

Virkningen av å frakoble overvann fra et fellesavløpssystem

Av Dag Rogstad, Bjørn Vestheim og Oddvar Lindholm

Dag Rogstad og Bjørn Vestheim er sivilingeniører utdannet ved Norges Landbrukshøgskole. Oddvar Lindholm er professor ved Institutt for tekniske fag, Norges landbrukshøgskole og deltager i HYDRA-prosjektet.

Summary

By use of computer simulation with a Norwegian storm runoff model named NIVANETT, the effects of infiltrating storm runoff into the ground, in a catchment with a combined sewer system are analysed. The storm runoff from rooftops and streets are now draining to the combined system, and the analyses shows that removing storm runoff coming from roofs, reduces the maximum peak discharge by 54 %.

It is also shown that by starting to disconnect the roofs from the downstream end, will be more efficient than to start disconnect from the upstream end of the catchment.

Sammendrag

Artikkelen bygger på en hovedoppgave ved NLH, og har vært en del av HYDRA-prosjektet. Lokal overvanns-disponering (LOD) er foreløpig lite brukt i Norge. Det vil imidlertid i økende grad bli mer aktuelt å frakoble overvann fra eksisterende lednings-systemer og benytte infiltrasjon av overvann ved utbygging av nye felter.

For å unngå kjelleroversvømmelser, overbelastning av renseanlegg og de andre ulemper ved rask drenering, kan man la være å føre overvannet til ledningsnettet og i stedet håndtere det nær den tette flaten. Dette kan gjøres ved infiltrasjon og fordrøyning av overvannet.

I denne artikkelen ser man på virkningen av å koble fra overvannet fra tak og veier i et felt i Tønsberg by, samt strategisk frakobling dvs. hvor i feltet det lønner seg hydraulisk sett å starte frakoblingen. For å få til dette delte man opp feltet i åtte soner. Ved å starte frakoblingen av overvannet h.h.v. ovenfra og nedenfra kunne man ut fra utløps-hydrografen vurdere hva som lønner seg.

Utkobling av takflatene vil gi en stor reduksjon av flommen. Reduksjonen i maksimal avrenning er på 54 %. Dette kommer av at overraskende mye av tettflatearealet utgjøres av takflatene.

I feltet er tettflatearealet mest konsentrert nederst i feltet. Dette faktum,

samt at vanntilførslene øverst i feltet blir dempet i rørsystemet, gjør at det i alle tilfellene lønner seg å starte frakoblingen nedenfra i feltet.

Innledning.

Begrunnelsen for å drenere overvannet fra tettstedene ut raskest mulig har blant annet vært følgende:

-Bygningsfundamentene må ofte dreneres om man skal unngå problemer med telehiving og vanninntrengning i kjellere og underetasjer.

-Når byggegrunnen består av fjell og leire, er mulighetene for infiltrasjon til grunnen små, og overvannet må ledes bort fra området.

-Oppstuvning av vann på veier og gater medfører ulemper for gående og kjørende.

-Sammenlignet med åpne grøfter og bekker, eliminerer lukkede overvannsledninger og kulverter faren for erosjon, ras, flomskader og drukningsulykker for barn.

-Åpne bekker i tettbebyggelse forårsaker enkelte ganger flomskader i forbindelse med vegkryssinger når vannløp og inntak gientettes med kvister, avfall o.l.

De negative effektene av den tradisjonelle overvannshåndteringen begynner imidlertid etterhvert å bli fokusert. Man erkjenner at den kan føre til:

- Forsterking av flommer i vassdragene.
- Mer skader p.g.a. kjelleroversvømmelser og markoversvømmelser.
- Senket grunnvannstand som kan føre til:

* Skadet vegetasjon.

* Mindre tilsig til bynære vassdrag i tørre perioder.

* Setningsskader på bygninger og konstruksjoner. (I Sverige regner man med skader på 500 mill. kr pr. år p.g.a. dette).

- Mer forurensninger fra overvannet direkte til vassdragene.

- Mer forurensninger fra overløp og renseanlegg som dels overbelastes og dels slipper ut forurensninger for hver m³ som passerer anlegget.

- Kostbare investeringer i renseanlegg og ledningsanlegg og kostbar drift av renseanlegg og pumpestasjoner

Noen LOD-teknikker

(Lokal overvannsdiskonponering).

Først og fremst kan overvann fra hustak og veier og plasser infiltreres i perkolasjonsmagasin. Man kan også infiltrere overvann gjennom permeabel asfalt på plasser og veier.

I LOD-teknikken inngår også infiltrasjon av overvann på gressflater og via rutemønstere med gressflater, plassert på parkeringsplasser o.l. (Grascrete).

Man kan også bevisst forsinke overvannet før det når frem til sluk og ledninger. Dette kan være fordrøyning av regnvannet på flate hustak ved strupet utløpsanordning, fordrøyning på parkeringsplasser eller i små åpne dammer, ved strupede nedløp til slukene, utkastning av taknedløp på fortauer og plasser m.m.

Det er enklest å ta i bruk LOD ved ny utbygging. Her vil det også som regel være direkte lønnsomt for utbyg-

ger. Større utfordringer er det å få tatt LOD i bruk for eksisterende områder.

I dag kan man anslå at ca. 35 000 personer sogner til konstruerte LOD-systemer i norske byer. Det er 20- 30 000 i Oslo, 8-10 000 Bergen og noen få i andre byer.

Forutsetninger og arbeidsopplegg

Feltet ligger nord for Tønsberg sentrum i området Solvang. Området domineres av et villastrøk med noe rekkehusbebyggelse. Lengst nord i feltet er det fjerne områder med lite tette flater og lengre tilrenningstid. Lengst sør i feltet finner man noe industri med mye tette flater.

Hele feltet har helning mot utløpet. Helningen er minst øverst, tiltar nedover i feltet for så å avta igjen nederst i feltet. Gjennomsnittlig helning er 2.29 %.

Feltet består av marine sedimenter som hav- og fjordavsetninger og strandavsetninger. Dette laget er relativt tynt og usammenhengende over berggrunn. De øverste 20 cm består av permeable masser og kan dermed benyttes til infiltrasjon. Øverst i feltet finner man noe fjell i dagen. Hovedsakelig dypbergarter fra Karbon-Perm. Bergartene er granitt og granittisk gneis med innslag av porfyr. I granitt er det store muligheter for å finne en del vannførende sprekker. Porfyr er vanligvis sterkt oppsprukket og samtidig porøs / 6/. En forkastningssone går i N-S retning midt gjennom byen. Det vil derfor være muligheter for infiltrasjon av vann i berggrunnen.

Ledningsnettets er et rent fellessystem som domineres av betongrør. Ledningsdata er lånt fra en flomutredning av Berdal Strømme, som delte feltet inn i 95 ledningsstrekninger / 2 /.

Figur 1 på neste side viser soneinndelingen og tabell 1 viser tettflatefordelingen på disse.

Ledningsnettets drenerer ovenfra og nedover i figur 1.

I beregningene har man brukt EDB-modellen NIVANETT som er et program for analyse av avløpsnett. NIVANETT tar utgangspunkt i nedbør og nedbørfeltets avrenningsforhold, og ved hjelp av disse data beregnes tilrenningen til ledningsnettets. Når vannet har kommet inn i nettet, foretas en simulering av vannets bevegelse nedover i nettet.

Resultater av frakoblingene.

Regnhyeetogrammer er konstruert på basis av intensitetskurver som vist / 1 / . Utløpshydrografene beregnet med NIVANETT, får som man ser av figur 2 toppverdier som kommer mellom 36 til 39 minutter etter regnstart.

Da takflatene er koblet inn på ledningsnettets, vil disse gi store mengder overvann til ledningsnettets. Det antas at man kobler fra taknedløpene og lar takvannet infiltrere i grøntarealene som hagene representerer. Ettersom de øverste 20 cm av jordsmonnet består av permeable masser vil mulighetene for infiltrasjon være gode nok.

Et annet alternativ er å koble fra veiarealene. Avrenningen fra veiarealene

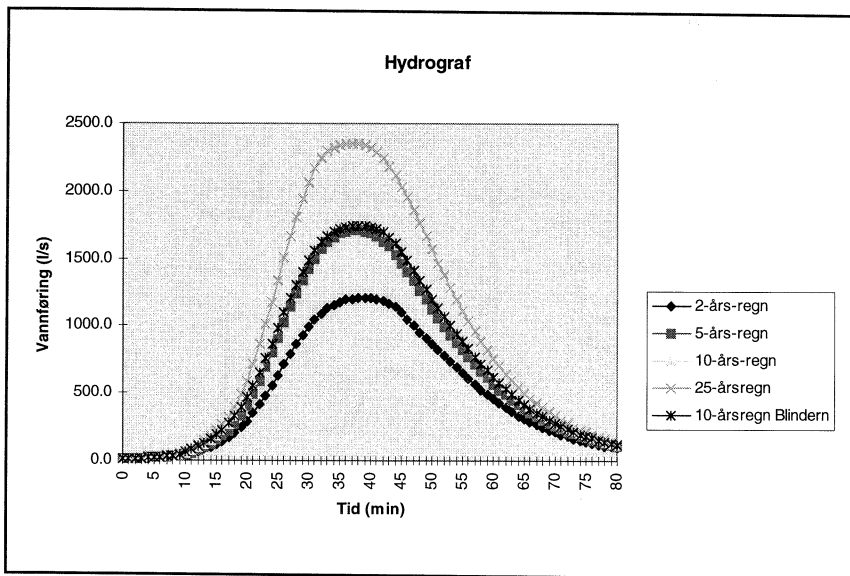


Figur 1. Skisse over soneinndeling av deltet

Tabell 1. Sonenes delarealer og feltets totalflateareal

Sone nr.	Areal i %	Areal i ha
1	20%	22,18
2	20%	21,45
3	10%	11,19
4	9%	9,55
5	10%	10,80
6	9%	9,66
7	11%	11,96
8	11%	11,86
Totalt	100%	108,56

Totalareal = 108,56 ha
 Takarealet (reduisert areal) = 15,48 ha
 Veiarealet (reduisert areal) = 13,21 ha
 Totalt tettareal (red. areal) = 28,69 ha



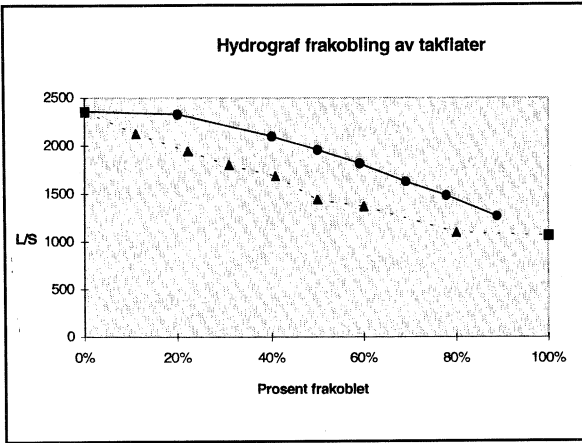
Figur 2. Utløpshydrograf for de ulike regnene uten bruk av LOD.

har ikke så mye å si i og med at man her er i et typisk villastrøk. Det er ikke rennestein i veiområdene og dermed vil bidraget til flommen bli mye mindre. Mange av grøftene ved siden av veiene vil virke forsinkende og magasinerende. Samtidig vil det kunne koste relativt mye å koble fra og lede overvannet inn på arealer hvor vannet kan perkolere i perkolasjonsmagasin eller infiltreres på overflaten av grøntarealer. Feltet har dessuten det meste av grøntarealene som kan brukes øverst i feltet. Et annet alternativ ved frakobling av veiarealene hadde vært å legge permeabel asfalt. Men i og med at dette er kostbart bestemte man seg for å koble fra takflatene som hovedtilfelle, samt at man foretok en kjøring med frakobling av veiene for å vise det bidraget veiene har.

Frakoblingsberegningene inneholder:

- Utløpshydrograf ved frakobling av tak og veier separat og samlet, ved frakoblingen både ovenfra og nedenfra.
- Oppstuvningsberegninger. Måling av tenkt tilfelle av hvor mye som rant ut ved de forskjellige knutepunktene samt oppstuvning i tenkte stigerør i kummene.

I fig. 3 viser X-aksen hvor mye av totalarealet som er frakoblet. Den øverste kurven representerer frakobling ovenfra, mens den nederste representerer frakobling nedenfra. Uten frakobling viser hydrografen 2353 l/s. Når alle takflatene er koblet ifra, viser hydrografen 1071 l/s. Dette representerer en reduksjon på 54,5 %.



Øvre linje:
Frakobling ovenfra

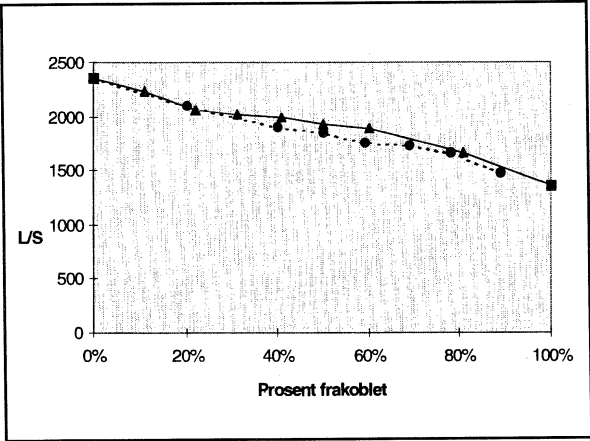
Nedre linje:
Frakobling nedenfra

Figur 3. Maksimale vannføringer ved frakobling av takflater, for et 25- års regn.

Når 50 % av arealene er frakoblet, vil en frakoblingen ovenfra gi en verdi på 1964 l/s, som er en reduksjon på 16,5 %. Tilsvarende verdi for frakobling nedenfra gir en verdi på 1443 l/s som er en reduksjon på 38,7 %. Dette gir en forskjell på 22,2 %. Resultatene ovenfor, viser at det er stor forskjell om man begynner frakoblingen ovenfra eller

nedenfra. Dersom en har tenkt på å starte en frakobling av takflatene, vil det her være best å begynne frakoblingen nedenfra.

Den alt overveiende grunn for dette resultatet er at mesteparten av takflatene befinner seg i nedre deler av feltet, idet ca. 95 % av resultatet kan tillegges dette faktum. En annen grunn er at toppene i



Øvre linje:
Frakobling ovenfra

Nedre linje:
Frakobling nedenfra

Figur 4. Maksimal vannføring ved frakobling av veier, for 25-års regnet

de tilførsler som kommer inn i øvre deler av nettet dempes gjennom rørr-nettet. En årsak til at rørdempningen ikke veier tyngre i dette tilfellet er at kjøringene er gjort for et 25-års regn. Nettets rørvolum blir dermed straks fylt selv ved betydelige frakoblinger, og dempningen via rørvolumet kommer lite til syne i foreliggende kjøring.

Man kjørte også en tenkt frakobling av bare veiene for å se på virkningen.

En fullstendig frakobling av vei-flatene gir en maksimal vannføring på 1358 l/s. Dette er en reduksjon på 42,3 % på maksimal verdi i utløpshydrografen.

Av figur 4 ser vi at det har lite å si om vi begynner frakoblingen ovenfra eller nedenfra. En frakobling på 50 % vil gi 1845 l/s ovenfra, mens den vil gi 1930 l/s ved frakobling nedenfra.

Diskusjon og analyse av resultatet

Utkobling av takflatene vil gi en stor reduksjon av flommen. Dette kommer av at overraskende mye av tettflatearealet utgjøres av takflatene.

Ved en frakobling av takflatene viser resultatene at det er stor forskjell på hvor i feltet vi starter frakoblingen. Frakoblingen av veiene derimot viser svært liten forskjell i strategisk frakobling. For å forklare disse resultatene må man se på fordelingen av tettflatearealet over feltet. Det viser seg at tettflatearealet er ujevnt fordelt. Ved frakoblingen av takflatene ligger mye av forskjellen i at det er absolutt størst hustetthet nederst i feltet. En frakobling av 20 % av

feltets totalareal ovenfra gir en reduksjon av takflatearealet på 1,09 ha eller 3,8 % av tettflatearealet, mens utløpshydrografen viser 2322 l/s eller en reduksjon på 1,3 %. En frakobling av 22 % av feltet nedenfra gir en reduksjon av takflatearealet på 4,67 ha eller 16,7 % av tettflatearealet, mens utløpshydrografen viser 1937 l/s eller en reduksjon på 17,7 %. Vi ser at utkoblingen ovenfra gir en større reduksjon i tettflatearealet (3,8 %) enn reduksjonen på utløpshydrografen (1,3 %), mens utkoblingen nedenfra derimot gir en større reduksjon på utløpshydrografen (17,7 %) enn det reduksjonen i tettflatearealet gir (16,7 %). Dette viser at det hydraulisk sett vil lønne seg å koble fra nedenfra.

Grunnen til at det hydraulisk sett vil lønne seg å begynne frakoblingen nedenfra er bl.a. at det nedenfra er kortere tilrenningstid og det skjer en utjevning i ledningsnettet på vannføringene fra høyere liggende deler av feltet. Dermed vil flomtoppen bli mindre i ledningsnettet.

Oppstuvningsberegningene viste også at det helt klart vil gi stor virkning å foreta en utkobling av takflatene med hensyn på den vannmengden som vil strømme ut i kummene og på omfanget av kjelleroversvømmelser.

Litteratur:

/1/ Lindholm O. og Aune B.

"Konstruksjon og bruk av nedbørshyetogram". Vann-2-78.

/2/ Berdal Strømme. Del 1: Hoved-

rapport. "Utredning om flommen i Tønsberg den 22. August 1988".

/3/ Berdal Strømme. "Skien og Porsgrunn kommune. Systemanalyse Knardalstrand rensedistrikt". Januar 1990.

/4/ Bøyum Å. og Thorolfsson S.T. "VA- Teknikk, Del 2. Avløp". Institutt for Vassbygging. NTH 1992.

/5/ Bøyum Å. m/flere. "Anvendt urbanhydrologi". Publikasjon nr.10. NVE 1997.

/6/ Englund J. og Haldorsen S. "Grunnvann". Institutt for jord- og vannfag. NLH 1994.

/7/ Eid J. og Moen K. J." Kapitalforvaltning i Landbruket Del 1 ".1986.

/8/ Lindholm O. og Vaskinn K.: "NIVANETT, EDB-program for analyse av avløpsnett ". Bruker-rapport 4/86. NTNF.

/9/ Norsk Hydrologisk Komite. Rapport 1/86. Lokal overvannsdisponering. Program:" Urbanhydrologisk FOU i Norge 1983-1987 ". 1986.

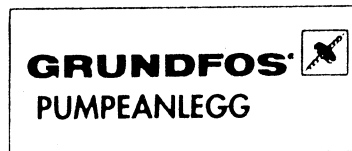
/10/ Nordeide Terje. "Lokal håndtering av overvann i byer og tettsteder ". Oslo vann- og avløpsverk, 1996.

VATN - vårt viktigaste næringsmiddel!

- Brønnboring i fjell m/vannmengdegaranti
- Løsmassebrønner (diameter 50-500 mm)

Vi borer også for:

- Kabler/Ledninger
- Fundamentering
- Grunnundersøkelser



 **HALLINGDAL
BERGBORING**

3570 ÅL • Tlf 3208 5900 Faks 3208 5901