

1 FORMÅL

Klimaendringene øker regnintensitetene i de ekstreme regnene og dette skaper mer overvann enn før. Klimaendringene er ennå bare i starten. Analyser i enkelte byer over virkninger av klimaeffekter de neste ca. 50 år har vist at dette kan føre til at dobbelt så mange bygninger flomskades som i dag, og at overløpsutslippene kan øke fra 50 til 100 % mer enn i dagens klima. Formålet med dette VA-miljøbladet er å gi en veiledning som bidrar til at infrastruktur som planlegges nå bygges med hensyn til klimaendringene.

2 BEGRENSNINGER

Å forutsi klimaendringer som økning i regnintensiteter, avrenningsforhold, havnivåstigninger o.l. er vanskelig. Beregninger for fremtidige effekter og tiltak blir tilsvarende usikre. Beslutningen om mulige tiltak må derfor påvirkes av usikkerheten i disse inngangsdataene.

Hovedfokus for dette VA-miljøbladet er områder med fellesavløpssystemer.

3 FUNKSJONSKRAV

Etter gjennomførte analyser angående virkninger av klimaeffekter bør man vite:

- Hvor vil skader oppstå som følge av klimaendringenes medfølgende ekstreme regnhendelser og havnivåstigning?
- Hva slags skader vil oppstå og hvor store blir de?
- Hvilke tiltak kan settes inn for å motvirke skadene?
- Hva koster det å gjennomføre tiltakene og hvilke samfunnsøkonomiske fordeler kan oppnås?

Analysene skal konkret bidra til å minke følgende skader og ulemper ved sterke regn:

- Trafikkforstyrrelser som gir økte samfunnskostnader.
- Erosjonsskader på vei/bane og fritids- og rekreasjonsområder.
- Eiendommer med vannskader i kjellere eller første etasje
- Sykedager pga av smitte ved kontakt med flomvann eller infisert vannforsyning.

- Bedrifter som mister omsetning pga skader på lokaler, lagre eller produksjonstap.
- Skader på kummer, ledninger, pumpestasjoner og renseanlegg. Erosjon og utspyling av grøftmateriale. Kummer og ledninger som fylles igjen av slam o.l.
- Elektriske kortslutningers medfølgende ulemper og tap. Skader på strømkabler, transformatorstasjoner, telefon- og datakabler o.l.
- Økning i forurensningsutslipp fra overløp, renseanlegg og overvann.
- Estetisk forringelse og miljøskader i byvassdrag og langs strender.
- Økt arbeidstid i kommunene med praktisk arbeid og administrasjon.

4 LØSNINGER

4.1 GENERELT

FNs klimapanel bruker ulike betegnelser på ulike klimascenarier som f.eks A2, B1, A1B, m.m. I det følgende brukes scenariet A2 som grunnlag.

Scenario A2 innebærer en verden med ulik utvikling, med høy befolkningsvekst og mindre bekymring for rask økonomisk utvikling. Det forutsettes 15 milliarder mennesker i 2100 og at atmosfærens CO2-innhold er på 836 ppm.

Enkelte klimaforskere antar at regnintensitetene enkelte steder i perioden 2071- 2100 kan øke med 20 til 60 % i forhold til dagens korttidsregn. Dette er usikkert og vil variere på ulike lokaliteter, men i planleggingen bør man ta hensyn til at økningene kan bli 20 – 50 % på de sterke regnintensitetene. (DANVA 2007) /1/. Det årlige nedbørvolumet øker ikke like mye, men 20 – 30 % økning i enkelte landsdeler er sannsynlig.

Norsk Vanns veileder for VA-nett 193/2012 (Lindholm m.fl.) foreslår en økning på 30 - 50 % på dagens regnintensiteter for å kompensere for klimaendringene på slutten av dette århundre.

Tabell 1 viser sannsynlig havstigning for noen byer. Landhevingen er inkludert i tallene.

Tabell 1. Havstigning i cm for noen byer i forhold til år 2000. Drange m.fl.(2007). /2/

By	År 2050	År 2100
Oslo	7	41
Mandal	25	77
Bergen	23	73
Kristiansund	18	63
Bodø	14	54

For å finne havstigningen for andre byer vises til Drange m.fl. (2007). /2/

Øket nivå i resipientene senker hydraulisk kapasitet i enkelte avløpsnett.

Tabell 2. Verdier for 99 persentil for stormflonivå. (La Casce, J. og Debernard, J. 2007). /3/

Lokalitet	1980/1999 (cm)	2030/2049 (25 cm) (cm)	2030/2049 (50 cm) (cm)
Oslo	69	75	100
Mandal	52	70	95
Bergen	56	75	100
Kristiansund	105	120	145
Bodø	134	144	169
Nordkapp	93	109	134

Tabell 2 viser prognoser for stormflo i Norge. Stormflo skyldes at vinden skyver vannet foran seg og stuver dette opp mot land. Stormflo kan komme på toppen av et høyt tidevann/springflo og med også økende havstigning vil mye avløpsvann kunne stuve seg opp i avløpsnett og øke flomskadene og overløpsmengdene utover det normale, hvis det er et betydelig regn samtidig. Man ser at i Oslo kan stormflonivået øke fra 69 cm i 1980 - 1999 til 100 cm i 2030 - 2049, dvs en økning på ca. 30 cm i forhold til dagens stormflo.

Tabell 2 har to estimater for økning i midlere havnivå (25 og 50 cm) i løpet av de neste 50 år.

4.2 STRATEGI FOR ANALYSE AV MOTTILTAK MOT KLIMAEFFEKTER

4.2.1 INNSAMLING AV INFORMASJON, MÅLINGER OG INPUT-DATA TIL VURDERINGER OG BEREGNINGER

Den enkelte kommune bør sette i gang målinger så raskt som mulig, da det tar tid å få gode dataserier. Dette gjelder spesielt måling av korttidsnedbør i tettsteder. Snøsmeltebrett som nedbørmålere gir både intensiteter på smelting og regn og ikke minst kombinasjonen av smelting og nedbør. For at klimaforskere skal kunne utvikle nye klimapåvirkede regnserier og nye regnintensitetskurver

(IVF-kurver), må det finnes lokale målinger på nåværende nedbørforhold. Hvis avløpsmodeller skal brukes, trengs også målinger av nedbør og avrenning for å kunne kalibrere modeller.

4.2.2 DOKUMENTASJON AV NÅ-SITUASJONEN

For å få en oppfatning av behovet for tiltak bør nåværende situasjon analyseres med konkretisering av risikonivå for flomskader og overløpsutslipp. Analysene vil blottstille flaskehals, problemområder og soner i kommunen som krever en grundigere analyse av mottiltak mot klimaendringene. Man bør spesifikt ha som mål å kunne:

- Identifisere områder med skadelige oppstuvninger og oversvømmelser som rammer infrastruktur, bygninger og eiendommer, samt større overløpsutslipp.
- Vurdere faren for, og graden av oversvømmelse, med årsak i rørnett kontra oversvømmelse via marken.
- Kvantifisere risikoen for ulike hendelser på ulike lokaliteter for å kunne prioritere tiltaksplaner. Man bør beregne frekvensen/gjentaksintervallet for ulike oppstuvningsnivåer og forurensningsutslippsmengder, samt ulike størrelser på skadeomfanget. Se VA-miljøblad nr. 85.
- Forklare sammenhengen mellom konkrete skader og årsakene.

Man bør beregne maksimal avrenning for en sommersituasjon for alle feltstørrelser. I tillegg til sommersituasjonen bør man analysere avrenningen for følgende situasjoner:

- Vinteravrenning, frossen mark og langvarig regn. Snøsmelting kombinert med regn er også en mulighet. Regn på frossen mark kan også være dimensjonerende. (I-V-F kurvene bør da baseres på regn i årets kalde periode. Dvs at sommerregn utelates.)
- Høstavrenning, langvarig regn og våt mark.

Den ugunstigste av disse situasjonene gir dimensjonerende avrenning.

4.2.3 ANALYSE AV KLIMA-ENDRINGENES VIRKNINGER

Klimapåvirkede data for nedbør, avrenning, havnivå og stormflo velges som inngangsdata i beregningene for fremtidige konsekvenser.

Nedbørintensiteter: Det anbefales at man tar kontakt med Meteorologisk Institutt eller tilsvarende fagmiljøer, for å få best mulig oppdatert estimat for fremtidige endringer i I-V-F kurver. Dette gjelder også utarbeidelse av tidsserier for klimadata i et fremtidig klima. Tidsoppløsningen for en slik serie bør være minst 10 minutter.

Avrenningsforhold: Veksling mellom tineperioder og fryseperioder om vinteren resulterer i situasjoner med meget høy avrenning fra permeable flater etter regn på frossen mark eller på meget oppbløtt mark, samt kombinert med snøsmelting. Ved at flere dager pr. år har regn og ved at marken oftere og i lengre perioder har et høyt innhold av

vann, vil dette øke sannsynligheten for at overflateavrenningen også øker. Dette vil si at samme regnintensitet som tidligere vil kunne gi større flommer i et fremtidig klima.

Med andre ord kan man si at klimaendringene vil føre til at prosentvis avrenning vil bli større enn det korresponderende nedbør øker. Se eksempel fra boligfelt i Ås her.

Havstigning i forhold til landnivået: Man kan ta utgangspunkt i tabell 1 eller Drange (2007). Hvilket år man skal beregne for må man vurdere lokalt for den enkelte situasjon.

Stormflo øker havnivået og kan komme på toppen av tidevannstanden. Se tabell 2.

I hvilken grad man skal analysere for et sammenfall av hendelser som f.eks. ekstreme regn, springflo og stormflo, må diskuteres i hvert tilfelle.

4.2.4 ARBEIDSMETODIKK

Basert på god lokal kunnskap kan kommunen deles inn i soner, hvor enkelte soner vil kunne bedømmes å være mindre utsatt enn andre soner. Man kan starte med en grovanalyse, med for eksempel bruk av enkle terrengmodeller eller kartanalyser, av konsekvensene av klimaendringene. Dette kan gi prioritering til eventuelle etterfølgende mer grundige analyser. Man vil ved forenklede analyser forsøke å vurdere om egne servicekrav overfor innbyggerne, tekniske funksjonskrav og eventuelle myndighetskrav blir overskredet.

Der det åpenbart blir nødvendig med kompenserte tiltak på grunn av klimaendringene kan det være riktig med mer grundige analyser av konsekvensene. Det kan da være nødvendig å bruke hydrodynamiske avløpsmodeller som MOUSE, SWMM eller tilsvarende. Ved enkle problemstillinger eller små felt vil manuelle beregninger kunne være tilstrekkelig.

Man kan for eksempel se på oppstuvningsnivåer, antall bygninger som flomskades eller overløpsmengder. Neste steg blir å vurdere alvorligheten av skadene og utslippsmengdene og se på hvor ofte ulike situasjoner vil oppstå. Store overløpsutslipp er av spesiell betydning for drikkevannsinteresser eller badeinteresser nedstrøms eller i nærheten av utslippet. Utslippsmengdene i overløp bør beregnes både for enkelte ekstremregn, en sommermåned hvor man har sårbare brukerinteresser og et sårbart biologisk mangfold, samt for utslipp over et helt år. For å kunne gjøre dette vil det ofte være hensiktsmessig å bruke modeller som kan simulere lange perioder som et helt år i samme kjøring. Virkningene av alle regn i perioden blir beregnet av modellen.

En slik langtidssimulering tar normalt utgangspunkt i tidligere målte nedbørserier som passer det lokale feltet, og man kan for eksempel bruke målt nedbør i et år som hadde omtrent midlere nedbør. Man bør kontakte Meteorologisk institutt eller tilsvarende fagmiljøer for å få utarbeidet en tidsserie for f.eks 2071 – 2100. Det anbefales å analysere virkningene av klimaendringene i flere trinn frem til for eksempel 100 år fra nå. Hvis prognosene for klimaendringene på angjeldende sted tilsier en økning i regnintensiteten på 50 % i løpet av 100 år, kan man anta en lineær utvikling.

Ved å øke regnintensiteten i trinn på denne måten vil man kunne finne i hvilke tidsperiode ulike systemkomponenter svikter funksjonskravene, slik at man har tid til å planlegge tiltak i god tid før problemet blir for stort. (DANVA 2007).

4.2.5 NOEN EKSEMPLER PÅ TILTAK MOT FREMTIDIGE ØKNINGER I FLOMSKADER OG FORURENSNINGER.

Man må ha en ulik tilnærming i etablerte felt og ved nye felt. Planlegging av tiltak i et utbygd område krever tilpassing til eksisterende infrastruktur. I nye felt kan man i langt større grad oppnå ønsket nivå på tekniske løsninger uten at dette gir uforholdsmessig store kostnader. I alle prosjekter bør man tenke på flomveier og økt bruk av avledning på overflaten. Overvann- og flomspørsmål må tas opp på reguleringsplannivå med forankring i kommuneplanens forutsetninger.

Konkret kan følgende tiltak nevnes:

- Redusering av tilrenning til avløpssystemene med infiltrasjon til grunnen eller til lukkede magasiner i grunnen. Om mulig bør man frakoble overvannet fra rørr nettet i eksisterende systemer og praktisere ikke-tilkobling i nye fortettinger og utbygninger. Dette benevnes normalt som lokal overvannsdiskontering (LOD).
- Forsinkelse og demping av flomtoppene før vannet tilføres avløpssystemet ved bruk av strupeplater på gatesluk, åpne dammer, åpne renner og andre åpne vannveier, våtmarker etc.
- Fordrøyningstiltak i selve avløpsnettet, som fordrøyingsbasseng av rørpakker, eller i plastebetong, heving av overløpskanter opp til et nivå som ikke øker flomskadene for mye, bevegelige overløpskanter som til enhver tid demmer opp mest mulig vann i selve rørsystemet, etc. Fordrøyingsvolum i kombinasjon med selve overløpet kan utformes slik at fraskilning av partikler kan skje før overskuddsvannet går i overløpet når bassenget er fylt opp.
- Økning av rørkapasiteten nedstrøms overløp eller i flaskehalsen. Kan skje ved utskifting til større rør, rehabilitering ved utblokking av eldre rør, rehabilitering av kummer med dårlig hydraulisk linjeføring eller rehabilitering av rør med høy rørfriksjon. LOD-løsninger bør primært brukes, om mulig, før rørkapasiteten økes.
- Separering av fellesavløpssystem. Dette er ofte kostbart og langsiktig, men gjøres i økende grad i mange kommuner. Tiltaket kan gjøre at man lettere holder tritt med klimaendringene.
- Et kommunalt tiltak kan være å føre avløpet fra et felt som ligger oppstrøms flaskehalsen og kritiske overløp til et sted i nettet som har bedre kapasitet.

Tiltak gjennomføres dersom kostnadene for disse veier mindre enn de ulemper og flomskader som

kan unngås. Det er ikke bare størrelsen på enkeltflommene som er av interesse for et samfunn, men antallet av flommer over en viss størrelse. For å analysere om tiltak er samfunnsøkonomisk lønnsomt, må man finne alle flommer som gir skader i det aktuelle feltet over for eksempel 60 år. (Se VA-miljøblad nr. 85). En slik beregning kan f.eks. gjøres med en tidsserieanalyse over denne perioden. I praksis vil dette ofte gjøres ved hjelp av avløpsmodeller.

Vanlige flomberegninger gjøres ofte basert på regnintensiteter for ulike gjentaksintervall. Man forutsetter da underforstått at de resulterende maksimale vannføringer og oppstuvninger opptrer med samme gjentaksintervall. Man vet imidlertid at det ikke alltid er slik fordi avrenningsforholdene i feltet varierer svært mye. Fordi nedbøren i seg selv ikke er av interesse, men derimot oppstuvningsnivåene, er en flomfrekvensanalyse av større interesse. Ved flomfrekvensanalyser ønsker man å finne hyppigheten til forskjellige situasjoner i et avløpssystem. Det kan for eksempel være hvor ofte en maksimal oppstuvning oppstår i ulike deler av et ledningsnett.

4.2.6 PLANER HVOR HENSYNET TIL KLIMAENDRINGER BØR INN

EUs Flomdirektiv krever at ansvarlig myndighet skal gjennomføre risikoanalyser for skadelige hendelser som følge av flommer. Det skal deretter fastsettes et akseptabelt risikonivå for disse hendelsene. Videre skal man planlegge tiltak som gjør at man når det akseptable risikonivået.

Plan- og bygningsloven (PBL) forskrifter, reglement og arealplaner er helt sentrale når det gjelder å løse utfordringene med oversvømmelser og overløpsutslipp. Det må settes av areal til f.eks infiltrasjon via grøntområder og bevaring av

vegetasjon. Videre trengs arealer for forsinkelse og dempning av flomtoppene før vannet tilføres avløpssystemet ved bruk av åpne dammer, åpne renner og andre åpne vannveier. Disse prinsippene må nedfelles på alle nivåer via PBL i kommunepanen, hovedplan avløp, områdeplaner for avløp, reguleringsplaner og detaljerte bebyggelsesplaner. Det vil være nyttig å avmerke flomsoneer hvor man f.eks ikke kan få bygge med kjellere og hvor man ikke bør bygge.

Kommunens beredskapsplan må også ha med elementer om hva man gjør før, under og etter flommer. Brudd i strømforsyningen, håndtering av stormfloskader, personalberedskap, entreprenørberedskap, etc. hører med. Informasjon er også en viktig del av en beredskapsplan. For eksempel bør man vurdere:

- Informasjon til beboere, som har en utsatt beliggenhet med tanke på flomskader, om hva de kan gjøre for å minke egen risiko. (For eksempel sjekke husforsikringen, om verdifulle gjenstander oppbevares lavt på kjellernivå, om sikringsskap og stikk-kontakter står for lavt på veggen, om tilbakeslagsventil bør overveies, om overflatevann kan trenge inn via garasjedørfarter, kjellervinduer, etc.) Informasjon til de som bor i et nærområde nedstrøms et overløpsutslipp
- Informasjon om hva innbyggere kan gjøre i allmennhet før, under og etter flommen.
- Informasjon om viktige telefoner, om hva kommunen kan tilby av assistanse, om hva kommunen har gjort av tiltak og videre planer.

Fornysesplaner for avløpsnettet må ta hensyn til klimaendringene når deler av nettet skal skiftes ut eller rehabiliteres.

Henvisninger:		Utarbeidet:	november 2008	Oddvar Lindholm, NMUB
/1/	DANVA. 2007. "En kokebok for analyser af klimaændringers effekt på afløbssystemer – med fokus på oversvømmelser". ISBN: 87-90455-74-6. København.	Revidert:	April 2015	Oddvar Lindholm
/2/	Drange, H., Marzeion, B., Nesje, A. og Sorteberg, A. 2007. Opptil én meter havstigning langs Norskekysten innen år 2100. Cicerone Mars 2007. Oslo.	/4/	Lindholm, O. 2008. "Klimaendringer – Veiledning om mulige tiltak i avløpsanlegg". Statens forurensningstilsyn. TA-nummer 2317 / 2007. Oslo.	
/3/	La Casce, J. og Debernard, J. 2007. "Vil det bli økt hyppighet av springflo kombinert med sterk vind, s.k. stormflo?". Cicerorapport 2007:03 "Utviklingen av naturulykker som følge av klimaendringer". Oslo.	/5/	Lindholm, O., Endresen, S. Thorolfsson, S., Sægrov, S. og Jakobsen, G. 2008. "Veiledning i overvannshåndtering og planlegging". NORVAR-rapport 168 – 2008. Hamar.	
/6/	Lindholm O, Endresen S, Smith B.T, Thorolfsson S, 2012, "Veiledning i dimensjonering av VA-transportsystem", Norsk Vann 193 - 2012.			