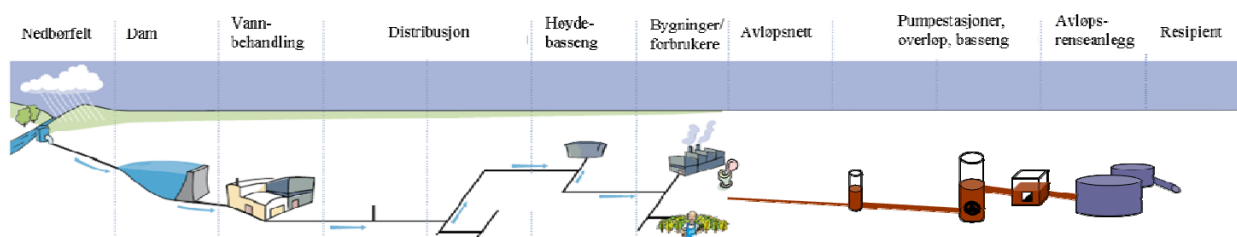


Vann og avløp og SAMRISK

Vann og avløpstjenestene (VA) er en kritisk infrastruktur som er viktige livslinje for samfunnet. Via vannledningsnettet leveres det viktigste næringsmiddelet mennesker trenger. Samtidig er vannforsyningen også en infrastruktur som ved kvalitetsproblemer kan ha potensial til å forårsake store hendelser med sykdomsutbrudd (f. eks *Giardia*- hendelsen i Bergen 2004 og *Cryptosporidium*- utbruddet i Østersund november 2010). Svikt i vannforsyningen medfører også store konsekvenser for andre deler av samfunnet og også for andre infrastrukturer. Driften av vann og avløpsanleggene er avhengig av at andre kritiske infrastrukturer slik som telekom, strømforsyning og IKT virker for at rent drikkevann kan tappes i springen og at avløpsvannet blir transportert og renses på en god måte. I tillegg er vann og avløpstjenestene en av de infrastrukturene som påvirkes mest av klimaendringene. Alt dette stiller store krav til VA- infrastrukturen, robustheten av systemene og ikke minst organisasjonenes evne til å forvalte og drifte disse anleggene.

I SAMRISK prosjektene DECRIS, CISS og AdaptCRVA ble det sett på henholdsvis avhengigheter mellom ulike infrastrukturer, organisatoriske forhold og klimapåvirkning (<http://www.sintef.no/samrisk>). Formidling av kunnskapene og problemstillingene fra disse prosjektene inn mot vann og avløpssektoren i Norge har blitt gjennomført i løpet av 2010. Noen av de viktigste problemstillingene diskuteres i det følgende.

En illustrasjon over vann- og avløpsektoren fra kilde til resipient er vist i Figur 1. Gjenanskaffelseskostnaden for VA- infrastrukturen er estimert til om lag 500 milliarder kroner.

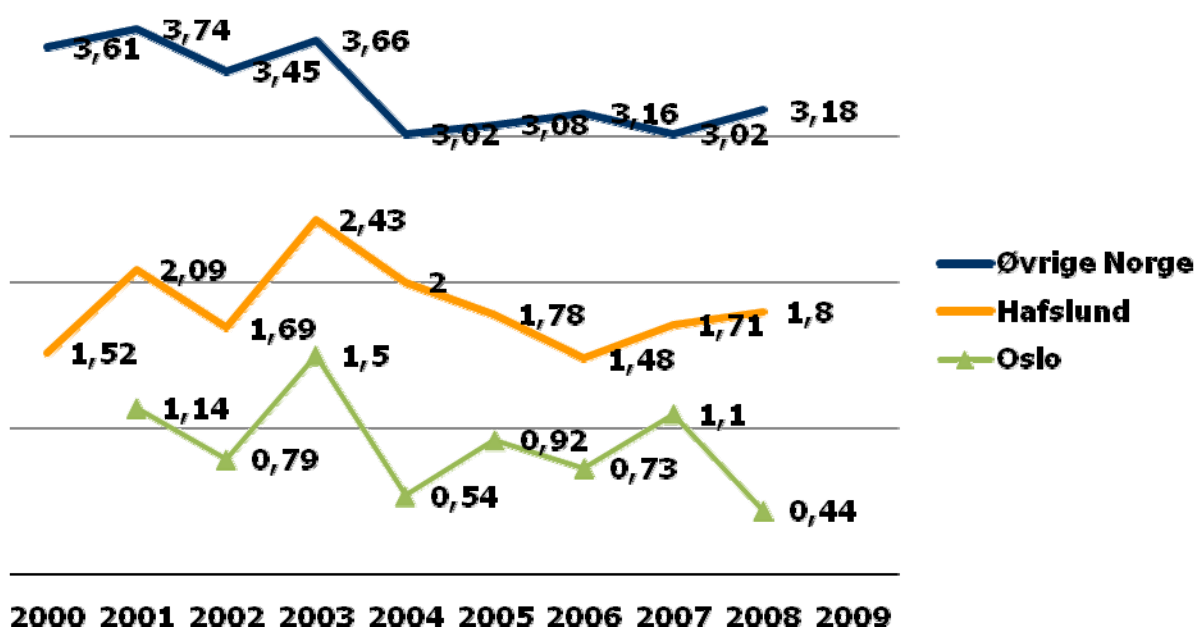


Figur 1. Illustrasjon Vann- og avløpssystemene fra kilde til resipient

Vann og avløpssystemets avhengighet av strømforsyning

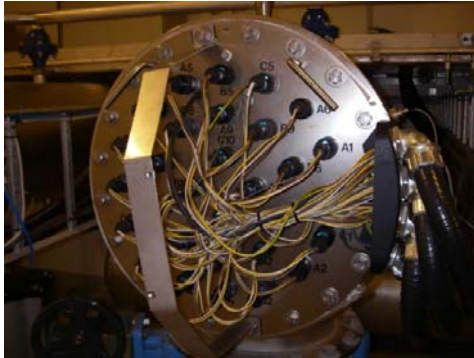
Driften av VA- systemene i Figur 1 er i ulik grad avhengig av strømforsyning. Strøm brukes langs hele verdikjeden med de største forbrukene er knyttet til pumping og rensing av henholdsvis vann og avløpsvann. Strømbortfall vil kunne få konsekvenser for driften av VA- anleggene.

Siden kvaliteten på strømforsyningen varierer på hvor i strømnettet en er vil også dette påvirke driften av VA- systemene. Figur 2 viser antall årlige avbrudd per nettstasjon for henholdsvis strømnettet i Oslo, Hafslund sitt nett (Østlandet) og for gjennomsnittet for hele Norge. En ser at forsyningssikkerheten i Oslo er bedre enn ellers i landet og i regionen som Hafslund forsyner. Dette skyldes i første rekke mye nedgravde kabler og et godt masket nett med mange omkoblingsmuligheter. Sentrale deler av Oslo har i tillegg til de laveste antall avbrudd også lavest *varighet* på bortfallene. Strømkvaliteten for hver enkelt utestasjon for VA vil følgelig variere.

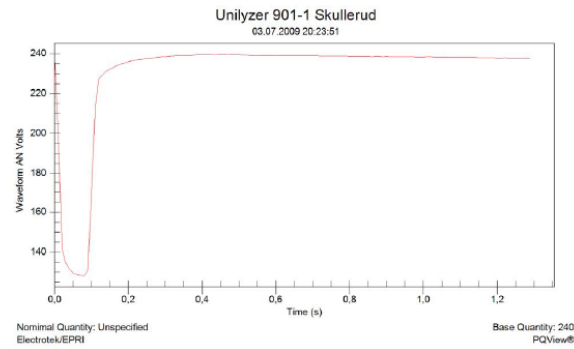


Figur 2 Antall årlige avbrudd pr nettstasjon i Oslo (Hafslund)

Noe utstyr innen VA er særlig avhengig av kvaliteten på strømforsyningen. Dette gjelder særlig UV-aggregat for desinfeksjon av drikkevann (Figur 3) som er blitt svært populært i Norge i etterkant av *Giardia*- utbruddet i Bergen. UV-anlegg er sensitivt for såkalte spenningsdip, dvs. kortvarige underspenninger. Figur 4 viser spenningsforløpet under en slik spenningsdip. Konsekvensene ved en slik kortvarig spenningsdip kan være at UV- anlegget ikke kan produsere hygienisk sikkert vann i opptil flere minutter i etterkant av en slik spenningsdip. Ulike tiltak kan iverksettes for å motvirke effekten av slike spenningsdip og lengre strømavbrudd og tiltak slik som installasjon av UPS og nødstrømsaggregat gjennomføres ved en rekke vannverk. Ved store samfunnsviktige vannbehandlingsanlegg kan permanente anlegg for overvåking av elektrisitetsforsyningen være noe som vannverkene bør vurdere. Måleresultatene kan på sikt bidra til god forståelse av hvor store (alvorlige) forstyrrelser som skal til før de ulike deler av vannverkene faller ut og i beste fall bidra til at man klarer å redusere antall utfall av hele eller deler av anleggene. Dette kan til en viss grad oppnås både ved tiltak i vannverkene og ved tiltak i strømnettet

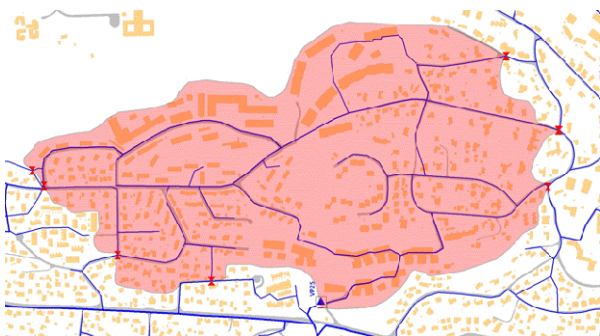


Figur 3. UV- aggregat for desinfeksjon av vann



Figur 4 Spenningsdip for en av strømsfasene ved Skullerud vannbehandlingsanlegg (VAV).

Pumpestasjoner for vann og avløp er også avhengig av strømforsyning. Ved strømsvikt for avløppumpestasjoner vil konsekvensene være at store mengder avløpsvann vil gå til overløp til nærmeste bekk/vassdrag. For vannforsyning vil konsekvensene være avhengig av om en i tillegg har forsyning fra høydebasseng og varigheten på strømvavbruddet. Dersom en har høydebasseng i sonen vil forsyningen i sonen opprettholdes så lenge en har vann i høydebasseng. Dersom strømmen kommer tilbake raskt vil kundene ikke oppleve noen store konsekvenser. Ved kortvarige strømbortfall vil det bare være pumpestasjoner med ensidig forsyning hvor deler av nettet vil bli trykkkløst. Dersom vannledningsnettet ikke er tett vil da forurenset vann kunne lekke inn i vannledningsnettet. En vannforsyningssone med ensidig forsyning fra pumpestasjon er vist i Figur 5. Øvre del av sonen vil bli trykkløs dersom pumpen stopper for eksempel som en følge av strømbrydd. Ulike tiltak for å redusere konsekvensene av slike hendelser kan være aktuelle, for eksempel installasjon av nødstrømsaggregat, etablere tosidig forsyning fra annen sone etc.

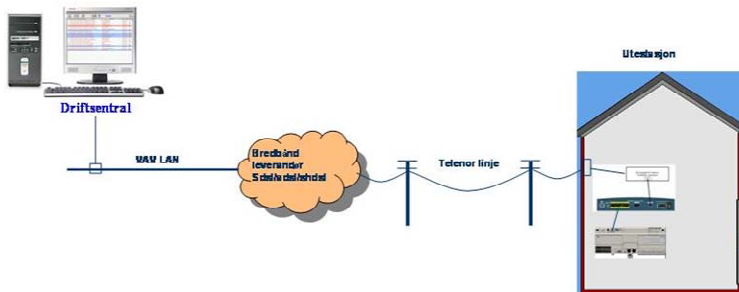


Figur 5 Vannforsyning med ensidig forsyning fra pumpestasjon

Vann og avløpssystemets avhengighet av telekommunikasjon

Som for strømforsyning er VA- infrastrukturen blitt avhengig av telekommunikasjon ut til de enkelte utestasjoner (Figur 6). Styling av de enkelte VA- komponenter i Figur 1 foregår fra

driftsentraler. Dersom det oppstår hendelser sendes det også signaler/alarmer. Foruten å gi oversikt i daglig drift, har fjernkontrollsystemet en viktig funksjon i eventuelle beredskapssituasjoner. FK-systemet virker også som et alarmsystem hvor ulike typer alarmer er tilknyttet de enkelte utestasjoner. Alarmene er viktige for å kunne fange opp hendelser som holder på å utvikle seg.



Figur 6 Telekommunikasjon og VA

Elektronisk telekommunikasjon er regulert via Ekom-forskriften. Denne er foreslått revidert som en følge av at det har skjedd mye i ekombransjen og at ordningen med at de samfunnskritiske virksomheter selv skulle melde inn sine behov i forbindelse kritiske hendelser på telenettet ikke har fungert etter intensjonen. Det foreslås at de samfunnskritiske virksomhetene ikke lenger skal melde inn sine behov til sin e-kom tilbyder. I følge det nye forslaget er det Fylkesmannen som vil få ansvaret for å prioritere i en krisesituasjon. I det nye forslaget er det spesifikt nevnt at liv og helse skal prioriteres, vann og avløp er ikke nevnt særskilt. For å kunne foreta en slik prioritering bør Fylkesmannen samle inn informasjon på forhånd. For de enkelte VA-verk blir det følgelig ikke noen endringer. De må fortsatt være bevisst sin avhengighet av telekommunikasjonstjenester. Med hver enkelt ekom-leverandør må det utarbeides bindende avtaler som beskriver kvalitet på tjenestene (Service Level Agreement), herunder krav til teknisk redundans (tosidig forsyning telekommunikasjon) etc.

Klimaendringer og konsekvenser for vann og avløp

De forventede endringene i klima vil påvirke vann og avløp sektoren på ulike måter og i ulik grad. Klimaendringene vil øke risikoen for svikt innen VA. For VA- sektoren vil det særlig være endringer i nedbørforhold, temperatur og sjøvannstand som påvirke driften av systemene. I flere norske drikkevannskilder har en observert en økning i fargetall og NOM-innhold i råvannet. Dette påvirker driften av vannbehandlingsanleggene. Hovedårsakene anses å være klimaendringer med økt temperatur, økt nedbør, økt biologisk omsetning, og økt primærproduksjon.

Tabell 1 viser relativ forandring (%) i års- og årstidsnedbør for region Østlandet (Klima i Norge 2100). Kolonnen for "middel" tilsvarer de forventede endringene i de enkelte sesongene. Prognosene fram til år 2100 tilsier at en for Østlandet vil få størst økning i sesongnedbøren om vinteren. Nedbøren om sommeren forventes å bli redusert med om lag 4,4%. Tabell 2 viser relativ forandring (%) i antall dager med mye nedbør, og relativ

forandring (%) i nedbørmengden på dager med mye nedbør. Av tabellen ser man at det for alle årstidene (høst, vinter, vår og sommer) vil bli flere dager med mye nedbør og at det på disse dagene vil komme mer nedbør enn tidligere. Konsekvensene for avløpssystemet vil bli større avrenning/større flomtopper som medfører økt fare for oversvømmelser på gatenivå og i kjellere og mer vann vil avlastes i overløp dersom ikke avbøtende tiltak settes inn. Prognosene viser at det blir mer ekstremvær. Generelt vil det bli mer variasjoner. Selv om samlet sommernedbør reduseres, vil en kunne oppleve intense regnskyll også om sommeren.

Tabell 1 Relativ forandring (%) i års- og årstidsnedbør for region Østlandet (data hentet fra Klima i Norge 2100, Tabell 5.2.4)

Østlandet	1961–90 til 2071–00: Endring (%) i nedbørsum		
	Middel	Lav	Høy
År	12,2	5,6	18,8
Vinter	28,9	12,9	48,8
Vår	14	5,4	28,5
Sommer	-4,4	-21,0	9,4
Høst	15,1	1,8	22,9

Tabell 2 Relativ forandring (%) i antall dager med mye nedbør, og relativ forandring (%) i nedbørmengden på dager med mye nedbør for region Østlandet (data hentet fra Klima i Norge 2100, Tabell 5.2.6)

Østlandet	1961–90 til 2071–2100: Endring (%) i antall dager med mye nedbør			1961–90 til 2071–2100: Endring (%) i nedbørmengde på dager med mye nedbør ¹		
	Middel	Lav	Høy	Middel	Lav	Høy
År	65,4	34,8	94,8	14,4	8	19
Vinter	188	118,3	335,5	22,8	17,5	34,6
Vår	91,6	26,3	199,9	17,4	6	32,4
Sommer	44,9	6,1	81	10,8	0,2	20,4
Høst	103,3	53,7	150,9	17	9,1	25,6

Klimaendringene i seg selv medfører ingen nye hendelser, men er mer en eskalering av dagens utfordringer. Den nylig fremlagte NOU 2010: 10 "Tilpassing til eit klima i endring" har mye fokus på vann og avløpssektoren. Det fremheves at økte mengder avløpsvann og overvann vil bli en stor utfordring fremover. Klimaendringene vil forsterke behovet for vedlikehold og utfordringene knyttet til etterslep i fornyelsesbehovet. På overvannssiden i Norge er ansvarsforholdene uklare og det pekes på behovet for et eget myndighetsorgan som har ansvar for overvann.

¹ "Dager med mye nedbør" er her definert som dager med nedbørmengder som i normalperioden 1961–90 ble overskredet i 0,5 % av dagene.

Sett i lys av NOU 2010:10 vil det være viktig at de enkelte VA-verk utarbeider planer som har ekstra fokus på effektene av klimaendringene. Det er for eksempel viktig at de valgte samlede løsninger innen avløp/overvann er fleksible og robuste nok til å tåle større endringer i klima enn hva klimamodellene tilsier. Modellene for fremskriving av klima har en tidshorisont på 30 - 100 år mens en hovedplan har en typisk tidshorisont på 10-12 år. En må i dag planlegge å bygge anlegg som er dimensjonert for fremtidige klimaendringer og som samtidig er fleksible nok og robuste nok til og også kunne tåle større endringer i klima enn hva modellene tilsier pga usikkerhet i modellberegningene. Ledningene som legges i dag har en levetid på mer enn 100 år og skal således også håndtere avløpsmengdene om 100 år. NOU 2010:10 peker også på at avløpssektoren har et ”tilpassingsunderskudd” som en følge av vedlikeholdet og fornyelsen har vært for lav. Dette tilpassingsunderskuddet må dekkes opp for at sektoren skal bli mindre sårbar overfor klimaendringer.

Vurdering av klimatilpasningsevnen i VA- organisasjonene

I tillegg til at infrastrukturen skal tilpasses endringer i klima er det også viktig å vurdere om VA- organisasjonen er klimasensitiv, dvs om organisasjonen er robust nok til å møte fremtidens klimaendringer.

En organisasjons tilpasningsevne kan analyseres ut i fra følgende fem komponenter: 1) Pålitelighet av dagens system, 2) organisasjonens evne til å være sensitiv for nye farer 3) organisasjonens pro-aktive handlingsevne, 4) organisasjonens beredskapsevne og 5) organisasjonens evne til å lære fra erfaringer/hendelser.



Det holder ikke å gjøre ting bra i dag, men organisasjonen må være innstilt på en slik måte at den kan oppfatte trusler under oppseiling og reagere på dem. Dette omtales ofte som organisatorisk robusthet, og er kanskje spesielt viktig når klimaendringene medfører mer uforutsigbare utfordringer.

Hver av disse komponentene 1-5 analyseres ut i fra følgende organisatoriske dimensjoner som har betydning for sikkerhet (Figur 7):

- Formell struktur og organisering av organisasjon
- Teknologi og infrastruktur
- Verdier, holdninger og kompetanse

- Interaksjon og arbeidsprosesser
- Relasjoner og nettverk



Figur 7 Ulike organisatoriske dimensjoner med betydning for sikkerhet

Grovt sagt er de tre nederste egenskapene i denne “pentagonmodellen”, uformelle organisatoriske egenskaper, det vil si ting som ikke kan kjøpes eller vedtas, men som må arbeides med over tid. Dermed fremhever modellen også viktigheten av at robust organisering ikke bare handler om teknologi og organisasjonskart, men også om holdninger på alle nivåer, relasjonene og nettverkene mellom folk med ulike oppgaver, og hvordan arbeidsoppgavene løses i den praktiske hverdagen.

Kommunal beredskapsplikt

Lov om Kommunal beredskapsplikt² gjeldende fra 01.01.2010 gir kommunene er overordnet ansvar for å tenke på hendelser som er i grenselandet mellom ulike aktører og i tilfeller der hvor andre aktører ikke følger opp. Loven legger opp til at det bare er kommunen som har kapasitet til å ta et overordnet ansvar i en del situasjoner. Innen vann og avløp er det en del mulige tema som kan gjøre denne loven aktuell også for VA. Et eksempel på et slikt tilfelle kan være Alna elven i Oslo som redder i kulvert/tunnel på deler av strekningen.

Kulverten eies av både kommunen og av private. Ved ras i tunnel vil konsekvensene i form av oversvømmelser av annen infrastruktur kunne bli store. Det er derfor viktig at både offentlig og privat eier av kulverten sikrer den tekniske tilstanden på kulverten i så stor grad som mulig. Kommunene kan etter den nye loven om kommunal beredskapsplikt ha et ansvar for å være en pådriver i dette arbeidet.

² Ot.prp. nr. 61 (2008-2009). Endringer i lov 17. juli 1953 nr. 9 om sivilforsvaret mv. (innføring av kommunal beredskapsplikt) (<http://www.regjeringen.no/nb/dep/jd/dok/regpubl/otprp/2008-2009/otprp-nr-61-2008-2009-.html?epslanguage=NO>)



Figur 8 Kart over elven over elven Alna som viser området hvor elven går i kulvert ut i fjorden