

Et bedre dimensjoneringsgrunnlag for overvannssystem.

Av Magne Wathne og Øivind Spjøtvold.

Magne Wathne er seniorforsker ved SINTEF NHL, Trondheim.
Øivind Spjøtvold er regionsjef ved Østlandskonsult A/S, Trondheim.

Nye tanker om gammelt problem

For tettbygde strøk blir det vanligvis antatt at kortvarig regnsvyll (10–60 minutter) med høy intensitet forårsaker den største avrenningen. I felt større enn 2 km² kan dette være en forenkling som medfører betydelige feil.

Nærmere analyse av en oversvømmelse på Ugla i Trondheim har vist at et langvarig regn kan gi en større avrenning enn det som normalt forventes, ref. /1/. I dette tilfellet var det moderat regn i nesten ett døgn før det kom en middels kraftig regnbygge. Innen denne tid var bakken imidlertid mettet med vann slik at en stor del av det påfølgende regnet ganske raskt fant veien til ledningsnettet. Nederst ifeltet greide ikke ledningsnettet å ta unna alt vannet. Dette feltet er omrent 3 km² stort.

Denne erfaringen er tatt til følge i beregningen av overvann for et planlagt boligområde på Vikåsen i Trondheim kommune. Her er beregninger med den rasjonelle metoden og korttidsnedbør sammenliknet med to hydrologiske metoder som tar hensyn til langtidsnedbören.

De to alternative beregningsmetodene forutsetter at det mest korrekte er å anslå avrenning på grunnlag av faktiske måledata av vannsføring. I Vikåsen finnes det ikke målinger i selve vassdraget. Det finnes derimot data fra en 15-

års periode i et nærliggende vassdrag, Sagelva-feltet, med en lignende størrelse og ellers lignende topografi.

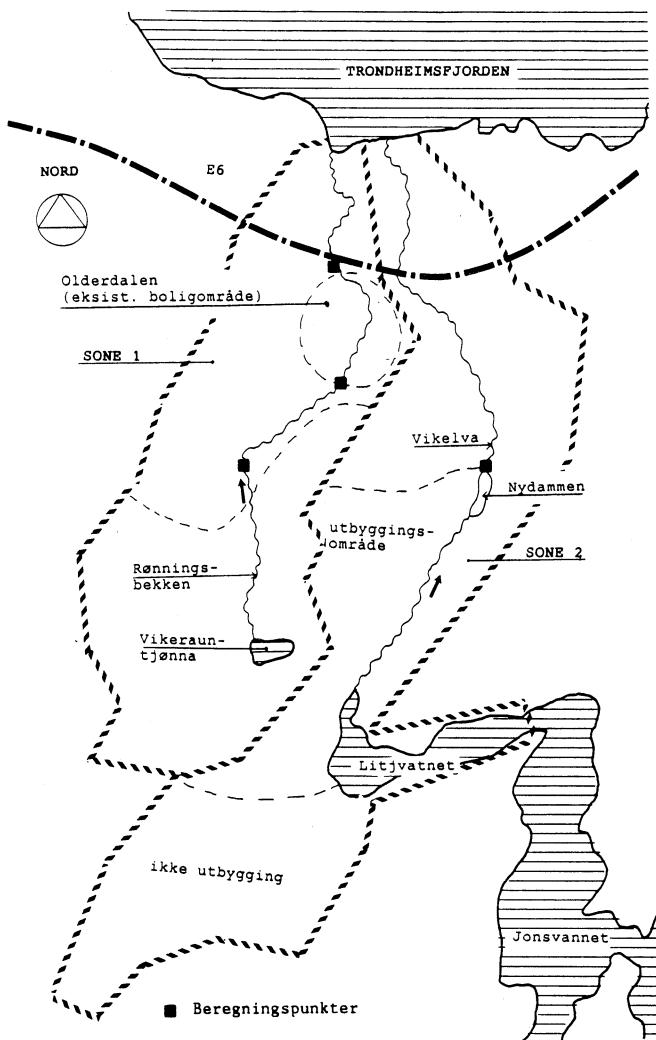
Den ene metoden består i å finne ekstreme vannføringar ved en direkte overføring av kjent statistikk fra Sagelva-feltet. Den andre fremgangsmåten er å gjenskape eller simulere vannføringen i en kort periode slik den ville ha vært i løpet av et gitt nedbørtifelle.

Konklusjonene er:

- Langtidsnedbøren er dimensjonerende i det største feltet (3,9 km²). Dette gjelder for gjentaksintervall på minst 10 år.
- For de minste feltene (ned mot 1 km²) eller for kortere gjentaksintervall bør det foretas beregninger basert på både langtids- og korttidsnedbør.

Det at overvannsproblematikken trekkes inn på et såpass tidlig tidspunkt, er relativt uvanlig. Det gir en rekke fordeler:

- Den naturlige vannbalansen kan opprettholdes mest mulig.
- Terrenginngrep kan utføres slik at sigevannstilsførselen til bevaringsverdig vegetasjon ikke avskjæres.
- Viktige deler av det naturlige primærsystemet av bekker og flomveier kan bevares slik at de fortsatt kan brukes til bortledning av overvann.



Figur 1. Kart over utbyggingsområdet.

Områdebeskrivelse

Planområdet er delt i to avløpssoner, som vist i Fig. 1, ref /2/.

Utbyggingsområdene i sone 1 består idag av skogkledd mark og relativt kupert terreng. Aktuelle resipienter for

overvann er Vikerauntjønna og Rønningbekken. For Vikerauntjønna er målet å holde vannkvaliteten tilfredsstillende for bading. Overvannsutslipp fra trafikkarealer tillates dermed ikke. For Rønningbekken forutsettes at van-

lig overvann fra boligområdene kan slippes ut.

Rønningebekken har allerede i dag for liten kapasitet, spesielt på grunn av bekkelukninger og kulverter i eksisterende boligområde i Olderdalen. Kapasitetsproblemene har oppstått i forbindelse med langvarig regnskall på frosset mark.

Tre punkter skal vurderes i denne sonen:

Øvre punkt	1,2 km ²
Midtre punkt	2,4 km ²
Nedre punkt	3,9 km ²

I sone 2 består utbyggingsområdene delvis av dyrket mark og delvis av kupert skogsterregng. Naturlige resipienter er Litjvatnet og Vikelva. Litjvatnet er en del av Jonsvatnet som er kilde for Trondheim vannverk. Overvann fra utbyggingsområdene skal ikke slippes ut i Litjvatnet.

I sone 2 er det kun ett punkt der det er naturlig å beregne vannføringen:

Utløp Nydammen 1,0 km²

Metode 1. Overføring av statistiske ekstremverdier

Sagelva-feltet ligger omtrent 15 km fra den planlagte Vikåsbyen. I dette området er det etablert et hydrologisk forskningsfelt der det er utført kontinuerlig måling av vannføring siden 1973. Dette datamaterialet lar seg benytte til detaljstudier av avløpsforhold i nedbørfelt som er fra 1 km² til 15 km². På grunn av at de to feltene ligger såpass nær hverandre, er de hydrologiske forholdene i Sagelva antatt å være representative også for Vikåsbyen.

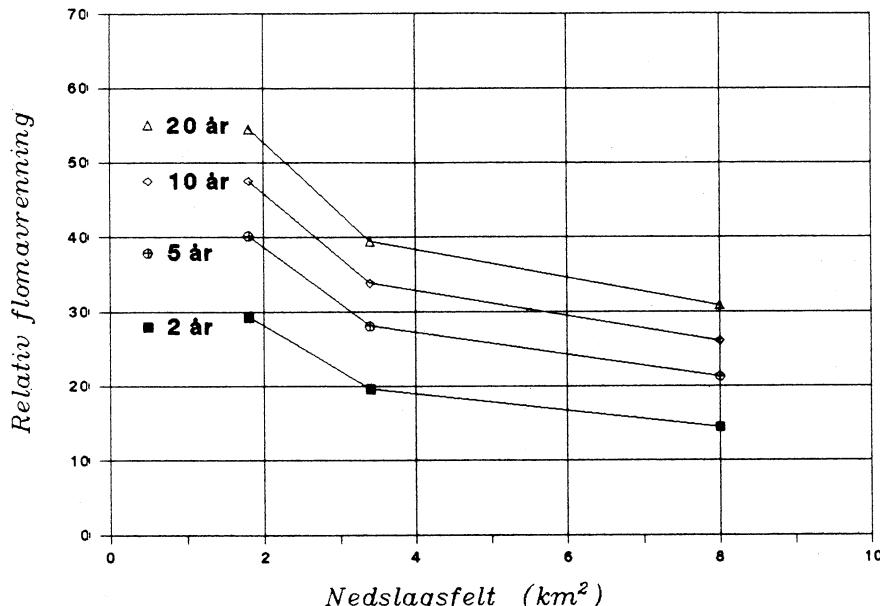
Datagrønlaget fra Sagelva omfatter målepunkter for tre delfelter:

Hokfossen	8,0 km ²
Svartjønnbekken	3,4 km ²
Øvre Hestsjøbekk	1,8 km ²

De ekstreme flommene har vist seg å komme etter langvarige regn, dvs. med en varighet av flere timer eller døgn. I slike situasjoner blir avrenningen langt mindre avhengig av urbaniseringsgrad eller andel tette og porøse flater enn tilfellet er etter korttids regn. Når regnet har vart i lang nok tid, vil gropmagasinenne være fyllt opp, og det øverste jordsmonnet vil være mettet. Nedløpsfeltet vil da oppføre seg som en tett flate med hensyn på videre regn. (Dette tilsvarer en avrenningsfaktor nærmere 0,9 i den rasjonelle formel som f.eks. NIVANNETT bruker.) For dimensjoneringen er spørsmålet derfor om det langvarige og mindre intense regnet skaper en avrenning som er større enn det kortvarige regnet med høy intensitet.

I denne metoden er det selve flommene som har en sannsynlighet angitt med et gjentaks-intervall, ikke den tilhørende nedbøren. For Sagelva-feltet er ekstremalfommene funnet med rimelig statistisk sikkerhet for gjentaks-intervall opp til 20 år. Flommene er også regnet ut for lengre gjentaksintervall, ref./3/. 2-års og 10-års flommene er likevel ansett som de viktigste for dimensjoneringen av overvannssystemet i Vikåsbyen.

Den statistiske analysen fra Sagelva kommer ut med flomstørrelser (l/s) for de tre målepunktene og for de valgte gjentaksintervall, ref./3/. For å overføre dette datamaterialet til andre felt, blir vannføringene dividert med sine respektive areal (km²) og middelavrenning (l/s/km²). Dermed framstår et ubenevnt forholdstall som her er kalt



Figur 2. Relativ flomavrenning.

relativ flomavrenning. Det er en funksjon av areal og gjentaksintervall. Middelavrenningen i Sagelva-feltet er 28,4 l/s/km², ref. /4/. Resultatet er vist i Figur 2.

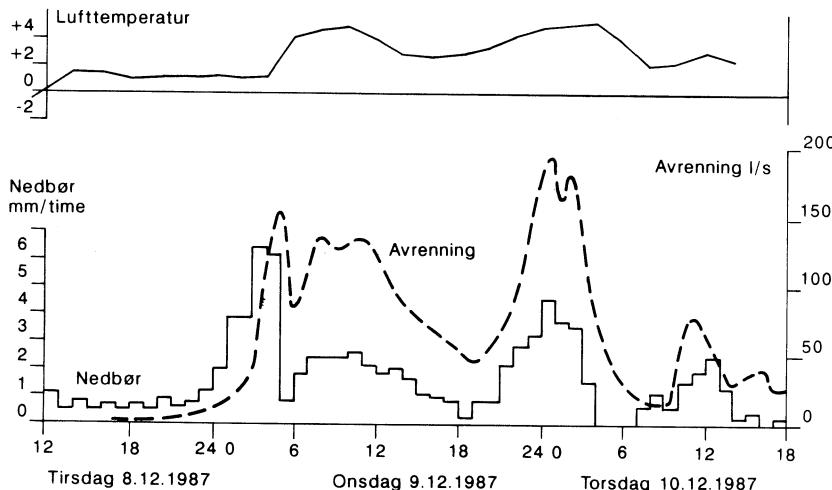
Ut fra denne sammenhengen kan det i Figur 2 avleses tall for de gitte arealer i Vikåsbyen. Middelavrenningen i området Vikåsbyen er omrent 23 l/s/km² ifølge NVE, ref. /4/. Vannsføringene bestemmes ved å multiplisere opp de avleste verdier med avrenningen og de respektive arealene.

Figur 2 viser til eksempel at den relativ flomavrenningen er lik 18 for en 2-års flom på et 4 km² felt. Hvis dette feltet befinner seg i Vikåsen-området, vil flomvannsføringen derfor bli 18*23 (l/s/km²)*4(km²), dvs. 1660 l/s.

Metode 2. Simulering med kar-modell

Simuleringen foregår ved hjelp av en hydrologisk kar-modell kalt PQFLOM. Inngangsdatala er basert på regnet som laget en større flom i deler av Trondheim i perioden 9.–10. desember 1987.

Forløpet for denne flommen er gjengitt i Figur 3. Det går her fram at den maksimale flomavrenningen kommer av en nedbørstopp som er lavere enn den som forekom et døgn tidligere. Dette regnet forårsaket en flom i flere mindre vassdrag i området Byåsen/Heimdal og gjorde en del skade på veger og hus. Gjentaksintervallet for denne flommen er anslått å være mellom 10 og 30 år, kfr. ref. /1/.

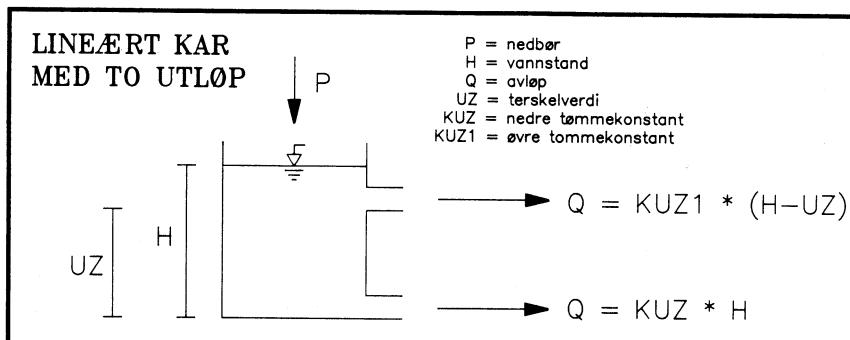


Figur 3. Nedbør og avrenning for flommen i Trondheim, 9.—10. desember 1987.

Nedbør-avløpsmodellen PQFLOM er vist skjematisk i figur 4. Modellen antar en forenkling av de fysiske prosessene. Nedbøren faller ned i et imaginært kar. Avrenningen modelleres som en utstrømning gjennom to hull i karet, og den øker med økende vannstand. De viktigste parametriene i denne beregningen er to tommekonstanter og én terskelverdi. De kan ikke måles i naturen, men brukes til å kalibrere modellen. Kfr. ref. /5/.

Det finnes observerte data for både nedbør og avløp i de tre Sagelva-feltene. Disse er benyttet til å kalibrere PQFLOM. Tilpasning av modellen gir forholdsvis like verdier av parametriene for de tre Sagelva-feltene. Dermed er det rimelig å bruke dem i en simulering av Vikåsen-feltet siden foholdene forøvrig ligner på de i Sagelva.

Inngangsdata er nedbøren som ble målt i Trondheim 8.—10. desember



Figur 4. Skjematiske oversikt over simuleringssmodellen PQFLOM.

Tabell 1. Feltparametre for PQFLOM.

Sone	Punkt	Areal (km ²)	KUZ1 (l/t)	KUZ (l/t)	UZ (mm)
1	Øvre	1,3	0,175	0,025	19
	Midtre	2,4	0,165	0,025	19
	Nedre	3,9	0,15	0,025	19
2	Nydammen	1,0	0,18	0,025	19

Tabell 2. Estimerte flomvannføringer for Vikåsbyen (liter/sek).

Sone	Punkt	Areal (km ²)	Flommens gjentaksinterval (år)				Kar- modell (1)	Rasj. formel (2)
			2	5	10	20		
1	Øvre	1,3	1080	1460	1690	1910	1150	850
	Midtre	2,4	1350	1900	2250	2580	2090	1450
	Nedre	3,9	1630	2360	2830	3300	3350	2300
2	Nydammen	1,0	950	1260	1460	1650	870	1330

- (1) Simulert for et spesifikt regn i Trondheim, 9.—10. desember 1987.
(2) Rasjonelle metode. Regnets gjentaksintervall 10 år. konsentrasjonstid 55 minutter.

1987. Feltparametrene for PQFLOM er gitt i Tabell 1.

Resultater

Tabell 2 viser de viktigste resultatene fra begge sonene. Det går her fram et korttidsregnet (den rasjonelle formel) for det største nedbørfeltet gir lavere vannføringer enn langtidsregnet. Denne konklusjonen kan trekkes på tross av at de tre metodene er basert på forskjellige forutsetninger.

For overføring av statistiske data er det særlig 2-års og 10-års flommene som er av interesse. 2-års flommen øker fra 1080 til 1630 l/s fra det øvre til det nedre punktet i sone 1. Tilsvarende tall for 10-års flommen er 1690 og 2830 l/s.

Simulering med kar-modellen gir maksimale vannføringer på 1150, 2090 og 3350 l/s for de tre punktene. Dette tilsvarer henholdsvis 3-års, 8-års og 20-års flom. Regnværet fra desember 1987 (lav intensitet, lang varighet) gir med

andre ord en relativt mer alvorlig flom jo større nedbørfeltet er.

I sone 2 er 2-års og 10-års flommene på henholdsvis 950 og 1460 l/s. Til sammenligning gir kar-modellen en simulert maksimal vannføring på 870 l/s, dvs. en vannføring som er mindre enn 2-års flommen. Det skyldes at dette nedbørfeltet bare er 1 km² stort. Her er det de kortere og mer intense regn som gir størst avrenning.

Kar-modellen er brukt med utgangspunkt i et spesielt regntilfelle i Trondheim. Det har en relativt lav intensitet, men lang varighet. Brukt på de tre punktene i sone 1 av Vikåsbyen, er simuleringsresultatene derfor konsistente sammenlignet med de tilsvarende tall fra Sagelva-dataene:

- For de større nedslagsfelt (2,4 og 3,9 km²) vil regnet forårsake en stor flom med et forholdvis langt gjentaksintervall (8-års og 20-års flom, henholdsvis).
- For et nedslagfelt på 1,3 km² er den simulerte avrenningen relativt beskjeden, og gjentaksintervallet er kort. (3-års flom i det øvre punktet).

Resultatene fra simuleringen med kar-modellen er bare *et eksempel* på følgene av et langvarig regn. De er dermed ikke tilstrekkelige for dimensjoneringsformål. De er dessuten noe usikre på grunn av parametrerne som må estimeres. Metoden er likevel verdigfull for å illustrere avrenningsforløpet under et langvarig regn.

REFERANSER

- /1/ G. Mosevoll: «Flommen i Uglabekken i Trondheim 9.—10. desember 1987. Størrelse og gjentaksintervall». Rapport STF 60A88020. SINTEF, NHL. 1988.
- /2/ Ø. Spjøtvold: «Plan for disponering av overvann for boligområde Vikåsen», i *Transport av vann*, redigert av Å. Bøyum. Tapir forlag. 1990.
- /3/ A. Senneset og H. Støle: «Detaljstudier av flomforhold i Sagelvafeltet». Prosjektoppgave i Hydrologi. Institutt for vassbygging, NTH. 1986.
- /4/ «Avrenningskart over Norge». Norges Vassdrags- og energiverk, Vassdragsdirektoratet, Hydrologisk avdeling. 1987.
- /5/ J. H. Andersen m.fl.: «Hydrologisk modell for flomberegninger». Rapport 2-83. Norges vassdrags- og energiverk, Vassdragsdirektoratet, Hydrologisk avdeling. 1983.