}{rcl} \text{KOF}_{\text{OV}} & > & \text{KOF}_{\text{KL}} \\ \text{SS}_{\text{OV}} & > & \text{SS}_{\text{KL}} \\ \text{tot-P}_{\text{OV}} & < & \text{tot-P}_{\text{KL}} \\ \text{tot-N}_{\text{OV}} & < & \text{tot-N}_{\text{KL}} \\ \text{Pb}_{\text{OV}} & > & \text{Pb}_{\text{KL}} \end{array}$$

ov = overvann, kl = kloakkvann.

KOF : Kjemisk oksygenforbruk

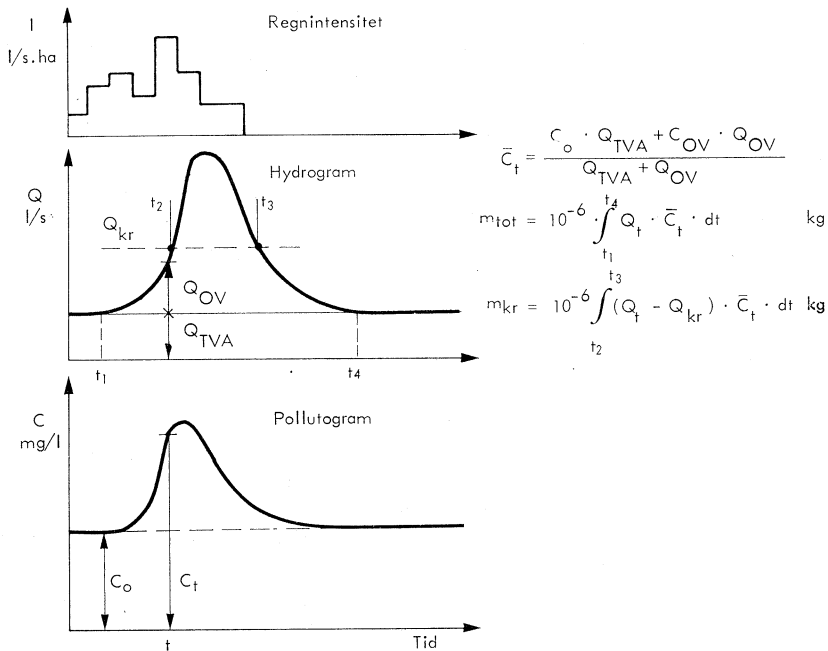
SS : Suspendert stoff

tot-P : Totalt fosfor

tot-N : Totalt nitrogen

Pb : Bly

Overvann inneholder dessuten større mengder tungmetaller og diffuse forurensninger ellers enn kloakkvann.



Figur 3. Av hydrogram og pollutogram kan stofftransporten beregnes.

I andre områder enn sentrumssoner svinger forholdet mellom konsentrasjonene av de to første komponenter begge veger. For de øvrige komponentene er forholdet jevntover det samme.

På fig. 3 er vist hvordan den totale stofftransport (m_{tot}) under et regnvær, f.eks. kg KOF, kan finnes for et definert avløpsområde. Vi må kjenne hydrogrammet, det er diskutert foran, og pollutogrammer. For et fellessystem, som fig. 3 er tenkt å gjelde, må vi måle konsentra-

sjonen i tørrværsavrenningen (C_o) og under regnvær (C_t). Vi får da pollutogrammet for den komponenten vi måler. Vi kan dessuten beregne overvannets bidrag (C_{OV}) til forurensningen.

Er det overløp på avløpsanlegget, og det er sjelden mulig å unngå i fellessystemet, vil en vannføring lik $Q_{OL} = Q_t - Q_{kr}$ renne over og ut i nærmeste naturlige vannløp eller strand. Med dette overløpsvannet følger en stoffmengde lik m_{kr} , fig. 3. Denne massen er det viktig å beregne, for det er den som kan medføre

sjokkbelastninger. Massetransporten ut av systemet burde være den faktor som bestemmer overløpets innstilling, men denne velges i dag etter grove kriterier. Overløpets innstilling fastlegger så nivået på

den kritiske vannføring (Q_{kr}). Til slutt finnes den regnintensiteten som fører til at overløpet trer i funksjon da vannføringen er en funksjon av regnintensiteten.

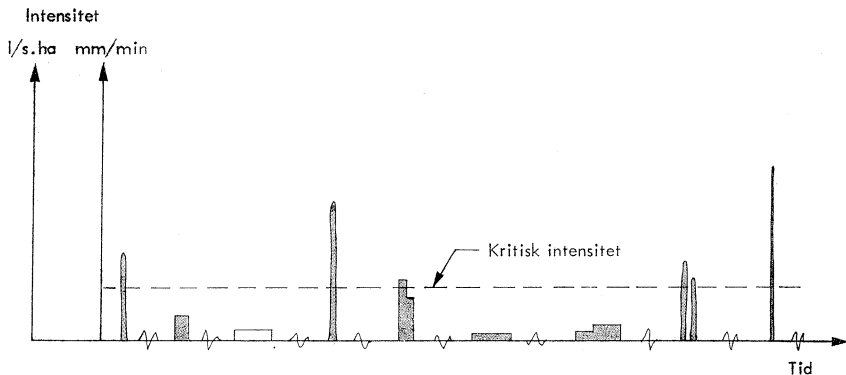


Fig. 4 Kritisk intensitet kan overskrides flere ganger over lengre perioder, f. eks. 1 år.

Har vi for et avløpsområde registrert alle regnskyllene i minst ett år, ville vi se hvor ofte overløp trer i funksjon, og hver enkelt avlastet vannmengde kunne finnes. Visste man også konsentrasjonene, ville m_{kr} kunne beregnes. Den totale avlastede stoffmengde

$$M = \sum_{i=1}^n m_{kr}$$

over et lengre tidsrom

kunne så tilslutt beregnes.

Dette gir kun hovedtrekkene i overvannets betydning som belastningsfaktor i urbaniserte områder. Men i praksis synes dette ennå å være en uoverkommelig prosedyre. Så mye inngangsdata har ikke

kunnet skaffes, selv på steder hvor man har satset sterkt med slike analyser.

For å gjøre arbeidsmengden rimelig er det nødvendig å normalisere nedbør- og forurensingsdata. V.h.j.a. modellregn og «representative» pollutogrammer kan man med modellteknikk og EDB gjennomføre analysen.

Da forurensingsvirkningen fra overvann alltid er vanskelig å karakterisere og å kvantifisere må vi ikke gå på akkord med kravene til grunnlagsmaterialet. En forurensingsmodell har ingen verdi dersom inngangsdata domineres av antakelser både om nedbør og stoff-konsentrasjoner. Kan vi bare styrke inngangsdata-materialet er det en enkel sak å forbedre modellene slik at de passer til dette.

LITTERATUR

- (1) *Haaland K.*: Databehandling av korttidsnedbør for Stavanger. Eksamensarbeide ved Institutt for vassbygging, NTH, Trondheim 1969.
- (2) *Harremoës P., Jobansen L.*: Dimensjonsgivende regnskyll under hensyn- tagen til intensitetsfordeling. Nordisk symposium: Kvalitativ urban hydrologi, Sarpsborg 1975.
- (3) *Aune B.*: Nedbørregistreringer med Plumatic pluviografer. Nordisk symposium: Kvantitativ urban hydrologi, Sarpsborg 1975.
- (4) *Hetager, S. E.*: Forskningsprosjekt PRA 4.2. Urbaniseringens innvirkning på avrenningen fra små nedbørfelter. Nordisk symposium: Kvantitativ urban hydrologi, Sarpsborg 1975.