

Flomproblemer i urbane områder

Av Oddvar Lindholm

Oddvar Lindholm er professor ved Institutt for matematiske realfag og teknologi UMB.

Innlegg på seminar i Vannforeninge/ Norges hydrologiråd/Jernbaneverket 17. september 2008.

Sammendrag

Flomskadene og flomulempene har økt dramatisk i Norge de siste årene. Forsikringsselskapene arbeider med en strategi for å takle forventede, og ennå fortsatt økende utbetalinger p.g.a. klimaendringene.

I Danmark har man funnet at regnintensitetene til de intense regnene kan øke meget betydelig for 1-timers regn med 10 års gjentakintervall, til ca. 80 % over dagens nivå. Videre har man beregnet at regnintensitetene til de sterke regn i Danmark allerede har økt i gjennomsnitt med ca. 20 % i løpet av de siste 8 årene.

I Storbritannia er det vist at skadevirkningene av økt regnintensitet og økt havnivå, på grunn av klimaforandringer, blir meget større enn selve årsaken skulle tilsi. Man fant at en 40 % økning i regnintensitetene vil føre til en økning i flomvolumene på 100 %, og en økning på 130 % i antallet eiendommer som blir flomskadet, og en

økning på 200 % i verdien av flomskadene.

I Sverige fant man at antall oversvømmelser i avløpsnettene og total varighet av oversvømmelsene vil omtrent dobles i perioden 2071 – 2100 i forhold til dagens klima.

Hedlund (2007) skriver at volumet av nedbør i Sverige vil få store økninger høst, vinter og vår, med opp til 50 – 100 % økning vinterstid, og at byflommer får forventede økninger i intensive regn med 20 % til 2010 og 50 % til 2080-tallet.

For å kunne analysere optimale mottiltak mot de kommende skader, som skyldes bl.a. klimaendringer, må man kunne beregne skader fra alle regnflommer over for eksempel en fremtidig regntidsserie på 30 år. De mottiltak man setter inn må koste mindre enn summen av alle de skader og ulemper man motvirker over en slik lang tidsperiode.

Nilsen (2008) er den første i Norge som har utviklet en regntidsserie med høy tidsoppløsning for et fremtidig klima, som er en prognose på nedbøren på Blindern i årene 2071 – 2100. Dette er en kontinuerlige regndataserie med minuts oppløsning

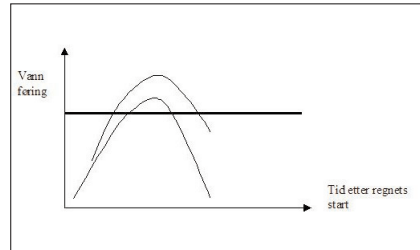
over disse 30 årene. Utgangspunktet var en måleserie på Blindern fra 1968 til 2007, som Meteorologisk institutt (MI) har fremskrevet til en tidsserie for 2071 - 2100. MIs tidsserie hadde imidlertid en for grov tidsoppløsning til å kunne brukes til flomberegninger i byer. Nilsen brukte den såkalte "delta change factor-metoden".

Hva er problemet?

Når det kommer intense regnepisoder genereres det svært mye overvann per flateenhet i en by, som må håndteres eller fraktes bort på en trygg måte. Som en sammenligning kan det nevnes at det under den store flommen på Østlandet i 1995, som var nærmere en 500-års flom, rant det av, på det meste, fra Glommas avrenningsområde ca. 100 l/s og km². I mindre avrenningsfelt i mindre elver kan det i ekstreme tilfeller renne av 800 – 900 l/s og km². I en bys sentrale områder, kan det imidlertid renne av 10 000 l/s km², under et 10-års regn.

Byenes avløpsnett ble dimensjonert og bygget for mange år siden, og man forutså neppe den foretting av flater som enkelte byer har opplevd og økningen i regnintensitetene som klimaforandringene har allerede medført. Avløpsnettene er ofte ikke tilstrekkelige for disse økte belastningene. Figur 1 illustrerer at vannføringene over en viss konstant kapasitet er det som utgjør flomskadeproblemet eller for eksempel et forurensingsutslipp via regnvannsoverløp, der urensset kloakk renner direkte ut til vannforekomstene. Selv om en økning i vannføringene ikke er mer enn for

eksempel ca 25 %, som vist i prinsippsskissen i figur 1, vil andelen som overstiger kapasiteten og som er problemomfanget, øke drastisk.



Figur 1. Prinsippsskisse for overbelastning av kapasiteten i et avløpssystem (Lindholm 2008).

Det påløper kostnader og ulemper for flomskader i en by for bl.a. følgende temaer:

- Trafikkforstyrrelser som påfører forsinkelsestid for nyttrafikk, tog, busser og private bilister.
- Skader på veier og gangveier. Erosjonsskader på trafikkarealer og fritids- og rekreasjonsområder.
- Eiendommer med vannskader i kjellere eller første etasje.
- Sykedager som følge av smitte eller infeksjoner ved kontakt med flomvann eller infisert vannforsyning.
- Næringsliv som mister omsetning som følge av vannskader på lokaler eller lagre, eller produksjonstap.
- Skader på vann- og avløpssystemets kummer, ledninger, pumpestasjoner og renseanlegg.
- Vannbrønner infiseres.
- Skader på strømkabler, transformatorer.

matorstasjoner, telefon- og data-kabler o.l..

- Tap, ulemper og skader ved at elektrisiteten kortsluttes eller må stenges av.
- Store forurensningsutslipp fra ikke virkende avløpsanlegg, skadede kjemikalietanker og oljetanker, samt fra industriområder.
- Grunnvannsnivået som oftere vil stå på et høyere nivå enn i dagens klima. Dette fører til at infiltrasjonsvannmengdene i rørene øker og reduserer kapasiteten i systemet. Dette gir økte overløpsutslipp og økte flomskader. Økt vannføring til rensanleggene gir økte utgifter til kjemikalier og pumping, samt økte utslipp p.g.a. økte totalvolumer av avløps-tilførsler og økt tid med høy hydraulisk belastning.
- Arbeidstid som må nedlegges av kommunalt ansatte og private i praktisk arbeid og administrasjon.

Bakgrunssituasjonen og endringer i klima

Forsikringsselskapene er blant de som merker forandringene i klima raskt. I Aftenposten 2. oktober 2008, kan man lese om Gjensidiges erfaringer, utredninger og tanker om dette. Gjensidige har ansatt en egen klimaforsker og fått utredet konsekvenser av klimaendringer på flomskader i byene. Beregningene tyder på at boligforsikringene kan bli svært mye dyrere enn i dag. Gjensidige sier at kommunenes avløpsnett må bygges kraftig ut for å kunne ta imot mer nedbør. Utbetalingene som skyldes dårlig

avløpsnett har økt kraftig. Direktør Elisabeth Nyeggen sier til Aftenposten at vannskadene kan øke med minst 40 % de neste tiårene. Gjensidige sier videre at man kan komme til å si nei til å forsikre hus i kommuner og områder hvor det ikke tas gode nok forholdsregler. Videre at det er tvilsomt om større nedbørskader i fremtiden kan kalles ”plutselig og uforutsette skader”, noe som er selve basisen for alle utbetalinger fra forsikringsselskaper.

Fra 1992 til 2007 utbetalte norske forsikringsselskaper 22 milliarder kroner i erstatning for vannskader. Utbetalingene steg hvert år i perioden, og direktør Nyeggen i Gjensidige sier det høyst sannsynlig skyldes hyppigere styrtregn og mer nedbør generelt. Gjensidige anslår at ca. 25 % av disse utbetalingene (dvs drøyt 5 milliarder kr) skyldes inntrengning av vann i boliger. Det er denne andelen Gjensidige mener kan øke med 40 % eller mer de neste tiårene. Disse summene omfatter ikke det som defineres som naturskade.

Jørgensen og Johansen (2004) har beregnet at klimaeffektene vil gi København 83 % høyere regnintensitet for 1 times regn med 10 års gjentakintervall på slutten av dette århundre. Dette kan leses i tabell 1 vist under. De tok utgangspunkt i Danmarks meteorologiske institutts regionale klimamodeller og transformerte output derfra til regn av interesse for urbane modeller.

Gjentaksintervall	1 time	3 timer	12 timer
2 år	21 %	22 %	21 %
5 år	81 %	65 %	18 %
10 år	83 %	65 %	36 %

Tabell 1. Forventede økte nedbørmengder for punktregn i Københavnsområdet, som funksjon av regnvarighet og gjentaksintervall. Jørgensen og Johansen (2004).

Danske erfaringer

Spildevandskomiteen (2006) i Danmark har undersøkt om regnintensitetene har økt fra 1997 til 2005, som følge av klimaeffektene. De analyserte regnserier fra 41 målestasjoner med måleserier 1979 – 1997 og sammenlignet med tilsvarende måleserier for 1979 – 2005. På disse få årene fant man at økningene i regnintensiteter for de sterkeste regnene hadde økt med mer enn 20 %. Dette er regn med regnvarigheter på 1 til 3 timer. For lange regnvarigheter har det ikke vært særlige endringer, men disse er heller ikke av størst interesse for flommer i byer.

Ser man på perioden fra 1980 til 2005 tyder undersøkelsene på at ekstreme nedbørintensiteter har økt 20 – 25 % i denne perioden på 25 år. De observerte endringene vil fortsette i årene fremover.

Spildevannskomiteen, som er Danmarks fagorgan på VA-teknikk, fant videre at det forekommer flere ekstreme regnhendelser på steder med stor årsmiddelnedbør.

Skotske erfaringer

The Scottish Government (2008) skriver at etter 1961 har sterke regn

økt betydelig om vinteren. I nordre og vestre regioner har vinterregn allerede hatt en økning på nesten 60 %.

Den skotske regjeringen skiller klart mellom tre typer av flommer:

”Fluvial flooding”: Oversvømmelser som skyldes for stor vannføring i en elv eller bekk.

”Pluvial flooding”: Kalles også ”surface water flooding”. Oversvømmelse på grunn av et regn som gir overvannsavrenning på overflatene, før avrenningen renner inn i et vassdrag eller avløpsrør.

”Sewer flooding”: Oversvømmelser forårsaket av for liten kapasitet i avløpsnett i forhold til den aktuelle regnhendelsen.

Evans et al. (2004) har vist at virkningene av økt regnintensitet og økt havnivå, på grunn av klimaforandringer, blir meget større enn selve årsaken skulle tilsi. De fant at en 40 % økning i regnintensitetene vil føre til en økning i flomvolumene på 100 %, og en økning på 130 % på antallet eiendommer som blir flomskadet, og en økning på 200 % i verdien av flomskadene.

Stern (2006) rapporterer at årlige flomskader i dag i UK koster 0,1 % av bruttonasjonalproduktet (GDP), og at hvis den globale temperaturen kommer til å øke med 3 – 4 grader celsius, vil flomskadene øke til 0,2 – 0,4 % av bruttonasjonalprodukt.

Norske erfaringer

Det er utført en rekke analyser av norske byers avløpssystemer som masteropp-gaveprosjekter ved UMB. (Lindholm m.fl. 2007). I flertallet av disse har man funnet at klima-

effektene man forventer frem mot slutten av dette århundre, vil kunne gi 50 – 100 % økning i antall bygninger som flomskades og 50 – 100 % økning i antall m³ overløpsvann som renner ut av regnoverløpene i byenes fellesavløpssystemer.

Hva skal vi gjøre for å møte klimaeffektene?

The Scottish Government (2008) sier om overflateflommer i byer: ”Å oppdimensjonere eksisterende avløpssystemer i byer for å unngå flommer under ekstremregn er u hensiktsmessig og altfor kostbart”.

Nøkkelen til å takle de økende flomproblemer i byene er å håndtere overvannet på overflatene før det renner inn i et avløpssystem. Dette innebærer bl.a. å anlegge forutbestemte sikre og åpne flomveier på overflaten. Man kan da enten bruke deler av den grønne infrastrukturen i byene eller gater og veier som er forutbestemt og forberedt på dette. Videre kan disse løsningene inkludere arealer (for eksempel fotballbaner, lekeplasser, fritidsarealer etc.) som tillates å bli oversvømmet når ekstremvær opptrer. Dette krever god arealplanlegging.

De økede flomproblemene i byer og klimaendringene opptar journalister i massemedia ganske mye. F.eks. kunne man lese følgende i den danske avisen Berlingske Tidende 14. august 2008:

”Danmarks kloakker bør være 30 % større.

Hvad, der før var en 100 års hændelse på nedbørsfronten, kan i fremtiden

meget vel blive en ti eller 15 års begivenhed. For første gang har danske kommuner fået en konkret rettesnor, når de skal dimensionere deres afvandingssystemer til fremtidens klimaændringer. Kloakker og afvandingsskanaler bør være 30 % større end i dag, hedder det i en rapport fra Spildevandskomiteen. Klimaforskere mener imidlertid, at ekstremregn i fremtiden kan blive endnu mere ekstrem end ellers antaget. På den baggrund mener klimaforskeren (Martin Stendel fra Danmarks Klimacenter ved DMI) at 30 % større kloakker sandsynligvis vil være tilstrækkelig til at håndtere vandpresset 30-50 år frem. »Men set i et 100-årigt perspektiv, kan der meget vel blive behov for endnu større kloakker,« siger han”.

Til dette kan vi jo bemerke at norske kommuner normalt legger avløpsrør for å kunne vare i 100 år, og derfor bør de vel også dimensjoneres for dette.

Ledningssystemet blir med mellomrom overbelastet og det skal derfor finnes et avrenningssystem på overflaten for overvannet uten å gi uakseptable skadevirkninger. I det hele tatt må kommunene tenke mer på å håndtere overvann på overflatene og sende overvannet i minst mulig grad til ledningssystemet, dersom dette er forsvarlig økonomisk og sikkerhetsmessig.

Alle flomskadepostene som er nevnt i innledningen i denne artikkelen kan kostnadssettes med et visst antall kroner pr. enhet, og danne grunnlag for en analyse av hvor store og kostbare tiltak samfunnet bør sette i verk.

Det er ikke da bare størrelsen på enkeltflommene som er av interesse for et samfunn, men antallet av flommer over en viss størrelse. For å analysere om et tiltak er samfunnsøkonomisk lønnsomt, bør man for eksempel finne alle flommer som gir skader i det aktuelle feltet over for eksempel 30 - 40 år. En slik beregning krever en tidsserieanalyse med nedbørdata (eller eventuelt klimadata med både nedbør og temperatur) over denne perioden. I praksis må dette gjøres ved hjelp av avløpsmodeller. Nilsen (2008) er den første i Norge som har utviklet en regntidsserie med høy tidsoppløsning for et fremtidig klima, som er en prognose på nedbøren på Blindern i årene 2071 – 2100. Dette er kontinuerlige regndata med minuts oppløsning over disse 30 årene. Utgangspunktet var en måleserie på Blindern fra 1968 til 2007, som Meteorologisk institutt har fremskrevet til en tidsserie for 2071 - 2100. Denne tidsserien hadde imidlertid en grov tidsoppløsning på en time. En times oppløsning kan ikke brukes for urbane beregninger, for man må ned på minuts oppløsning for å få brukbare oppstuvningsberegninger.

Nilsen utviklet også en tilsvarende tidsserie som Blinderns for en nedbørmåler på Lambertseter i Oslo. Nilsen utviklet også nye IVF-kurver (intensitet – varighet – frekvens) for perioden 2071 – 2100 på basis av dagens IVF-kurver. IVF-kurver er et viktig redskap for å utføre dimensjoneringen og flomberegninger.

Nilsen brukte den såkalte ”delta change factor”-metoden (DCF) for å utvikle regnserien. Han fant at klimaendringene vil medføre at de ekstreme regn om sommeren vil øke med ca. 20 % i intensitet, mens de mest intense høstregnene vil øke med ca. 40 %. Metodikken til DCF passer imidlertid dårlig til å forutsi økninger i ekstreme enkeltregn, men for tidsserieanalyser er den mer passende.

Det er mange usikkerheter involvert i flomberegninger som følge av klimaendringer. Det er derfor viktig å gjøre følsomhetsanalyser på sentrale usikre inngangsparametere. Dette kan for eksempel være fremtidige antatte regnintensiteter, avrenningsforhold eller havnivåstigninger. Beslutningen om tiltak må påvirkes av usikkerheten i inngangsdataene.

Referanser

- Evans, E., Ashley, R., Hall, J., Penning-Rowsell, E., Saul, A., Sayers, P., Thorne, C. and Watkinson, A. 2004. "Foresight. Future Flooding." Office of Science and Technology, London.
- Hedlund, T. 2007. "Sårbart vatten - Klimaforskningsinstitut föreslår." Miljöforskning nummer 5-6 december 2007. Stockholm.
- Jørgensen, A.T. og Johansen, R.M. 2004. "Klimaændringernes betydning for afløbssystemerne". Diplomingeniørstudiet. Danmarks tekniske universitet. København.
- Lindholm, O., Nie, L. og Jarle Bjerkholt. 2007. "Klimaeffektens betydning for oppstuvninger og forurensningsutslipp fra avløps-systemer i byer." Rapport nr. 16/2007. Institutt for matematiske realfag og teknologi. UMB.
- Lindholm, O. 2008. "Klimaendringer – Veiledning om mulige tiltak i avløpsanlegg". Statens forurensningstilsyn. TA-nummer 2317 / 2007. Oslo.
- Nilsen, V. 2008. "Urban drainage in the face of climate change – Adaption of regional climate model output for rainfall-runoff simulations in Oslo, Norway". Master thesis at Department of Mathematical Sciences and Technology. University of Life Sciences. Ås.
- Spildevandskomiteen. 2006. "Regional variation af ekstremregn I Danmark – ny bearbejdning (1979-2005) Skrift nr. 28. København.
- Stern Review: The Economics of Climate Change". HM Treasury UK, October 2006.
- Statens forurensningstilsyn. 2008. "Klimaendringer – Veiledning om mulige tiltak i avløpsanlegg". TA-2317/2007.
- The Scottish Government. 2008. "The future of Flood Risk Management in Scotland". Edinburgh Feb. 2008.