

Hva gjør vi når regnet styrter ned?

Av Gunnar Mosevoll

Gunnar Mosevoll er dr. ing. fra NTH og arbeider nå med vannforsyning og avløp i Skien kommune.

Innlegg på seminar ved Norsk vannforenings 50-årsjubileum 29. april 2014.

Sammendrag

For dimensjonering av ledninger for overvann og åpne flomveger på bakken foreslås det å bruke to forskjellige verdier for dimensjonerende regnskyl:

I. Vanlig verdi (lokal verdi): Fra lokal nedbørmåler i kommunen	Brukes for vanlig dimensjonering av overvannsledninger og åpne flomveger på bakken
II. Ekstrem verdi (regional verdi): Fra nedbørmålere i flere kommuner i samme region	Brukes for vurdering av anlegg og områder der følgene av en stor flom er svært stor

Det er i praksis sjelden mulig å bygge avløpsledninger som tar unna de største toppene i avrenning av overvann fra byer og andre tettbygde områder. En stor del av overvannet må derfor avledes i **åpne flomveger på bakken**.

Bakgrunn

Til jubileumsseminaret 29. april stilte Norsk vannforening følgende spørsmål:
Hvordan har det gått med det blå gullet – en av våre viktigste verdier, og hvordan er utsiktene framover – nå som byer og småsteder fortettes og utvides videre?

Dette foredraget tar for seg de kraftige regnbygene, og det er delt i tre:

- Dimensjonerende nedbør
- Flomveger i tettbygde områder
- Hvordan skal nedbør og flom dokumenteres

Dimensjonerende nedbør for veger og avløpsanlegg i byer og tettsteder

Oversikt

Regn og snø er både til glede og plage. I alle tilfeller må mye av nedbøren i byer og andre tettbygde områder ledes bort i både rørledninger og på bakken. Og den dimensjonerende verdi for avløpsanleggene varierer – alt avhengig om det gjelder vanlige eller sjeldne hendelser. For å illustrere nedbørens mangfoldighet er det her valgt ut:

- Hverdagsregn
- Byflommer vi nesten har glemt
- Regnflommer vi fremdeles husker godt
- Dimensjonerende regnskyl

Hverdagsregn

Hverdagsregnet; det regnet vi håndterer lett og gleder oss over, er beskrevet ved to vanlige regnvær i Bergen. Det meste av årsnedbøren kommer som slike hverdagsregn, og de krever ikke mye av avløpsanleggene.

Fra en verdig regnværshøytid i Bjørgvin i 1247
Olsokdag 1247 ble Håkon Håkonsson kronet i Bjørgvin. Kardinal Vilhjalm fra Roma stod for kroningen. I Håkon Håkonssons saga heter det:

«Været var grått på den tida, for det regnet både natt og dag. Derfor ble det tjeldet med grønt og rødt klede fra kongsgården til døra i Kristkirken, både over og på begge sider. I kongsgården var det også telter, så en kunne gå til herbergene uten å ta skade av væten.»

Regnet ble håndtert på en grei og sikker måte, og den vellykkede festen varte i 6 dager.

Fra en ellevill regnværstest i Bergen i 1962

Onsdag 1. august 1962 på Brann stadion i Bergen var det seriekamp mellom Brann og Viking.

«Været er grått med sønnavind. Luftfuktighet på Vervarslinga på Vestlandet på Florida er 97 %. Kampen starter i oppholdsvær. Kjedelige greier, og Viking tar ledelsen 0 - 1. Når det er 15 minutter igjen av kampen, starter det å regne kraftig. Kniksen og de andre på Brannlaget får da puste skikkelig, og Brann vinner greit 4 - 1.»

20 000 bergensere og striler går fra stadion ut i striregnet, søkk våte – men lykkelige! De vinker til Starefossen, som med sitt hvite slør kaster seg utfor den grønne fjellsiden.

Byflommer vi nesten har glemt

For flommene i de store vassdragene føres det nøyaktig statistikk, som er lett tilgjengelig. Store flommer i tettbygde områder, såkalte «byflommer» kan etter noen tiår nesten være glemt. Her kommer to eksempler på nesten glemte byflommer:

Sandefjord 24. august 1950: Ruklabekken går over sine bredder

Torsdag 24. august 1950 kom det et kraftig regnvær inn over Telemark og Vestfold. Til Sandefjords Blad fortalte herredsagronom Nils Rør at han det siste døgnet hadde målt **139,1 mm** nedbør. Bare fram til klokken 17 den 24. august hadde han målt 94 mm. Nærmere om flommen (Sandefjord blad, 2010/1950):

«I krysset Holmbua/Torvgata lå Divanlageret. Der stod vannet helt oppunder taket. Her måtte

brannfolkene gi opp å berge folk som hadde krabbet opp i 2. etasje. De måtte vente til vannstanden sank. Det kommunale kloakksystemet holdt ikke. Kumlokkene spratt opp, og i stedet så vi høye vannsøyler. Med ett var Sandefjord blitt riksnyhet både i radioen og i avisene.»

Også i Nedre Telemark ble det også store skader (kjelleroversvømmelser og stengte veger). På brannstasjonene i Brevik og Skien ble det målt henholdsvis **150,3 mm** på 24 timer (kl. 08 – kl. 08) og 69 mm på 11 timer (kl. 08 – kl. 19)) (Grenmar, 1950). Nedbøren over 24 timer i Brevik har et gjentaksintervall større enn 200 år på dagens statistikk for korttidsnedbør.

Bodø 28. - 29. januar 1981: Hold deg inne!

I desember 1980 og januar 1981 fikk Bodø mye snø:

Nedbør som snø:	Desember 1980:	98,5 mm
	1. – 23. januar 1981:	60,2 mm
	Sum:	158,7 mm

24. januar 1981 kl. 07 var snødybden 62 cm. Sannsynligvis hadde ikke vesentlige deler av snøen fra desember og januar smeltet før mildværet satte inn.

Uværet setter inn:	Snødybde kl. 07	Vind og temperatur kl. 13	Nedbør
24. januar	62 cm	Stiv kuling 5,8°C	20,5 mm
25. januar	52 cm	2,5°C	9,3 mm
26. januar	56 cm	Liten kuling 0,2°C	5,6 mm
27. januar	49 cm	Sterk kuling 5,5°C	9,1 mm
28. januar	20 cm	Liten storm 6,1°C	38,7 mm
29. januar	0 cm	Liten kuling 2,3°C	23,2 mm
Sum:			106,4 mm

Alle tall om vær og nedbør er hentet fra Meteorologisk institutts vanlige statistikk for Bodø

sentrum. Sum smeltet snø og regn for disse dagene er 265 mm. I tillegg kommer kondensert fuktighet fra den sterke vinden. Det ble anslått at samlet nedbør kan ha vært 300 mm. Ifølge Ingeniørvesenet i Bodø var det svært store skader på veger og bygninger (største byflom i «manns minne») (Winther, 1985).

Noen utvalgte regnflommer som ikke inngår i den «offisielle» nedbørstatistikken
Regnværet 24. august 1950 rammet både Telemark og Vestfold. Mange av de virkelig intense regnværene har midlertid forholdsvis liten utstrekning. Det fører til at mange kraftige regnskylt ikke blir registrert hverken av målere i Meteorologisk institutts nettverk eller av private målere. Og bare nedbør som faller på målerne i MIs nettverk, bidrar til den «offisielle» og lang-siktige statistikken. Vi må imidlertid ta hensyn til de kraftige regnværene som enten ikke er målt i det hele tatt, eller som bare er målt av private målere. Her kommer noen eksempler.

*Kilebygda i Skien søndag 27. august 2006:
Flom i spredtbygd område*

Et kraftig regnvær skapte stor, lokal flom i Kilebygda i Skien. Regnværet var varslet, men lokale byger var trolig kraftigere enn varslet. Kilebygda er et spredtbygd område, og de store skadene kom på lokale veger.

Regnværet kom inn fra sørøst. Værradarbildene viste at det mest intense regnet «stanset» i Kilebygda om lag **10 km** sørvest for Skien sentrum. Fra Porsgrunn var uværet synlig som en svart «vegg» i vest. Vi vet ikke hvor mye regn som falt i Kilebygda, men værradarbildene viste langt sterkere regn i Kilebygda enn i Skien.

I Skien sentrum kom det kun 39 mm på 24 timer, og største nedbørhøyde på 1 time var kun 9,3 mm. Her var det derfor ingen skader. I tettbygde områder i Skien blir det gjerne skader når det kommer mer enn 25 mm på 1 time.

Nedre og Øvre Eiker seint på kvelden 6. august 2012. Flom i tettbygd område

Om kvelden mandag 6. august 2012 kom et kraftig regnvær inn over kommunene Hof, Nedre Eiker,

Øvre Eiker og Modum. I sin rapport skriver Meteorologisk institutt at det i en **smal** stripe i disse kommunene kom anslagsvis **70 – 100 mm** regn denne kvelden (Meteorologisk institutt, 2012). Mye av nedbøren kom i løpet 2 – 3 timer. I den siste måneden før flommen var det kommet mye regn, og store skogsområder bidro derfor til avrenningen ned mot tettbebyggelsene, hovedveger og jernbanespor. Samlede skadestnader ble på **mer enn 300 millioner kroner** (Nedre Eiker kommune, 2013).

Det kraftige regnværet var en del av ekstremværet Frida. Ifølge varselet den 6. august om morgen skulle de kraftigste regnbygene komme i Agder. Værutviklingen utover dagen var vanskelig å forutsi, og Meteorologisk institutt skriver i sin rapport at varslingsperioden for slike intense regnvær kan være så kort som 2 – 3 timer. Det er verd å merke seg at det regnet lite i Drammen sentrum, 10 km øst for det mest utsatte området i Nedre Eiker.

*Notodden 6. august 2013
(sørvestre del av kommunen)*

Tirsdag 6. august 2013 kom det kraftig regn i deler av Drangedal og Notodden kommuner i Telemark. I Notodden regnet det mest like sørvest for Notodden sentrum. I denne delen av Notodden var det store skader; særlig på veger. Denne intense regnbygen må ikke forveksles med regnværet som gjorde svært store skader i Notodden natt til 24. juli 2011.

Regnværet og flommen er beskrevet i rapporten (Førland; Mamen, Ødemark, Heiberg, Myrabø, 2014). Det er ingen offisielle nedbørmålere i det mest utsatt området, men tre private målere viste 80 – 126 mm nedbør på 24 timer. To av målerne registrerte henholdsvis **90 mm på 2 timer** og **90 mm på 70 minutter**. Regnværet ble målt på flere målere i Meteorologisk institutts nett i Telemark, men ingen av disse målerne hadde så intenst regn som i Drangedal og i Notodden.

Regnværet var varslet, men det var overraskende at det ble så intenst som dette.

Dimensjonerende nedbør for avløpsanlegg og veger i byer og tettsteder

Det som karakteriserer de kraftige regnbygene beskrevet over er:

- Regnbygene inngår store områder med frontnedbør
- I smale områder er regnet svært intenst
- Der nedslagsfeltet har stor andel ubebygde områder, vil langvarig nedbør forut for det kraftige regnet forsterke flomtoppene.
- Nedbørmålerne i Meteorologisk institutts nett står ikke tett nok til alltid å fange opp det mest intense regnet. I enkelte tilfeller kan private nedbørmålere bidra med nyttige måledata.

Langs store deler av kysten vil kombinasjonen av snøsmelting og regn gi høy og langvarig avrenning. Selv om slik avrenning kan være dimensjonerende for enkelte overvannsanlegg, har vi dårlig kunnskap om snøsmelting i tettbygde områder.

Til nå har det vært vanlig å dimensjonere avløpsnett for overvann i tettbygde områder på grunnlag av statistikk fra den eller de nærmeste målerne for korttidsnedbør. Her er statistikken for intensitet – varighet – frekvens (IVF) et viktig grunnlag. De særlig kraftige regnbygene som er beskrevet i kapittel 2.4), mangler imidlertid i denne statistikken.

Et utvalg av slike kraftige regnbyger er beskrevet i tre rapporter fra prosjektet «Naturfare Infrastruktur Flom Skred» (NVE 78/2012, NVE 3/2014 og NVE 42/2014). Her inngår noen av de kraftige regnbygene som er nevnt i kapittel 2.4.

Tettbebyggelsen i Skien har i de siste 50 – 60 år ikke opplevd særlig kraftige regnbyger. Men områder omkring Skien har det (se eksemplene ovenfor):

Brevik:	18 km sør for Skien sentrum
Notodden:	44 km nordnordvest for Skien sentrum
Mjøndalen:	65 km nordnordøst for Skien sentrum

Det kan være naturgitte forhold som er årsaken til at Skien sentrum til stadighet «slipper unna»

de særlig kraftige regnskylleene. 46 mm på 3 timer og 73 mm på 10 timer fra 13. - 14. august 2008 er trolig det kraftigste regnet i Skien sentrum de siste 50 årene.

Etter min mening bør en også ta hensyn til kraftig regn som har falt i samme region. Dette kan oppnås ved å ha **to verdier for dimensjonerende regnskylt**:

I. Vanlig verdi (lokal verdi): Fra lokal nedbørmåler i kommunen	Brukes for vanlig dimensjonering av overvannsledninger og åpne flomveger på bakken
II. Ekstrem verdi (regional verdi): Fra nedbørmålere i flere kommuner i samme region	Brukes for dimensjonering av anlegg og områder der følgene av en stor flom er svært stor

IVF-kurven for Skien (Skien, Klosterskogen-Elstrøm, 2012) gir for 2 timers varighet og gjentakintervall 50 og 100 år henholdsvis **40 og 44 mm** nedbør. For avløpsanlegg der flomskadene kan bli svært store, **bør Skien kommune derfor vurdere å bruke ekstremverdier fra nærliggende områder, dvs. 70 – 100 mm på 2 timer.**

Langs kysten kan andre værforhold enn intense regnskylt gi den dimensjonerende **ekstremverdien**. Eksempelet fra Bodø i 1981 gir omfanget av noen dager med **kombinasjonen av snøsmelting og regn**, se ovenfor.

Slike uvær med kraftig snøsmelting og regn finner en ved å gå gjennom Meteorologisk institutts statistikk for vanlige værstasjoner. Snøsmelting i Skien er langt mindre dramatisk enn i Bodø, blant annet fordi det blåser mindre i Skien enn i Bodø. Likevel er perioden 18. – 22. januar 1995 verd å ta hensyn til når nye boligfelt og veger i Skien skal planlegges:

18. januar	37 mm	Snø
18. januar:	13 mm	Snø
20. januar:	52 mm	Snø med overgang til regn. Skien «stanset» denne dagen.
21. januar:	17 mm	Regn
22. januar	14 mm	Regn
Sum:	133 mm	

Avledning av overvann i tettbygde områder

Slagplan for overvannsavrenning

Det er vanskelig å tenke seg at alt overvannet fra de kraftige regnskyllene skal føres bort i rørledninger, dvs. flomtoppene må føres bort i åpne flomveger på bakken. Dette er ikke ny kunnskap. Men siden det er sannsynlig at hyppigheten av særlig kraftig regn vil øke, må vi ta i bruk åpne flomveger på bakken på en mer systematisk måte enn tidligere. Dette må kombineres med tiltak som fordrøyer (forsinker) avrenningen.

Vi kan dele overvannsavrenningen i tettbygde områder i flere typer avrenning med tilhørende avledningsmetoder:

<p>a. Overvann fra snø som har smeltet om dagen; som i løpet av natten kan fryse til is</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alt smeltevann avledes til vegggrøft eller sluk eller sluk/avløpsledning.
<p>b. Avrenning fra svake regn</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Infiltrasjonen av en vesentlig del av vannet bør være mulig. Den overskytende delen av avrenningen føres til avløpsledninger.
<p>c. Avrenning fra middels kraftige regn</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Infiltrasjon betyr vanligvis lite. • Fordrøyningen kan ha stor betydning (eksempler: basseng og «grønne tak»). • Den overskytende delen av avrenningen føres til avløpsledninger.
<p>d. Avrenning fra kraftige regn</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Infiltrasjon betyr vanligvis lite. • Fordrøyning kan bety mye i starten av Avrenningen. • En stor del av avrenningen føres til Avløpsledninger. • En mindre del av avrenningen avledes på bakken (åpne flomveger).
<p>e. Avrenning fra særlig kraftige regn</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Infiltrasjon og fordrøyning betyr lite. • En stor del av avrenningen føres til Avløpsledninger. • Det meste av avrenningen avledes på bakken (åpne flomveger).

Ved samtidig snøsmelting og regn er det som regel liten infiltrasjon (tele i bakken). Slik avrenning varer vanligvis lenge, og ledig fordrøyningsvolum fylles opp tidlig under avrenningen.

Flere kommuner har følgende **slagplan** for bortledning av overvann:

- Avløpsnett etter fellessystem bygges om til separatsystem. Det reduserer faren for kjelleroversvømmelser.
- Kapasiteten til overvannsledningene økes noe, men i de fleste tilfeller skal overvannsledningene ikke kunne ta i mot de største flomtoppene:
 - Dagens avløpskummer med renneløp har langt lavere trykktap enn gamle kummer
 - Særlig i flaskehalsen økes rørdiameteren noe
- Tiltak som forsinker overvannsavrenningen, f.eks.:
 - Takvann ut på bakken og/eller grønne tak
 - Fordrøyningsbasseng som fanger opp kortvarig regn
 - Det vurderes om antallet vegsluk kan reduseres øverst i nedslagsfeltene
- Tiltak som reduserer tilrenningen til avløpsnett:
 - I de fleste områder må høye flomtopper avledes i åpne flomveger på bakken. Unntatt er bilveger med stor trafikk.

I de neste avsnittene kommenteres avrenning fra snø som har smeltet om dagen, samt åpne flomveger på bakken.

Avrenning fra snø som smelter om dagen

En del av den snøen som smelter om dagen, vil fryse til is om natten. Denne glatte isen medfører plagsomme og kostbare fallulykker. Gater og veger må derfor utformes slik at smeltevannet har kort veg til nærmeste rennestein, sluk eller vegggrøft. I mange tilfeller er det avledning av slikt smeltevann som avgjør vegens tverrfall og plassering av vegsluk. Kapasiteten til vegslukene bør uansett bestemmes ut fra avløpsledningenes kapasitet.

Åpne flomveger på bakken

Det er viktig å sikre de opprinnelige bekkefarene som grønne lunger og flomveger, se figur 2. I noen tilfeller må de naturlige bekkefarene forsterkes, se figur 3.



Figur 1. Takvannet føres ut på bakken. Dette er vanligvis en god løsning. Men i dette tilfellet dekker smeltevannet fra hustakene en for stor del av gatebredden, slik at det kan bli farlig for fotgjengerne når smeltevannet fryser til is utpå kvelden.



Figur 2. De opprinnelige bekkene bør beholdes som grønn lunge og åpen flomveg. Bekk fra Gulset til Falkumelva i Skien.



Figur 3. Utbygging av et område medfører gjerne at flomtoppene blir høyere. Bekker i løsmasse må da sikres mot erosjon. Setrebekken i Notodden (kulvert under FV 360 ved krysset med E134)

Inne i tettbebyggelsen finnes alle typer flomveger. I enkelte tilfeller er det nok med en fortauskant som hindrer at overvannet på en veg

skader bygninger langs vegen, se figur 4. I sentrumsområder må viktige bygater brukes som flomveg, se figur 5.



Figur 4. Fortauskant hindrer at overvannet fra vegen skal renne ned i parkeringskjelleren. Det er lett å fortrenge kunnskapen om overvann, og her ble høydeforskjellen mellom fortauet og rennesteinen økt først etter pålegg fra kommunen. Kongens gate i Skien.



Figur 5. Torggata i Skien 30. juli 2009 midt på dagen. Nederst i en viktig flomveg, der nedslagsfeltet er om lag 2,2 km langt. Overvannsforholdene er de fleste år slik eller verre mindre enn 10 timer per år.

Mange steder kan gangveger brukes som flomveg, se figur 6. I mange tilfeller er slike

gangveger asfalterte som en bilveg, men det er ikke alltid nødvendig.



Figur 6. Denne gangvegen er lagt i et langt søkk i terrenget, og den er flomveg for områdene ovenfor. Samlet lengde på denne flomvegen er om lag 1,3 km. Fotoet viser en strekning høyt oppe i flomvegen, og her er det nok at flomvegen gruses. En må imidlertid regne med at kraftig flom vil skade den gruslagte strekningen. Skauenvegen, Skien kommune.

Enkelte steder må de åpne flomvegene brytes, og alt overvannet føres ned i rørledninger. Dette gjelder ved kryssing av sterkt trafikkerte veger med høy fart og jernbane, se figur 7.

Overvann på avveie kan gi mange ulemper, og det er derfor viktig at flomvegene blir formalisert i kommuneplan, reguleringsplan og i avløpsplanen for den enkelte bolig.

Dokumentasjon av flommer

I et underholdningsprogram på NRK sa tidligere statsmeteorolog Kristian Trægde: «Når det gjelder været, så er manns minne tre måneder.»

God kunnskap om tidligere flommer er helt avgjørende for en sikker planlegging av overvannsanlegg og små vassdrag i byer og tettbygde områder. Det er derfor viktig at slik kunnskap ikke går tapt.

NVE og MI har detaljerte rapporter og statistikker for alle flommer i store vassdrag. For eksempel er flommen i Gaula 24. august 1940 grundig beskrevet og analysert. For flommene i små vassdrag som i Vestfold og Nedre Telemark 25. august 1950 kan vi ikke regne at staten sørger for samme gode dokumentasjon.

Det bør derfor være en kommunal oppgave å dokumentere typiske «byflommer» og flommer i små vassdrag. Kart og foto er viktig innhold i slike beskrivelser.

Referanseliste

Sandefjord blad (1950/2010): **Og vannet steg, og vannet steg.** Utdrag av Sandefjord blad fra 1950 om flommen i Ruklabekken 25. august 1950. Sandefjord blad, 20. august 2010

Grenmar (1950). **Flommen i Nedre Telemark 25. august 1950.** En rekke artikler i avisa Grenmar, Porsgrunn i august 1950



Figur 7. Oppstrømskryssingen av jernbanen må alt overvann fra veien føres ned i rørledning. I dette tilfellet skal senket vegbane og fire vegsluk sørge for at overvannet ikke skader jernbaneovergangen. Borgestadbakken i Skien.

Winther (1985). **Byflommen i Bodø 28-29. januar 1981.** Samtaler med overingeniør Vigge Winther i Bodø ingeniørvesen

Meteorologisk institutt (2012). **Hendelse Frida 6. august 2012, Ekstremværrapport.** Meteorologisk institutt 17. august 2012

Nedre Eiker kommune (2012). **Rapport om Nedre Eiker kommunes håndtering av flommen Frida 6 – 7. august 2012.** Nedre Eiker kommune, 30. april 2013

Førland, E., Mamen, J., Ødemark, K. Heiberg, H. og Myrabø, S. (2014). **Dimensjonerende korttidsnedbør for Telemark, Sørlandet og Vestlandet.** Naturfare Infrastruktur Flom Skred, Delprosjekt 5.1.2, Utarbeidet av Meteorologisk institutt, 2014. Norges vassdrags- og energirapport, Rapport 3/2014

Ødemark, K., Førland, E., Mamen, J., Elo, C. A., Dyrddal, A., V. Myrabø, S. (2012). **Ekstrem korttidsnedbør på Østlandet fra pluviometer- og radardata.** Naturfare Infrastruktur Flom Skred, Delprosjekt 5.1, Utarbeidet av Meteorologisk institutt, 2012. Norges vassdrags- og energirapport, Rapport 78/2012

Førland, E., Mamen, J., Ødemark, K. og Myrabø, S. (2014). **Dimensjonerende korttidsnedbør for Møre og Romsdal, Trøndelag og Nord-Norge.** Naturfare Infrastruktur Flom Skred, Delprosjekt 5.1.3. Utarbeidet av Meteorologisk institutt, 2014. Norges vassdrags- og energirapport, Rapport 42/2014

Skien, Klosterskogen-Elstrøm, 2012. **Stasjon 30319 Skien: Statistikk for intensitet, varighet og frekvens.** Klosterskogen – Elstrøm i Skien. Meteorologisk institutt, 2012