

Norsk Vann Rapport

B14 | 2010



Klimatilpasningstiltak i VA-sektoren – forprosjekt



Norsk Vann Rapport

(Tidligere NORVAR-rapporter)

Det utgis 3 typer rapporter:

Rapportserie A:

Dette er de opprinnelige hovedrapportene. Dette kan være:

- Rapportering av prosjekter som er gjennomført innenfor organisasjonens eget prosjektsystem
- Rapportering av spleiselagsprosjekter hvor to eller flere andelseiere i Norsk Vann BA samarbeider for å løse felles utfordringer
- Rapportering av prosjekter som er gjennomført av andelseiere eller andre. Rapporten vil i slike tilfeller kunne være en ren kopi av originalrapporten eller noe bearbeidet

Fortløpende nummer xx-årstall

Rapportserie B:

Dette er en serie for «enklere» rapporter, for eksempel forprosjekter, som vil være grunnlag for videre prosjektvirksomhet mm.

Fortløpende nummer Bxx-årstall

Rapportserie C:

Dette er rapporter delfinansiert av Norsk Vann, men som er utgitt av andre.

Fortløpende nummer Cxx-årstall

Prosjekresultatene fra Norsk Vann Rapport (serie A og B) kan fritt benyttes internt i egen organisasjon. Når prosjekresultatene benyttes i skriftlig materiale, må kilde oppgis. Viderealg/formidling av resultatene utover dette er kun tillatt etter skriftlig avtale med Norsk Vann BA.

Norsk Vann har ikke ansvar for feil eller ufullstendigheter som måtte forekomme i rapporten og kan ikke stilles økonomisk eller på annen måte til ansvar for problemer som måtte oppstå som følge av bruk av rapporten.



Norsk Vann BA, Vangsvegen 143, 2317 Hamar
Tlf: 62 55 30 30 E-post: post@norskvann.no
www.norskvann.no

Forsidefoto: Ole Petter Skallebakke

Norsk Vann Rapport

Norsk Vann BA

Adresse: Vangsvegen 143, 2317 Hamar
Telefon: 62 55 30 30
E-post: post@norsk vann.no
Internettadresse: norsk vann.no

Rapportnummer: B14 - 2010
ISBN 978-82-414-0316-3 ISSN 1890-8993 (trykt utgave) ISSN 1890-9248 (elektronisk utg.)
Dato: 20. august 2010
Antall sider (inkl. bilag): 40
Tilgjengelighet: Åpen: x Begrenset:

Rapportens tittel:
Klimatilpasningstiltak i VA-sektoren - forprosjekt

Forfatter(e):
Tone Muthanna, Oddvar Lindholm, Helge Liltved og Christian Vogelsang

Ekstrakt:

Målsettingen med forprosjektet som er gjennomført er å gi en oversikt over status for arbeidet med klimatilpasningstiltak innen VA-sektoren i Norge, inkludert FoU arbeid, og behov for videre arbeid. Forprosjektet skal ut fra denne oversikten beskrive konkrete og matnyttige klimatilpasningsprosjekter for VA-sektoren.

Denne rapporten oppsummerer arbeidet som er blitt gjennomført. Både FoU-relaterte aktiviteter og gjennomførte tiltak ute i kommunene er blitt kartlagt. Det har vært viktig å inkludere et bredt spekter av kommuner for å gjenspeile de store variasjonene i utfordringer kommunene står ovenfor.

VA-sektoren viktigste utfordringer innen klimatilpasninger kan oppsummeres i følgende hovedpunkter:

- å ta hensyn til klimaendringer i kommunale planer på VA-området
- å sikre drikkevannskvaliteten mot økt press og mulig forverring av vannkvaliteten i drikkevannskildene, samt tilpasse vannbehandling og transport til nye forhold og krav
- å sikre teknisk infrastruktur og privat og offentlig eiendom mot skade som følge av flom, havnivåstigning, stormflo og skred
- å håndtere ekstreme nedbør- og smeltevannganger, inkludert flomveier og kontroll med avløpssystemet
- å definere et tilstrekkelig dimensjoneringsgrunnlag inkludert utarbeidelse av simulerte høyoppløselige tidserier for nedbør for perioden 2071-2100
- å avklare og tydeliggjøre ansvarsroller
- å sikre kompetanse og kapasitet for klimatilpasning

Det har blitt fremskaffet mye ny kunnskap om tilpasninger til klimaendringer de siste årene, og det vil være stor FoU-aktivitet i årene som kommer på mange fronter. Det vil være en stor utfordring for kommunene å forholde seg til de tiltak og initiativ som kommer, og tilegne seg nødvendig kunnskap. VA-sektoren må forholde seg til planleggingssiden og resipientensiden, som krever samarbeid på tvers og oversikt over helheten. Arbeidet som er gjort så langt er delvis fragmentert og bærer preg av å være enkelttiltak uten en overordnet plan. Noen temaer er dekket til dels godt, mens andre har store mangler. Målsettingen fremover må være å lage en helhetlig godt dekket kunnskapsbase.

Emneord, norske:

Klimatilpasning, overvann, avløpsvann, drikkevann

Emneord, engelske:

Adaptation to climate change, stormwater, drinkingwater, wastewater

Forord

VA-sektoren sliter allerede med konsekvensene av klimaendringene ved at endringer i nedbørsmønsteret gir hyppigere kjelleroversvømmelser og lokale flommer. Mange kommuner arbeider med å tilpasse ledningsnett og drift av disse for å kunne håndtere endringene. Dette er et av flere eksempel som viser at VA-sektoren har måttet tilpasse seg den nye virkeligheten. Andre klimatilpasningsutfordringer er blant annet redusert råvannskvalitet i drikkevannskilder og sikring av teknisk infrastruktur mot ras, flom, springflo og havnivåstigning. Ulike FoU-miljøer har arbeidet med disse problemstillingene i noen år. Myndighetene har satt ned et utvalg for å vurdere nødvendige tiltak, det såkalte "Klimatilpasningsutvalget". Norsk Vann har vedtatt at "Energi, vannmiljø og klima" er et av satsningsområdene i neste 4-årsperiode.

En oversikt over status for erfaringer, FoU-resultater og pågående FoU-arbeid innen klimatilpasningstiltak i VA-sektoren, er nødvendig for å kunne prioritere hva Norsk Vann skal gjennomføre av prosjekter og arbeid knyttet til klimatilpasningstiltak. Denne rapporten gir en slik oversikt. I tillegg er det gitt anbefalinger om hvilke klimatilpasningsprosjekter som VA-sektoren bør arbeide videre med.

Tiltak for å redusere klimagassutslipp og andre forebyggende tiltak inngår ikke i dette forprosjektet.

Rapporten vil legges til grunn for det videre arbeidet med å definere hvilke områder og prosjekter Norsk Vann skal fokusere på innen klimatilpasningstiltak. Et hovedprosjekt starter opp høsten 2010 basert på føringene fra dette arbeidet.

Rapporten er utarbeidet av NIVA ved Tone Muthanna, Christian Vogelsang og Helge Liltved, i samarbeid med Oddvar Lindholm, Universitetet for Miljø og Biovitenskap (UMB).

Styringsgruppen i forprosjektet har bestått av;
Asle Aasen, Vanngruppa og Bergen kommune
Jan Stenersen, Avløpsgruppa og Tromsø kommune
Arnhold Krogh, Ledningsnettgruppa og Oslo kommune, Vann- og avløpsetaten
Tony Mossberg, Samfunnsgruppa og Oslo kommune, Vann- og avløpsetaten
Tomas Eidsmo, IT gruppa og DHI
Arne Harr, Slamgruppa og VEAS

I tillegg har en bredt sammensatt referansegruppe hatt rapporten til gjennomsyn.

Prosjektet er finansiert gjennom Norsk Vanns prosjektsystem.

Norsk Vann retter en stor takk til forfatterne, referansegruppen og de organisasjonene som har besvart NIVAs henvendelser i løpet av prosjektet.

Hamar, 17. august 2010

Kjetil Furuberg

Innholdsfortegnelse

Forord	2
Sammendrag	4
English summary	5
1. Innledning	7
2. Innsamling og systematisering av materialet	9
3. Drikkevannsforsyning – FoU-prosjekter og resultater fra disse	10
3.1. Effekter av klimaendringer på drikkevannskilder og infrastruktur	10
3.2. Sammenfatning av eksisterende publikasjoner og gjennomførte FoU-prosjekter	12
4. Avløps- og overvannshåndtering – FoU-prosjekter og resultater fra disse. 15	15
4.1. Regnintensiteter for ekstreme enkeltregn	15
4.2. Havnivåstigning og stormflo	15
4.3. Flomskader og utslipp i urbane områder	16
4.4. Resipientutfordringer	17
4.5. Samordninger og koordinering på tvers	17
5. Status, prioriteringer og eksempler fra pågående arbeid	19
5.1. Overvannshåndtering og høy vannstand i resipientene	19
5.2. Kommunenes fremtidige behov og prioriteringer av tiltak	19
5.3. Eksempler på gjennomførte tiltak	22
5.3.1. Drikkevannsforsyning	22
5.3.2. Overvann, avløp og havstigning	24
5.3.3. Kompetanse på tvers	25
6. Anbefalinger	26
6.1. Kort oppsummering av de viktigste utfordringene	26
6.2. FoU-behov knyttet til drikkevann og klimatilpasninger	26
6.3. FoU-behov for overvann og flomskader knyttet til klimatilpasninger	28
7. Referanser	31
8. Vedlegg	33
8.1. Vedlegg 1: Eksisterende veiledere og nettsteder	33
8.1.1. Noen nordiske veiledninger for å motvirke klimafølger for oversvømmelser og overløpsutslipp.	33
8.1.2. Noen nyttige web-sider vedrørende redusering av klimafølger for oversvømmelser og overløpsutslipp.	34
8.2. Vedlegg 2: VA-relaterte klimaprojekter innen overvann i Norge	36

Sammendrag

Målsettingen med forprosjektet som er gjennomført er å gi en oversikt over status for arbeidet med klimatilpasningstiltak innen VA-sektoren i Norge, inkludert FoU arbeid, og behov for videre arbeid. Forprosjektet skal ut fra denne oversikten beskrive konkrete og matnyttige klimatilpasningsprosjekter for VA-sektoren.

Denne rapporten oppsummerer arbeidet som er blitt gjennomført. Både FoU-relaterte aktiviteter og gjennomførte tiltak ute i kommunene er blitt kartlagt. Innhenting og organisering av informasjon har vært en vesentlig del av jobben, og det er gjort et grundig arbeid for å inkludere alle relevante kilder. Kommunene har også vært bidragsytere til prosjektet i form av informasjon om egne prioriteringer og behov. Det har vært viktig å inkludere et bredt spekter av kommuner for å gjenspeile de store variasjonene i utfordringer kommunene står ovenfor. Dette for å finne likheter i problemstillinger og for å identifisere områder hvor FoU-behovet er størst.

Det har blitt fremskaffet mye ny kunnskap om tilpasninger til klimaendringer de siste årene, og det vil være stor FoU-aktivitet i årene som kommer på mange fronter. Det vil være en stor utfordring for kommunene å forholde seg til de tiltak og initiativ som kommer, og tilegne seg nødvendig kunnskap. VA-sektoren må forholde seg til planleggingssiden og resipientensiden, som krever samarbeid på tvers og oversikt over helheten. Arbeidet som er gjort så langt er delvis fragmentert og bærer preg av å være enkelttiltak uten en overordnet plan. Noen temaer er dekket til dels godt, mens andre har store mangler. Det er viktig å kartlegge kunnskapen i kommunene da prioriteringer blir gjort på bakgrunn av kunnskap. Prosjektet "Fremtidens byer", ledet av Miljøverndepartementet, er et godt forum for kunnskapsutveksling og kan brukes som forum for helhetlig tekning rundt klimatilpasninger. Det er viktig å trekke opp linjene på nasjonalt plan som kan implementeres med lokale variasjoner etter behov i kommunene.

VA-sektoren viktigste utfordringer innen klimatilpasninger kan oppsummeres i følgende punkter:

- å ta hensyn til klimaendringer i kommunale planer på VA-området,
- å sikre drikkevannskvaliteten mot økt press og mulig forverring av vannkvaliteten i drikkevannskildene, samt tilpasse vannbehandling og transport til nye forhold og krav
- å sikre teknisk infrastruktur og privat og offentlig eiendom mot skade som følge av flom, havnivåstigning, stormflo og skred
- å håndtere ekstreme nedbør- og smeltevannmengder
 - kartlegge og planlegge flomveier i byene
 - ved å bedre dimensjoneringsgrunnlaget, oppdaterte IVF kurver, og høyoppløselig regntidsserie for hele landet
 - ved å skaffe tilveie høyoppløselige simulerte tidsserier for nedbør for perioden 2071-2100
 - ved bedre styring og kontroll av avløpssystemet for økt utnyttelse som igjen kan redusere kombinerte overløp og forurensing til resipienter
- å avklare og tydeliggjøre ansvarsroller
- å sikre kompetanse og kapasitet for klimatilpasning.

Avslutningsvis er det listet opp forslag til FoU-prosjekter vi mener bør gjennomføres.

English summary

This report is published in Norwegian by Norwegian Water BA (Norsk Vann BA).

Address: Vangsvegen 143, N-2317 Hamar, Norway
Phone: + 47 62 55 30 30
E-mail: post@norskvann.no
Website: www.norwegian-water.no / www.norskvann.no

Report no: B14 - 2010
Report title: Preliminary study – adaption to climate change in the water and wastewater sector
Date of issue: 20. August 2010
Number of pages: 40

Keywords: Adaptation to climate change, stormwater, drinkingwater, wastewater.

Author: Tone Muthanna, Oddvar Lindholm, Helge Liltved og Christian Vogelsang

ISBN: 978-82-414-0316-3
ISSN 1504-9884 (printed edition)
ISSN 1890-8802 (electronic edition)

Summary:

The main objective of this project has been to give an overview of state of the art for adaptation to climate change in the water and wastewater sector; including research and development, and the need for future work. Based on the current status a list of relevant climate adaptation projects for the sector has been identified.

Adaptation to climate change is an area where there is a lot of activity across several national and regional department and agencies. The first part of this report gives a summary of completed and ongoing projects in the research sector and adaptation projects in the counties throughout Norway. Data collection and organisation have been a major task in the project, with a strong focus on including all relevant sources. The counties have also been a major contributor of information, both their own projects and need for future work. A wide range of counties with respect to size and geographical location was selected to encompass the large variations in challenges faced by coastal, inland, small and large counties.

Large amount of information about adaptation to climate change being produced. The counties will face a major challenge in sorting and utilizing the information and results that come out of this work. The work is somewhat fragmented and lacking a holistic approach to the adaptation needs. In addition, the water and wastewater sector as a sector has to relate to the planning sector on one side and the environmental side (recipient water quality) on the other. This requires an inter-disciplinary approach and a good overview with respect to ongoing adaptation work.

The main challenges faced by the water and wastewater sector can be summarized as follows:

- ♣ Include adaptation to climate change in the county planning and zoning work
- ♣ Secure and protect potable water sources against deterioration with respect to water quality, supply adequate water treatment and transport
- ♣ Protect and secure technical infrastructure, and private and public properties against flood, raising sea levels and storm surges and erosion.

- ♣ Manage and handle extreme precipitation and snowmelt; including urban floodways, climate sensitive design criteria, and high resolution precipitation time series for the future 2071-2100, and advanced control and operation of the sewer network system.
- ♣ Clearly identified roles and responsibilities between local and regional authorities and other stakeholders
- ♣ Build and secure knowledge and capacity for climate change adaptation

1. Innledning

For å få en bedre oversikt over FOU-behovet knyttet til klimatilpasninger i VA-sektoren utlyste Norsk Vann høsten 2009 en tilbudskonkurranse for å utarbeide et forprosjekt med tittel " Klimatilpasningstiltak i VA-sektoren". Målsettingen med forprosjektet er å gi en oversikt over status for arbeidet med klimatilpasningstiltak innen VA-sektoren i Norge, inkludert FoU arbeid, og behov for videre arbeid. Forprosjektet skal ut fra denne oversikten beskrive konkrete og matnyttige klimatilpasningsprosjekter for VA-sektoren.

Innholdet i arbeidet som er gjennomført i dette forprosjektet går frem av tilbudsinvitasjonen og er listet i punktene A-E nedenfor.

- A. Utarbeide en oversikt over FoU-resultater innen klimatilpasningstiltak ved kontakt med relevante FoU-miljøer i Norge
- B. Skaffe oversikt over pågående FoU-arbeid og forventede resultater (innen fokusområdene) ved kontakt med relevante FoU-miljøer i Norge
- C. Innhente grov statusoversikt for arbeidet med klimatilpasningstiltak i VA-sektoren
- D. Innhente gode eksempler og erfaringer fra klimatilpasningsprosjekter gjennomført innen VA og kartlegge VA-bransjens behov for veiledninger/verktøy/retningslinjer mv.
- E. Gi anbefalinger om videre arbeid (inkl. FoU-behov), beskrive konkrete og matnyttige klimatilpasningsprosjekter for VA-sektoren

De mest opplagte og klareste identifiserte klimautfordringene for VA-sektoren ligger i å ivareta en tilstrekkelig beskyttelse av råvannskildene og å håndtere de forventede økte overvannsmengdene på en måte som ivaretar sikkerheten til befolkningen og urban infrastruktur. Dette må gjøres samtidig som at drikkevann- og spillvanntransporten kan skje med akseptabel risiko i forhold til kontaminering av drikkevannet og forurensning av sårbare resipienter og håndterbar belastning på avløpsrenseanleggene. VA-anleggene ligger i stor grad i eller ved vassdrag og kyst, og vil derfor potensielt kunne være utsatte for flom, ras, havnivåstigning og springflo. Dette må det tas høyde for i planlegging, sikring, drift og beredskap.

Utviklingen av det eksisterende vannforsynings- og avløpssystemet startet for ca 150 år siden for å hindre vannbårne epidemier i byene. Det ble bygget vannledninger/vannverk og lagt ned avløpsrør med direkte utløp til resipienten. Med den bredt anlagte innføringen av vannklosettet på 1950- og 60-tallet ble behovet for opprettelsen av kommunale avløpsrenseanlegg også tydelig, men det var først på slutten av 70-tallet og 80-tallet denne byggingen skjøt fart. Da begynte man også å se betydningen av å lede overvann utenom spillvannsnettets for å redusere problemene med tilbakeslag og store overløpsutslipp i forbindelse med kraftig nedbør. I dag bærer sektoren preg av denne trinnvise utviklingen mot en bærekraftig håndtering av avløpsvannet og vannressursene. Med den forventede klimautviklingen ser det ut til at utfordringene mot en bærekraftig utvikling i VA-sektoren blir større enn tidligere antatt.

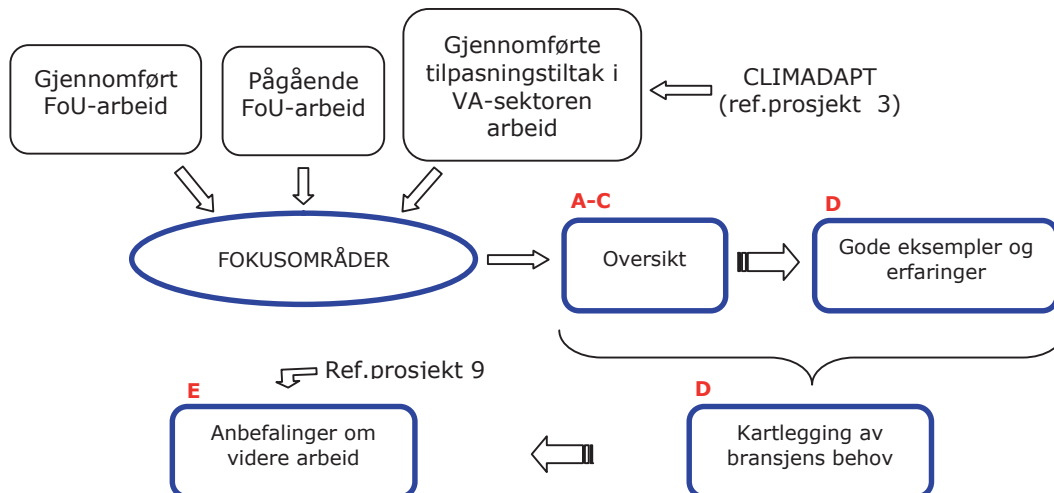
Denne rapporten oppsummerer status for arbeidet med tilpasning til klimaendringer av betydning for VA-sektoren i Norge. Både FoU-relaterte aktiviteter og gjennomførte tiltak ute i kommunene er blitt kartlagt. Innhenting og organisering av informasjon har vært en vesentlig del av jobben og det er gjort et grundig arbeid for å inkludere alle relevante kilder. Kommunene har også vært bidragsytere til prosjektet i form av informasjon om egne prioriteringer og behov. Det har vært viktig å inkludere et bredt spekter av kommuner for å gjenspeile de store variasjonene i utfordringer kommunene står ovenfor.

Dette for å identifisere likeheter i problemstillinger og finne fram til områder hvor behovet er størst. Dette forprosjektet har vært gjennomført som et samarbeid mellom NIVA og Prof. Oddvar Lindholm på Universitetet for Miljø og Biovitenskap (UMB).

2. Innsamling og systematisering av materialet

Data ble hentet fra to ulike typer virksomheter; FoU-institusjoner og kommunal VA sektor. I tillegg ble alle fylkesmennene og relevante departementer og direktorater (Direktoratet for Sivilt Beredskap (DSB), Miljøverndepartementet (MD), Klima og Forurensningsdirektoratet (KLIF)) brukt for innhenting av relevant tilleggsinformasjon. Videre ble det utarbeidet to sett spørreskjema; et for bruk mot FoU-institusjoner og et for bruk i VA-sektoren. Spørreskjemaene ble formulert med utgangspunkt i målsetningene for prosjektet, og for å dekke hele bredden i tilpasninger til klimaendringer. Alle som ble forespurt ble spurt om å fylle ut all relevant informasjon og å utelate spørsmål som ikke var relevante for dem. I ni av de største bykommune i Norge (Oslo, Bergen, Trondheim, Stavanger, Tromsø, Asker, Bærum, Kristiansand, og Drammen) ble det foretatt en bred datainnsamling ved bruk av spørreskjema for VA-sektoren. Kommunene ble forespurt om status på tilpasninger til klimaendringer, gjennomgang av prosjekter relatert til klima, og deres syn på prioriteringer av nødvendighet for forskning og økt kompetanse. Alle fylkesmennene ble i tillegg kontaktet og forespurt om det foregikk VA-relaterte klimaprojekter i noen av kommunene deres. Dersom fylkesmennene rapporterte om relevante prosjekter ble kommunene kontaktet og forespurt om å fylle ut skjema. I tillegg ble alle de 30 største kommunene i Norge forespurt om behov og prioriteringer innen VA-sektoren i forhold til klimatilpasningstiltak. Dette har dannet grunnlaget for en grov oppsummering av status og type prosjekter som gjøres i kommunene. Til sammen har godt over 10% av landets kommuner blitt kontaktet og bidratt med informasjon og innspill.

All informasjonen som ble innhentet ble sortert etter fokusområdene; drikkevann, avløps- og overvann, og samordning og koordinering (figur 1).



Figur 1: Skjematisk oppsett av disposisjonen for prosjektet

3. Drikkevannsforsyning – FoU-prosjekter og resultater fra disse

3.1. Effekter av klimaendringer på drikkevannskilder og infrastruktur

Norge har vært favorisert hva gjelder tilgang på vannkilder med god vannkvalitet og tilstrekkelig kapasitet. Vannforsyningen utgjør en kjede av funksjoner fra vannkilden med tilsigsområde via vannbehandlingsanlegg til et distribusjonssystem med rørledninger, pumpestasjoner og høydebassenger. Det finnes ca. 1600 vannverk i Norge, fra små, private andelslag til store, offentlige vannverk som forsyner én eller flere kommuner med vann. Ca. 85 prosent av befolkningen i Norge forsynes med drikkevann fra overflatevannkilder, der de fleste vannverk benytter en relativt enkel rensing av vannet som forutsetter at råvannskilden er godkjent som en hygienisk barriere. Delvis som et resultat av episoder med beviselig svikt i vannkildebARRIEREN (jfr Giardia-epidemien i Bergen i 2004) har de fleste større vannverk nå etablert fullrensing av vannet i tillegg til det pålagte desinfeksjonstrinnet. De resterende får vannet fra grunnvannskilder og domineres av private borede brønner, men også av enkelte større grunnvannsanlegg.

Forringet drikkevannskvalitet kan oppstå ved at drikkevannskildene forurenses, ved at vannbehandlingen ikke fungerer optimalt, ved at vannet tilføres forurensning under transporten eller ved at uheldige mikrober vokser opp i ledningsnett. Risikoen for slike hendelser påvirkes av nedbørsforhold og temperatur, og vil derfor kunne øke i et endret fremtidig klima. I forhold til klimatilpasninger er drikkevannsforskriften og helse- og sosialberedskapsloven m/forskrifter de viktigste regulative virkemidlene i forhold til drikkevannsforsyningen.

Klimatiske endringer i form av økt årlig middeltemperatur, økt frekvens av kraftig nedbør og vind, samt hyppigere fryse/tine episoder kan gi betydelige utfordringer for drikkevannsforsyningen i norske kommuner. Kraftige regnbyger, eventuelt i tillegg til hurtig snøsmelting vil gi en avrenning med større grad av utvasking av forurensninger fra områder rundt vassdragene, noe som kan gi større tilførsel av partikler, organisk stoff, og patogene mikroorganismer til drikkevannskildene. Utfordringene som følge av klimaendringer vil komme i tillegg til alle andre utfordringer knyttet til økt urbanisering og økt press på drikkevannskildene, strengere krav til råvannskvalitet og sikring av kildene, høyere krav til renseteknologiske løsninger, driftssikkerhet og kontroll, samt behov for raskere rehabilitering og bedre sikring av distribusjonsnett.

Kvalitative og kvantitative effekter av klimaendringer på norske råvannkilder er oppsummert nedenfor. Det er også angitt hvilken betydning de mulige endringene i råvannskildene vil kunne ha for norske vannverk og hvilke effekter klimaendringer kan få for drikkevannsdistribusjonen til konsumentene. Vannforsyningens sårbarhet i et endret klima er bl.a. behandlet av Bartnes m.fl. (2003) på oppdrag for DSB og Norsk Vann.

Effekter på kvantitet

- ☛ Tørke kan påvirke leveringssikkerheten i enkelte områder sommerstid. Det kan bli utfordringer i fht krav til minstevannføring nedstrøms.

Effekter knyttet til mikrobiologisk vannkvalitet

- ☛ Det endrede nedbørsbilde vil øke risikoen for tilførsler av patogene mikroorganismer (parasitter, virus og bakterier) fra avføring fra ville dyr, fra landbruk (avrenning fra gjødsellagre, høstspredd gjødsel, dyrehold) og fra lekkasjer og overløp i kloakksystemer. Jfr kontaminering av Svartediket i Bergen med parasitten *Giardia*, der sterk nedbør i forkant kan ha vært medvirkende årsak til spredningen til og i vannkilden.

- ♣ Større press på kystsonen m/øyer vil presse sjøfugl inn på innsjøene, spesielt de som er beskyttet mot ferdsel. Vinteråpne (isfrie) innsjøer vil kunne nyttes som overvintringsplasser for gjess, ender, svaner m.fl.
- ♣ Temperaturøkning kan føre til økt cyanobakterievekst med tilhørende lukt- og smaksproblemer. Mange cyanobakterier er også toksinproduserende. Cyanobakterier vokser generelt bedre enn andre algearter ved temperaturer over 25 °C. Temperaturøkning kan føre til at cyanobakterier som normalt lever i mer tempererte strøk kan etablere seg i norske drikkevannskilder, med tilhørende problemer.
- ♣ Store innsjøer kan bli mindre sikre som hygieniske barrierer i høst og vintersesongen blant annet ved at senere eller manglende islegging kan medføre lengre sirkulasjonsperioder. Kraftigere vind vil også føre til økt innblanding av overflatevann i dypvannsinntak, og det kan bli lengre perioder hvor bekker og elver kan påvirke dypvannet som følge av sen nedkjøling av store innsjøer i forhold til mindre bekker og elver.
- ♣ Økt vind kan gi oppstuvning og "downwelling" (sterkere skråstilt termoklin) og interne bølger (seiches) og risikoutsette selv dypvannsinntak i store innsjøer.
- ♣ Økt tilførsel av mikroorganismer i perioder uten lagdeling (pga. økt avrenning på vinteren) er ekstra uheldig. Vannkilder som i dag er godkjente som hygieniske barrierer kan minste denne statusen. Svekket barriere i kildene vil kreve flere barrierer i vannbehandlingsanlegget.
- ♣ Økt risiko for forurensing av drikkevannet ved distribusjon. Ved kraftig nedbør og snøsmelting kan drikkevannsledninger være omgitt av forurenset vann, noe som gir økt fare for innsug av patogener ved trykkløst nett. Det er registrert en overhyppighet av akutt mage-tarmsykdom etter forbigående fall i vanntrykket etter rørbrudd og vedlikehold (Nygard et al. 2007).
- ♣ Flomvann kan forurense drikkevannskilder og rentvannsbasseng. I flomperioder overbelastes felles avløpsystemer. Lekkasjer og overløp på ledningsnettet tilsier at flomvann alltid må regnes som kloakkvannspåvirket med de farer for sykdomsutbrudd det kan medføre.
- ♣ Økt lokal sjøsaltdeposisjon og forsuring etter ekstreme værsituasjoner.
- ♣ Flomepisoder kritiske for grunnvannsinntak med mulighet for infiltrasjon av organiske og mikrobiologiske forurensninger.

Effekter knyttet til kjemisk vannkvalitet

- ♣ Økt erosjon og næringsavrenning fra jordbruksjord med økt partikkel- og næringstransport både gjennom overflate avrenning og grøftesystemer. Dette kan igjen medføre en forringelse av råvannskvaliteten gjennom økt turbiditet og fare for oppblomstring av giftige blågrønnalger eller andre problematiske arter.
- ♣ Dersom nedbørfeltet til drikkevannskilden inneholder kjemiske forurensningskilder (miljøgifter, plantevernmidler, tungmetaller) øker risikoen for at disse transporteres til drikkevannskilden.
- ♣ Økt utvasking av naturlig organisk materiale, sannsynlig kobling til klimaendringer, med påfølgende økt belastning på råvannskilder (Sør- og Østlandet). Økt nedbør i fullsirkulasjonsperioder (vår, senhøst) kan gi langvarig forverret råvannskvalitet. Dette gir økt farge og behov for oppgradert vannbehandling som igjen gir økonomiske og driftsmessige konsekvenser.
- ♣ Mer "ustabil" råvannskvalitet stiller større krav til vannbehandlingen og til å kontrollere at vannbehandlingen og desinfeksjonen fungerer optimalt.
- ♣ Økt mengde og sammensetning av naturlig organisk materiale (og økt temperatur) vil kunne påvirke begroingen på ledningsnettet, og derved økt behov for rengjøring og spyling med økt frekvens av trykkfall på nettet.
- ♣ Ekstremværsituasjoner som gir store skader på infrastruktur eller store påslipp av uønskede stoffer (f.eks ved skred) kan gi langvarig forringelse av vannkvaliteten og økt behov for reservevannforsyning.

Ved planlegging av den fremtidige drikkevannsforsyningen, og ved tiltak, oppgraderinger og investeringer innen kommune- og vannverkssektoren, må det tas høyde for effektene av klimaendringer. FoU er her i startgropa, men selv om det er begrenset med ferdigstilte rapporter med konkrete og tallfestede råd om hvilke, og hvor store, klimaeffekter det må tas høyde for, er det en del pågående prosjekter både nasjonalt og internasjonalt.

Effektene av klimaendringene på norske vannverk og distribusjonsnett vil mest sannsynlig kunne føre til en økning i de kommunale vannutgiftene utover den økningen man forventer i forhold til generelt vedlikehold og det generelle fornyelsesbehovet av ledningsnettet. I Sverige har man beregnet kostnadene for å møte behovet for økt beskyttelse av nedbørfelt og økt fjerning av patogene organismer i fht klimaendringer til SEK 1,6 milliarder i perioden 2011-2040 (Svensk Vatten, 2007), mens de samlede kostnadene for å tilpasse den svenske vannforsyningen til økt risiko og utfordringer forårsaket av klimaendringene er grovt estimert til minimum 5,5 milliarder for perioden 2011-2100. Lignende estimater finnes, så vidt vi kjenner til, ikke for Norge.

3.2. Sammenfatning av eksisterende publikasjoner og gjennomførte FoU-prosjekter

Tradisjonelt sett har det blitt jobbet godt innen sektoren i fht. utarbeiding av veiledningsmateriell, kursing og seminar-/fagtreffvirksomhet for å dekke behovet for kunnskapsutveksling og -oppbygging. Klimatilpasningsområdet er ikke noe unntak, selv om man kun er i startgropa her. Også innenfor FoU er man kun i startgropa, selv om aktiviteten her er økende, spesielt internasjonalt. Gjennom nasjonale forskningsprogrammer er det svært små bevilgninger rettet mot sektoren. Både med hensyn til FoU, veiledning og informasjonsutveksling trengs det en styrking og koordinering av aktivitetene basert på en nasjonal strategi for klimatilpasningstiltak.

Klimaendringer og drikkevannskvalitet har de siste 5-6 årene vært på agendaen på flere norske møter, konferanser og i nasjonale tidsskrifter (f.eks. Liltved, 2005; Berge, 2007; Eikebrokk, 2007; Ræstad, 2007; Vogelsang, 2008; Hem, 2008; Bomo, 2008). Fokus har vært på endringer i råvannskvalitet, f.eks. at fargen i flere norske drikkevannskilder har økt kraftig siste 20 år, at ekstremvær kan øke tilførselen av patogene mikroorganismer og på hvordan redusert råvannskvalitet vil kreve oppgradert vannbehandling og desinfeksjon, inkludert forbedret humusfjerning og hygieniske barrierer. Det er laget flere rapporter om klimaeffekter, tilpasninger og drikkevann som er relevante for VA-sektoren.

Nasjonalt folkehelseinstituttets veileder "Vannforsyningens ABC" (FHI 2008) omhandler i kapittel C undersøkelser av og aktuelle beskyttelsestiltak i nedbørsfeltet til overflatevannkilder og influensområdet til grunnvannskilder. I kapittel F omtales internkontroll og beredskap. Veilederen supplerer veilederen til Drikkevannsforskriften på en del felt, men heller ikke her er det gjort vurderinger i fht klimapåvirkninger utover det "normale". Norsk Vann har gitt ut en rapport som omhandler i hvilken grad og under hvilke forutsetninger en overflatevannkilde kan utgjøre en hygienisk barriere mot forurensning av sykdomsfremkallende mikroorganismer (Hem m.fl. 2008).

Det finnes en del modellverktøy som til en viss grad kan simulere klimapåvirkningen i nedbørsfeltet og i vannkilden, selv om det foreløpig er en del begrensninger i forhold til bruken av disse modellene. For å kunne simulere klimapåvirkningene på en adekvat måte blir modellene ressurskrevende både å kalibrere og kjøre, samtidig som de krever et bredt spekter av inndata. Spesielt trengs det mer forskning for å skaffe gode inputdata for prosessmodeller som beskriver vekst, utdøing, sedimentasjon, beiting osv. av patogene mikroorganismer. Men noen modellsimuleringer av klimapåvirkninger er gjort, blant annet av NIVA, for enkelte vannkilder på Østlandet (f.eks. Maridalsvannet,

Kolbotnvann, Tyrifjorden og Vansjø). DHI har gjennomført modellsimuleringer Jonsvanntet i Trondheim. Denne typen modellkjøringer er spesielt interessant i forhold til plassering av råvannsinntaket.

Det er et økende antall veiledere og rapporter som omhandler sikkerhet i vannforsyningen. Av disse er Mattilsynets veileder om "økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen", veilederen til Drikkevannsforskriften og den nevnte "Vannforsyningens ABC" fra Folkehelseinstituttet sentrale. Det er også bebudet en veileder til teknisk forskrift til PBL, som forhåpentligvis vil bli et viktig verktøy for planlegging og bygging av ledningsnett for en sikker vannforsyning i kommunene. I 2005 kom Verdens Helseorganisasjon (WHO) med sine "Water Safety Plans" (WHO, 2005), som beskriver hele prosessen med å sikre en god vannforsyning, men som i liten grad har behandlet temaet klimaendringer. Dette er derimot et vesentlig tema i det EU-finansierte prosjektet TECHNEAU (www.techneau.org), som bygger videre på WSP-systemet til WHO. Vi vil også nevne arbeidet som er gjort i Norsk Vann-prosjektet "Optimal desinfeksjonspraksis" i forhold til vurdering av nødvendige hygieniske barrierer i vannkilden og behandlingen og hvordan overholde disse (se bl.a. Ødegaard m.fl. 2009).

Av nylig gjennomførte utredninger kan nevnes:

Folkehelseinstituttet har laget en rapport for NOU klimatilpasninger om "Helsekonsekvenser av klimaendringer i Norge" (FHI, 2010), som har et eget avsnitt om drikkevannskvalitet. Et potensielt problem som vies oppmerksomhet er økt fare for innsug av forurenset vann på drikkevannsledningen, noe som kan forekomme der utette avløps- og drikkevannsledninger ligger i samme grøft. Kraftig nedbør og snøsmelting vil øke risikoen for at drikkevannsledninger oftere blir liggende neddykket i forurenset grøftevann. Innsug kan skje der hvor drikkevannsledningen ligger slik plassert i terrenget at den kan bli trykløs eller til og med få undertrykk ved stor belastning, eller ved rørbrudd.

"Ansvar og virkemidler ved tilpasninger til klimaendringer" (Harvold m.fl., 2010) er en samarbeidsrapport mellom NIBR/CICERO/NIVA/TØI som er utarbeidet for NOU Klimatilpassing hvor det er et eget kapittel som omhandler VA sektoren. Her er ansvarsforhold innen drikkevannsforsyningen nøye gjennomgått, og hvilke tiltak og virkemidler som er mulig å ta i bruk for tilpasninger til klimaendringer. Risikoaspektet er ilagt stor vekt knyttet til behov og dimensjonering av tiltak.

Norsk Vann rapport nr. 177/2010; "Drikkevannskvalitet og kommende utfordringer – problemoversikt og status" har et eget kapittel hvor klimaeffekter for drikkevann er diskutert. Mulige mikrobiologiske endringer er diskutert og listet med mye informasjon basert på Hansen-Bauer m.fl (2009); "Klima i Norge 2100" og informasjon fra www.klimakommune.no. Det vil naturlig nok finnes en del overlappende punkter i rapport 177/2010 og denne vedrørende konsekvenser for drikkevann.

Av pågående og gjennomførte FoU-prosjekter kan nevnes:

Klimakommune er et Strategisk Institutt Program (SIP) med fokus på tilpasninger til ekstremvær i norske kommuner (2007-2011) finansiert av Norges Forskningsråd. Syv nasjonale institutt er involvert – NIVA, NILU, NIKU BioForsk, NINA, NIBR og CICERO. Prosjektet har som målsetning å kartlegge dagens tilpasningsforvaltning og barrierer, samt å vurdere gode tilpasningsstrategier og kunnskapsbehov. Drikkevann er et eget tema og det er utarbeidet informasjon og konkrete råd beregnet på kommuneansatte som jobber innen vannforsyning (www.klimakommune.no).

Av EU forskningsprosjekt er det et som er verdt å inkludere her, fordi det har direkte relevans til norsk drikkevann. Techneau er EUs største forskningssatsning på drikkevann (www.techneau.org) som har gått over en 5 års periode (2006-2011). Bergen kommune,

SINTEF og NTNU har vært involvert i prosjektet med forskning på NOM i drikkevann, hygieniske barrierer, risiko, rensing og overvåkning. Prosjektet inneholder også en modul som ser på interaksjonen mellom vannbehandling og ledningsnett i forhold til rengjøringsproblematikk.

Interregprosjektet "VISK – Minska samhällets sårbarhet för vattenburen virusmitta trots förändrat klimat" er et meget relevant prosjekt som nå er i startfasen. Prosjektet skal gå over 3 år. Overordnet prosjektleder er kretsloppskontoret Gøteborgs Stad og Norges Veterinærhøgskole er norsk prosjektleder/prosjekteier. Flere norske vannverk og forskningsinstitusjoner deltar (<http://www.interreg-oks.eu/se/Menu/Projektbank/Projektlista+OKS/VISK>).

4. Avløps- og overvannshåndtering – FoU-prosjekter og resultater fra disse

4.1. Regnintensiteter for ekstreme enkeltregn

Når det gjelder økning i regnintensiteter, som normalt brukes i tettsteder (tidsoppløsning på 1 til 10 minutter og for små arealer på 1 -10 km²), er det gjort lite forskning i Norge på virkninger av klimaendringer. Intensitet-Varighet-Frekvens kurvene for korttidsnedbør (IVF-kurver) som brukes i dag er basert på historisk tidsserier, hvor lange tidsserier er ønskelig for å minske usikkerheten. Samtidig har den årlige nedbøren i Norge økt med mellom 0.3 og 2.1 % pr. tiår de siste 100 årene og den er forventet å økt ytterligere i tiden fremover. Årsnedbøren forventes å øke 5-30% frem mot 2100 og sessongsnedbøren i vintersessongen forventes å øke opp mot 40% regionalt for deler av Øst-, Sør- og Vestlandet (Hanssen-Bauer m.fl., 2009). Analyser av ekstremvær fra 1900-2004 fant en 5% økning i nedbør for en 5års hendelse i tiden etter dagens normal periode (1961-1990) (Alfnes og Frøland, 2006). Dette vil si at dagens IVF kurver ikke tar høyde for klimaendringer som allerede er observert og i ferd med å observeres. I tillegg til å multiplisere eksisterende IVF-kurver med en faktor for kommende klimaendringer, burde vi også multiplisere med en faktor for endringer, fra tidspunktet da IVF-kurvene gjaldt og frem til i dag. Slike faktorer er dessverre foreløpig ikke beregnet i Norge. I gjennomsnitt økte ekstremintensitetene i Danmark med 20 % i en periode på 8 år fra 1997 til 2005 (Spildevandskomiteen 2006).

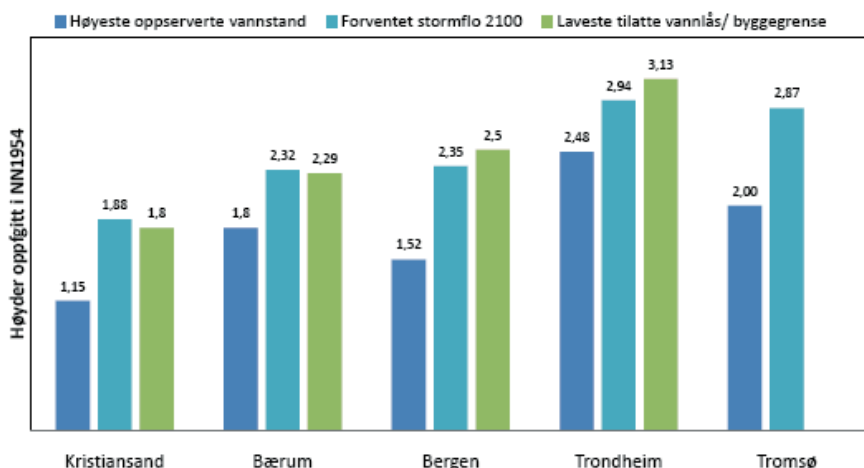
Regn fra IVF-kurver kan brukes til å analysere oversvømmelser som følge av enkeltregn. Dersom man vil analysere hvor mye overløpsutslipp man får, for eksempel i sommermånedene eller i løpet av et helt år, trenger man en kontinuerlig tidsserie for nedbørintensiteter over minst ett år, og helst 10 – 30 år.

Nilsen (2008) er den første i Norge som har utviklet en regntidsserie med høy tidsoppløsning for et fremtidig klima. Den er en prognose på nedbøren på Blindern i årene 2071 – 2100. Dette er kontinuerlige regndata med 1 minutts oppløsning over disse 30 årene. Utgangspunktet var en måleserie på Blindern fra 1968 til 2007 som Meteorologisk institutt (met.no) har fremskrevet til en tidsserie for 2071 - 2100. Denne tidsserien hadde imidlertid en grov tidsoppløsning på en time. Met.no jobber også med en rapport om oppdatert statistikk over korttidsnedbør i Norge (Mamen og Iden, 2009). Nilsen (2008) brukte "delta change factor"-metoden (DCF) for å utvikle regnserien. Denne metoden identifiserer en endringsfaktor definert som delta endring i nedbør fra kontroll perioden (1961-1990) og fremtidsklima (2071-2100). Observasjoner i en observert tidsserie kan så multipliseres med denne endringsfaktoren for å lage et fremtidsscenario. Metodikken til DCF er mindre egnet til å forutsi økninger i ekstreme enkeltregn, men for tidsserieanalyser er den mer passende, selv om det er verdt å merke seg at endringsfaktoren ofte er beregnet fra regionale modeller som ikke nødvendigvis er gyldig for punkt og minuttverdier. Nilsens tidsserie bygger på Klimapanelets scenario B2, som sannsynligvis er for forsiktig, og da DCF-teknikken midler ut korttidsnedbørens minuttverdier til middelet for timeverdiene, gir dette også et bidrag til for lave minuttintensiteter.

4.2. Havnivåstigning og stormflo

Mange sektorer i samfunnet påvirkes av havnivåstigninger og stormflo. Denne forskningen er forholdsvis godt ivaretatt i Norge på generelt grunnlag. Det er gjort én studentoppgave ved NTNU som er verdt å nevne fordi den omhandler havstigning spesifikt relatert til utfordringer i VA-sektoren; "VA-tekniske utfordringer i samband med auka havnivå" (Holvik, 2009). Som en del av oppgaven ble det gjennomført en spørreundersøkelse blant flere norske byer. Alle byene som ble forespurt var av den oppfatning at oppstuvning i ledningsnettets ville bli et problem, men hvorvidt dette ville

føre til tilbakeslag i kjellerer var mer differensiert avhengig av stormflo og kotehøyder på overløpene som varierer (Figur 2).



Figur 2: Sammenligning av høyeste observerte vannstand, forventet stormflo i 2100 og laveste tillatte kotehøyde for vannlås (byggegrense) i fem kystbyer i Fremtidens byer (Hovik, 2009)

4.3. Flomskader og utslipp i urbane områder

Forskning på urban flom, risiko, skadekonsekvenser, konsekvenser av økning i havnivå, samt på urbane flomveier er gjort i noe omfang, og er fortsatt i gang. I masteroppgaveprosjekter og enkelte konsulentoppdrag er det analysert belastede områder i 5 - 6 byer i Norge. Det er beregnet flomskader og utslippsmengder via overløp med dagens nedbør og for ulike klimascenarier. Det er også analysert virkningene av ulike typer tiltak for å redusere flomskadene og utslippene som følge av klimaendringene. De områdene i byene som ble valgt ut har allerede problemer med kapasiteten i dagens klima. For å simulere et fremtidig klima ble dagens regnintensiteter økt med fra 15 til 30 %. Dette ga økninger i antall bygninger som flomskades og økte utslipp fra regnvannsoverløp på 50 - 100 % (Lindholm m.fl., 2009).

Flom i små nedbørsfelt og metoder for å forebygge og motvirke flomskader er temaet i prosjektet ExFlood (Extreme weather in small catchments: new methods for flood protection), med oppstart juli 2010. Prosjektet er finansiert av Forskningsrådet med UMB, Norges Vassdrag- og energidirektorat (NVE) og BioForsk er medvirkende parter. Dette prosjektet omhandler flom i alle typer små nedbørsfelt, også urbane felt som vil være relevant for VA-sektoren (French, 2009).

Den tradisjonelle overvannshåndteringen i Norge har vært å lede vannet bort i fellessystem, med påfølgende sterk overbelastning av spillvannsnett ved store nedbørhendelser (Harvold m.fl., 2010). Kombinerte overløp fører til en betydelig økning i forurensingsutslipp, kjelleroversvømmelser, økt risiko for forurensning av drikkevann, økt problem med skadedyr som rotter i bygninger (SFT, 2008). Norsk Vanns "Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering" (Lindholm m.fl., 2008) skisserer en visjon for en helhetlig overvannshåndtering som går bort i fra kombinerte systemer. Hovedvisjonen kan oppsummeres som følger: forebygge skader, utnytte overvann som en ressurs, samt å styrke biologisk mangfold i bymiljøet. Med økt avrenning som følge av økt nedbørsintensiteter, økt biltrafikk, urbanisering og økt bruk av kjemikalier i vegvedlikeholdet, samt mer synlig urban forurensning etter opprensning av kloakk i mange urbanevassdrag, vil kravet til rensing av overvann øke i årene som kommer.

Det ble bare identifisert en rapport som direkte omhandlet effekter av klimaendringer på rensing av overvann; Statens Vegvesen har utarbeidet en rapport som ser på

rensegraden i naturbaserte rensesystemer for veiavrenning i perioden 2071-2100. Analysen og modelleringen som ble gjort konkluderte med at det bare ville bli små endringer i renseeffekten for veiavrenning i våte overvannsbasseng, noe som ikke ga grunnlag for å endre dagens dimensjoneringspraksis for våte overvannsbasseng (Statens Vegvesen, 2010).

På avløpsrensesiden er det gjort et studium på Bekkelaget Renseanlegg i Oslo som omhandler klimaeffekter på den biologiske renseprosessen på anlegget med temperatur på innløpet som hovedparameter. Det ble vist at økt frekvens av smelteepisoder gjennom vinteren ga økt avrenning av kaldt overvann, som igjen resulterte i lavere innløpstemperatur og økt vannføring. Dette ga over tid en lavere rensegrad på grunn av gjentatte hydrauliske ekstrabelastninger på systemet. Det var vanskelig for det biologiske systemet å tilpasse seg disse lave temperaturene og hydrauliske belastningene (Plösz m.fl. 2009).

PREPARED er et forskningsprosjekt i startgropa, finansiert gjennom EU 7. rammeprogram med fokus på å være forberedt (prepared) på klimaendringer og tilpasninger. I prosjektet fokuseres det på hvordan vi kan gjøre samfunnet mest mulig robust for å håndtere klimaendringer og ekstreme hendelser som kommer som en følge av klimaendringer. Prosjektet bruker 10 byer som "case" i prosjektet, hvor Oslo i samarbeid med SINTEF og Aquateam skal se på "real-time control" og bedre utnyttelse av avløpssystemet gjennom bedre styring, for dermed å redusere utslipp fra kombinerte overløp. Drikkevannskvalitet og beskyttelse av drikkevannskilder er også et tema i prosjektet som omhandler hele det urban vannsystemet.

4.4. Resipientutfordringer

Resipientutfordringer er avhengig av alle tilførsler i nedbørsfeltet. Utslipp fra avløpsrenseanlegg, kombinerte overløp og overvann er ofte avgjørende for vannkvaliteten i resipientene. Tålegrensene for ulike resipienter vil variere, men det vil være Vanndirektivet som vil angi gjeldene krav til vannkvalitet.

NIVA, UMB, NIBR og Met.no er, på oppdrag for Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i Indre Oslofjord, i ferd med å ferdigstille en samlet strategiplan for arbeidet regionenes kommuner skal gjennom for å kunne møte utfordringene knyttet til forventede klimaendringer, befolkningsutvikling og nye resipientkrav gjennom Vanndirektivet. Prosjektet er så langt vi vet det første studiet i Norge som bruker historiske-, dagens- og projiserte tilførselsdata for å forutsi framtidige nødvendige krav til avløpsrensing og tiltak på ledningsnett og i vassdrag for å ha kontroll med tilførsler til fjorden på kort (2020), mellomlang (2030) og lang (2050) sikt (Vogelsang m.fl. 2010).

4.5. Samordninger og koordinering på tvers

Samordning, koordinering og kompetanseheving omhandler tiltak som ikke er direkte knyttet til den tekniske siden av VA-sektoren. Forvaltning og myndighetsfordeling for arbeid som faller inn under VA-sektoren er fragmentert og det er ingen departement eller direktorat som har helhetlig koordineringsansvar (Harvold m.fl., 2010). Vi har mange og bra tekniske løsninger, men spørsmålet er hvordan de skal kobles sammen for optimal funksjon og utnyttelse. Arealplanlegging og hvordan urbanisere smartere er viktige tema her. Å urbanisere smartere, med vann i sentrum, er ofte en motsetning til fortetting som et verktøy for å redusere klimagassutslipp.

Et av de første tverrfaglige prosjektene som ble gjennomført om klimatilpasninger i kommunene var et forprosjekt om klimaendringer, sårbarhet og behov for tilpasninger i Osloregionen (Vevatne m.fl., 2007). I denne rapporten gis det vurderinger av mulige konsekvenser av klimaendringer for helse, bygningsmasse, vann og avløp, og annen infrastruktur for kommunene i Osloregionen. Som en del av dette prosjektet ble det

gjennomført intervjuer i kommunene der sentrale personer i kommunens beredskapsforvaltning og forvaltning deltok. Kommunene etterlyste på det tidspunktet (3 år siden) klare forvaltningsprinsipper fra statlig hold, og flere savnet større statlig engasjement, bedre samordning og retningslinjer. Det ble også framhevet at det er behov for et bedre samarbeid med statlige etater. Kommunene ga uttrykk for at det er behov for mer kunnskap om klimaendringene, mulige lokale effekter og aktuelle tilpasningsstrategier. De etterlyste en informasjonsside på internett hvor tilpasning til klimaendringer i kommunene er tema. Det ble videre påpekt at mangel på ressurser kan gjøre det vanskelig å drive et aktivt klimatilpasningsarbeid. Intervjuene viste at arbeidet med tilpasning til klimaendringer så langt ikke har fått politisk eller forvaltningsmessig oppmerksomhet. Kommunene og sektormyndighetene arbeider alle med risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse), men fordi man fra statlige myndigheter ikke har fokusert på klimaendringer, så har dette heller ikke vært et sentralt tema i kommunenes arbeid med ROS-analysene fram til nå. Siden denne rapporten kom for 3 år siden har det skjedd mye både regionalt og lokalt og med et betydelig større offentlig engasjement.

Tverrfaglig samarbeid mellom plan- og VA-sektoren handler mye om å involvere overvannshåndtering, flomveiplanlegging og bruk av vann som ressurs tidligere i planleggingsprosessen. Dette er sentralt for å finne de beste løsningene. SKINT, et Interreg prosjekt i Nordsjøprogrammet setter dette temaet på dagsordenen. SKINT – Skills Integration and New Technologies fokuserer på kommunikasjon, hvordan trekke vann tidligere inn i prosessene, hva er de største hindre for kommunikasjon og hvordan man kan inkludere dette i kompetansen i VA- og planleggingssektoren (<http://www.skintwater.eu/>).

Klimatilpassning Norge ble opprettet i mai 2007 som et ledd i regjeringens satsing på klimatilpassning. Arbeidet koordineres av en gruppe som består av representanter fra 13 departementer under ledes av Miljøverndepartementet, og sekretariatet for satsningen er lagt til Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). I september 2008 ble prosjektet Fremtidens byer knyttet til sekretariatet. Dette prosjektet består av de 13 største bykommunene i Norge. Hovedformålet er å redusere de samlede klimagassutslippene fra veitransport, stasjonær energibruk, forbruk og avfall, samt å bidra til klimatilpassning gjennom å utvikle strategier for å møte fremtidige klimaendringer. VA er ikke hovedfokus her, men det er blitt gjort en del som har relevans til VA i Fremtidens byer, siden prioriteringene blir laget av deltagere og dette er noe som opptar bykommunene.

I november 2008 opprettet regjeringen et offentlig utvalg (NOU) som skulle jobbe med Norges sårbarhet og tilpassingsbehov som følge av klimaendringene. Utvalget startet opp sitt arbeid i januar 2009 og utvalget har frist til 1. november 2010 for å legge fram endelig rapport. På oppdrag fra denne NOU er det gjort en utredning om "Ansvar og virkemidler ved tilpasning til klimaendringer" (Harvold m.fl., 2010), der VA-sektoren har fått et eget kapittel som redegjør for ansvar og virkemidler for vannforsyning og avløp. Her blir det gjennomgått virkemidler og ansvar for drikkevann, overvann og avløp. Det blir oppsummert med behov for en nasjonal koordinering for overvann, hvor ansvaret for overvannshåndtering og tilpasningstiltak i urbane områder blir klarlagt, f.eks. ift. vei.

Climadapt er et tverrfaglig forskningsprosjekt om tilpasninger til klimaendringer og hvordan plansektoren og VA-sektoren samarbeider om dette. Prosjektet er delvis en oppfølger av "Tilpasninger til klimaendringer i Osloregionen" rapporten fra 2007 (Vevatne m.fl., 2007), og fokuserer på hvordan disse to veldig ulikt organiserte enhetene tilpasser seg til klimaendringer, hvordan de samarbeider og eventuelt hva som vanskeliggjør prosessen. Medvirkende parter er UiO, CICERO, NIVA, og NIBR med sistnevnte som prosjektansvarlig. Det skal gjennomføres detaljintervjuer i fem kommuner i løpet av sommeren 2010 og prosjektet skal sluttføres i 2012.

5. Status, prioriteringer og eksempler fra pågående arbeid

I dette avsnittet er resultatene fra de forespurte kommunene presentert sammen med relevant informasjon fra direktorater og fylkesmenn.

DSB har siden 2002 gjennomført en årlig undersøkelse knyttet til samfunnssikkerhet og beredskap i landets kommuner, og i den inngår risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS-analyser) innen VA-sektoren. Kommuneundersøkelsen i 2008 viste at 67% av kommunene som svarte (366 av 430) hadde gjennomført en ROS-analyse for VA-sektoren de siste 4 årene, og 17% av kommunene hadde gjennomført ROS-analyser knyttet til klimakonsekvenser.

5.1. Overvannshåndtering og høy vannstand i resipientene

De største bykommunene har helt klart kommet lengst med klimatilpasningstiltak, typisk er at mange av disse kommunene også med i Fremtidens byer og har dermed satt klimatilpasninger aktivt på dagsordenen. Fremtidens byer har jevnlig møter og temaene som blir diskutert bestemmes i stor grad av deltagerne. Det har blant annet vært et eget seminar om havstigning, som har resultert i at noen av bykommunene nå jobber med å modellere effekten av havstigning på pumpestasjoner og timer med overløp (se kapittel 5.3.2). Fremtidens byer er et veldig bra offentlig initiert prosjekt som nok inspirerer og motiverer de deltakende kommunene til å komme på banen med planer og tiltak for klimatilpasninger.

I henhold til den informasjon som er fremskaffet har Oslo, Bergen, Trondheim og Bærum kommune i sitt regelverk at man skal øke dagens regnintensiteter for sterke regn med 15 – 30 % for å representere dimensjonerende regn på slutten av dette århundre. Dette brukes for å dimensjonere rør og flomveier. Man må gå ut fra at de aller fleste kommuner fortsatt bruker eksisterende IVF-kurver uten å legge på intensitetene som må ventes på slutten av tjenestetiden for avløpssystemene som planlegges og bygges nå. Bergen kommune har imidlertid engasjert fagmiljøer innen meteorologi til å arbeide med dimensjonerende regnintensiteter i et fremtidig klima i Bergen by. Dette arbeidet ble startet allerede i 2005, og er fulgt opp videre med fornyede oppdrag til meteorologer.

Flere kommuner er også i en prosess med å åpne urbanebekker som har ligget i rør lenge. Dette er en pågående prosess, som kanskje var motivert like mye av økt fokus på blå-grønne byrom og rekreasjonsverdi som klimatilpasning, men det har helt klart en positiv effekt med tanke på flom og flomkontroll i urbanevassdrag, vannkvalitet og vanddirektivet. Oslo, Bærum og Trondheim kan nevnes som tre eksempler her. Flomveier er også et tema som flere kommuner jobber med eller tenker på, blant annet for å sikre flomveier i tettbygde strøk for å minimalisere skadene ved flom.

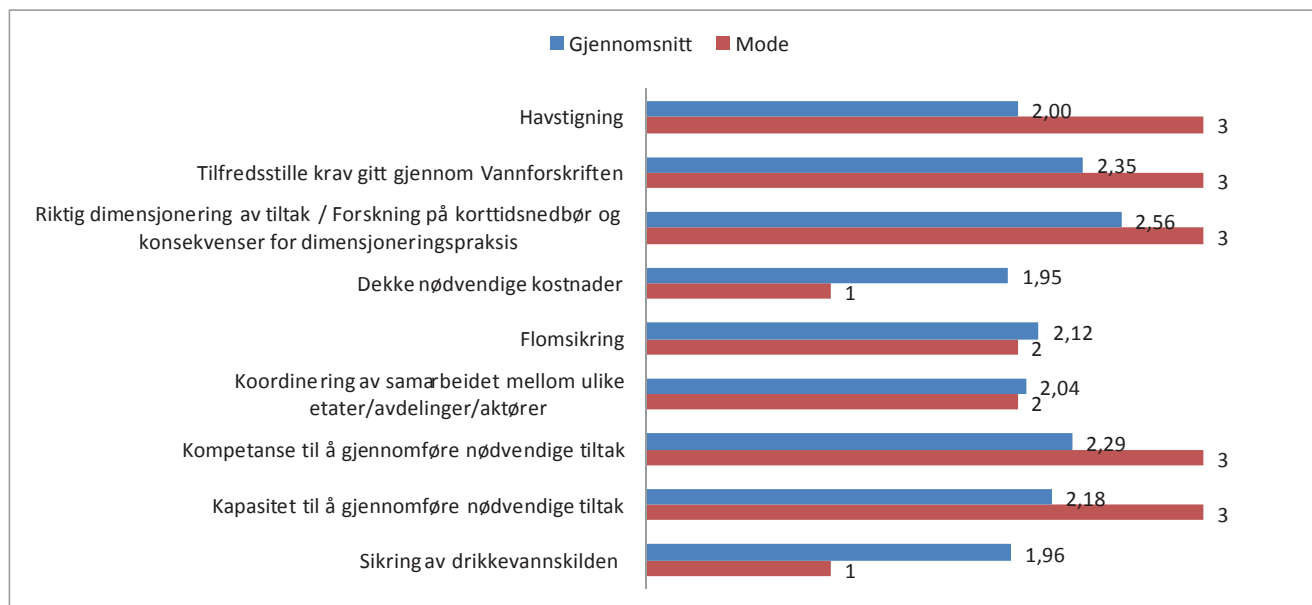
Kommunene rapporterte også om økt fokus på beredskapsplaner, og innarbeidede rutiner ved høy vannstand i resipienter. De er også opptatt av informasjon og opplysningsvirksomhet i forhold til flomutsatte eiendommer, og tilbakeslag på avløpsnett.

Når det gjelder mindre kommuner ser det ut til at de fleste ikke har gjort noen spesielle tiltak, mens noen har arbeidet systematisk med klimatilpasning i kommunedelplanen, med lokal værstatistikk og havstigning i forbindelse med bygging av for eksempel nytt renseanlegg.

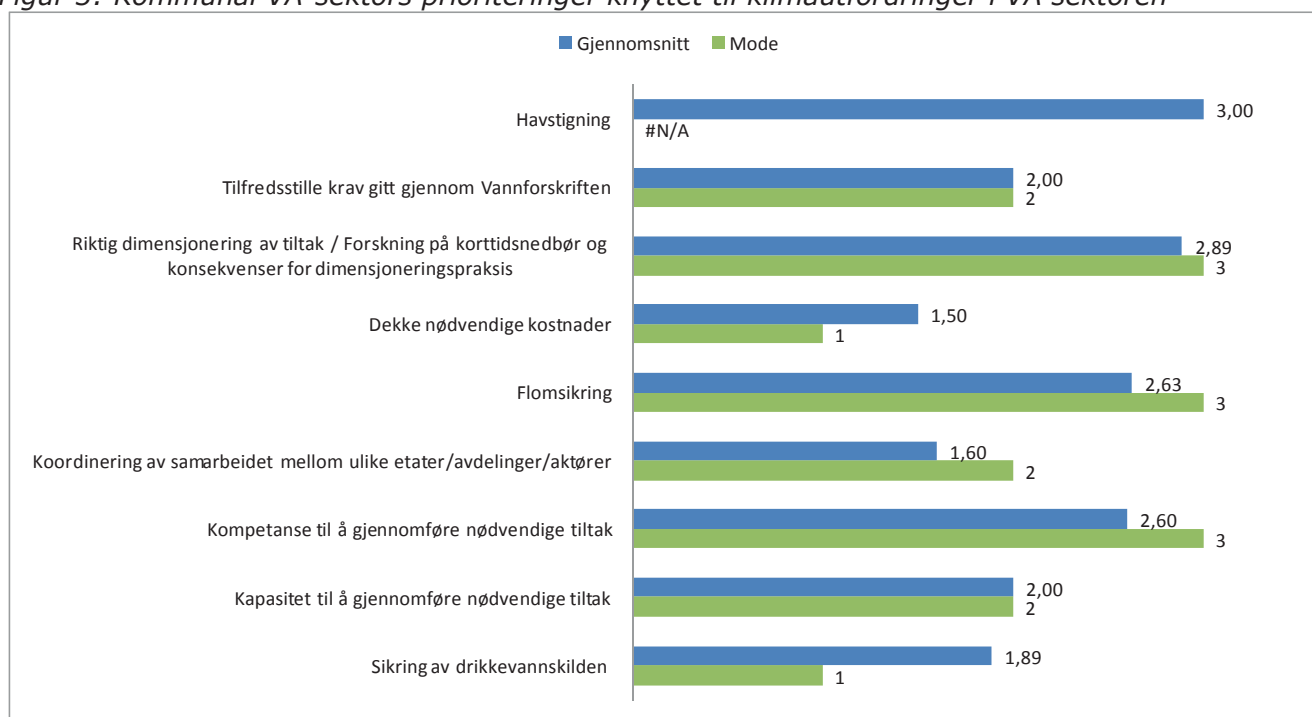
5.2. Kommunenes fremtidige behov og prioriteringer av tiltak

Relevans og viktighet av problemstillingen om tilpasninger til klimaendringer er geografisk betinget. Kommuner med kyststripe er naturlig nok langt mer opptatt av

havstigning enn innlandskommuner. En sammenstilling av resultatene fra spørreundersøkelsen om prioriteringer i kommunene er fremstilt i *Figur 3* og *Figur 4*, hvor både gjennomsnittsverdi og hyppigst valgte svaralternativ er rapportert. Riktig dimensjonering av tiltak og dimensjoneringspraksis fikk høyest prioritering både i kommunene og i FoU-miljøet (henholdsvis 2.6 og 2.9 i gjennomsnittsprioritering).



Figur 3: Kommunal VA-sektors prioriteringer knyttet til klimautfordringer i VA sektoren



Figur 4: FoU-institusjoners prioriteringer knyttet til klimautfordringer i VA sektoren

Svaralternativer:

3 = høy prioritet

2 = middel prioritet

1 = lav prioritet

I de større kystkommunene var det stor enighet om havstigning som et prioritert problem, mens dette naturlig nok ikke var høyt prioritert i innlandskommunene. I mindre og mellomstore kystkommuner spriket svarene noe mer, og flere kommuner har er gitt havstigning lav prioritering. Om dette reflekterer at disse kommunene faktisk ikke har et problem, eller om det mangler kompetanse til å evaluere utfordringene, er uvisst.

Det er også verdt å nevne at både kommunene og FoU-miljøene ikke gir sikring av drikkevannskildene særlig høy prioritering. Dette kan skyldes at det allerede er arbeidet mye med sikring av drikkevannskilder uavhengig av klimaendringer, og at det ikke er sett på som en ekstra utfordring.

Det å etablere kompetanse og kapasitet ansees som en større utfordringer enn å dekke kostnadene. Dette gjenspeiler rekrutteringsproblemene bransjen allerede jobber aktivt med å løse. Bransjen har også et godt utviklet kursprogram som kan øke kompetansen i kommunen, men det er en utfordring at kun et fåtall av kommunene sender deltagere til disse kursene og seminarer, og det er da ofte kommuner som allerede jobber aktivt med problemstillingene (Harvold et al., 2010).

De forespurte kommunene identifiserte følgende behov for veiledning og/eller retningslinjer:

- ♣ Overvann i tettbebyggelse
- ♣ Dimensjoneringskriterier
- ♣ Valg av tekniske løsninger i allerede utbygde områder
- ♣ Hvilke type vannulemper vil samfunnet akseptere?
- ♣ Avrenning av overflatevann i terreng
- ♣ Det er behov for aktiv læring, incitament for samarbeid og koordinering

Det var bare et fåtall av kommunene som identifiserte manglende verktøy til å gjøre jobben. To områder ble etterspurt:

- ♣ Bedre grunnlag for dimensjonering
- ♣ Bedre modeller for overvann
- ♣ Risiko/risikostyring knyttet til forvaltnings/beslutningstøttesystemer i VA-sektoren

De viktigste utfordringene var også bare sporadisk tilbakemeldt, men her var følgende utfordringer listet:

- ♣ Tette ledningsnett/kummer, jobbe aktivt for å finne innlekkasje på avløpsnett og dimensjonere/oppgradere overvannssystem
- ♣ Tilpasse forvaltningspraksis i en verden i rask forandring
- ♣ Effekter av klimaendringer på vannmengde og vannkvalitet
- ♣ Befolkningsvekst og utvidelse av vanninfrastruktur under sårbare miljø- og urbane forhold
- ♣ Aldring og sikkerhet knyttet til kritisk VA-infrastruktur

5.3. Eksempler på gjennomførte tiltak

I dette kapittelet har vi trukket frem eksempler på klimarelaterte prosjekter fra kommunene. De er inndelt i; drikkevannsforsyning; overvann og avløp; samt kompetanse og tverrfaglig koordinering.

5.3.1. Drikkevannsforsyning

Som grunnlag for å vurdere hvilke tiltak som kan være aktuelle å gjennomføre i kommunene, er det gjort en oppsummering av hvilke effekter klimaendringer kan få for råvannkildene og drikkevannsdistribusjonen til konsumentene (tabell 1).

Tabell 1. Mulige effekter av klimaendringer på råvannkildene og drikkevannsdistribusjonen til konsumentene. Mulige tiltak er også angitt. (Delvis basert på Bartnes m.fl (2003))

Utfordring	Tiltak
Svekkelse av råvannskilden som hygienisk barriere: • Kilder som i dag er godkjent som en hygienisk barriere kan miste denne godkjenningen. Svekket barriere i kilden vil kreve flere barrierer i behandlingsanlegg • Mer patogene mikroorganismer i råvannet kan øke nødvendig barrierehøyde i behandlingsanlegg • "Nye" desinfeksjonsresistente mikroorganismer, for eksempel UV-tolerante virus, kan gi behov for ny dimensjonering av desinfeksjonsanlegg. • Økte forekomster av cyanobakterier kan kreve tiltak på behandlingssiden. • Økt fare for oversvømmelse av brønner kan gi økt behov for barrierer i behandlingsanlegg	Tilpasse vannbehandlingen til endret råvannskvalitet i tide (nye prosesser, modifisering av eksisterende)
Økt humusinnhold i råvannet: • Humus i drikkevannet har estetisk betydning (lukt, smak). • Økt humusinnhold øker sjansen for høyere tungmetallinnhold. • Økt tilførsel av humus/farge til drikkevannskilder medfører økt belastning på vannverk. Flere vannverk må over på fullrensing og/eller behov for justering av dimensjonering av barrieren(e) inne på vannverket. • Kombinasjonen økt humusinnhold og økt behov for desinfisering ved klorering øker sjansen for overskridelse av akseptabelt nivå på klorerte biprodukter i levert vann.	Innføre større grad av on-line overvåkning av vannkilde og behandlingsanlegg

Fortsetter på neste side

Fortsettelse fra forrige side

Kortvarig eller langvarig brudd på strømforsyning: • Forårsaket av ekstremhendelse (flom/ oversvømmelse, sterk vind, skred) • Strømbrydd vil under alle omstendigheter være kritisk da både behandlingen av vann og transporten av vann inn til vannverket og ute på nettet, utenom det som skjer ved rent selvføll på nettet, stopper opp.	F.eks sørge for tilstrekkelig sikring av skredutsatt område og flombegrensende tiltak Det er krav til nødstrømsaggregat og vannforsyningen bør tilrettelegges slik at bortfall av ordinær strømforsyning i inntil 3 døgn ikke påvirker leveransen nevneverdig.
Brudd på ledningsnett: • Forårsaket av skred eller kraftig flom. Flere fryse/tinesykluser kan påvirke bruddfrekvensen. • Økt risiko for innlekking av avløpsvann på drikkevannsledning ved brudd på drikkevannsledning, spesielt gjennom lekkasje/brudd på stikkledninger ved trykkløse situasjoner (f.eks. forårsaket av brannvannsuttak) eller trykkstøt og påvirkning fra overløp/lekkasje fra fellesledning (spillvann og overvann) i samme grøft. • Det er et betydelig lekkasjetap fra både drikkevannsledninger og fra spillvannsledninger, oftest størst fra førstnevnte pga kravet til overtrykk på ledningen. Det jobbes aktivt med å redusere denne lekkasjen i forhold til det generelle vedlikeholdet på nettet, men større brudd på ledningsnettet vil bidra negativt i denne statistikken. Dette vil igjen øke driftsutgiftene.	Sørge for at ledningsnettet ikke legges i utsatte områder eller at det sikres tilstrekkelig. Aktiv feilsøking
Økt vanntemperatur og endret sammensetning av organisk stoff: • Kan bidra til økt oppvekst av mikroorganismer på ledningsnettet. Normalt ikke farlig for friske mennesker, men kan være problematisk for mennesker med nedsatt immunforsvar, samt smitte til mat. Klimaendringer vil forsterke de problemene vi allerede har.	Mer effektiv vannbehandling og/eller hyppigere renhold av ledningsnett, eventuelt egen vannbehandling til sårbare abonnenter, for eksempel sykehus og næringsmiddelprodusenter.
Leveringssikkerhet i fht mengde forårsaket av langvarig tørke	Etablere reservevannkilde Sørge for tilstrekkelige nedvannsløsninger
Forurensning av grunnvannsbrønn:	Sikre nedbørsfelt, eventuelt oppgradert vannbehandling.

Av effektene nevnt i tabell 1 er det i første rekke gjennomført prosjekter i kommunene knyttet til endringer i fargetall og hygienisk vannkvalitet. Hvorvidt langsiktige økninger i fargetall og TOC i norsk overflatevann er initiert av endringer i klima eller av andre faktorer som mindre sur nedbør, diskuteres fortsatt. Det er imidlertid liten tvil om at intense nedbørsepisoder etter tørkeperioder kan gi høy transport av organisk stoff til drikkevannskilder. Dersom slike episoder sammenfaller med eller etterfølges av en sirkulasjonsperiode kan det få dramatiske følger for råvannskildens fargetall i lang tid

fremover. En nylig publisert artikkel av Haaland m.fl. (2010) bør nevnes i denne sammenheng. Denne artikkelen beskriver en modell for fargeutviklingen i Oslos drikkevannskilder, der nedbør og konsentrasjonen av mobile ioner er viktige drivere.

Flere og flere små og store vannverk har de siste årene oppgradert vannbehandlingen med humusfjerning og/eller byttet ut eller supplert klordesinfeksjon med UV-desinfeksjon for bedre sikring mot parasitter som *Giardia* og *Cryptosporidium*. For å tilfredsstille kravet i Drikkevannsforskriften om fargetall <20 mgPt/l har en rekke norske vannverk måtte utvide eksisterende anlegg til å inkludere fargefjerning, eller gjennomføre prosessmessige tilpassninger for å håndtere de økte belastningene (Eikebrokk m.fl., 2004). Når det gjelder endring i desinfeksjonspraksis har flere store nordiske vannverk investert i UV-anlegg. Her kan nevnes vannbehandlingsanleggene i Helsinki, Stockholm, Stavanger og Oslo.

Generelt har det også vært økt fokus på å sikre vannkilde og nedbørsfelt mot forurensninger. Det har også vært et visst fokus på å etablere gode reservevannskilder og sikre tilstrekkelige nødvannsløsninger.

Hvorvidt tiltakene som er nevnt ovenfor er drevet av klimaendringer, økt bevissthet om helserisiko, av strengere regelverk og mer direkte ansvar lagt på vannverkseier, kan diskuteres. Det er vel mye som tyder på at tiltak blir iverksatt som et resultat av flere drivkrefter. Bortsett fra vannverkenes tiltak knyttet til fargeøkning, er det i liten grad funnet prosjekter som helt klart har vært klimaspesifikke.

Tiltak knyttet til sikring av drikkevannskilder, økt fargetall i råvann og endret desinfeksjonspraksis har hatt store økonomiske og driftsmessige konsekvenser for vannverkseierne. Utbedring knyttet til sikring av eksisterende drikkevannskilder og sikring av nye drikkevannskilder gjøres i dag stort sett alltid med fokus på klimatilpasning, men gjerne sammenfallende med rutinemessige eller planlagt vedlikehold og oppgradering.

5.3.2. Overvann, avløp og havstigning

Oslo kommune, Vann- og avløpsetaten har et pågående prosjekt (Midgardsormen) som er et prosjekt som skal møte krav til infrastruktur og avløpshåndtering som følge av den omfattende utbyggingen i Bjørvika og på Sørenga. Samtidig skal utslipp av kloakk til nedre del av Akerselva og Bjørvika nærmest elimineres slik at Fjordbyplanens forutsetning om rent vann i fjorden ved Bjørvika kan realiseres. Etablering av Midgardsormen vil redusere overløpsutslippene med ca. 70 000 m³ per år. I prosjektet etableres et nytt oppsamlingssystem for avløpsvann med stor kapasitet. Anlegget vil bestå av dyptliggende hovedledninger og et fordrøyningsvolum for å holde tilbake overløpsvann. Volumet er på 50.000 m³. Fra fordrøyingstunnelen pumpes avløpsvannet opp til Bekkelaget renseanlegg. Overløpsutslipp i nedre del av Akerselva skal etter anlegget er ferdig, bare skje maksimalt en gang hvert 3. år. Midgardsormen er ikke et rent klimatilpasningstiltak, men et prosjekt som er i gang satt med tilpasninger til et endret klima som noe av motivasjonen. I Oslo har fortetting av bykjernen kombinert med gamle fellessystemer gjort det helt nødvendig å iverksette tiltak for å hindre flom, forringing av vannkvalitet i Oslofjorden og bevare bymiljøet.

På VEAS ved Slemmestad har man bygget et regnvannsrenseanlegg (RVR) for å redusere de tidvis store overløpene på fellesavløpssystemet. Den ene linjen på RVR har kjemisk behandling (Actiflo-prosessen med en kapasitet på 2000 l/s mot hovedanleggets 5500 l/s) og slipper det rensede vannet ut sammen med utløpet fra hovedanlegget på ca. 45 m dyp i Vestfjorden. Foreløpige estimerer antyder at hovedoverløp på Lysaker vil reduseres med i størrelsesorden 70 % med dagens hydrauliske belastning (Vogelsang m.fl. 2010).

Dette er et viktig klimatilpasningstiltak ettersom volum og frekvens på overløpsutslipp er forventet å stige frem mot 2100.

I Oslo er det også noen veldig gode eksempler på overvannsløsninger som er relevante som klimatilpasningstiltak, selv om de ikke ble planlagt direkte som klimatilpasningstiltak. Et av disse er Bjølsen studentby hvor lokal håndtering skaper et samspill mellom vann og vegetasjon. Regnvann fra tak og plasser samles og ledes i åpne renner til et fordrøyningsbasseng. Bassenget er utformet som en langstrakt kanal, 55 meter lang og 3,5 meter bred, som er sentralt plassert i boliganlegget. Bassenget skal kunne fordrøye 110 m³ vann og reduserer dermed belastningen på avløpsnettet vesentlig (NAL, 2009).

Bergen kommune har gått aktivt inn i forskningen og inngått samarbeid med flere forskningsinstitusjoner for å få løsninger og data spesifikt for Bergen kommune. Bergen har blitt en internasjonal forskningsby, og er tatt opp i European Climate Forum (ECF) som eneste by i Europa. Sammen med forskningssentrene har de utviklet et unik samarbeid om lokal klimatilpasning som er relevant for Bergen. De har planlagt å revidere "Retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune", men arbeidet avventer resultater av prosjektet med nye IVF kurver. Dette er et prosjekt hvor Bergen kommune har bedt fagmiljøet om fremskriving av IVF kurvene, temperaturdata og tidevannstabell, hvor høyoppløselige data egnet for urban bruk er den store utfordringen. Bergen kommune har også engasjert seg internasjonalt gjennom MARE (Managing Adaptive Responses to Changing flood risk in the North Sea region) prosjektet, et Interreg IVb prosjekt i Nordsjøregionen som tar mål av seg til å komme opp med nye tilnærminger til håndtering og avbøtende tiltak i forbindelse med flomrisiko. Som et underprosjekt i MARE er Bjerknessenteret involvert i "WestPrecip", et lokalt forskningsprosjekt som omfatter nedskalering av regionale klimamodeller gjennom en dynamisk nedskaleringsmetode.

5.3.3. Kompetanse på tvers

Kommunene som er med i Fremtidens byer er involvert på et helhetlig plan på tvers av enhetene i kommunene. Dette gir grobunn for gode samarbeidsprosjekter. Hovedmålet i Fremtidens byer er å redusere de samlede klimagassutslippene fra veitransport, stasjonær energibruk, forbruk og avfall, samt å bidra til klimatilpasning gjennom å utvikle strategier for å møte framtidige klimaendringer. Dette er et tverrfaglig hovedmål som krever koordinering og kompetanseutveksling på tvers.

I Bergen kommune, gjennom den siste ROS analysen som ble gjort, har de utviklet en verktøy for bruk i planleggingsfasen. Saksbehandlere har egne funksjonsknapper i det digitale kartsystemet som gjør at de kan drive byplanlegging som tar høyde for klimaendringer, noe som letter koordinering mellom etatene.

Strategiplanprosjektet for indre Oslofjord som ble omtalt under resipientutfordringer ovenfor, er et eksempel hvor kunnskap fra flere felt har vært brukt til å utarbeide en strategiplan for å bevare indre Oslofjord. Prosjektet er så langt vi vet det første studiet i Norge som bruker historiske-, dagens- og projiserte tilførselsdata for å forutsi framtidige nødvendige krav til avløpsrensing og tiltak knyttet til ledningsnettet og vassdrag for kontroll med tilførsler til fjorden på kort (2020), mellomlang (2030) og lang (2050) sikt (Vogelsang m.fl. 2010).

6. Anbefalinger

Det har skjedd mye innen kunnskap og tilpasninger til klimaendringer de siste årene, og det vil skje mye i årene som kommer på mange fronter. Det er mange tiltak og initiativ for kommunene å forholde seg til. VA-sektoren må forholde seg til planleggingssiden og resipientensiden, som krever samarbeid på tvers og oversikt over helheten. Arbeidet som er gjort innen klimatilpasninger så langt er delvis fragmentert og bærer preg av å være enkelte tiltak uten en overordnet plan. Noen tema er dekket til dels godt, mens andre har store mangler. Det er viktig å kartlegge kunnskapen i kommunene da prioriteringer blir tatt med bakgrunn i dagens kunnskap. Det er poengtert i en rapporten bestilt av NOU om virkemidler og tilpasning (Harvold et al., 2010) at bare et fåtall (ca 10%) av kommunene regelmessig sender deltagere på kurs og seminarer, og det er da gjerne de kommunene som allerede jobber godt med problemstillingen. Det er også viktig å tette kunnskapshullene vi har i dag, ikke enkeltvis, men så godt som mulig gjennom en helhetlig plan.

6.1. Kort oppsummering av de viktigste utfordringene

VA-sektoren viktigste utfordringer innen klimatilpasninger kan oppsummeres i følgende punkter:

- å ta hensyn til klimaendringer i kommunale planer på VA-området,
- å sikre drikkevannskvaliteten mot økt press og mulig forverring av vannkvaliteten i drikkevannskildene, samt tilpasse vannbehandling og transport til nye forhold og krav
- å sikre teknisk infrastruktur og offentlig og privat eiendom mot skade som følge av flom, havnivåstigning, stormflo og skred
- å håndtere ekstreme nedbør- og smeltevanntilførsler
 - ved å bedre dimensjoneringsgrunnlaget, oppdaterte IVF kurver, og høyoppløselig regntidsserie for hele landet
 - kartlegge og planlegge for urbane flomveier
 - ved å skaffe tilveie høyoppløselige tidsserier for nedbør for perioden 2071-2100
 - ved bedre styring og kontroll av avløpssystemet for økt utnyttelse som igjen kan redusere kombinerte overløp og forurensing til resipienter
- å avklare og tydeliggjøre ansvarsroller
- å sikre kompetanse og kapasitet for klimatilpasning.

6.2. FoU-behov knyttet til drikkevann og klimatilpasninger

Etter at det NFR-finansierte Drikkevannsprogrammet ble avsluttet i 2005 har det vært svært begrenset med midler til drikkevannsforskning i regi av norske myndigheter. Som nevnt tidligere er det et FoU-behov i forhold til effekter av forventede klimaendringer på avrenningen i nedbørsfeltet og potensialet for smittespredning til vanninntaket under ulike klimatiske forhold og lokale rammebetingelser. Modeller som kan implementere denne kunnskapen og simulere ulike scenarier må (videre-)utvikles. Det har skjedd en rivende utvikling på overvåkningssiden de siste årene, også innenfor online overvåkning av fysisk-kjemiske og enkelte biologiske parametere. Foreløpig har man problemer med å nå nødvendig deteksjonsgrense i fht krav i Drikkevannsforskriften eller nedre infeksjonsdose når det gjelder sanntids-/on-line overvåkning av fekale indikatorbakterier eller patogener. Det vil også være aktuelt å utrede en mulig overgang til mer bruk av

grunnvann som drikkevannskilde i Norge, om ikke annet så i hvert fall som reservevannkilde.

Det er også et behov for FoU innen optimalisering av vannbehandlingsprosesser for å takle "variabel råvannskvalitet" og "nye" mikrobiologiske/kjemiske forurensninger. Det er videre behov for mer kunnskap og erfaring rundt sanntids-/on-line overvåkning av vannbehandlingsprosesser og vurdering av nødvendige tiltak (nødklorering, kokepåbud) når det oppdages større eller mindre svikt.

Nedenfor er det gitt eksempler på noen FoU-prosjekter som bør gjennomføres:

- ♣ Kartlegge virkninger av ekstremvær, særlig kraftig nedbør og flom, på kjemisk og mikrobiologisk vannkvalitet, og knytte dette til dagens praksis på vannbehandlingssiden. Det bør gjennomføres "case-studies" hvor noen større vannverk og noen mindre vannverk med potensielle problemer velges ut. Det finnes fortsatt mindre vannverk som ikke har adekvat vannbehandling. I prosjektene bør man også søke å identifisere hvilke tiltak som kan gjøres for å redusere forurensningene av vannkildene, og hvordan vannbehandlingen kan tilpasses de kildespesifikke problemene, bl.a. ved å forsterke hygieniske barrierer. Det bør også vurderes hvordan tiltak knyttet til økt hygienisk sikkerhet kan settes i drift når det er fare for at flomvann forurenses råvannskilden.
- ♣ Vurdere om dagens norm for prøvetakingsfrekvens er tilstrekkelig med hensyn på mulig forverring av vannkvaliteten i kilden. Dersom algeoppblomstring er mulig, bør dette omfattes av prøvetakingen. Beredskap i forhold til cyanobakterier, kunnskap om aktuelle behandlingsmetoder for fjerning av algegifter.
- ♣ Tilpasse spredningsmodeller for drikkevannskilder til å inkludere klimascenarier. Dette krever FoU knyttet til å etablere mer kunnskap om overlevelsen og vekst av patogene mikroorganismer i kildene. Mer informasjon om utbredelsen av ulike patogener i Norge og smittepress, samt kunnskap om ulike patogeners egenskaper knyttet til overlevelse, mulig vekst, sedimentasjon sammen med partikler osv., noe som er viktig som input for mest mulig pålitelig modellering.
- ♣ ROS-analyser og "Water Safety Plans" - vannverkseiere må foreta risikovurdering og tiltak for å sikre mot flom og endret råvannskvalitet, svikt i behandlingsanlegg, videre risikovurdering for utsatte rørstrekk med hensyn på alder, tetthet og trykkforhold, utbedring av mest utsatte ledninger. Vannverkseier kan analysere sin vannkilde, behandlings- og distribusjonssystem med hensyn på lokale forhold som utgjør særlige risikomomenter. Lokalisering av avfallsdeponier, industrielle anlegg, forurenset grunn, dyrehold i matproduksjonen og liknende forhold som kan være av betydning for råvannskvaliteten. Kartlegge hva som er svakeste ledd i slike analyser. Hvilke informasjon mangler for mest mulig pålitelig analyse. Igangsette FoU for å bedre datagrunnlaget.
- ♣ Videreutvikle sensorer og on-line instrumentering som detekterer forverring av råvannskvalitet og som aktiverer ekstra vannbehandling. Dette vil sikre at rentvannet ut fra vannverket tilfredsstiller kvalitetskravene også i perioder med nedsatt råvannskvalitet. Krever FoU knyttet til korrelasjoner mellom fysisk-kjemiske og mikrobiologiske parametere for å fange opp hvilke sammenhenger som finnes og hvilke parametere som det bør videreutvikles on-line sensorer for. Her er spesielt behov for mer FoU knyttet til utvikling av on-line sensitive kvantitative og kvalitative metoder for mikrobiell detektering.
- ♣ Videreutvikle og anbefale sensorer og metodikk for å fange opp svikt i vannbehandlingen. Foreta en kritisk gjennomgang av dagens overvåkingspraksis på

rentvannsiden (on-line måling av restklor, UV-dose, turbiditet, farge, etc) for å vurdere om denne er funksjonell i forhold til å fange opp svikt i enhetsprosesser. Utarbeide veileder med rådgivning for overvåking av små og store anlegg, som også inneholder anbefalinger/prosedyrer knyttet til gjennomføring av tiltak (varsling, nødklorering, kokepåbud, etc.) når det oppdages svikt. Graden av tiltak må vurderes i forhold til alvorligheten i svikten, inkludert en helhetsvurdering knyttet til risiko hvor forhold i råvannskilden på det aktuelle tidspunktet er sentralt (vær, temperatur, nedbørshistorikk, lagdeling, barriereeffekt, etc.).

- 💧 Mer "intelligent" prosessstyring for å håndtere endringer i råvannskvalitet.
- 💧 Kartlegge økt risiko for rørbrekk og korrosjon på eksisterende ledningsnett som følge av klimaendringer. Kartlegge hvilke ledningsstrekker der det er økt fare for inntrenging av forurenset vann i drikkevannsnettet. Identifisere kildene til forurensninger. Kartlegge risiko for innsug av forurenset grøftvann. Er det en økende risiko? Komme med anbefalinger om mottiltak for å begrense risiko.
- 💧 Økt forskning på grunnvannskilder som alternativ til overflatekilder

6.3. FoU-behov for overvann og flomskader knyttet til klimatilpasninger

Det er ingen nasjonale forskningsprogram som omhandler avløp og overvann finansiert gjennom nasjonale myndigheter, men det er flere EU program (både 6. og 7. rammeprogram) hvor overvann og avløp har vært tema. Det er bred enighet om i forskningsmiljøet og ute i kommunene om at dimensjoneringsgrunnlag og kriterier bør være et prioritert tema. I kystkommuner er også havstigning og håndtering av det i forbindelse med sjøvannsinnsig på pumpestasjoner et viktig tema. Samtidsstyring av avløpsnett og online vannkvalitetsmålere er ny teknologi som kan gi store muligheter for bedre utnyttelse av systemene vi allerede har, men som krever utprøving under norske forhold. Modellering av hele systemer og påvirkning på resipienter for valg av riktig løsninger og krav til system. Vi kan ikke bygge oss ut av alle tenkelige klimaendringsscenarioer og mulig fremtidig konsekvenser, dette krever fokus på flomveier, og urbanplanlegging som minimalisere skaden ved flomhendelser.

I det følgende er 4 forslag til FoU-prosjekter beskrevet:

1. Anbefalt dimensjoneringsgrunnlag – fra regnintensitetskurver til tiltak

Regn fra IVF-kurver kan brukes til å analysere oversvømmelser som følge av enkeltregn (se kapittel 4.1). Dersom man vil analysere hvor mye overløpsutslipp man får, for eksempel over sommermånedene eller et helt år, trenger man en kontinuerlig tidsserie. Når det gjelder økning i regnintensiteter, som normalt brukes i tettsteder, er det foreløpig gjort lite forskning i Norge på de allerede oppståtte virkninger fra klimaendringer. Det må forskes på hvordan man kan få dimensjonerende regnintensiteter for flere representative steder i Norge. Dette bør resultere i faktorer som man multipliserer dagens IVF-kurver med, eller helt nye IVF-kurver som gjelder for slutten av dette århundre, eller i minst 40 år fra nå.

I tillegg til dimensjonerende enkelthendelser er det viktig å ha en høyoppløselig regntidsserie, som kan brukes til modellering over tid og til optimalisering av tiltak. Det er utviklet en regntidsserie med høy tidsoppløsning for et fremtidig klima (Nilsen 2009) (se kapittel 4.1). Nilsen brukte den såkalte "delta change factor"-metoden (DCF) for å utvikle regnserien. Metodikken til DCF passer imidlertid dårlig til å forutsi økninger i ekstreme enkeltregn, men for tidsserieanalyser er den mer passende. Andre teknikker

enn DCF bør utvikles og utprøves. Det bør arbeides mer med å få en mest mulig troverdige teknikk for å kunne beregne gode tidsserier ulike steder i Norge. Grunnlaget for dette må være et mest mulig sannsynlig scenario for klimautviklingen.

2. Bærekraftig klima- og resipienttilpassede VA-tiltak: En norsk kokebok for klimatilpasning innen VA-sektoren

Det er behov for å utforske hvilke typer tiltak som er optimale for å motvirke klimaendringene. Dette kan variere med nedbørforholdene lokalt og vil kreve informasjon fra prosjektforslag 1 "Anbefalt dimensjoneringsgrunnlag – fra regnintensitetskurver til tiltak". Man kan se for seg at man velger ut 2-3 representative kommuner for å dekke flere "kommunetyper" og et bredere spekter av utfordringer. Arbeidet burde knyttes direkte til arbeidet kommunene gjør for å møte kravene i Vanndirektivet (og indirekte Avløpsdirektivet og Flomdirektivet). Sentrale momenter må være at alle trinn i arbeidet med å planlegge en god tilpasning i de utvalgte kommunene vises; arbeidsmetodikk, verktøy og teknikker beskrives. Det bør benyttes flermålsanalyse for å finne det sett av tiltak som er best totalt sett for samfunnet; kostnytte og bærekraftighet.

Demonstrasjonsprosjektet bør vise alle trinn i arbeidet med å planlegge en god klimatilpasning i en kommune. Arbeidsmetodikk, verktøy og teknikker bør beskrives. Prosjektet kan ha arbeidstittelen "En norsk kokebok for klimatilpasning innen VA-sektoren – Demonstrasjonsprosjekt fra kommunene X, Y og Z".

3. Real Time Control (RTC) som "mitigation" for økt utnyttelse av avløpssystemet i større byer

Prosjektet kan være et prosjekteksempel utført for en virkelig by i Norge. Prosjektet kan demonstrere arbeidsgangen og metoder for å få et beslutningsgrunnlag for å bestemme om RTC vil være et gunstig tiltak i en by. For store kommuner kan man utrede ulike alternativer for RTC, fra det enkleste til det mest avanserte. Dette vil for de mer avanserte nivåene kreve en datamodell for å se på ulike strategier med tilhørende nytte og kostnader.

RTCs mål er å redusere overløpsutslipp og flomskader, samt å gi en gunstigst mulig belastning på renseanlegget. Dette gjøres ved bl.a. å lagre mest mulig avløpsvann i selve avløpsnett, og i evt. fordrøyningsstanker og tunneler. Bruk av overføringsmuligheter er også aktuelt. Det har vist seg at flere byer har kunnet redusere overløpsutslippene med inntil 30 % med en gunstig kostnads/nytte-faktor. Avløpssystemet kan tilpasses til å ta i mot en sterkt øket overvannsmengde.

Ulike nivåer av TRC er:

Passiv : Styringen av pumper, luker, ventiler, overløpskanter o.l. er basert på faste innstillinger, f.eks en "feed-back" sløyfe med vannføringsmåler og stengeventil lokalt på et fordrøyningsvolum.

Reaktiv: Styringen er basert på "realtime" målinger. Det kan f.eks være en operatør som styrer systemet manuelt på basis av sin erfaring og kjennskap til nettets reaksjoner.

Prediktiv: Styringen er basert på målinger i "realtime", som brukes som input til raske datamodeller. Resultatene fra modell-beregningene styrer elementer i avløpssystemet. Målinger kan utføres med værradar, men kan også opereres uten værradar, men med nedbørmålere, vannføringsmålinger og/eller vannstandsmålinger i ledningene.

Meteorologisk institutt driver i dag en værradar som bl.a. dekker Oslofjordområdet, og som kan benyttes til urbanhydrologiske formål.

4. Planlegging av åpne flomveier gjennom byer

Norske byer har ofte ikke planlagt flomveier gjennom byen. Dette kan skyldes mangel på erfaringer og veiledninger. Før man går ut med en veileder bør et FoU-prosjekt gjennomføres. I et slikt prosjekt er det viktig å analysere hva som skjer når rørsystemet ikke kan ta imot mer. Overskytende overvann må gå til åpne flomveier. Terrengmodeller, hydrologiske/hydrauliske modeller ("dual drainage-modeller"), kart, oppstuvningsberegninger, GIS-systemer etc. kan brukes for å finne ut følgende:

- ♣ hvor vannet renner uten tiltak og hvilke oppstuvninger man får
- ♣ planlegging av hvilke alternative flomveier som vil gi minst mulig skade ved billigst mulige tiltak
- ♣ bestem hvilke gater og veier som skal fungere som åpne flomveier gjennom byen

Videre kan man se på mulige tiltak som å senke gatenivået på kortere strekninger, sette opp kantføringer som leder vannet riktig vei (for eksempel over offentlige åpne områder som parker, kirkegårder, rekreasjons- og idrettsarealer, etc.), erosjonssikre utsatte områder, montere tilbakeslagsventiler på ledninger til utsatte bygninger, gjøre utsatte bygninger flomsikre til 1 meter over gatenivå, etc.).

7. Referanser

Alfnes, E. og Frøland, E.J. (2006). Trends in extreme precipitation and return values in Norway 1900-2004. Norwegian Meteorological Institute (www.met.no). Rapportnr. 2/2006.

Bartnes, J., Havenstrøm, G., Hoff, E., Hem, L.J. og Trond A. Løken (2003). Sårbarhet i vannforsyningen. Norsk Vann C-rapport (C1/2003)

Berge, D. (2007). Endring i mikrobiologisk forurensing i vannkilder som følge av et varmere klima. Foredrag på NORVAR seminar, mars 2007.

Bomo, A.M., Tryland, I., Tjomsland, T., Vogelsang, C. og Liltved, H. (2008). Challenges facing the water works due to climate change. Management practices in the Nordic countries addressing these challenges. I "proceedings" fra den 6. Nordiske Drikkevannskonferansen. 2. -11. juni 2008. s 17-26.

Eikebrokk, B., Vogt, R. og Liltved, H. (2004). NOM-increase in Northern-European source waters: discussion of possible causes and impacts on coagulation-contact filtration processes. Water Science Technology: Water Supply. 4(4) – 47-54.

Eikebrokk, B. (2007). Vannbehandling og virkninger av endret råvannskvalitet. Foredrag på TEKNA konferanse: Klimaendringer og effekter på vannforsyning, avløps- og overvannshåndtering. 17-18 april, 2007. Scandic City Hotell, Bergen.

Folkehelseinstituttet (2008). Vannforsyningens ABC. www.fhi.no.

Folkehelseinstituttet (2010). Helsekonsekvenser av klimaendringer i Norge. www.fhi.no.

French, H. 2009. "ExFlood". Nyoppstartet Forskningsrådsprosjekt ledet av Bioforsk, Ås.

Haaland, S, Hongve, D, Laudon, H, Rise, G og Vogt RD. (2010). Quantifying the drivers of the increased colored organic matter in boreal surface waters. Environmental Science & Technology. 44. 2975-2980.

Harvold, K (red.), Innbjør, L., Kasa, S., Nenseth, V., Saglie, I.L., Tønnesen, A., og Vogelsang, C. (2010). Ansvar og virkemidler ved tilpasning til klimaendringer. Samarbeidsrapport NIBR/CICERO/NIVA/TØI utarbeidet for NOU Klimatilpasning.

Hem, L. (2008). Hvordan kan effekten av klimaendringer påvirke hygieniske barrierer i vannforsyningen? Presentasjon på TEKNA kursdager ved NTNU i Trondheim, 3-4 januar, 2008.

Hovik, I. (2009). "VA-tekniske utfordringer i samband med auka havnivå". Prosjektoppgave ved Institutt for vann- og miljøteknikk, NTNU.

Liane, S.F., Østerhus, S.W., Eikebrokk, B. og Kleppen, M.H. (2010). Drikkevannskvalitet og komende utfordringer – problemoversikt og status. Norsk Vann rapport (177/2010).

Liltved H. (2005). Endringer i fargetall og TOC i norske drikkevannskilder. Foredrag på kurset "Drikkevannsforskning 2000-2005". Tekna Kursdager ved NTNU i Trondheim 6.-7. januar 2005. Publisert i Drikkevannsforskning 2000-2005(eds. Krogh T.), s. 77-92, ISBN 82-91341-87-7. Mattilsynet 2008. Mattilsynets årsrapport 2007.

Lindholm, O. Bjerkholt, J. og Nie, L. 2009 "Klimaeffekters betydning for oppstuvninger og forurensningsutslipp fra avløpssystemer i byer". IMT-rapport 32 – 2009. UMB.

Lindholm, O., Endresen, S., Thorolfsson, S., Sægrov, S., Jakobsen, G. og Aaby, L. (2008). Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering. Norsk Vann Rapport (162/2008).

Mamen, J. og Iden, K.A., (2009). Analyse av korttidsnedbør i Norge 1968-2008, met.no-Rapportserie (under ferdigstilling)

NAL. (2009). Bjølsen Studentby: Ny studentby med lokal overvannshåndtering, geoenergi og gjenbruk av bygningsmasse. (byggeår: 2003). Kilde: (<http://www.arkitektur.no/?nid=77978>).

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

Nygard, K., Wahl, E., Krogh, T., Tveit, O. A., Bohlen, E., Tverdal, A., & Aavitsland, P. (2007). "Breaks and maintenance work in the water distribution systems and gastrointestinal illness: a cohort study", Int.J Epidemiol., 36, 873-880.

Plósz, B.G., Liltved, H., Ratnaweera, H. (2009) Climate change impacts on activated sludge wastewater treatment: A case study from Norway. WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, 60(2), 533-541.

Ræstad, C. (2007). Ikke god på bunnen likevel? VA-bulletin 1 utgitt av NORVAR (Nå Norsk Vann). .

SFT (Statens Forurensings Tilsyn). 2008. "Veiledning om mulige tiltak i avløpsanlegg". TA-2317/2008.

Spildevandskomiteen. 2006. "Regional variation af ekstremregn I Danmark – ny bearbejdning (1979-2005) Skrift nr. 28. København.

Statens Vegvesen. (2010). Rensing av overvann fra vei i fremtidens klima, 2071-2100. Geoteknikk- og skredseksjonen. Rapportnr. 2573.

Svensk Vatten (2007). Dricksvattenförsörjning i förändrat klimat. Underlagsrapport till Klimat- och sårbarhetsutredningen. Meddelande M 135.

Vevatne, J., Westskog, H., Engen-Skaugen, T., Myhre, C.L., Orderud, G., Roald, L.A., Solstad, S.P., Tryland, I. (2007). "Tilpasninger til klimaendringer i Osloregionen". CIENS-rapport 1-2007. [Last ned rapporten](#) (pdf)

Vogelsang, C. (2008). Effekter av klimaendringer på kjemisk og mikrobiologisk drikkevannskvalitet. Presentasjon på TEKNA kursdager ved NTNU i Trondheim, 3-4 januar, 2008.

Vogelsang C., Liltved H., Lindholm O., Berge J.A., Magnusson J., Bjerkeng B., Førland E., Juvkam, D., Liao Z. (2010) STRATEGI 2010 - Strategiplan. Oppdrag for Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord. Fagrådsrapport og NIVA-rapport under utarbeidelse.

Ødegaard, H., Østerhus, S. og Melin, E. (2009). Optimal desinfeksjonspraksis fase 2. Norsk Vann Prosjektrapport 169/2009.

8. Vedlegg

8.1. Vedlegg 1: Eksisterende veiledere og nettsteder

8.1.1. Noen nordiske veiledninger for å motvirke klimafølger for oversvømmelser og overløpsutslipp.

Norske veiledninger:

NORSK VANN: Lindholm, O., Endresen, S., Thorolfsson, S., Sægrov, S., Jakobsen, G. og Aaby, L. 2008. ”Veiledning i overvannshåndtering og planlegging for klimaendringer”. Norsk Vann. Rapport nr. 162 – 2008.

VA-MILJØBLAD: Lindholm, O. 2008. ”Klimaendringer og avløpssystemer – Planlegging og tiltak”. VA-miljøblad nr. 84 – 2008.

SFT: Lindholm, O. 2008. ”Klimaendringer – Veiledning om mulige tiltak i avløpsanlegg”. Statens forurensningstilsyn. TA-nummer 2317 / 2007. Oslo.

Bergen kommune: Bergen kommune 2003. ”Retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune.”

Danske veiledninger:

-DANVA. 2007. ”En kokebok for analyser af klimaændringers effekt på afløbssystemer – med fokus på oversvømmelser”. ISBN: 87-90455-74-6. København.

-DHI og PH-consult. 2005. ”Afløbssystemer under påvirkning af klimaændringer.” Hovedrapport finansiert av Miljøstyrelsen. København.

-DHI og PH-consult. 2005. ”Katalog over tiltag til reduktion af effekten fra klimaændringer på afløbssystemer.” Tilleggsrapport finansiert av Miljøstyrelsen. København.

-Miljøstyrelsen. 2006. ”Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 9, 2006. Klimaeffekters betydning for ekstremregn og dermed funktionen af afløbssystemer”. København.

-Miljøstyrelsen. 2007. ”Klimatilpasning af afløbssystemer og metodeafprøvning. Økonomisk analyse” Miljøprosjekt nr. 1187, 2007. København.

-Miljøstyrelsen. 2007. ”Klimatilpasning af afløbssystemer og metodeafprøvning. Workshop som arbejds metode” Miljøprosjekt nr. 1188, 2007. København.

Svenske veiledninger:

-Svenskt vatten. 2007. ”Klimatförändringarnas inverkan på allmänna avloppssystem” Meddelande M134. Stockholm.

8.1.2. Noen nyttige web-sider vedrørende reduisering av klimafølger for oversvømmelser og overløpsutslipp.

NOU Klimatilpassing er eit offentleg utval som greier ut sårbarheit og behov for tilpassing til klimaendringar i Noreg. Utvalet skal legge fram si utgreiing (NOU) for regjeringa innan 1. november 2010.

<http://www.nou-klimatilpassing.no/hoved.aspx?m=57498>

CICERO har laget ti korte faktaark om klima som tar for seg klimasystemet, klimakonsekvenser og klimapolitikk.

<http://www.cicero.uio.no/webnews/index.aspx?id=10989>

Framtidens byer er et samarbeid mellom staten og de 13 største byene i Norge om å redusere klimagassutslippene – og gjøre byene bedre å bo i.

<http://www.regjeringen.no/nb/sub/framtidensbyer.html?id=547992>

<http://www.klimakommune.no/>

Norsk Vann har en faglig virksomhet som blant annet omfatter Norsk Vanns prosjektsystem, en rekke faglige arrangementer, deltakelse i en rekke faglige nettverk, informasjonformidling osv.

<http://www.norskvann.no>

Miljøverndepartementet i Norge. Klimatilpasning Norge

Klimaet er i endring, og klimatilpasning er derfor nødvendig. Arbeidet med klimatilpasning involverer alle forvaltningsnivåer og de fleste samfunnssektorer. En utfordring i klimatilpasningsarbeid vil være å få bedre kunnskap gjennom forskning, kartlegging og praktisk erfaring. Klimatilpasning.no er en nettportal som samler denne kunnskapen.

<http://www.Klimatilpasning.no>

<http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/kampanjer/klimatilpasning-norge.html?id=539980>

Bjerknessenteret for klimaforskning (BCCR) er det største naturvitenskapelige klimasenteret i Norden og blant de fremste i Europa.

BCCR har et internasjonalt ledende forskningsmiljø med særlig styrke på klimaforståelse, klimamodellering og scenarier for fremtidig klimautvikling og kvantifisering av klimaendringer.

<http://www.bjerknes.uib.no/pages.asp?kat=3&lang=1>

På Meteorologisk institutt holder vi på med klimaforskning fordi det er nødvendig å finne ut hvordan mulige globale klimaendringer vil virke inn på lokalklimaet på ulike steder i Norge.
<http://met.no/Klima/>

Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institution SMHI - Klimatanpassningsportalen
Klimatanpassningsportalen ska vara ett stöd för dig som arbetar med att anpassa samhället till klimatförändringarna i en kommun eller på en länsstyrelse.

<http://www.smhi.se/klimatanpassningsportalen>

MSB har arbetat med en nasjonal rapport om klimaendringer i Sverige.
Swedish Government Official Reports
SOU 2007:60. Sweden facing climate change– threats and opportunities

<http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor--klimat/>

Svenskt Vattens arbeid med klimatilpasning og VA
<http://www.svensktvatten.se/Templates/SearchResultPlus1.aspx?PageID=d2039a53-a301-48f7-b4c0-9a942ab91eb1>

DANVAs Klimautvalg (Danmark)
<http://www.danva.dk/Default.aspx?ID=330&TokenExist=no>

DANVAs Klimakogebok har linken:
<http://www.danva.dk/Default.aspx?ID=466&TokenExist=no>

UNESCO – IHE. The Community Page on Flood Resilience and Urban Flood Management
<http://www.floodresiliencenetwork.org/frn/index.php>

Office of Climate Change UK
Following the recent creation of the new Department of Energy and Climate Change, the Office of Climate Change will continue to work as normal whilst plans for the new Department are developed. Our role is to support Ministers to develop future UK strategy and policy on domestic and international climate change.
<http://www.occ.gov.uk/>

Foresight UK.
Our aim is to provide visions of the future using robust science to be used by policymakers to inform government policy and strategy, and to improve how science and technology are used within Government and by society.

Welcome to Flood and Coastal Defence. Project aim: To produce a challenging and long-term (30 - 100 years) vision for the future of flood and coastal defence in the whole of the UK that takes account of the many uncertainties, is robust, and can be used as a basis to inform policy and its delivery.

<http://www.foresight.gov.uk/index.asp>

8.2. Vedlegg 2: VA-relaterte klimaprojekter innen overvann i Norge.

En oppsummering av inngangsatte og ferdigstilte projekter fra arbeidet med kartlegging av relevant informasjon og projekter. Dette er projekter som er verdt å nevne og gir et bilde av arbeidet som gjøres, særlig i kommunene.

Oppsummering.

Enkelte meget få kommuner har tatt hensyn til en økning i regnintensiteter og havstigning når de dimensjonerer og planlegger avløpssystemene sine. Vi antar at dette neppe er mer enn toppen 5 % av Norges kommuner. Økningen i regnintensitetene som benyttes ser ut til å være i området 20 – 30 %. Dette kan være for lite for å representere de ekstreme regnene på slutten av dette århundre.

Bergen kommune har engasjert ulike FoU-miljøer for å utarbeide data for en fremtidig nedbørøkning og havstigning.

Meteorologisk institutt og UMB har utarbeidet tidsserier for nedbør på Blindern og Gardermoen for perioden 2071 – 2100, men disse har mangler som det bør arbeides mer med.

SINTEF har sett på flomveier i kommuner og ROS-analyser.

UMB har, som deler av flere mastergradsprojekter, analysert økninger i flomskader i noen områder i seks byer og økninger i overløpsutslipp, som følge av økninger i nedbørintensiteter.

NTNU har brukt studentoppgaver til å se på konsekvenser av klimaendringer i byer.

Bergen kommune

Etaten vurderer separering og flomveier, samt beregner kapasitet på eksisterende og fremtidig nett i alle projekter som utføres på avløpssektoren. Modellering av avløpsnettet med MOUSE pågår. Revidering av "Retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune" er ikke startet opp pga at fremskriving av I-V-F kurvene (intensitet, varighet, frekvens), samt fremskriving av temperaturdata og tidevannstabell ennå ikke har en oppløsning som er egnet til formålet. Det arbeides med å få utarbeidet slike data, men fagmiljøet er ikke i stand til å levere dette ennå.

Det er underskrevet kontrakt med Nansen senter for miljø og fjernmåling (NERSC) og Bjerknessenteret om utførelse av forskningsprosjektet "Endringer i fortidens, dagens og fremtidige havnivå med spesielt fokus på vestlandskysten". Variasjoner i havnivået de siste 50 år skal kartlegges, status for dagens havnivå vil bli gjennomgått og et estimat for havstigningen for det 21. og 22. århundre, med usikkerhetsintervaller, vil bli presentert. Det siste (fremtidige havnivå stigning inkludert usikkerheter) vil ha nytteverdi for tilpassning og planlegging av ny infrastruktur langs hele sjølinjen i Bergen kommune.

Bergen har fra NORADAPT mottatt data på temperatur- og nedbørs projiseringer som viser hvordan temperatur- og nedbør resultatene forholder seg til projiseringer fra modeller brukt av andre institutter i verden. Modellene er oversendt Vann og avløpsetaten der materiellet skal vurderes implementert i arbeidet med klimatilpassning.

Det er underskrevet kontrakt med Bjerknessenteret om utførelse av forskningsprosjektet "WestPrecip Scenarios for future precipitation in the Western Norway". "WestPrecip" er et forskningsprosjekt knyttet til nedbør, der globale klimamodeller nedskaleres til regionalt og lokalt nivå. Metoden kalles "Dynamisk nedskalering". Har betydning for dimensjonering av overvannssystemet.

Bergen kommune deltar som partner i MARE, et INTERREG IVB prosjekt i Nordsjøregionen som har fokus på klimaendringer og forebygging av konsekvensene av disse. Kommunen har deltatt på flere projektsamlinger. Arbeid med projektene innenfor de forskjellige arbeidspakkene er i gang, og det er inngått formelt samarbeid med Nansen senter for miljø og fjernmåling (NERSC) og Bjerknessenteret.

Bærum kommune

Kommunen har i noen grad innarbeidet klimatilpasningstiltak i kommunale plandokumenter, spesielt kommuneplanens arealdel, og hovedplan for vann og avløp. For eksempel:

- skjerpet krav i forhold til havnivå (i kommuneplanen)
- for dimensjonering av avløpsanlegg anbefales Norsk Vanns veileder. Man har startet nå med ca. 10-30 % økning i nedbørintensiteter i forhold til dagens IVF-kurver. (i hovedplan avløp).
- krav til bruk av LOD i nye regulerings- og byggesaker

Kommunen har også i noen grad tatt høyde for klimaendringer i ROS analyser som er gjennomført de siste 10 årene, samt tatt høyde for klimaendringer i flomkartlegging som er gjennomført de siste 10 årene. Følger til enhver tid NVEs veiledning for bygging i flomutsatte områder..

Gode eksempler fra kommunen på klimatilpasningstiltak som har blitt gjennomført de siste 10 årene er for eksempel: Overvannsløsningen på Fornebu.

Aurland kommune

Kommunen har arbeidet systematisk med klimatilpassing. I kommunedelplan for klima og energi er bl.a. ”*Klimatilpassing og energiutvikling*” ett av fokusområdene. Ifølge planen skal bl.a. vurderes klimaendringer og påvirkning på infrastruktur. Dette vil også omfatte flomsikring og drenasje.

Førde kommune:

Kommune tok hensyn til havnivåstigning ved bygging av nytt renseanlegg for Førde by.

Jølster kommune

Kommunen har i noen grad tatt høyde for klimaendringer i ROS analyser som er gjennomført de siste 10 årene.

Kommunen har i noen grad tatt høyde for klimaendringer i flomkartlegging som er gjennomført de siste 10 årene.

Meteorologisk institutt

-Meteorologisk institutt har utarbeidet en tidsserie for 2071 – 2100, for nedbørstasjonene på Blindern og Gardermoen. De har brukt modelldata for temperatur og nedbør fra en regional klimamodell med 1-times tidsoppløsning. (pådrivsdata fra MPI's globale klimamodell og utslippsscenario B2 for kontrollperioden 1961-1990 og scenarieperioden 2071-2100). Tidsoppløsningen er på 1 time, noe som gjør at denne tidsserien ikke er særlig anvendelig for beregninger for byer, hvor man helst bør ha 1 minutters oppløsning eller minst 10-minutters oppløsning.

-Meteorologisk institutt har også arbeidet med nedskalering av klimascenarier fra globale klimamodeller. I forbindelse med dette arbeidet er det utarbeidet følgende rapport. ”Dynamically downscaled climate scenarios available at the Norwegian Meteorological Institute. Rapport no. 24 2008 Climate”

Abstract: The spatial resolution of the Regional Climate Models are typically ~25 x 25 km² with daily or 6 hourly time steps. RCMs do have problems when it comes to reproducing historical statistics as mean monthly temperature and mean monthly precipitation sums as well as mean monthly standard deviation based on daily values for temperature and precipitation respectively. And, for some analyses the spatial resolution of RCMs are still too coarse. Daily temperature and precipitation projections from selected HIRHAM runs (HIRHAM is the RC₂ at met.no) have therefore been interpolated to 1 x 1 km covering the Norwegian mainland. The interpolated model runs have further been adjusted to be representative locally, meaning that the statistics

listed above are corrected. Thus, high spatial resolution projections of temperature and precipitation are now available for the Norwegian mainland. The present report gives an overview over available RCM-based climate projections at met.no, both directly from HIRHAM and post-processed 1 x 1 km² projections.

(Imidlertid er tidsoppløsningen for disse nedbørseriene bare på ett døgn og nedbørverdiene oppgitt som mm/døgn. Dette kan ikke uten videre brukes i analyser for avløpsnett).

- Oppdatert statistikk over korttidsnedbør i Norge. Utgitt i rapporten: Mamen, J. og Iden, K.A., 2010: Analyse av korttidsnedbør i Norge 1968-2008, met.no-Rapportserie.

NVE

I Norge er utfordringene store nedbørmengder og frostproblematikk som kan redusere virkningen av infiltrasjon og fordøyning. Det pågående klimaskiftet vil trolig forsterke problemene. Vi må finne våre egne erfaringer for den kalde årstiden og søker derfor etter felt der dette kan gjøres på en etterprøvbar måte, for eksempel ved å sammenligne tiltak med ikke-tiltak. *Grønne tak* og *regnbed* er to tiltak vi mener kan få god anvendelse. Gjennom Interreg IVb prosjektet SAWA, skal NVE bygge flere regnbed og grønnetak i Oslo, Melhus og Trondheim.

Grønne tak

Grønne tak dekkes av vegetasjonsdekkende arter som Sedum på tynne vekstmatter (4-6 cm). Total vekt med vannmetning er ca 50 kg/m², noe som tilsvarer vekten av takstein. Forsøk fra Sverige og Tyskland viser at avrenning kan reduseres til ca 30 % om sommeren og ca 50 % om vinteren. Vi har imidlertid ikke kunnskap om avrenning fra snødekte tak eller fra områder med meget stor nedbør. Vi planlegger et lite forsøk i Oslo på 220 moh for å teste virkningen på snø/tining, men ønsker også felt i andre landsdeler, slik at de viktigste klimasoner dekkes.

Regnbed

Regnbed (eng.: rain gardens) er "vegetasjonsbed" vel egnet for vannkjær vegetasjon. Vann fra tak eller gårdsplasser ledes inn i regnbedet hvor det infiltreres. Det skal ikke stå fritt vann i bedet over lang tid for å unngå utviklingen av mygg. Vi har anlagt et regnbed i Oslo på sandig morene, men ønsker å anlegge mange flere for å teste virkning av klima, topografi og jordtype. På tette jordarter som leire, må vi bruke drenerør under regnbedet. I tillegg til å dempe avrenningen vil et regnbed kunne påvirke vannkvaliteten positivt.

Aqua Rosim AS

Prosjektbeskrivelse 1:

Bistand til "Oslo lufthavn Gardermoen" på utvikling av en tidsserie for nedbør for perioden år 2071 – år 2100 for nedbørstasjonen på Gardermoen. Prosjektet ble utført i samarbeid med Meteorologisk institutt. Meteorologisk institutt brukte modelldata for temperatur og nedbør fra en regional klimamodell med 1-times tidsoppløsning. Pådrivsdata fra MPI's globale klimamodell og utslippsscenario B2 for kontrollperioden 1961-1990 og scenarieperioden 2071-2100. Tidsoppløsningen var på 1 time. (Dette gjør at denne tidsserien ikke er særlig anvendelig for beregninger for byer, hvor man helst bør ha 1 minutters oppløsning eller minst 10-minutters oppløsning). Prosjektverdi for denne delen av oppdraget var mindre enn 20 000 kr, og prosjektvarighet 2 – 3 måneder.

Prosjektbeskrivelse 2:

Bistand til Oslo kommune VAV på utvikling av en tidsserie for nedbør for perioden år 2071 – år 2100 for nedbørstasjonen Blindern. Prosjektet ble utført i samarbeid med Meteorologisk institutt. Meteorologisk institutt brukte modelldata for temperatur og nedbør fra en regional klimamodell med 1-times tidsoppløsning. Pådrivsdata fra MPI's globale klimamodell og utslippsscenario B2 for kontrollperioden 1961-1990 og scenarieperioden 2071-2100. Tidsoppløsningen var på 1 time. (Dette gjør at denne tidsserien ikke er særlig anvendelig for beregninger for byer, hvor man helst bør ha 1 minutters oppløsning eller minst 10-minutters oppløsning). Prosjektverdi for denne delen av oppdraget var mindre enn 20 000 kr, og prosjektvarighet 2 – 3 måneder.

Prosjektbeskrivelse 3:

Flomstudie for Kristiansand kommune i området rundt Camilla Colletts vei. Virkningene på oversvømmelser med dagens ekstremregn ble beregnet, så vel som virkningene av ekstremregn i et forverret klima. Dagens IVF-

kurver ble multiplisert med faktoren 1,2 for å simulere de fremtidige ekstremregnene. Prosjektverdi ca 80 000 kr og varighet ca ½ år.

Prosjektbeskrivelse 4:

Hydraulisk analyse for Oslo kommune VAV på avløpsanlegg og tunnelprosjektet kalt "Midgardsormen". Miljøforholdene i Bjørvika i Oslo er ikke tilfredsstillende i dag. Det indre fjordbassenget er forurensset, primært som følge av utslipp av avløpsvann. I dette avløpssystemet er det 35 overløp i året som trer i kraft ved mye nedbør. 9 av overløpene har utslipp oftere enn 25 ganger pr år. Avløpssystemet er også sårbart med tanke på antatte klimaendringer. Gjennom etablering av Midgardsormen vil overløpsutslippene reduseres vesentlig. Anlegget vil bestå av dyptliggende hovedledninger og et fordryningsvolum for å holde tilbake overløpsvann. Volumet er på 50 000 m³. Fra fordryningstunnelen pumpes avløpsvannet opp til Bekkelaget renseanlegg. Overløpsutslipp skal etter anlegget er ferdig, bare skje maksimalt en gang hvert 3. år i nedre del av Akerselva. Årlig overløpsutslipp av kloakkinfisert overløpsvann vil bli redusert med 70 000 m³. Avløpssystemet skal kunne håndtere en forventet klimaendring, ved at det er dimensjonert for en forverret nedbørsituasjonen i et endret klima.

UMB (Inst for matem. realfag og teknologi)

FoU-prosjektet "Klimaeffektens betydning for oppstuvninger og forurensningsutslipp fra avløpssystemer i byer" har hatt følgende innhold:

- 1) Sammenfattet resultater fra internasjonale forskningsprosjekter hvor man har analysert endringene i og omfanget av flomskader og forurensningsutslipp i urbane områder som følge av klimaendringer.
- 2) Analysert områder i 6 byer i Norge. Beregnet flomskader med nedbør som har vært normalt de siste 10-årene. For samme byer ble det beregnet utslippsmengdene for et gjennomsnittså fra de kommunale fellesavløpssystemene.
- 3) For de samme byene er det gjennomført tilsvarende beregninger for ulike klimascenarier.
- 4) Analysert virkningene av ulike typer mottiltak for å redusere flomskadene og utslippene som følge av klimaendringene.

De områdene som ble valgt ut har allerede problemer med kapasiteten i dagens klima. For å simulere et fremtidig klima ble dagens regnintensiteter økt med fra 15 til 30 %. Dette ga Økninger i antall bygninger som flomskades og økte utslipp fra regnvannsoverløp, på i området 50 – 100 %.

Storm Weather Centre

Bergen kommune ga i 2005 Storm Weather Centre i oppdrag å utarbeide en fremskriving av nedbøren i Bergen i et fremtidig klima. Konklusjonene var:

- "Årlige nedbørmengder og maksimale nedbørmengder i Bergen for kortere akkumulerings-perioder (10 minutter til 2 døgn) vil stort sett øke med ca. 20 % frem mot år 2100. Dette medfører at antall episoder av store nedbørmengder vil fordobles. Verdiene for returperioder på for eksempel 100 år må derfor multipliseres med ca. 1,2.

- I år 2050 forventes normale nedbørsverdier å ligge 10 – 15 % høyere enn 1961 -1990 normalen. Verdiene for år 2050 forventes derfor å ligge midt mellom nåværende normaler og forventede normaler for år 2100."

NTNU

Prosjektet: Studentoppgaver ved NTNU: Modellering av virkning av klimaendringer på avrenning, belastning via overløp; utredning av konsekvenser av havnivåstigning på tekniske anlegg

SINTEF

Prosjekt: Stavanger Kommune - Varighet: 2009-2011

Innhold: Klima ROS – ser på hvordan ROS analyser kan brukes i forhold til klimaendringer

Prosjekt: FloodProbe - Varighet: 2010-2014 - Kostnadsramme: 3 mill NOK (Sintef)

Innhold: Flom generelt m/urban flom, risiko og skade identifisering, havnivå og dikebrudd (Trondheim kommune har også tatt initiativet til et samarbeid om urbane flomveier gjennom Fremtidensbyer)

Kommende og allerede finansierte relevante prosjekter

UMB (instituttene IPM og IMT)

ExFlood er et samarbeidsprosjekt ledet av BIOFORSK på Ås, Institutt for matematiske realfag og teknologi UMB og Institutt for Plante- og miljøvitenskap, UMB, NVE og Statens Vegvesen. (2010-2013)

The project will quantify effects of up- and downstream measures in catchments to reduce negative effects of extreme weather. The work will include development of new measures, review existing measures, testing of these and incorporating them in existing runoff models to produce a land use planning tool available for stakeholders.

Hence the project is highly relevant with respect to the general objectives of NORKLIMA to:

- Improve knowledge of climate change and its impacts on buildings, infrastructure and other installations, both on land and offshore.
- Improve knowledge of the impacts of climate change on society and how adaptive capacity can be strengthened. Stakeholder involvement will be ensured through the involvement of a reference group which will take part in work-shops organized throughout the project period. Problems experienced with extreme weather and infrastructures such as roads and buildings will be outlined by potential end-users such as municipalities, the transport sector and insurance companies, while results of the research project will be presented at an early stage to these user-groups. This iterative process will ensure close links between research and application of results into the society.

Utgitte Norsk Vann Rapporter

(Tidligere kalt NORVAR-rapporter)

20. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Sluttrapport
- 20a. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Aerob og anaerob behandling
- 20b. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Kalking. Kompostering
- 20c. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Slamavvanning
- 20d. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Termisk behandling av kloakkslam
21. NORVAR's årsberetning 1991
22. EDB i VAR-teknikken. Fase 1 - kravspesifikasjoner m.m. Status-beskrivelse og forslag til videre arbeid (*Utgått*)
- 23a. Internkontroll for VA-anlegg. Mal for internkontroll-håndbok for VA-anlegg.
- 23b. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontrollhåndbok for avløpsanlegg. Eksempel fra Fredrikstad og omegn avløpsanlegg
- 23c. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontrollhåndbok for vannverk. Eksempel fra Vansjø vannverk
- 23d. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. Informasjon, avvik og tiltak, verne- og sikkerhetsarbeid, opplæring
- 23e. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. HMS ved vannbehandlingsanlegg
- 23f. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. HMS ved avløpsrenseanlegg
- 23g. Interkontroll for VA-anlegg. Eksempel på driftsinstruks Oltedalen kloakkrenseanlegg
- 23h. Internkontroll for VA-anlegg. Eksempel på driftsinstruks Smøla vannverk
- 23i. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontroll for VA-transportsystemet. Eksempel fra Nedre Eiker kommune
24. NRV-prosjekt. Korrosjonskontroll ved vannbehandling med mikronisert marmor
25. Mal for prosessoppfølging av anlegg for stabilisering og hygienisering av slam
26. Installering av gassmotor for strømproduksjon ved renseanlegg
27. Mottak og behandling av avvannet råslam ved renseanlegg som hygieniserer og stabiliserer slam i væskeform
28. Slam på grøntarealer. Erfaringer fra et demonstrasjonsprosjekt
29. Regnvannsoverløp
30. Utvikling og uttesting av datasystem for informasjonsflyt i VA-sektoren (*Utgått*)
31. PRO-VA, Brukerklubb for prosess-styresystemer, drift- og fjernkontroll for VA-anlegg. Oversikt pr.1993. Leverandører, produkter, konsulenter (*Utgått*)
32. Bruk av statiske metoder (kjemometri) for å finne sammenhenger i analyseresultater for avløpsvann
33. Evaluering av enkle rensemetoder. Slamavskillere
34. Evaluering av enkle rensemetoder. Siler/finnister
35. Kravspesifikasjon og kontrollprogram for VA-kjemikalier (*Utgått*)
36. Filter som hygienisk barriere
37. EU/EØS, konsekvenser for Norges vannforsyning
38. NORVAR-prosjekter 1992/93 (*Utgått*)
39. Implementering av EDB-basert vedlikeholdssystem. Erfaringer fra referanseprosjekt knyttet til pilot-prosjekt ved Bekkelaget renseanlegg (*Utgått*)
40. Driftsassistanter for avløp. Utredning om rolle og funksjon fremover
41. Metri-tel. Kommunikasjonsmedium for VA-installasjoner. Erfaringer fra prøveprosjekt i Sandefjord kommune (*Utgått*)
42. Industriavløp til kommunalt nett. Evaluering av utførte industrikartleggingsprosjekt.
43. Korrosjonskontroll ved Hamar vannverk
44. Slam på grøntarealer. Erfaringer fra et demonstrasjonsprosjekt. Vekstsesongen 1994
45. Forsøk med forfelling og felling i 2 trinn med polyaluminium-klorid høsten 1993 Kartlegging av slam- slamvannsstrømmer med og uten forfelling 1993-94
46. Renovering av avløpsledninger. Retningslinjer for dokumentasjon og kvalitetskontroll
47. Strategidokument for industrikontroll
48. NORVAR og miljøteknologi. Forprosjekt
49. Grunnundersøkelser for infiltrasjon - små avløpsanlegg. Forundersøkelse, områdebefaring og detaljundersøkelse ved planlegging og separate avløpsanlegg
50. Rørinspeksjon i avløpsledninger. Rapporteringshåndbok (*Erstattet av 145/05*)
51. Slambehandling
52. Bruk av slam i jordbruket
53. Bruk av slam på grøntarealer
54. Rørinspeksjon av avløpsledninger. Veileder (*Erstattet av 145/05*)
55. Vannbehandling og innvendig korrosjonskontroll i vannledninger
56. Vannforsyning til næringsmiddelindustrien. Krav til kvalitet. Vannverkenes erstatningsansvar ved svikt i vannleveransen
57. Trykkreduksjon. Håndbok og veileder
58. Karbonatisering på alkaliske filter
59. Veileder ved utarbeidelse av prosessgarantier
60. Avløp fra bilvaskeanlegg til kommunalt renseanlegg
61. Veileder i planlegging av fornyelse av vannledningsnett
62. Veileder i planlegging av spyling og pluggkjøring av vannledningsnett
63. Mal for godkjenning av vannverk
64. Driftserfaringer fra anlegg for stabilisering og hygienisering av slam i Norge
65. Forslag til veileder for fettavskillere til kommunalt avløpsnett
66. EØS-regelverket brukt på anskaffelser i VA-sektoren
67. Filter som hygienisk barriere - fase 3
68. Korrosjonskontroll ved Stange vannverk
69. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 2. Siler/finnister
70. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 2. Store slamavskillere samt underlag for veileder
71. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 3. Veileder for valg av rensemetode ved utslipp til gode sjøresipienter
72. Utviklingstrekk og utfordringer innen VA-teknikken. Sammenstilling av resultatet fra arbeidet i NORVARs gruppe for langtidsplanlegging i VA-sektoren
73. Etablering av NORVARs VA-infotorg. Bruk av internett som kommunikasjonsverktøy (*Utgått*)
74. Informasjon fra NORVARs faggruppe for EDB og IT. Spesialrapport - 5. Utgave Beskrivelse av 34 EDB-programmer/Moduler for bruk i VA-teknikken (*Erstattet av 133/03*)
75. NORVARs faggruppe for EDB og IT. IT-strategi i VA-sektoren. (*Erstattet av 133/03*)
76. Dataflyt-klassifisering av avløpsledninger. (*Erstattet av 150/07*)
77. Alternative områder for bruk av slam utenom jordbruket. Forprosjekt
78. Alternative behandlingsmetoder for fettslam fra fettavskillere
79. Informasjonssystem fordrikkevann, forprosjekt
80. Sjekkliste/veiledninger for prosjektering og utførelse av VA-hoved og stikkledninger - sanitærinstallasjoner
81. Veileder. Kontrahering av VA-tekniske prosessanlegg i totalentreprise
82. Veileder for prøvetaking av avløpsvann
83. Rørinspeksjon med videokamera. Veiledning/rapportering (*Erstattet av 145/05*)
84. Forfall og fornyelse av ledningsnett
85. Effektiv partikkelseparasjon innen avløpsteknikken
86. Behandling og disponering av vannverkslam. Forprosjekt
87. Kalsiumkarbonatfiltre for korrosjonskontroll. Utprøving av forskjellige marmormasser
88. Vannglass som korrosjonsinhibitor. Resultater fra pilotforsøk i Orkdal kommune
89. VA-ledningsanlegg etter revidert plan- og bygningslov
90. Actiflo-prosjektet ved Flesland ra
91. Vurdering av "slamfabrikk" for Østfold
92. Informasjon om VA-sektoren - forprosjekt
93. Videreutvikling av NORVAR. Resultatet av strategisk prosess 1997/98
94. Nettverksam arbeid mellom NORVAR, driftsassistanter og kommuner
95. Veileder for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken

96. Rist- og silgods - karakterisering, behandlings- og disponeringsløsninger
 97. Slamforbrenning (VA-forsk 1999-11). (Samarbeidsprosjekt med VAV)
 98. Kvalitetssystemer for VA-ledninger. Mal for prosessen for å komme fram til kvalitetssystem som tilfredsstiller kravene i revidert plan- og bygningslov
 99. Veiledning i dokumentasjon av utslipp
 100. Kvalitet, service og pris på kommunale vann- og avløpstjenester
 101. Status og strategi for VA-opplæringen
 102. Oppsummering av resultater og erfaringer fra forsøk og drift av nitrogenfjerning ved norske avløpsrenseanlegg
 103. Returstrømmer i rensesanlegg. Karakterisering og håndtering
 104. Nordisk konferanse om nitrogenfjerning og biologisk fosforfjerning 1999
 105. Sjekkliste plan- og byggeprosess for silanlegg
 106. Effektiv bruk av driftsinformasjon på rensesanlegg/mal for rapportering
 107. Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Teknisk veiledning. Foreløpig utgave
 108. Data for dokumentasjon av VA-sektorens infrastruktur og resultater
 109. Resultatindikatorer som styringsverktøy for VA-ledelsen
 110. Veileder i konkurranseutsetting. Avtaler for drift og vedlikehold av VA-anlegg
 111. Eksempel på driftsinstruks for silanlegg. Cap Clara i Molde kommune
 112. Erfaringer med nye renseløsninger for mindre utslipp
 113. Nødvendig kompetanse for drift av avløpsrenseanlegg. Læreplan for driftsoperatør avløp
 114. Nødvendig kompetanse for drift av vannbehandlingsanlegg. Læreplan for driftsoperatør vann
 115. Pumping av avløpsslam. Pumpetyper, erfaringer og tikk
 116. Scenarier for VA-sektoren år 2010
 117. VA-juss. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel (*Erstattet av 134/03*)
 118. Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR- teknikk (*Erstattet av 138/04*)
 119. Omstruktureringer i VA-sektoren i Norge En kartlegging og sammenstilling
 120. Strategi for norske vann- og avløpsverk. Rapport fra strategiprosess 2000/2001
 121. Kjøkkenavfallskverner for håndtering av matavfall. Erfaringer og vurderinger
 122. Prosessen ved utarbeidelse av miljømål for vannforekomster. Erfaringer og råd fra noen kommuner
 123. Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Veiledning for utarbeidelse av lokale forskrifter
 124. Nødvendig kompetanse for legging av VA-ledninger. Læreplan for ADK 1
 125. Mal for forenklet VA-norm
 126. Organisering og effektivisering av VA-sektoren. En mulighetsstudie
 127. Vassdragsforbund for Mjøsa og tilløpselvene - en samarbeidsmodell
 128. Bruk av resultatindikatorer og benchmarking i effektivitetsmåling av kommunale VA-virksomheter. Erfaringer og anbefalinger fra et prøveprosjekt
 129. Rørinspeksjon med videokamera. Veiledning/rapportering hovedledninger
 130. Gjenanskaffelseskostnadene for norske VA-anlegg
 131. Effektivisering av avløpssektoren
 132. Forslag til nytt system for prosjektvirksomheten i NORVAR
 133. IT-strategi for VA-sektoren. Veiledning
 134. VA-JUS. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel (*Oppdateres årlig på www.norskvann.no*)
 135. Vannledningsrør i Norge. Historisk utvikling. 26 dimensjonstabeller
 136. Hygienisk barrierer og kritiske punkter i vannforsyningen: Hva har gått galt?
 137. Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng
 138. Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR-teknikk. Revidert utgave
 139. Erfaringar med klorering og UV-stråling av drikkevatt
 140. NORVARs videre arbeid med slam. Strategisk plan for prosjektvirksomhet, informasjon og kommunikasjon. Forprosjekt
 141. Trenger Norge en VA-lov? Drøfting av behovet for en egen sektorlov for vann og avløp
 142. NORVARs benchmarkingsprosjekt 2004 Presentasjon av målesystem og resultater for 2003 ed analyse av datamaterialet
 143. Kartlegging av mulig helserisiko for abonnenter berørt av trykkløs vannledning ved arbeid på ledningsnettet
 144. Veiledning i overvannshåndtering (*Erstattet av 162/08*)
 145. Inspeksjonsmanual for avløpssystemer. Del 1 – Ledninger
 146. Bærekraftig vedlikehold. Betraktninger av utvalgte problemstillinger knyttet til langsiktig forvaltning av vannledningsnett
 147. Optimal desinfeksjonspraksis for drikkevann
 148. Veiledning i utarbeidelse av prøvetakingsprogrammer for drikkevann
 149. Tilførsel av industrielt avløpsvann til kommunalt nett. Veiledning
 150. Dataflyt – Klassifisering av avløpsledninger
 151. Veiledning for vedlikeholdssystemer (FDV)
 152. Veiledning for anskaffelse av driftskontrollsystemer i VA-sektoren
 153. Norm for symboler i driftskontrollsystemer for VA-sektoren
 154. Norm for tagkoding i VA-anlegg
 155. Norm for merking og FDV-dokumentasjon i VA-sektoren
 156. Veiledning for oljeutskilleranlegg
 157. Organiske miljøgifter i norsk avløpsslam. Resultater fra undersøkelsen i 2006/07
 158. Termoplastrør i Norge – før og nå
 159. Håndbok i kildeproving i avløpssystemet
 160. Driftserfaringer med membranfiltrering
 161. Helsemessig sikkert vannledningsnett
 162. Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering
 163. Veiledning for innhenting og evaluering av tilbud på analyseoppdrag
 164. Veiledning for UV-desinfeksjon av drikkevann
 165. Innsamlingsverktøy for vedlikeholdsdata
 166. Tiltak for å bedre fosforfjerningen på kjemiske rensesanlegg
 167. Veiledning for kjøp av VA-kjemikalier
 168. Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg
 169. Optimal desinfeksjonspraksis fase 2
 170. Veileder til god desinfeksjonspraksis
 171. Erfaringer med lekkasjekontroll
 172. Trykktap i avløpsnett
 173. Veiledning for bruk av støpejernsrør
 174. Hygienisering av avløpsslam. Langtidslagring og enkel rankekompostering. Resultater fra 3 års valideringstesting
 175. Vann og avløp for nye i bransjen – læreplan E-læring og samlinger
 176. Statlige gebyrer og avgifter på de kommunale VAR-tjenestene
- Rapportserie B:
- B1: Effektive VA-organisasjoner og tilfredse brukere. Forprosjekt
 - B2: PressurePuls for deteksjon av lekkasje på vannledninger.
 - B3: Kvalitetsheving av nye VA-ledningsanlegg. Kartlegging og tiltaksforslag
 - B4: Vannkvalitet i ledningsnett – Problemoversikt og status. Forprosjekt.
 - B5: Utslipp fra bilvaskehaller
 - B6: Kommunikasjonsstrategi for NORVAR og norske vann og avløpsverk
 - B7: Sandnesmodellen. Eksempel på system for kommunikasjon og virksomhetsstyring
 - B8: Forprosjekt energinettverk i VA-sektoren
 - B9: Utvikling av et system for spørreundersøkelser blant VA-kundene
 - B10: Vannkilden som hygienisk barriere
 - B11: Økonomiske forhold i interkommunalt VA-samarbeid – praksis og kjøreregler
 - B12: Drikkevatt i media
 - B13: Silslam – mengder, behandlingsløsninger og bruksområder. Forprosjekt.
 - B14: Klimatilpasningstiltak i VA-sektoren - forprosjekt
- Rapportserie C:
- C1: Sårbarhet i vannforsyningen
 - C2: Stoff for stoff – kilde for kilde. Kvikksløp i avløpsnettet
 - C3: Samarbeid om økt bruk av avløpsslam på grøntarealer
 - C4: Effekter av bruk av matavfallskverner på ledningsnett, rensesanlegg og avfallsbehandling
 - C5: Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen - veiledning
- De mest aktuelle rapportene ligger som PDF-filer på www.norskvann.no**



- Norsk Vann er en ikke-kommersiell interesseorganisasjon for vann- og avløpssektoren (VA-sektoren). Organisasjonen skal bidra til å oppfylle visjonen om rent vann ved å sikre VA-sektoren funksjonelle rammevilkår og legge til rette for kunnskapsutvikling og kunnskapsdeling.
- Norsk Vann eies av norske kommuner, kommunalt eide VA-selskaper, kommunenes driftsassistanser for VA og noen private andelsvannverk. Norsk Vann representerer ca 340 kommuner med over 90 % av landets innbyggere. Virksomheten finansieres i hovedsak gjennom kontingenter fra medlemmene.
- Norsk Vann styres av eierne gjennom årsmøtet og av et styre sammensatt av representanter fra eierne.

- I Norsk Vanns prosjektsystem gjennomføres hvert år FoU-prosjekter for ca. 6 mill. kroner
- Det er praktiske og aktuelle spørsmål innenfor vann- og avløp som utredes
- Deltakerne foreslår prosjekter, styrer gjennomføringen og får full tilgang til alle resultater



Norsk Vann BA, Vangsvegen 143, 2317 Hamar
Tlf: 62 55 30 30 E-post: post@norsk vann.no
www.norsk vann.no