

Technical University of Denmark



Erfaringsopsamling af vandforsyningers læring i relation til Dokumenteret Drikkevandssikkerhed, monitoring ogforureningssituationer

Fra kontrol til styring – risikovurdering
i vandforsyningen

Corfitzen, Charlotte B.; Christensen, Sarah Christine Boesgaard; Albrechtsen, Hans-Jørgen; Jacobsen, Pia; Mollerup, Finn; Lind, Søren; Pedersen, AnnKatrin ; Andreasen, JørnOle ; Nissen, Erling

Publication date:
2015

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):

Corfitzen, C. B., Christensen, S. C. B., Albrechtsen, H.-J., Jacobsen, P., Mollerup, F., Lind, S., ... Nissen, E. (2015). Erfaringsopsamling af vandforsyningers læring i relation til Dokumenteret Drikkevandssikkerhed, monitoring ogforureningssituationer: Fra kontrol til styring – risikovurdering i vandforsyningen. Vand i Byer.

DTU Library Technical Information Center of Denmark

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Erfaringsopsamling af vandforsyningers læring i relation til Dokumenteret Drikkevandssikkerhed, monitorering og forureningsituationer

**Fra kontrol til styring – risikovurdering
i vandforsyningen**

**Charlotte B. Corfitzen, Sarah C.B. Christensen, Hans-Jørgen Albrechtsen,
Pia Jacobsen, Finn Møllerup, Søren Lind, Ann-Katrin Pedersen,
Jørn-Ole Andreasen, Erling Nissen**

2015



Indholdsfortegnelse

1	Indledning.....	1
1.1	Formål.....	1
2	Metode.....	2
3	DDS.....	3
3.1	Implementering af DDS i projektets forsyninger.....	3
3.2	Processen.....	7
3.3	Motivering af medarbejderne.....	9
3.4	Tiltag i forsyningerne som direkte følge af DDS.....	10
3.5	Læring fra DDS.....	11
4	Forsyningernes monitorering.....	12
4.1	VandCenter Syd.....	14
4.1.1	Kontrolprøvetagning.....	15
4.1.2	Supplerende mikrobiologisk kontrol.....	15
4.1.3	Udpegning af prøvetagningssteder.....	15
4.1.4	Sensorer.....	15
4.2	Aarhus Vand.....	16
4.2.1	Kontrolprøvetagning.....	17
4.2.2	Supplerende mikrobiologisk kontrol.....	18
4.2.3	Udpegning af prøvetagningssteder.....	18
4.2.4	Sensorer.....	18
4.3	HOFOR.....	19
4.3.1	Kontrolprøvetagning.....	20
4.3.2	Supplerende mikrobiologisk kontrol.....	20
4.3.3	Udpegning af prøvetagningssteder.....	22
4.3.4	Sensorer.....	22
4.4	Forsyningernes læring fra den hidtidige monitorering.....	23
5	Forureningssager.....	24
5.1	Læring fra forureningssager.....	26
6	Sammenfatning af forsyningernes erfaringer.....	28

1 Indledning

Dansk vandforsyning distribuerer drikkevand uden desinfektionsmidler, og der er derfor ingen eller få hygiejniske barrierer mellem boring og forbruger. Monitoring af drikkevandskvalitet bliver således essentiel. Historisk set bygger kvalitetssikring af vandforsyningsprocesser i langt højere grad på kontrol - det vil sige en måling af, om det leverede vand var i orden - end på styring, hvor der kan ageres ved ændring af vandkvaliteten så rettidigt, at distribution af forringet vandkvalitet hindres.

Fra kontrol til styring - Risikovurdering i vandforsyningen (RiskStyr-VF) har været et 4-årigt innovationsprojekt (2011-2014) under det strategiske partnerskab 'Vand i Byer' (www.vandibyer.dk). Projektets overordnede formål har været at udvikle og implementere risikostyring som en del af klimatilpasning i vandforsyningen. Risikostyring tager udgangspunkt i definering af forbedrede styringsmuligheder og monitoringsstrategier for vandforsyninger samt kvalitetssikrings- og ledelsessystemer til sikring af vandets kvalitet, når det leveres til forbrugeren. Projektet har således taget endnu et skridt fra bagudrettet kontrol mod pro-aktiv styring af risici i forbindelse med levering af rent drikkevand.

Projektgruppen består af videninstitutionerne DTU Miljø og DHI, de offentlige partnere Naturstyrelsen og Odense Kommune og forsyningerne HOFOR A/S, Aarhus Vand A/S og VandCenter Syd A/S.

1.1 Formål

Fastlæggelse af monitoringsstrategi, risikoanalyse og kvalitetsstyring baseres på identificerede risici på organisationsniveau fra de i projektet involverede forsyninger. Formålet med projektets første fase, der er afrapporteret i denne rapport, var således en erfaringsindsamling baseret på forsyningernes indførelse af Dokumenteret Drikkevandssikkerhed (DDS), hidtidige monitoring og oplevede forureningssager.

2 Metode

Projektgruppens tre forsyninger repræsenterer de store forsyninger i Danmark, og udgør med årlige produktioner på 9,3 mio. m³ hos VandCenter Syd, 15,2 mio. m³ hos Aarhus Vand og 43,8 mio. m³ hos HOFOR ca. en femtedel af den samlede produktion i Danmark. Alle tre forsyninger er regelmæssige deltagere i forsknings- og udviklingsprojekter og kan betragtes som 'first-movers' indenfor branchen.

Erfaringsindsamlingen blev gennemført i perioden efterår 2011 - forår 2012 ved:

- Indhentning og analyse af forsyningernes DDS-dokumenter
- Interviews i forsyningerne om processen omkring implementering af DDS
- Interviews i forsyningerne om forureningssager
- Faglige diskussioner i projektgruppen ved projektmøder

Alle nøgletal, data og erfaringer vedr. monitoringsstrategi blev opdateret ultimo 2014, så de var tidssvarende ved projektets afslutning.

3 DDS

Miljøstyrelsen gennemførte i 2004 et pilotprojekt, der skulle vurdere, om principperne fra ledelsessystemet 'Hazard analysis and critical control points (HACCP)' (på dansk: Risikofaktor analyse og kritiske styringspunkter) til fødevarer sikkerhed var anvendelig i dansk vandforsyning: "HACCP – et værktøj til risikostyring i vandforsyningen, Miljøprojekt 989, Miljøstyrelsen, 2005". Desuden nedsatte DANVA i 2004 et udvalg under Vandforsyningskomiteen til udarbejdelse af en vejledning for vandforsyninger om implementering af risikostyring efter HACCP principper støttet af Miljøstyrelsen: "Vejledning i sikring af drikkevandskvalitet (Dokumenteret DrikkevandsSikkerhed - DDS), DANVA vejledning nr. 72". Disse to projekter anvendes som udgangspunkt ved indførelse af DDS i danske vandforsyninger.

Kort skitseret kan udarbejdelse af DDS for en vandforsyning opdeles i følgende trin:

- Udarbejdelse af procesdiagrammer
- Risikoanalyse
- Identifikation af risici
- Vurdering af sandsynlighed (ingen, lille, mellem, stor) og konsekvens (lille, mellem, stor) af risici. Vurderingsmatrix med placering af risici i:
 - Rødt område repræsenterende moderat til høj risiko
 - Gult område repræsenterende lav risiko
 - Grønt område repræsenterende meget lille risiko
- Identifikation af styring og overvågning af risikofaktorer
Styring fastlægges som enten:
 - Kritisk styringspunkt (CCP)
 - Operationelt forebyggende program (oPRP)
 - Forebyggende program (PRP)Overvågning er eftervisningen af, at styringen er tilstrækkelig

Disse trin udføres for hvert af forsyningsområderne:

- Indvinding
- Produktion (vandbehandling på værket og lagring)
- Distribution
- Forbruger

DDS inkluderer audit, intern såvel som ekstern, der er en systematisk gennemgang af, om planlagte procedurer gennemføres. Audit skal således i høj grad ses som egenkontrol, og auditorer udgør i højere grad en sparringsfunktion end en kontrolfunktion.

DDS er ikke forbundet med en certificering. Certificering kan opnås igennem "ISO 22000 Ledelsessystem for fødevarer sikkerhed - Krav til virksomheder i fødevarekæden".

3.1 Implementering af DDS i projektets forsyninger

De tre forsyninger, der indgår i projektet, er blandt de forsyninger i Danmark, der har indført DDS. Alle tre forsyninger har desuden valgt at blive certificeret i henhold til ISO 22000. Aarhus

Vand påbegyndte processen med indførelse af DDS¹ i 2005, VandCenter Syd i 2007 og HOFOR i 2008 ud fra følgende motivationspunkter:

- Skabe bevidsthed om egne procedurer - eller mangel på samme
- Standardisering/ensretning af procedurer
- Forankring af drikkevandsfaglige kompetencer indenfor organisationen
- Undgå eller mindske antallet af forureningsager
- Skabe bevidsthed om behov for øget viden
- Imødekomme (fremtidige) krav fra storkunder (fx fødevarerindustri)
- Forbedre image hos kunderne

Netop processen med specifikt at gennemgå egen forsyning og identificere risici og muligheder for styring er essentiel for DDS-dokumentationen. Således har definering af risici, sandsynlighed og konsekvens været individuel for de enkelte forsyninger, på trods af, at alle tre forsyninger har haft den samme konsulent tilknyttet arbejdet med udarbejdelse af DDS-dokumenter. Dette afspejles også i variationer i forsyningernes definition af lille, mellem og høj sandsynlighed (Tabel 1), hvor særligt frekvensen af en mellem sandsynlighed varierer (fra flere gange årligt til mindre end en gang årligt). Ligeledes er der variation i definitionen af konsekvens (Tabel 2), hvor VandCenter Syd har anvendt en strengere definition af konsekvens.

Tabel 1: Definition af sandsynlighed hos VandCenter Syd, Aarhus Vand og HOFOR.

Sandsynlighed	VandCenter Syd	Aarhus Vand	HOFOR
Stor	Jævnligt forekommende fænomen – flere gange årligt	Næsten konstant eller konstant.	Jævnligt
Mellem	Tilbagevendende fænomen, men ikke årligt	Nogle gange årligt	En gang pr. år
Lille	Meget sjældent	Næsten aldrig Sjældnere end 1 pr. år	Mindre end 1 gang pr. år

¹ I denne rapportering anvendes udelukkende betegnelsen DDS, selvom der kan refereres til processen som både HACCP og DDS i de tre forsyningerne.

Tabel 2: Definition af konsekvens hos VandCenter Syd, Aarhus Vand og HOFOR.

Konsekvens	VandCenter Syd	Aarhus Vand	HOFOR
Stor	Dødsfald, alvorlig sygdom og langtidsskader	Akut virkning for sundhed. Sygdom som følge af risikofaktor	Forbrugere bliver syge
Mellem	Mennesker påvirkes mærkbart på deres sundhed	Ingen akut virkning. Langtidsvirkning	Forbrugere opdager, at der er noget galt, fx ved at embedslægen udsteder kogeanbefaling eller forsyningen svinger
Lille	Kravene til drikkevand iht. lovgivning overtrædes. Vi kan ikke konstatere nogen sundhedsmæssig påvirkning af forbrugeren	Ingen akut/opdaget virkning på sundhed	Overskridelse af lovkrav uden gener for forbrugeren

Forsyningerne benytter ikke samme farveopdelingen af vurderingsmatrixen for sandsynlighed og konsekvens (Tabel 3), idet Aarhus Vand anvender en farvefordeling, hvor alle risici med lille konsekvens vurderes grønne. Ligeledes er der forskel i tildeling af aktionerne kritisk styringspunkt (CCP), operationelt forebyggende program (oPRP) og forebyggende program (PRP) (Tabel 4) til de tre vurderingsfarver, hvor HOFOR giver mulighed for lavere aktionsniveau på grøn og gul vurdering. Dette illustrerer, at DDS-dokumentationen er unik for hver enkelt forsyning afspejlende bl.a. forskelle i fysiske rammer og muligheder, og at arbejdet med at udvikle en forsynings DDS-dokumentation ikke kan baseres på generaliseringer.

Tabel 3: Vurderingsmatrix for konsekvens og sandsynlighed anvendt af forsyningerne. A: HOFOR og VandCenter Syd; B: Aarhus Vand.

Konsekvens	A				B			
	Ingen	Lille	Mellem	Stor	Ingen	Lille	Mellem	Stor
Stor	Grøn	Rød	Rød	Rød	Grøn	Rød	Rød	Rød
Mellem	Grøn	Gul	Gul	Rød	Grøn	Gul	Gul	Rød
Lille	Grøn	Gul	Gul	Gul	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn

Tabel 4: Mulige aktioner knyttet til de tre vurderingsgrupper hos forsyningerne. Kritisk styringspunkt (CCP), operationelt forebyggende program (oPRP), forebyggende program (PRP).

Vurdering	VandCenter Syd	Aarhus Vand	HOFOR
Rød	CCP / oPRP / PRP	CCP / oPRP	CCP / oPRP / PRP
Gul	CCP / oPRP / PRP	oPRP / PRP	oPRP / PRP
Grøn	Evt. PRP	Evt. PRP	

Tabel 5: Eksempler på vurdering af risici som rød, gul eller grøn hos de tre forsyninger VandCenter Syd (VCS), Aarhus Vand (AAV) og HOFOR (HF). Formulering af risiko er ikke nødvendigvis ordret formulering fra de enkelte forsyninger, men kan være en formulering der dækker en risiko identificeret hos mere end én forsyning. Er forsyning ikke angivet ud for risiko, er risikoen ikke specifikt identificeret i den enkelte forsyning.

Risiko	Rød	Gul	Grøn
<i>Indvinding</i>			
Indtrængen af kloakvand ved brud, infiltrering, utætheder	AAV, HF, VCS		
Indtrængen af overfladevand ved tilbagesug, brud, utætheder, oversvømmelser		AAV, HF, VCS	
<i>Produktion</i>			
Dårligt vedligehold, dårligt/gammelt design	HF	AAV, VCS	
Manglende forståelse for processer og hygiejne (personale, håndværkere mf)	HF	AAV, VCS	
Trafik af personale, besøgende, håndværkere mm (Forkerte) metoder til rengøring	HF	HF, VCS, AAV AAV, VCS	
<i>Distribution</i>			
Ikke muligt at 'stoppe vandet' = spredning af forureningen	VCS, HF	AAV	
Tilslutning af slamsuger til aftapningsshane/brandhane	HF	VCS	AAV
Forurening af ledningsnettet (fx overfladevand ved utætheder, brud, reparationer)	VCS, HF	AAV	
Krydskontaminering med kloakvand	VCS, AAV, HF		
Overlevelse af patogener i ledningsnet (vanskelighed ved rengøring af nettet efter forurening)	VCS, HF	AAV	
Adgang for fremmedlegemer og dyr ved uafproppede nye ledninger	HF	VCS, AAV	
Manglende forståelse for hygiejne og drikkevands-sikkerhed	HF	AAV, VCS	
Manglende og sen tilbagemelding af fejl og afvigelser		AAV, VCS	
<i>Forbruger</i>			
Vækst af <i>Legionella</i> (og øvrige bakterier) i varmtvandssystemer	VCS, AAV, HF		
Fejlagtige installationer/krydskontaminering med gråt spildevand/regnvand	VCS, AAV, HF		
Tilslutning til højere anlægstryk end hvad kontraventil er beregnet til (udpumpning af forurening fra forbruger)	VCS, AAV, HF		
Afgivelse af metaller fra installationer	HF	VCS	AAV

Helt generelt for alle tre forsyninger vurderes relativt få identificerede risici som røde under områderne 'Indvinding' og 'Produktion', dels pga. at forsyningerne har relativt gode muligheder for styring i disse forsyningstrin, og mange konsekvenser vurderes lave på grund af stor fortynding. Det største antal identificerede risici vurderes røde i området 'Distribution', hvor antallet af muligheder for introduktion af en forurening er størst. En del risici vurderes som røde under området 'Forbruger', men dette er det forsyningstrin, hvor forsyningerne har mindst mulighed for styring, og oplysning af forbrugerne får stor betydning.

Forskel på systemerne i de tre forsyninger, variationer i vurdering og de enkelte forsynings mulighed for styring medfører, at en risiko i en forsyning ikke nødvendigvis vurderes til samme farvekategori i alle tre forsyninger (eksempler i Tabel 5). DDS dokumentationen kan således ikke kopieres direkte fra en forsyning til en anden, og det er i høj grad op til den enkelte forsyning løbende at evaluere definitioner, identificerede risici og styringsmuligheder.

3.2 Processen

Alle tre forsyninger havde velfungerende procedurer og metoder forud for implementering af DDS, og DDS-processen har derfor et langt stykke hen ad vejen været dokumentering og systematisering af de eksisterende arbejdsgange og muligheder for styring. Selve arbejdsprocessen for identifikation af risici med tilhørende sandsynlighed og konsekvens er grebet forskelligt an i de tre forsyninger. Ligeledes er tilgangen til forankringen af DDS indenfor organisationen forskellig. Fælles for forsyningerne er dog, at hvor tidshorisonten for udarbejdelsen af selve risikovurderingen og aktionsskemaer kan måles i størrelsesordner af dage/uger, måles selve implementeringen og forankringen i år.

VandCenter Syd

VandCenter Syd påbegyndte indførelse af DDS i 2007 samtidig med indførelse af nye ledelsessystemer. Risikovurderingerne blev udarbejdet for hvert af de fire områder: 'Indvinding', 'Produktion', 'Distribution' og 'Forbruger' (i 2013 kom 'Grundvandsbeskyttelse' til). Risikovurderingerne blev udarbejdet af en ledelsesrepræsentant og en koordinator sammen med nøglemedarbejdere fra hvert af de fire områder, hvorved folk fra alle niveauer i organisationen var involveret tidligt i processen. 'Manden på gulvet' fremstår derfor som ambassadør for DDS i hverdagen. DDS foreligger som en mindre del integreret i de større ledelsessystemer, og det kan derfor forekomme, at enkelte pointer ikke fremgår af DDS-dokumentationen, men ligger i ledelsessystemet. Ved at DDS er integreret i ledelsessystemet anser VandCenter Syd det for vanskeligt at komme udenom DDS i den daglige drift. DDS revideres årligt, en proces, hvor det tager måneder at komme hele vejen rundt. Der afholdes to eksterne audit og to interne audit pr. år, de interne en til to måneder før de eksterne. VandCenter Syd afholder DDS-kursus indenfor hvert af de fem områder for alle medarbejdere, der har adgang til vandbanen, ca. hvert tredje år, og der afholdes ca. to hygiejnekurser om året for nye interne og eksterne medarbejdere.

Ved opstartsbyggemøder vurderes det, om nye risici kan identificeres, ligesom eksterne medarbejdere introduceres til hygiejnereglerne, der tages op på hvert eneste byggemøde. Forsyningen anvender udelukkende folk, der har været på hygiejnekursus til arbejde med åbne vandbaner.

Aarhus Vand

I 2005 blev der i Aarhus Vand udarbejdet et fælles ledelsessystem, hvorefter der i de fire funktionsområder, 'Grundvand', 'Produktion', 'Distribution', 'Teknisk Kundeservice', blev udarbejdet en risikovurdering i grupper bestående af ledelsespersoner samt udvalgte nøglemedarbejdere fra hvert område. Processen blev formidlet ud til alle niveauer i hele organisationen, som et fælles indsatsområde, der skabte fælles ejerskab om implementeringen tidligt i forløbet. DDS-teamet består i dag af personer på ledelsesniveau med ansvarsområderne: "Indvinding", "Vandbehandling", "Distribution" og "Kunder, Vandkvalitet samt Anlægsprojekter". De sikrer, som ildsjæle, forankring af DDS ud i alle teams. Hvert team, der arbejder med drikkevand, har også en operativ DDS-ansvarlig (oftest teamlederen). DDS-teamet har fire møder om året, kurser og årsevaluering. Det øvrige arbejde omkring DDS er koblet til driften. Den oprindelige generelle risikovurdering blev i 2009-2010 suppleret med en deltaljeret gennemgang af alle værker og processer foretaget i samarbejde med en ekstern konsulent. De oprindeligt identificerede risici samt DDS-planer revurderes hvert 2.-3. år. Aarhus Vand gennemfører årligt en ekstern og to interne audit samt DDS genopfriskningskursus for alle medarbejdere og eksterne entreprenører (faste samarbejdspartnere). Alle nye medarbejdere skal gennemgå grundkursus, og ledere introducerer nye medarbejdere til DDS indenfor arbejdsområdet. Der nedsættes ad hoc DDS-grupper i forbindelse med anlægsprojekter.

DDS er på den daglige dagsorden i driften og tænkes naturligt ind i store som små projekter, hvilket sikres igennem interne tilsyn. Forsyningen anvender egne folk eller instruerede eksterne håndværkere/entreprenører til ledningsarbejde og arbejde med åbne vandbaner samt anvender entreprenører på 4-årige kontrakter til no-dig og jordarbejde.

HOFOR

Hos HOFOR blev risikovurderingen i 2008 (dengang KE) udført af to ledelsespersoner under inddragelse af sektionsledere. I slutningen af forløbet blev der for hele organisationen ansat en DDS-koordinator, der sammen med fire sektionsledere, to projektledere, en specialist og en chefkonsulent i dag udgør DDS-teamet. DDS-koordinator er samtidig leder af DDS-teamet og deltager i kvartalvise statusmøder med ledelsen.

For at sikre forankring og synliggørelse af DDS i den daglige drift er der udpeget seks DDS-ambassadører blandt medarbejderne i de seks sektioner i Drift-Vand og gennemført følgende initiativ: DDS-koordinator

- deltager i månedlige målstyringsmøder med ledelsen i Drift-Vand med status på specifikke DDS-opgaver som fx gennemførte DDS-tilsyn og opfølgning på ekstern audit
- leder og koordinerer indsatsen hos et internt DDS-tilsynsteam på tolv medarbejdere og ledere. DDS-tilsyn skal sikre, at opgaver i vandbanen løses med god DDS-praksis af både interne og eksterne medarbejdere
- giver årligt DDS-status på medarbejdermøder i de seks sektioner i Drift-Vand. Dette skal sikre opdateret viden om DDS hos medarbejdere

Det vil i de enkelte tilfælde være projektgruppen, der skal udarbejde opgavebeskrivelse og risikovurdering for en given opgave på baggrund af egne kompetencer i håndtering af DDS samt beskrivelser i diverse DDS-dokumenter evt. med medvirken fra DDS-koordinator. Der afholdes løbende kursus for nye og eksterne medarbejdere. DDS-kursus gælder i tre år og skal så fornyes. Intern audit af ledelsen, som supplement til de udførte DDS-tilsyn, foretages efter auditplan.

Ekstern audit foretages én gang pr. år. På sigt er det forventningen, at de forskellige elementer i DDS revideres i løbet af den treårige periode, ISO 22000 certifikatet er gældende.

De tre forsyningers DDS aktiviteter er sammenfattet i Tabel 6.

Tabel 6: DDS aktiviteter hos VandCenter Syd, Aarhus Vand og HOFOR.

Emne	VandCenter Syd	Aarhus Vand	HOFOR
DDS integreret i Driften/Ledelsessystem	Ja	Ja	Ja
DDS leder	Ja	Ja	Ja
Interval for revidering af DDS (år)	1	3	3
Kurser for nye medarbejdere og eksterne entreprenører	Ja	Ja	Ja
Årlige genopfriskningskurser for alle medarbejdere	Nej	Ja	Nej
Antal interne audit pr. år	2	2	14 individuelle
Antal eksterne audit pr. år	2	1	1

3.3 Motivering af medarbejderne

En succesfuld implementering af DDS afhænger i høj grad af forankring på alle niveauer i organisationen. 'Tænker' den enkelte medarbejder ikke DDS og handler ud fra denne tankegang og vedtagne procedurer, mister DDS sin værdi. Så hvordan lykkes dette? Først og fremmest gælder det om at skabe en holdningsændring igennem organisationen ved at få medarbejdere på alle niveauer til at føle et fælles ansvar og se DDS og de medfølgende procedurer som fornuftige tiltag, der giver mening, og ikke bare som endnu et ledespåfund, der giver mere papirarbejde og gør dagligdagen mere besværlig eller omstændelig.

Gennemgang af specifikke processer eller cases med fokus på positive effekter samt effekt af manglende overholdelse af procedurer giver forståelse for nødvendigheden af procedurer fx håndtering af afvigelser. Ved at inkludere besøg på lokaliteter eller visualisere med foto eller konkrete materialer knyttes eksempler til hverdagen, og medarbejderne lærer derved at se problematikkerne – frem for kun at kunne teorien. Inddragelse af medarbejdere fra alle niveauer i tilsyn og audit er ligeledes en måde at skabe fælles ansvarsfølelse og engagement samt at gøre medarbejderne i stand til at kunne risikovurdere konkrete situationer. Sidemandsoplæring af nye medarbejdere på alle niveauer er også et vigtigt værktøj til videregivelse af budskabet 'sådan gør vi her'. Forsyningerne har endvidere oplevet en positiv effekt ved at have ekstern konsulent tilknyttet, da det gjorde et godt indtryk, at det ikke kun var ledelsen, der stillede spørgsmål, og ros fra eksterne blev opfattet som tungere-vejende.

Især når det drejer sig om at følge procedurer omkring hygiejne, kan eksempler på direkte konsekvenser have stor forankringsværdi, fx eksempler på forhøjet kimtal ved for kort skylning ved ledningsarbejde eller person-direkte spørgsmål som "hvad hvis det var din private stikledning, der ikke blev skyllet tilstrækkeligt".

Konkrete eksempler får ligeledes eksterne entreprenører til at se fornuften i at indtænke DDS i projekter og følge procedurer. Resulterer manglende efterlevelse af procedurer fx i længere skylletider ved ledningsarbejde, reducerer de lange skylletider projektoverskuddet.

Det er vigtigt, at fejl og uhensigtsmæssig håndtering indberettes, så de nødvendige foranstaltninger kan træffes. Der skal derfor være imødekommenhed til at kunne indrømme og indberette en fejl i en ikke-dømmende atmosfære.

3.4 Tiltag i forsyningerne som direkte følge af DDS

Implementeringen af DDS har med gennemgang af anlæg, identifikation af styringsparametre og systematisering af procedurer ført til en række direkte tiltag i forsyningerne (eksempler er opsummeret Tabel 7).

Tabel 7: Eksempler på tiltag hos VandCenter Syd, Aarhus Vand og HOFOR som direkte følge af implementering af DDS.

Tiltag	VandCenter Syd	Aarhus Vand	HOFOR
Øget antal kontrolprøver	x	x	x
Adgang til værker/boringer kun med personligt adgangskort	x	x	x
Opdeling af arbejdsområder i zoner/produktionsanlæg i hygiejnezoner	x	x	x
Opdeling af biler i rene og beskidte zoner	x	x	x
Enkeltvis indpakning af rene komponenter på lager	x	x	x
Videoovervågning af åbne vandoverflader	x	x	x
Dykker-eftersyn af beholdere hvert 4.-5. år	x	(x)	
Overløb på afløb fra returskyllevand, hindre kloakvand retur	x	x	
Styring af luft (net/filter på indsug, undgå tilbagesug fra returskylleanlæg)		x	
Enkelt luge på dæksler på underjordiske beholdere erstattet af sikrere løsninger (dobbeltdæksel eller bygværk med "vindfang")	x	x	(x)
Kontrol af filtre på beholdertrykudligningsrør til terræn - udligningsrør rykkes ind på vandværk, hvor muligt	x	x	
Kræver dokumentation/specifikationer fra leverandører på rør, pumper, tallerkenbeluftere		x	
Uafproppede rør sendes retur til leverandør	x	x	x
Propper påsvejses ved underboringer	x	x	
Hel ledning graves fri ved ledningsarbejde, stabilgrus/perlesten i bund af udgravning ved mudret udgravning	x	x	x
Splintefri lysstofrør over åbne vandflader	x		
Kalibrering af sensorer (ekstern service eller uddannelse af vandværks-personale)	x	x	x
Kontrol af hvorvidt entreprenørers udstyr/maskiner er rene		x	

Disse tiltag vedrører især forhold ved adgangskontrol og arbejdszoner, renholdelse af/krav til materiel og eftersyn af bygninger. Der er dog også eksempler på, at implementeringen af DDS har givet direkte modsatrettede resultater i forsyningerne, som følge af forskel imellem definerede procedurer og tidligere praksis. Eksempelvis har procedurer for idriftsættelse (boringer, ledningsnet, beholdere) betydet, at Aarhus Vand i dag skyller mere end tidligere, da

der nu kræves to rene prøver forud for idriftsættelse. Hos HORFOR og VandCenter Syd skylles der derimod mindre end tidligere, da dokumentation af skylleerfaringer i dag udgør grundlag for, hvornår der er skyllet tilstrækkeligt.

3.5 Læring fra DDS

Implementeringen af DDS har givet større forståelse hos medarbejdere, eksterne arbejdere og entreprenører for, at vand er en fødevarer, hvor hygiejnedirektiverne for nogle ligefrem er blevet ensbetydende med DDS. Dog vurderes manglende forståelse for hygiejne og afvigelser fra procedurer fortsat at udgøre en af de største risici, og det er derfor vigtigt, at ledelsen melder klart ud, at DDS er en prioritering og får kommunikeret et fælles ejerskab ud igennem organisationen.

De regelmæssige audit har frem for en kontrolfunktion, hvor auditørerne ses som politimænd, for de flestes vedkommende virket som øjenåbnere og har givet lejlighed til regelmæssigt at 'få ryddet op' i procedurer og fysiske rammer samt at få identificeret forbedringsområder.

Selve arbejdsprocessen for identifikation af risici med tilhørende sandsynlighed og konsekvens er grebet forskelligt an i de tre forsyninger. Ligeledes er tilgangen til forankringen af DDS indenfor organisationen forskellig. Fælles for forsyningerne er dog, at hvor tidshorizonten for udarbejdelsen af selve risikovurderingen og aktionsskemaer kan måles i størrelsesorden af dage/uger, måles selve implementeringen og forankringen i år.

Forskel på systemerne i de tre forsyninger, variationer i vurdering og de enkelte forsyningers mulighed for styring medfører, at en risiko i en forsyning ikke nødvendigvis vurderes til samme farvekategori i alle tre forsyninger. DDS dokumentationen kan således ikke kopieres direkte fra en forsyning til en anden, og det er i høj grad op til den enkelte forsyning løbende at evaluere definitioner, identificerede risici og styringsmuligheder.

En af de større identificerede risici udgøres af forældede vandværker, beholdere og bygninger, hvor uhensigtsmæssigt design gør det svært at udføre vedligehold og opdage fejl, der giver risiko for indtrængende forurening. Når vandværker og beholdere er planlagt udfaset, er der en risiko for, at fokus på disse ubevidst glemmes, hvilket kan øge risikoen for en forureningssituation. Dette understreger vigtigheden af at indtænke intelligent design i nyanlæg.

Det vurderes, at de fleste risici er knyttet til distributionsdelen, hvor det kan være vanskeligt at definere styringspunkter. Der stilles desuden spørgsmål til, hvilke følgeparametre der er relevante at monitorere for, når der ikke foreligger en online real-time bakterieanalyse, og hvor der skal monitoreres.

Generelt vurderes det, at det er svært at identificere sikkerhedsbarrierer og styringspunkter for den meget simple danske vandbehandling, og styringen bliver derfor hægtet op på arbejdsprocedurer og adfærd. Eftersom flest risici er identificeret på nettet, vurderes behovet for ekstra barrierer således også at være størst i forbindelse med distributionen.

4 Forsyningernes monitorering

Drikkevandsdirektivet² angiver, "at prøver bør udtages, så de er repræsentative for kvaliteten af det vand, der forbruges i løbet af hele året" samt "antallet af prøver skal så vidt muligt fordeles ensartet med hensyn til tid og sted".

Drikkevandsbekendtgørelsen³ skelner imellem følgende kontrolkategorier:

- Begrænset kontrol (vandforsyningsanlægs ledningsnet)
- Normal kontrol (på vandværket)
- Udvidet kontrol (på vandværket)
- Kontrol med uorganiske sporstoffer (i vandforsyningsanlægs ledningsnet eller vandværk)
- Kontrol med organiske mikroforureninger (på vandværk)
- Boringskontrol (i de enkelte indvindingsboringer)

For begrænset kontrol på ledningsnet for vandforsyningsanlæg med en produceret eller distribueret vandmængde på 4,2 mio. m³ om året eller derover udregnes kontrolhyppigheden i henhold til følgende formel: 37 undersøgelser pr. år + 3 undersøgelser pr. år for hver yderligere påbegyndt produceret eller distribueret vandmængde på 350.000 m³/år.

De tre forsyninger VandCenter Syd, Aarhus Vand og HOFOR har alle vurderet, at dækning af deres ledningsnet bør baseres på langt flere kontrolprøver end det lovpligtige antal (jævnfør eksempel Tabel 8). I det følgende er forsyningernes status på monitorering ultimo 2014 gennemgået.

Tabel 8: Krav til kontrolhyppighed på ledningsnet og reelt antal prøver udtaget på ledningsnet i forsyningerne VandCenter Syd, Aarhus Vand og HOFOR opgjort ultimo 2014. Krav til kontrolhyppighed er opgjort som standardkrav til begrænset kontrol. Kravet kan være lavere hos den enkelte forsyning, hvis den falder indenfor kravene til nedsat kontrolhyppighed jf. Drikkevandsbekendtgørelsen³. Antallet af reelle undersøgelser i ledningsnet pr. år inkluderer rentvandsbeholdere.

	Distribueret volumen [m ³]	Antal undersøgelser i ledningsnet pr. år	
		Krav til kontrolhyppighed i 2015	Reelt
VandCenter Syd	9.315.755	82	222
Aarhus Vand	15.187.194	132	1188
HOFOR	43.770.000	393	Ca. 6550

² RÅDETS DIREKTIV 98/83/EF af 3. november 1998 om kvaliteten af drikkevand

³ BEK nr. 292 af 26/03/2014 - Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg

Tabel 9: Parametre inkluderet i Drikkevandsbekendtgørelsens kontrolkategorier.

Parameter	Begrænset kontrol (ledningsnet)	Normal kontrol (vandværk)	Udvidet kontrol (vandværk)
Farve			X
Vandets udseende	X ¹⁾²⁾	X ¹⁾²⁾	
Turbiditet			X
Lugt og smag	X	X	X ¹⁾
Temperatur	X	X	X
pH	X	X	X
Ledningsevne	X	X	X
Inddampningsrest			X
NVOC		X	X
Calcium			X
Magnesium			X
Hårdhed, total			X
Natrium			X
Kalium			X
Ammonium	X ⁶⁾	X	X
Jern	X	X	X
Mangan		X	X
Bikarbonat			X
Klorid		X	X
Sulfat		X ⁹⁾	X
Nitrat		X	X
Nitrit	X ³⁾	X	X
Totalt fosforindhold		X ⁹⁾	X
Fluorid		X	X
Ilt	X		X
Aggressiv kuldioxid			X
Svovlbrinte			X ¹²⁾
Metan			X ¹²⁾
Klor, frit og total	X ⁴⁾	X ⁴⁾	X ⁴⁾
Aluminium	X ⁵⁾		
Coliforme bakterier	X	X	X
<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	X	X	X
Kimtal ved 37 °C	X ⁷⁾	X	X
Kimtal ved 22 °C	X	X	X
Enterokokker		X ¹⁰⁾	X ¹⁰⁾
<i>Clostridium perfringens</i> , herunder sporer		X ¹¹⁾	X ¹¹⁾
PAH- forbindelser	X ⁸⁾		

1) Subjektiv bedømmelse.

2) Omfatter bl.a. farve og uklarhed.

3) Kun påkrævet, når vandet desinficeres med kloramin, eller når ammoniumindholdet i sidste prøve af vandværksvandet (Drikkevandsbekendtgørelsens bilag 4 og 5) overstiger 0,05 mg/l.

4) Eller rest af andet desinfektionsmiddel. Analysen foretages kun, hvis vandet desinficeres; analyser for frit og totalt klor skal foretages på prøveudtagningsstedet.

5) Kun nødvendig, hvis der anvendes aluminiumholdige vandbehandlingskemikalier, eller hvis kalkaggressivt vand transporteres i beton- eller cementrør.

6) Måles kun ved kloramintilsætning.

7) Bestemmes kun på indikation af mikrobiel forurening eller ved ledningsbrud.

8) Hvis der i vandforsyningsanlægget er anvendt vandværk af jern med indvendige tjærebeklæbninger, foretages undersøgelsen for de i Drikkevandsbekendtgørelsens bilag 1 nævnte PAH-forbindelser med hyppigheden anført i Drikkevandsbekendtgørelsens bilag 10 for kontrol med organiske mikroforureninger.

9) For vandforsyningsanlæg med en årlig udpumpet vandmængde på over 35.000 m³, kan analysen udelades, hvis de værdier, der er fremkommet ved undersøgelse i de foregående 2 år, har været ensartede og væsentligt under kvalitetskravene i Drikkevandsbekendtgørelsens bilag 1, og der ikke er påvist forhold, som vil kunne forringe vandets kvalitet.

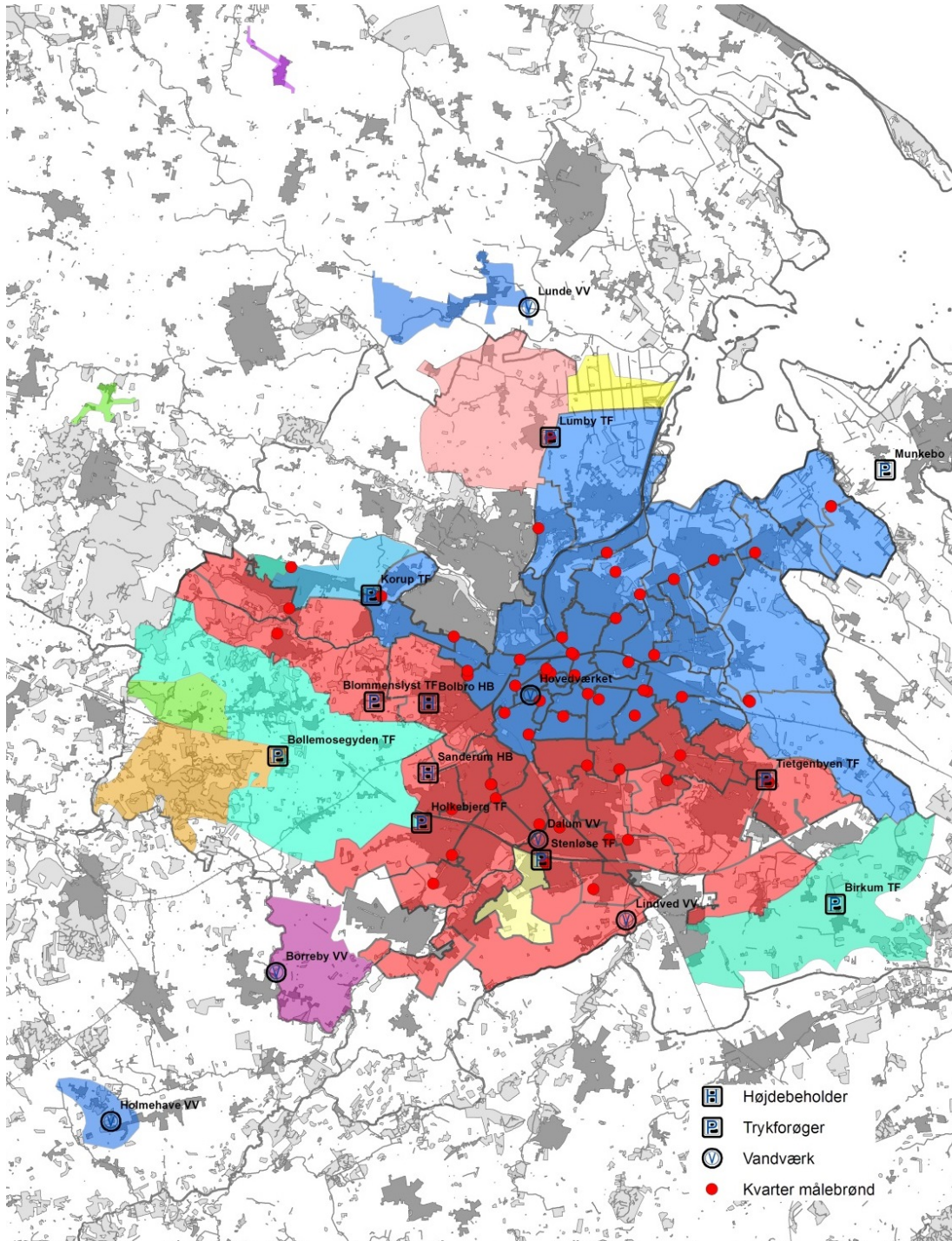
10) Enterokokker måles kun ved fund af *E. coli*.

11) Undersøgelsen foretages kun, hvis vandet hydrører fra eller påvirkes af overfladevand.

12) Undersøgelsen foretages kun, hvis parameteren er påvist i boringskontrollen.

4.1 VandCenter Syd

VandCenter Syd leder vand fra seks vandværker ind på ca. 1.000 km ledningsnet. Ledningsnettet er inddelt i 15 trykzoner, hvoraf de to største, Zone 1 og Zone 2, udgør hovedparten af forsyningsområdet (Figur 1). Der er 39 brønde i Zone 1 og 22 brønde i Zone 2 samt fire, der er etableret ved storkunder. I ti mindre trykzoner overvåges tryk og flow.



Figur 1: Oversigt over VandCenter Syds forsyningsnet med angivelse af placering af brønde, vandværker, højdebeholdere og trykforøgere. Farverne markerer forskellige trykzoner. Zone 1 og 2 er de to største zoner (henholdsvis blå og rød).

4.1.1 Kontrolprøvetagning

Der udtages prøver fra:

Vandværk:

Alle prøver fra vandværk foretages som udvidet kontrol

- Udvidet kontrol: 4- 5 pr. værk pr. år (i alt 22 prøver pr. år)

Distribution:

På ledningsnettet udtages 58 lovpligtige begrænsede kontroller (+ 14 for uorganisk sporstoffer). Derudover udtages der 67 ekstra begrænsede kontroller. Forbrugerprøverne er fordelt på 33 prøvetagningssteder, som er placeret hovedsageligt i Zone 1 og 2 og derudover med et enkelt prøvetagningssted i hver af de øvrige zoner (Figur 2). Prøvetagningsfrekvensen er jævnt fordelt over året.

Beholdere:

Der udtages mikrobiologiske prøver på højdebeholderne (Sanderum, Bolbro 1 og 2) samt ved Munkebo, hvor der leveres vand ud af kommunen, 13 gange om året (i alt 52 prøver).

4.1.2 Supplerende mikrobiologisk kontrol

Ved supplerende mikrobiologisk kontrol analyseres for:

- Coliforme
- E. coli
- Kim-22
- Kim-37

Ud over de begrænsede kontroller på ledningsnettet, der også indeholder mikrobiologiske analyser, tages 45 supplerende mikrobiologiske prøver.

Det samlede antal prøver på værker, hos forbrugere og fra rentvandsbeholdere (eksklusiv uorganiske sporstoffer) er 170 pr. år.

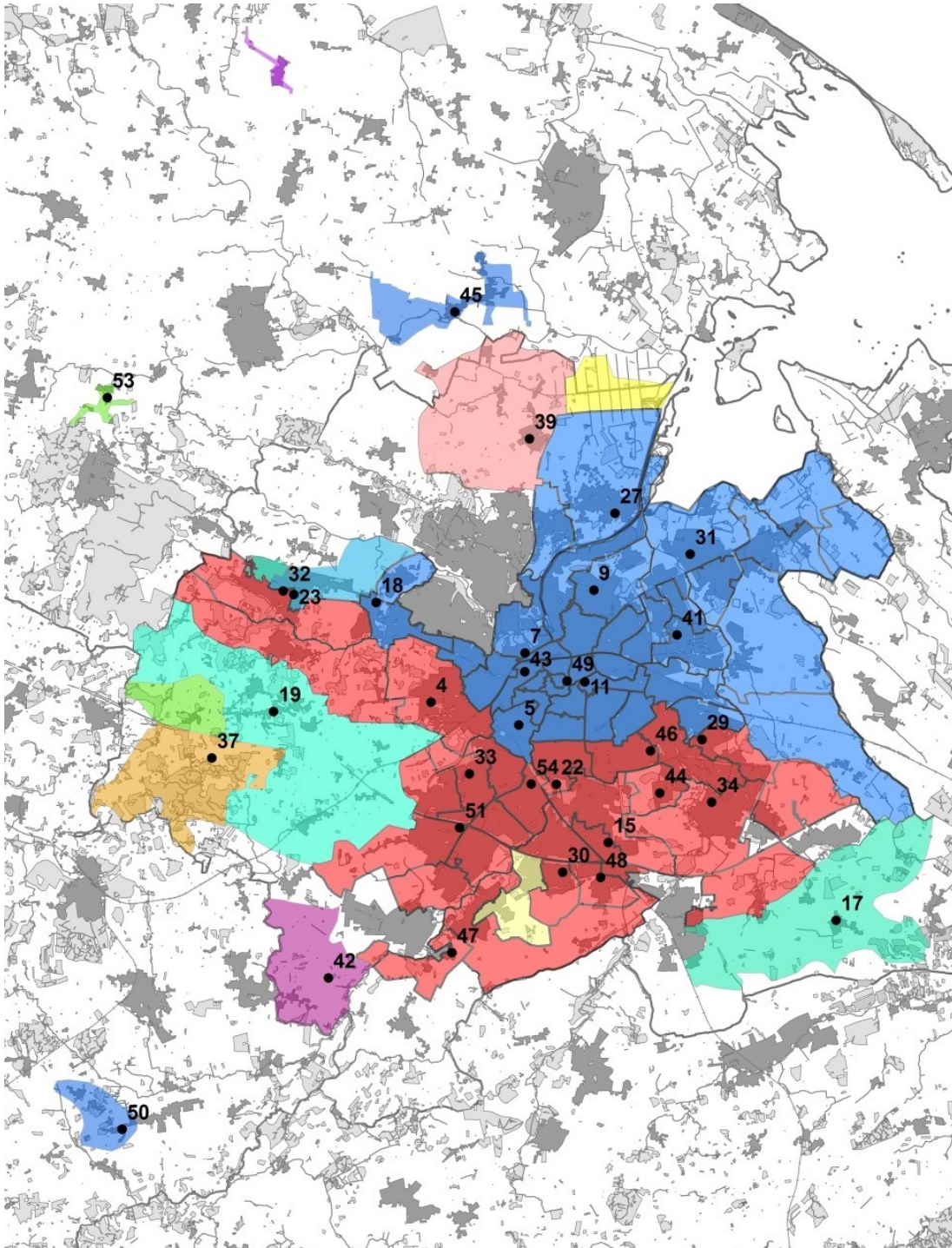
4.1.3 Udpegning af prøvetagningssteder

Prøvetagningspunkter i mixing-zoner samt parallelprøver er hovedstrategien i VandCenter Syds monitoring. Aquis bliver i høj grad brugt til at identificere målepunkter, og udpegningen foregår derfor i samarbejde med VandCenter Syds Aquis-ekspert. Varsko-steder bliver ofte brugt som tappesteder, da de allerede efterspørger vandkvalitetsdata. Det påpeges, at det kan være en udfordring at finde gode prøvetagningssteder i de mindre zoner.

4.1.4 Sensorer

I alle målerbrønde monitoreres flow, tryk og temperatur online tilkoblet SRO-systemet.

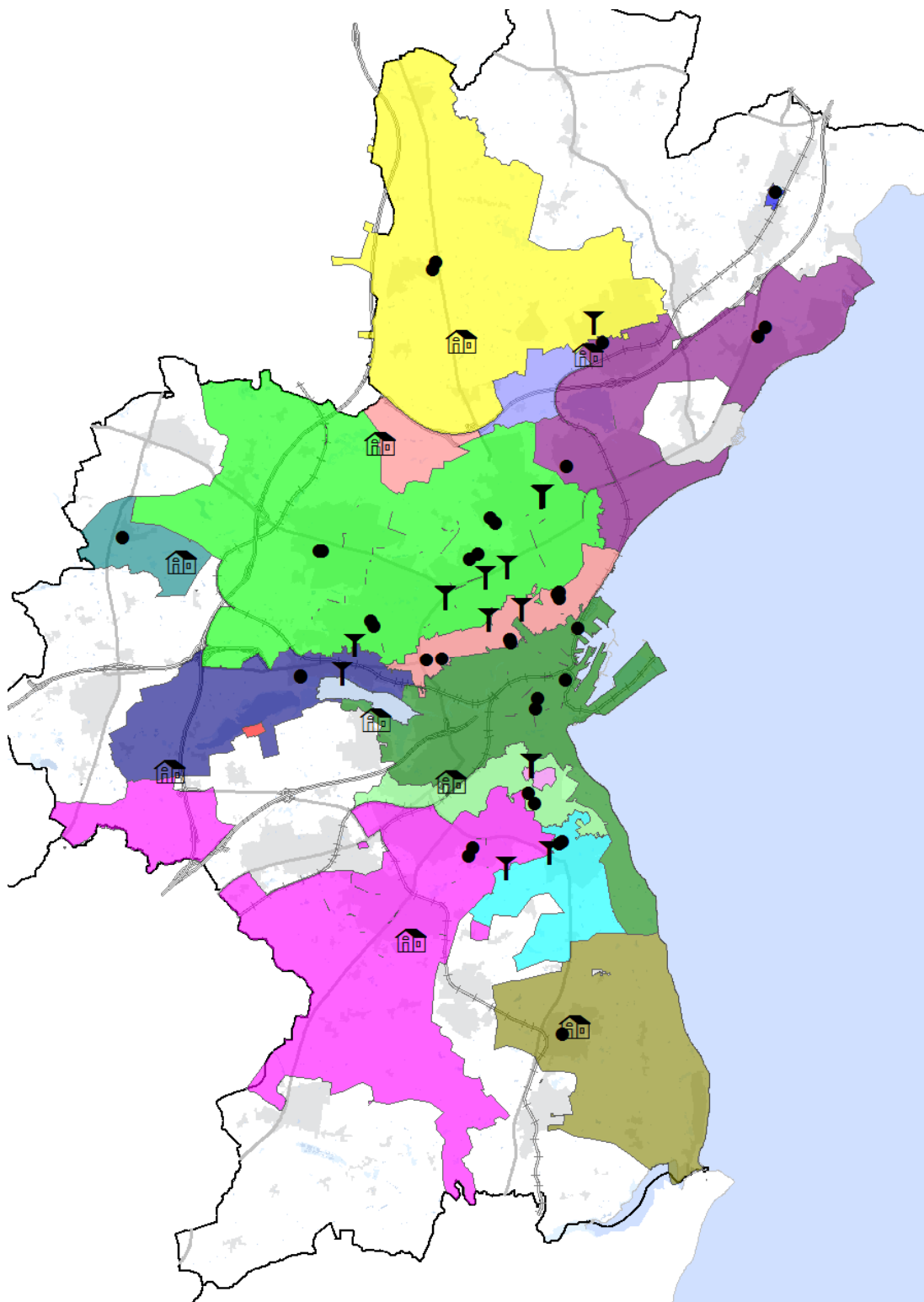
På Lundeværket, Holmehaveværket, Lindvedværket og Dalumværket monitoreres turbiditet og ilt online tilkoblet SRO-systemet efter fælles filterafgang. På afgang vandværk måles ledningsevne, pH, flow og tryk.



Figur 2: VandCenter Syds forsyningsområde med angivelse af prøvetagningssteder. Farverne markerer forskellige trykzoner.

4.2 Aarhus Vand

Aarhus Vand leder vand fra otte vandværker ind på ca. 1.500 km ledningsnet. Ledningsnettets er opdelt i 14 forsyningszoner (Figur 3), der yderligere kan være sektioneret i op til ti sektioner (bl.a. 33 trykzoner). Der er fordelt 69 brønde over ledningsnettets, som over en årrække forventes øget til 130 brønde.



Figur 3: Skitse over Aarhus Vands forsyningsnet med angivelse af forsyningszoner, vandværker, beholdere og forbruger-prøvetagningssteder.

4.2.1 Kontrolprøvetagning

Der udtages prøver fra:

Vandværk:

- Normal kontrol: 1 -3 pr. værk pr. år (15 i alt pr. år)

- Udvidet kontrol: 1 pr. værk pr. år (i alt 8 pr. år)

Distribution:

- Begrænset kontrol; beholdere: 48 prøver pr. år
- Begrænset kontrol; forbrugere ledningsnet: 1 - 37 pr. zone pr. år (132 i alt pr. år)

4.2.2 Supplerende mikrobiologisk kontrol

Ved supplerende mikrobiologisk kontrol analyseres for:

- Coliforme
- *E. coli*
- Kim-22
- (Kim-37)

Der udtages månedligt stikprøver fra (prøvesteder er markeret i Figur 3):

- afgang alle 8 værker (dobbelprøver) (i alt 192 prøver pr. år)
- 41 forbrugere (i alt 492 prøver pr. år)

Der udtages stikprøver to gange månedligt fra:

12 beholdere med flere kamre (i alt 672 prøver pr. år)

I alt 1356 planlagte prøver (eksklusiv uorganiske sporstoffer) pr. år.

Prøverne fordeles på ugentlige prøvetagninger.

Desuden anvendes "døgnprøver" til ekstra kontrol med lav detektionsgrænse, hvor det skønnes mest hensigtsmæssigt, fx som opfølgning på mindre overskridelser. I 2014 blev der udtaget og analyseret 72 "døgnprøver".

4.2.3 Udpegning af prøvetagningssteder

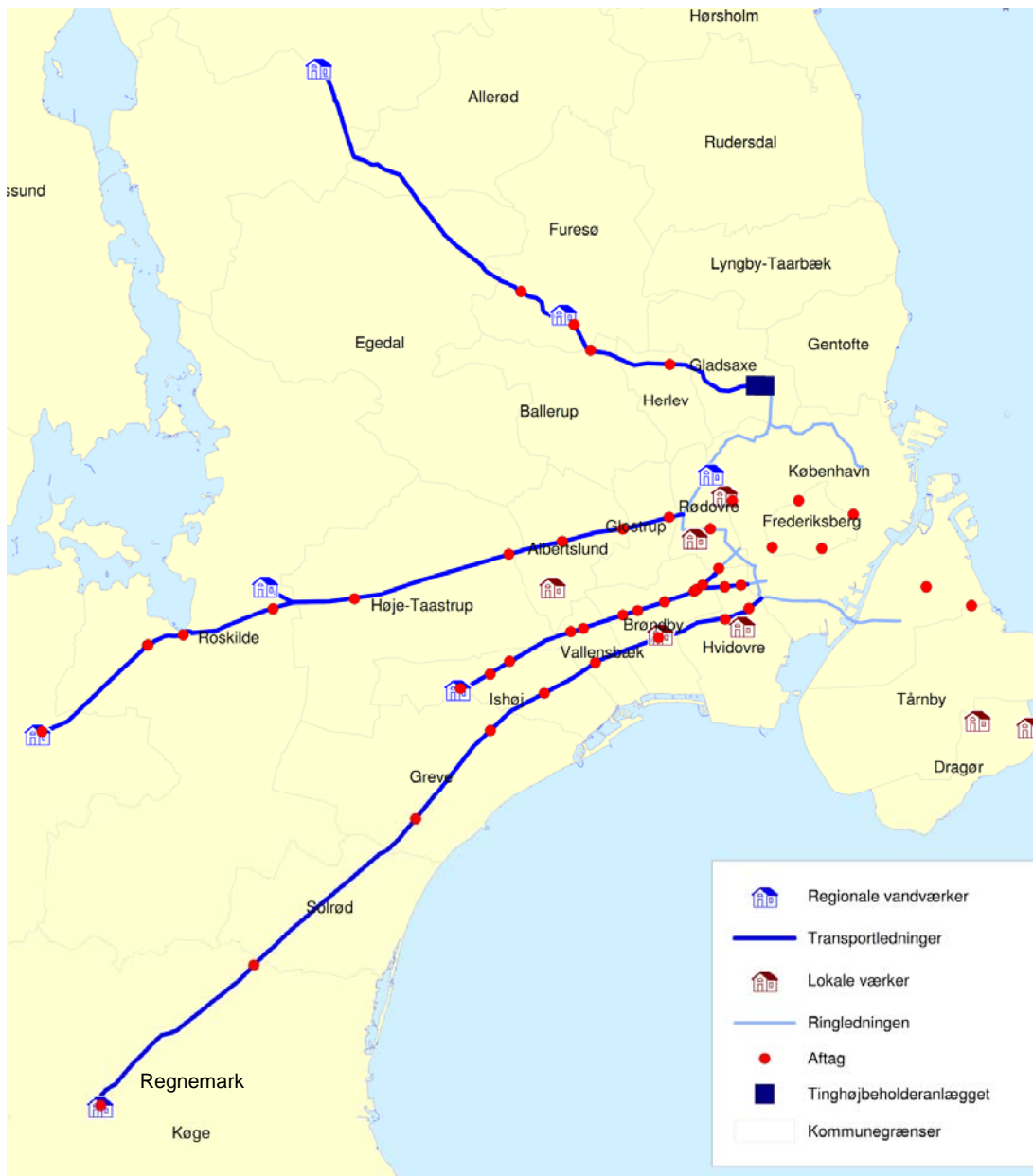
Aarhus vand tilstræber, at prøvetagningslokaliteterne samlet set er repræsentative for hele forsyningsnettet. Vandmængder anvendes til at identificere målepunkter dog uden at involvere "hydraulikere" i udvælgelsen af prøvetagningssteder. Prøverne tages altid parvis (minimum to prøver), dvs. prøverne vil repræsentere det samme vand, men kan være fra forskellige installationstyper (fx en beholder og en forbruger). Kun på hospitalet er der opsat specifikke taphaner, ellers måles der på forbrugertaphaner. Aarhus Vand udarbejdede i 2013 et strategidokument for vandkvalitetskontrol i forsyningen indeholdende mål, strategier, handlinger og analyser.

4.2.4 Sensorer

På alle vandværker, højdebeholdere og i alle 69 brønde monitoreres flow, tryk og temperatur online tilkøbet SRO-systemet (Styring-Regulering-Overvågning). Derudover monitoreres turbiditet online tilkøbet SRO-systemet på alle vandværker. På tidspunkt for erfaringsindsamling er det ved afgang filter. Ved fremtidig renovering og nyanlæg bliver det ilt og turbiditet efter iltning, filtrering og afgang værk (ammonium, pH og ledningsevne vurderes for hvert anlæg). På højdebeholdere/pumpestationer er der endnu ikke valgt sensorer. Der testes løbende sensorer, der kan måle bakterietal/vækst eller coliforme bakterier og på sigt forventes en art af disse sensorer implementeret.

4.3 HOFOR

HOFOR forsyner København, Herlev, Rødovre, Dragør, Hvidovre, Brøndby, Albertslund og dele af Vallensbæk med drikkevand. HOFOR har syv regionale vandværker og syv lokale vandværker (Figur 4), som tilsammen producerer ca. 50 millioner m³ vand pr. år. De syv regionale vandværker forsyner København samt størstedelen af vandforbruget i de øvrige kommuner. De lokale vandværker supplerer den regionale vandforsyning i de kommuner, hvor de ligger. På fire af de lokale vandværker bliver den lokale indvinding blandet op med vand fra et af de regionale vandværker, inden det distribueres.



Figur 4: Oversigt over HOFORs forsyningsnet med angivelse af vandværker og Tinghøj beholderanlæg.

I København er ledningsnettet opbygget med en hovedringledning. Vandet ledes ind fem steder via fire transportledninger fra de regionale vandværker. Der findes én trykzone. I de øvrige kommuner arbejdes der med zoner i mere eller mindre grad.

Der distribueres igennem 135 km transportledning og ca. 2.400 km net til distribution.

4.3.1 Kontrolprøvetagning

Der udtages prøver fra:

Vandværk:

- Normalkontrol inkl. kontrol for organiske mikroforureninger: 0 - 5 pr. værk pr. år afhængigt af produceret vandmængde. På de mindste værker, hvor der kun skal udføres en normal kontrol, er denne erstattet af en udvidet kontrol, således at der altid udføres mindst to udvidede kontroller pr. år på hvert værk
- Udvidet kontrol, inkl. uorganiske sporstoffer og organiske mikroforureninger: 2 pr. værk pr. år
- Herudover suppleres der med ekstra parametre fx som følge af fund af miljøfremmede stoffer, forhøjet indhold af visse naturlige stoffer eller som ekstra kontrol af eksempelvis vandbehandlingen

Distribution:

- Begrænset kontrol på prøvesteder på ledningsnettet repræsenterende indgang til ejendom udregnet på baggrund af distribueret vandmængde. Antal, 7 - 280 pr. år, fordelt ligeligt over året. Antal prøvesteder 5 - 18 pr. kommune (Figur 5)
- Udvidet kontrol, kontrol for uorganiske sporstoffer og organiske mikroforureninger en gang pr. år på 12 forskellige prøvesteder på bynettet i København samt et sted pr. år på bynettet i de syv øvrige kommuner

4.3.2 Supplerende mikrobiologisk kontrol

Ved supplerende mikrobiologisk kontrol analyseres for:

- Coliforme
- *E. coli*
- Kim-22
- Kim-37
- Kan suppleres med BactiQuant og analyse for forekomst af enterokokker

Der udføres supplerende mikrobiologisk kontrol både på vandværkerne, på ledningsnettet og i beholderanlæg. Den supplerende mikrobiologiske kontrol sker både ved stikprøver og ved brug af større volumen udtaget over længere tid ("døgnprøver", typisk 100 l udtaget over et døgn). "Døgnprøverne" analyseres for coliforme bakterier og *E. coli*

Vandværk:

Stikprøver

5 gange pr. uge:

- Afgang alle 7 regionale vandværker
- Før rentvandsbeholder og afgang værk fra 2 af de lokale vandværker
- Tilførsel af vand fra Tårnby Kommune til St. Magleby Vandværk

2 gange pr. uge:

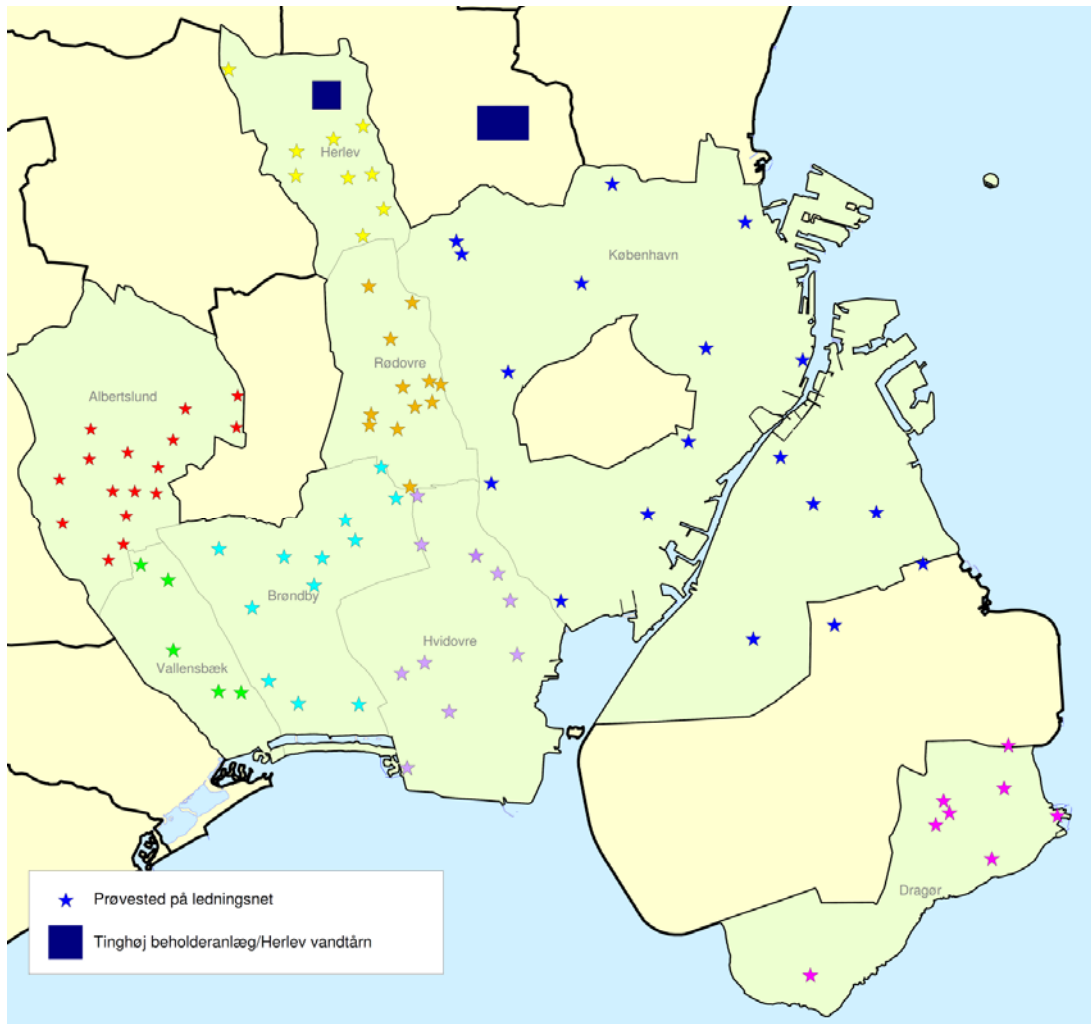
- Afgang og egenproduktion på 2 af de lokale vandværker
- Ugentligt:
- Egenproduktion og afgang værk på 3 af de lokale vandværker

"Døgnprøver"

5 gange pr. uge:

- Afgang 7 regionale vandværker

I alt udtages ca. 5500 supplerende mikrobiologiske kontroller på vandværkerne.



Figur 5: Oversigt over HOFORs prøvetagningssteder på ledningsnettene i de enkelte kommuner.

Distribution:

Supplerende mikrobiologisk kontrol udtages på ledningsnettet så prøven repræsenterer indgang til ejendom, ca. samme antal og steder som ved begrænset kontrol. Det vil sige ca. 7 til 280 supplerende kontroller afhængig af den distribuerede vandmængde i de enkelte kommuner. Prøverne udtages på 8-18 prøvesteder, varierende fra kommune til kommune.

Stikprøver

- Hvor transportledningerne tilsluttes bynettet i København (2 steder) 5 prøver pr. uge
- Et prøvested på byledningsnettet i København 5 prøver pr. uge
- 19 prøvesteder i København 1 prøve pr. uge pr. sted
- 1 - 4 gange pr. måned udføres supplerende kontrol på ledningsnettet i hver af de øvrige kommuner.

"Døgnprøver"

- Hvor transportledningerne tilsluttes bynettet i København (2 steder) 5 prøver pr. uge
- Derudover anvendes "døgnprøvetager" ved kildeopsporing andre steder i systemet

I alt udtages ca. 2550 supplerende mikrobiologiske prøver pr. år på ledningsnettet.

Beholderanlæg:

Stikprøver

- Tingshøj beholderanlæg, til- og afgang samt i idriftværende beholdere fem gange pr. uge ca. 12 prøvesteder
- Herlev vandtårn 1 prøve pr. uge

"Døgnprøver"

- Tilgang Tingshøj beholderanlæg samt afgang Tingshøj beholderanlæg før og efter UV-anlæg (5 prøver pr. uge 6 prøvesteder)

I alt udtages ca. 4100 supplerende mikrobiologiske prøver pr. år i beholderanlæg. Normalt angives det som en del af de prøver, der udtages på ledningsnettet.

4.3.3 Udpegning af prøvetagningssteder

Målepunkter bliver i høj grad identificeret på baggrund af tilgængelighed. Derudover lægges vægt på: hydraulik, blandingsforhold og vandalder. Der er ikke målepunkter i alle sektioner. Det kan tage op til 1 – 6 måneder at udpege et monitoringssted, da mange kriterier skal være opfyldt, blandt andet at der er en parkeringsplads tæt ved prøvetagningsstedet. Det er primært vandkvalitetsfolk, der udpeger målepunkter, mens "hydraulikere" kun i mindre grad bliver inddraget. Dette skyldes, at den hydrauliske model på nuværende tidspunkt ikke er kalibreret og derfor anses som værende mindre relevant som udpegningsværktøj. Hospitaler, plejehjem, hoteller og brandstationer bruges som monitoringssteder, fordi der er et stabilt vandforbrug og de er tilgængelige hele døgnet. HOFOR etablerer specielle taphaner, som kun kan åbnes og bruges af HOFOR-medarbejdere for at undgå kontaminering.

4.3.4 Sensorer

Vandpaneler (turbiditet, pH, ilt, ledningsevne og temperatur) er placeret ved afgang på de syv regionale vandværker samt på en trykforøgerstation på ledningsnettet i København. Endnu to steder på ledningsnettet er der i forbindelse med et projekt opsat vandpaneler. Der er flowmålere samt trykmålere på indvinding og afgang alle vandværker – alle tilkoblet SRO-systemet. Ved Tipperup bygværk og Brokilde bygværk sidder ledningsevnemålere (tilkoblet SRO-systemet) på grund af nærliggende tryksat kloakledning.

To steder på transportledningen fra Regnemark er placeret UV-VIS scannende proces-spektrofotometre. Et tredje er placeret ved Tinghøj beholderanlæg.

4.4 Forsyningernes læring fra den hidtidige monitoring

Hvis en kontrolprøve står alene, mindskes værdien af den enkelte prøve. Brugen af parvise kontrolprøver, det vil sige to eller flere prøver, der repræsenterer det samme vand, giver mulighed for en lave en hurtig vurdering af en positiv prøve. Er kun én af de parvise prøver positiv kan der være tale om analysefejl, og en evt. forurening er under alle omstændigheder begrænset – hvis flere af de parvise prøver er positive, er sandsynligheden for, at der er tale om en reel forurening, markant større, og der er grundlag for en alvorligere aktion.

Brug af faste prøvetagningssteder, hvor der altid er adgang (fx tankstationer og hospitaler) giver et lang bedre statistisk grundlag for tidsanalyse af data, da usikkerheden fra skiftende prøvested elimineres, og den stadige adgang giver mulighed for udtagning af omprøver også udenfor almindelige arbejdstid fx i weekender. Egne standardiserede taphaner eliminerer desuden usikkerhed fra øvrig brug (kontamineringsrisiko) af taphanen. En optimal løsning kunne være etablering af egne prøvetagningssteder med standardiserede prøvetagningshaner over ledningsnettet, en løsning, det dog kan være svært at finde ressourcer til.

Sammenfald imellem detektionsgrænse og kvalitetsværdi (1/100 ml) for indikatorbakterierne (coliforme og *E. coli*) betyder, at det kan være svært at tolke betydningen, når der lejlighedsvis er positive prøver på detektionsgrænsen. Er der så tale om en konstant lav forurening, der skiftevis resulterer i 0/100 ml og 1/100 ml, eller er der tale om lejlighedsvis falsk positive prøver forårsaget af analysefejl? "Døgnprøvetagere" der opsamler bakterier på filter fra et større vandvolumen over en given periode (der kan være anden periode end et døgn), sænker detektionsgrænsen, så lave koncentrationer (<1/100 ml) og variationer kan registreres, og dermed afklare, om der er tale om et konstant lavt forureningsniveau eller lejlighedsvis (evt. falsk) positive prøver.

Forsyningerne er godt i gang med at ibrugtage sensorer. Dog er sensorer udover tryk, flow og temperatur forsat fortrinsvis i brug på vandværkerne. Hvis der skal være mulighed for styring frem for kontrol, bør relevante sensorer placeres efter de enkelte procestrin på vandværket frem for ved afgang vandværk, hvor de først og fremmest vil udgøre en kontrol af den producerede vandkvalitet. Brug af sensorer er ikke nødvendigvis et spørgsmål om "jo flere des bedre". Det er ressourcekrævende at vedligeholde og kalibrere sensorerne, og udfordringen består forsat i at håndtere og forstå de store datamængder, som sensorerne producerer. Første skridt er at få integreret sensordata i styringssystemer (SRO), et arbejde forsyningerne har påbegyndt. Næste skridt vil være at tolke sensordata og bruge dem til styring. For at dette kan blive operationelt, er der brug for en autogenerering af driftsrapporteringer og dynamiske alarmer.

5 Forureningssager

Implementering af DDS hos de tre forsyninger har sat fokus på identifikation af risici, men har samtidig også afdækket, at risici ofte skal opleves, før de rigtig erkendes, hvorved læring ofte sker i forbindelse med forureningssager. Alle tre forsyninger har oplevet en forureningssag i perioden 2010-2011, der alle blev opdaget ved forsyningernes prøvetagning.

Alle tre forsyninger havde forud for de oplevede forureningssituationer udarbejdet en beredskabsplan med procesgange til opsporing og begrænsning af en forurening. Disse udgjorde et godt værktøj til at håndtere situationen, men afdækkede samtidig brister eller mangler, hvilket efterfølgende blev brugt til at optimere planerne og identificere fremtidige behov. Projektgruppens deltagere har været involveret i DANVAs arbejde omkring beredskab, hvor erfaringer fra forureningssager er blevet samlet til at styrke forsyningernes beredskab. For læringspunkter vedrørende rollefordeling, bemanning, kommunikation (internt og eksternt), og serverkapacitet henvises til anbefalinger samlet under DANVAs beredskabsgruppe (www.danva.dk/beredskab). Læringspunkter vedrørende prøvetagning og kildeopsporing er uddybet nedenfor.

VandCenter Syd: Forurening på Skt. Klemens, Stenløsevej, august 2010

Fem vandprøver i området Skt. Klemens, Stenløsevej (strækning dækkende ca. 2 km) udtaget fredag d. 20. august 2010 viste fund af coliforme bakterier (3 - 29 coliforme/100 ml). SMS varsling fra laboratoriet var ikke gået igennem lørdag, hvorved der først blev reageret mandag morgen. Mulig forureningskilde blev hurtigt identificeret, da medarbejdere angav, at rørskydning i området havde ligget åben 16. - 20. august med indtrængen af overfladevand, og der ikke havde været skyllet tilstrækkeligt i henhold til procedure forud for idriftsættelse. En høj grad af sektionering i området muliggjorde inddæmning af forurening og udpegning af strategiske udskylningslokaliteter. Vandprøver udtaget mandag viste kun fund af lave coliform-koncentrationer (2 - 3 coliforme/100 ml) ved to lokaliteter indenfor området, hvorudfra det blev vurderet, at forureningen allerede var skyllet ud, og det blev besluttet blot at holde udskylningerne kørende. Kontrolprøver efterfølgende mandag viser ingen fund af coliforme.

VandCenter Syds læringspunkter:

- Tillid til brandhaner som prøvetagningslokalitet
- Øget fokus på procedurer ved ledningsarbejde
- Bekræftelse af at sektionering og kendskab til eget net giver overblik og mulighed for succesfuld handling
- Bekræftelse af vigtigheden af at medarbejdere skal kunne angive afvigelser fra procedurer i tryk atmosfære for hurtig identifikation af mulig forureningskilde

Aarhus Vand: Forurening i indre Aarhus by med kogeanbefaling, august 2010

Fund af enkelte *E. coli* i tre prøver fordelt over en ni-døgns periode på tre lokaliteter (en pumpestation, en distributionsbrønd og en højdebeholder) udløste d. 21. august 2010 en 85 timers lang kogeanbefaling i et område, der påvirkede 20.000 personer. Der blev i den følgende uge detekteret coliforme bakterier forskellige steder i ledningsnettet, uden yderligere fund af *E. coli*.

Beredskabsarbejdet ledte ikke til en entydig afdækning af forureningskilden men indsnævrede kilden til to sandsynlige muligheder:

1. Der blev afdækket en risiko for periodiske undertryk i visse ledningsstrækninger, der kunne muliggøre indtrængen af omkringstående vand
2. Der blev konstateret afvigelse imellem konstruktionstegninger og faktisk konstruktion af højdebeholderen etableret under terræn. Højdebeholderen, etableret i 30'erne, var blevet udvidet med ekstra kammer i 60'erne, hvor der var etableret en ikke kendt gennemføring imellem de to kamre under kammerenes loft. Der var mulighed for indsvivning af overfladevand i ukendt spalte imellem kamrene (støbeskel), som ville kunne sive videre ind i beholderkammeret via støbeskel omkring gennemføringen. Aarhus Vand antog dette for at være den mest sandsynlige forureningskilde

Aarhus Vands læringspunkter:

- Identifikation af ledningsstrækninger med periodisk risiko for undertryk grundet terrænmæssig placering (højde) af trykforøger og ledningsstrækninger. Efterfølgende er der blevet installeret trykudladere på kritiske steder på ledningsnettet for at afværge undertryksituationer
- Særligt for gamle anlægsdele kan der ikke stoles på arkivbeskrivelser. Vigtig at opnå godt kendskab til anlægsdele i hverdagen
- Vigtigt at kunne driftsomlægge, så der kan driftstyes i forhold til risiko
- Nødvendigt at kende udbredelsesmønstre i ledningsnettet af vand fra forskellige vandværker, samt at kunne identificere effekt på udbredelse af driftsomlægninger. Modelkalibrering og modelkørsler skal foretages udenfor forureningsituation, så informationen haves på forhånd eller hurtigt kan generes for de faktuelle forhold i en forureningsituation
- Fremtidig forsyningsstruktur skal planlægges, så muligheder for overvågning, styring og driftsomlægninger øges

HOFOR: Forurening på Nørrebro med kogeanbefaling, august 2011

Prøve udtaget i indre København by (Nørrebro) d. 18. august 2011 viste høje koncentrationer af coliforme bakterier og *E. coli*. Beredskabsarbejdet indsnævrede indledningsvis kilden til sandsynlige muligheder:

1. Der var kendt indsvivning fra omliggende terræn til højdebeholderanlæg nordvest for København, der derfor har UV-behandling på afgang. Der blev målt høje værdier med "døgnprøvetager" før UV-anlægget, men da dette havde været nede i to timer, ville en forurening kunne være distribueret fra beholderanlægget
2. Et ledningsarbejde på Nørrebro

På baggrund af mulig spredning fra beholderanlægget udstedes d. 19. august 2011 kogeanbefaling, der påvirkede 400.000 personer. Da der ikke blev påvist forhøjede coliform-niveauer i beholderanlæggets øvrige aftagerområder, mens der fortsat blev påvist forhøjede niveauer ved flere lokaliteter i indre by, udpegedes ledningsarbejdet som forureningskilde. Kogeanbefalingen blev indskrænket til et område påvirkende 40.000 personer, men blev fastholdt i endnu fire døgn. Ledningsarbejdet omfattede montering af et t-stykke. Arbejdet var blevet stoppet før færdigmontering, og røret havde stået afproppet under en regnhændelse, der oversvømmede udgravningen. Afpropningen havde ikke været tæt, hvorved vand fra udgravning var trængt ind i røret. Efter færdigmontering af t-stykke blev hovedrøret skyllet

efter angivne procedurer, men medarbejdere gjorde opmærksom på, at det ikke havde været muligt at skylle det nye lille-diameterrør i t-tilslutningen tilsvarende, hvilket havde efterladt 26 liter udgravningsvand ved idriftsættelse.

HOFORs læringspunkter:

- Lav grad af sektionering af ledningsnet begrænser muligheden for at afgrænse udbredelse af forurening på anden måde end ved udskylning via brandhaner (34 stk. i indre by). Muligheder for yderligere sektioner planlægges
- Det er nødvendigt at kende vandet udbredelsesmønstre i byen og kunne identificere effekt af udskylningsprocedurer i en forureningssituation. Modelkalibrering og modelkørsler skal foretages udenfor forureningssituation, så informationen haves på forhånd eller hurtigt kan genereres for de faktuelle forhold i en forureningssituation
- Adgang til prøvetagningssteder udenfor normal arbejdstid er vigtigt. Bør være udvælgelseskriterie for prøvetagningssteder. Supplerende prøvetagningssteder skal være identificeret i hverdagen, så disse kendes i en hektisk forureningssituation
- Der er behov for monitorering af UV lampe (monitoring af barrierer)
- Kontrollaboratories procedurer i hverdagen skal kendes, så der er opmærksomhed på mulighed og parametre for falske positive i forureningssituationen
- Nye metoder ved afpropninger bør implementeres, så de holder tæt ved oversvømmelse af udgravning
- Procedure revideres for udskylning forud for idriftsættelse, der også dækker 'lommer'
- Vigtigheden af, at medarbejdere skal kunne angive afvigelser fra procedure i tryk atmosfære for hurtig identifikation af mulig forureningskilde understreges

5.1 Læring fra forureningsager

Især i en forureningssituation er det vigtigt, at medarbejdere har mulighed for at stå frem og redegøre for uhensigtsmæssigheder i et ikke-dømmende miljø. I de beskrevne situationer hos VandCenter Syd og hos HOFOR blev kildeprobingen hjulpet på vej af, at medarbejdere kunne pege på procedureafvigelse, der kunne have forårsaget forureningssituationen.

Særligt i en forureningssituation er det vigtigt at fastholde samme prøvetagningssteder under hele forløbet. Da en forureningssituation ofte vil medføre en intensivering i antallet af prøvetagningssteder, er det en fordel, at alternative prøvesteder og strategi for brug af disse er kortlagt i hverdagen. Ligeledes er det særdeles vigtigt, at der altid er adgang til prøvetagningsstederne, da prøver kan blive taget på skæve tider af dagen og i weekenden. Er der ikke mulighed for, at forsyningen kan have egne prøvetagningssteder, kan der fx træffes aftale om, at forsyningen har nøgler til børnehaver/skoler.

Der er i en forureningssituation ikke plads til mistillid til eget eller eksternt laboratorium. Derfor bør laboratoriets procedurer og metoder gennemgås i hverdagen for at identificere risici for falske positive. Derved vil muligheden for falsk positiv hurtigere kunne udelukkes under en forureningssituation.

Det går stærkt i en forureningssituation, og ofte er der i bakspejlet parametre, man kunne have ønsket undersøgt i forbindelse med kildeprobing. 'Historiske prøver' vil i den sammenhæng have stor værdi, hvor det kan være relevant med prøver både fra før forureningen blev opdaget og fra under forureningsforløbet. 'Historiske prøver' vil simpelt kunne være ekstra vandprøver,

der enten opbevares på køl eller fryses. Alternativt kan prøver fra (større) vandvolumener gemmes opsamlet på et filter. Filtre til historiske prøver kunne fx være del af filtre fra "døgnprøvetagere", der har vist sig at være et stærkt værktøj under forureningssager. En prøve fra "døgnprøvetageren" vil repræsentere en længere periode end en stikprøve – og er dermed i sig selv en slags historisk prøve - og den lavere detektionsgrænse gør det muligt at følge selv mindre variationer og lave koncentrationer. Adgang til "døgnprøvetagere" bør sikres enten igennem mulighed for at omplacere eget udstyr eller igennem låneaftaler med andre forsyninger.

I forureningssituationen er det en nødvendighed at have et godt kendskab til eget distributionsnet, dvs. kende flowretninger, opholdstider, mulige flowændringer, opdæmningsmuligheder og effekt af udskylning. Derved vil udbredelsesscenarier kunne estimeres, og i denne sammenhæng er ledningsnetmodeller et stærkt værktøj. Dette kræver dog, at modellen er kalibreret og er tilstrækkelig robust til at kunne blive pålagt stress, som fx udskylning eller afkobling af beholdere/værker. Brug af ledningsnetmodel vil dog kræve, at virkeligheden rent faktisk ser ud, som man forventer, fx at alle ventiler står som angivet i modellen. En klar konklusion fra forsyningerne er, at sektionering af ledningsnettet med mulighed for afgrænsning af vandflow er eneste virkelig effektive måde at afgrænse en forurening på.

For at få et overblik over udviklingen i en forureningssituation og visualisere de faktiske udbredelsesscenarier må prøvetagningssteder kunne kombineres med ledningsnetkort – optimalt med ledningsnetmodeller – til opsætning af udbredelseskort. Hvis information fra styringssystemer (SRO), herunder sensordata og analyseresultater, kunne integreres i ledningsnetmodeller, vil det give optimal udnyttelse af alle informationer. Der er behov for viden om, hvordan ekstra sensorer og nødbarrierer kan anvendes til kildeopsporing og afgrænsning i en forureningssituation.

Kraftige regnhændelser kan resultere i indsivning i underjordiske tanke eller oversvømmelser af borer, hvorfor information om regnhændelser kan være vigtig information i kildespringssituationen. Her må det ligeledes i hverdagen afklares, hvordan sådan data skaffes, og ikke mindst, hvordan de skal anvendes.

6 Sammenfatning af forsyningernes erfaringer

Erfaringerne kan summeres i en række elementer, som de deltagende forsyningerne vurderer er vigtige at prioritere og inddrage ved risikostyring.

- **Dokumenteret Drikkevandssikkerhed (DDS)**
Implementering af DDS giver større forståelse hos medarbejdere, eksterne arbejdere og entreprenører for, at vand er en fødevarer, hvor hygiejnedirektiverne for nogle ligefrem er blevet ensbetydende med DDS. Erfaringsopsamlingen viser, at en risiko i en forsyning ikke nødvendigvis vurderes til samme farvekategori i alle tre forsyninger. DDS dokumentationen kan således ikke kopieres direkte fra en forsyning til en anden, og det er i høj grad op til den enkelte forsyning løbende at evaluere definitioner, identificerede risici og styringsmuligheder
- **Engagerede medarbejdere, der tager ejerskab**
Den menneskelige faktor må ikke undervurderes. Det er reelt ligegyldigt, hvor mange procedurer der defineres, hvis de ikke efterleves. Engagerede medarbejdere, der har forståelse for, at drikkevand er en fødevarer med et højt hygiejnekrav, og som tager ejerskab for at dette implementeres i arbejdsprocesser, er de vigtigste parameter for drikkevandssikkerheden
- **Identifikation af risikoområder**
Det vurderes, at de fleste risici er knyttet til distributionsdelen, hvor det kan være vanskeligt at definere styringspunkter, såsom hvilke parametre der er relevante at monitorere for og hvor? De største risici og de risici, der er vanskeligst at styre, er knyttet til indtrængende forurening på ledningsnet og forældede værker, bygninger og beholdere
- **Prøvetagningssteder**
Vurderingsgrundlaget styrkes, når ingen prøve står alene (flere prøver repræsenterende samme vand), og der anvendes faste prøvetagningssteder med ubegrænset adgang til prøvetagningshane, helst med standardiseret taphane
- **"Døgnprøvetagere"**
Prøvetagere, der prøvetager større vandvolumen integreret over tid, er et stærkt værktøj til at komme udover problematikken med den lejlighedsvis enkelte positive prøve med værdier over indikatorbakteriernes detektionsgrænse. Sænkning af detektionsgrænsen giver et langt mere nuanceret billede af en mindre forurening, og vil særligt være egnet til at identificere, hvor forældede eller uhensigtsmæssige anlæg giver risiko for indsigning
- **Historiske prøver**
Historiske prøver (fx gemte delprøver eller flowproportionale prøver opsamlet over en længere periode) vil i en forureningssituation kunne bidrage til at identificere, hvornår en forurening er opstået og give mulighed for at lave opfølgende analyser, når yderligere analysebehov er identificeret. En mulighed for historisk prøve kunne være opbevaring af en del af filteret fra en "døgnprøvetager"
- **Sensorer**
Online sensorer producerer store datamængder, det kan være svært at få overblik over og tolke. Der er brug for værktøjer (software integreret i SRO) til at håndtere og automatisere tolkning af de store datamængder. Derudover er der behov for at få klarhed over, hvad de

tilgængelige sensorer kan give information om, og hvor de skal placeres for at kunne anvendes til styring.

- **Integration af styringsværktøjer (SRO) og ledningsnetmodeller**

For at opnå et fyldestgørende overblik til styring er der brug for at kunne integrere prøvetagningssteder, analyseresultater og sensordata i SRO-systemer. Dette kræver udvikling af software. For at opnå fuldt udbytte af ledningsnetmodeller, særlig i en forureningssituation, vil en yderligere integrering af prøvetagningssteder og analyse/sensordata i ledningsnetmodeller være ønskelig.

- **Barrierer**

Brug af yderligere barrierer på vandværker og under distribution vil give øget mulighed for risikostyring. Der er brug for at få defineret, hvilke typer barrierer, der kan implementeres hvor, og hvordan disse barrierer kan overvåges.