



RiskStyr - Sammenfatning

RiskStyr Sammenfatning IP04 - Fra kontrol til styring - Risikovurdering i vandforsyningen

Larsen, Sille Lyster; Christensen, Sarah Christine Boesgaard; Rygaard, Martin; Albrechtsen, Hans-Jørgen

Publication date:
2015

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Larsen, S. L., Christensen, S. C. B., Rygaard, M., & Albrechtsen, H.-J. (2015). *RiskStyr - Sammenfatning: RiskStyr Sammenfatning IP04 - Fra kontrol til styring - Risikovurdering i vandforsyningen*. Danmarks Tekniske Universitet (DTU).

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.



RiskStyr

Sammenfatning

***IP04 - Fra kontrol til styring - Risikovurdering i
vandforsyningen***

Et innovationsprojekt under det strategiske partnerskab Vand i Byer



Projektdeltagere i RiskStyr

- DTU Miljø, projektleder Hans-Jørgen Albrechtsen
- DHI
- Århus Vand A/S
- HOFOR A/S
- VandcenterSyd A/S
- Naturstyrelsen
- Odense Kommune

Kontaktperson: Hans-Jørgen Albrechtsen, DTU Miljø, hana@env.dtu.dk

Introduktion

Dansk vandforsyning distribuerer drikkevand uden desinfektionsresidual og uden eller med få hygiejniske barrierer mellem boring og forbruger. Monitorering af drikkevandskvalitet er således afgørende for at sikre forbrugernes sikkerhed. Tilsvarende er der løbende overvejelser om implementering af en 2. barriere mod patogener i ledningsnettet. På trods af de store danske vandforsyningers omfattende fokus på kontrol med drikkevandskvaliteten gennem dokumenteret drikkevandssikkerhed, vandkvalitetsanalyser og løbende arbejde med drikkevandssikkerhed, sker der med mellemrum overskridelser af vandkvalitetskravene. En stor del af overskridelserne er relateret til distributionen af drikkevandet, og der er også indikationer på, at forureninger ofte sker i forlængelse af store regnhændelser. Netop flere store regnskyl er en forventet konsekvens af klimaforandringerne i Danmark.

På den baggrund har projektet RiskStyr, som et delprojekt under Vand-i-Byer analyseret dansk praksis og internationale anbefalinger vedrørende monitorering af drikkevandskvalitet og herefter udarbejdet metoder til at forbedre monitoringsstrategien i den enkelte forsyning. Målgruppen har været danske vandforsyninger, myndigheder og rådgivere, der arbejder med drikkevandssikkerhed og risikostyring i Danmark og udlandet. Formålet med projektet kan kort opsummeres til:

- At opsamle erfaringer fra det hidtidige arbejde med at sikre drikkevandskvalitet og allerede identificerede problemstillinger
- At udvikle kvantitativ risikovurdering i vandforsyningen
- At udvikle værktøjer til at støtte etableringen af monitoringsstrategier, og som kan bidrage til at styre udpegningen af optimale prøvetagningssteder og placeringer af sekundære barrierer i distributionssystemet
- At demonstrere anvendelsen af værktøjerne i praksis

Definition af "De tre monitoringsituationer"

Vandforsyningens monitorering af drikkevandskvalitet er grundlæggende knyttet til tre forskellige situationer for varetagelse af drikkevandssikkerheden: 1) den daglige kontrolsituation, hvor den løbende vandkvalitet overvåges og dokumenteres. 2) forureningssituationen, hvor der er konstateret overskridelse, og det skal afgøres, hvor alvorlig og hvor udbredt den er 3) kildesporing, hvor forureningskilden opspores for at fjerne den, hvor forureningen afgrænses, kilde spores og fjernes. Projektet har fokuseret på den første situation, men de udviklede værktøjer er også vist, at kunne støtte håndteringen af 2. og 3. monitoringsituation.

Projektets resultater er formidlet i en serie af artikler og rapporter, hvis overordnede indhold kort sammenfattes i det følgende.

Ny viden: Erfaringer med monitorering i landets største forsyninger

VandCenter Syd, Aarhus Vand og HOFOR har omfattende kontrolprogrammer, hvor der årligt tages omkring henholdsvis 222, 1188 og 6550 prøver i distributionssystemet. Dette svarer til ca. 1 kontrol per henholdsvis 42.000, 13.000 og 7.000 m³ distribueret vand. I lovgivningen er der krævet henholdsvis 82, 133 og 393 vandprøver og der tages derfor 3, 9 og 17 gange så mange prøver som angivet i lovgivningen.

Der findes ikke en fælles monitoringsstrategi for landets største forsyninger. Generelt kontrolleres vandet på hverdage, mellem 8 og 12, for at sikre, at vandet kan sendes til analyse hos et laboratorium i åbningstiden.

Vandmængder, mulighed for parallelprøvetagning og tilgængelighed ligger ofte til grund for placering af monitoringssteder i distributionssystemet. Der er forskel på, om forsyningen lægger vægt på informationer fra hydrauliske simuleringer i ledningsnetmodeller eller slet ikke benytter modellerne i processen med at udpege monitoringssteder.

Ny viden: Erfaringer med Dokumenteret Drikkevandssikkerhed og forureningsberedskab

De tre forsyninger, der indgår i projektet, har indført Dokumenteret Drikkevandssikkerhed (DDS). I DDS-processen gennemgås egen forsyning, og risici og muligheder for styring identificeres. Projektets erfaringsopsamling viste, at definition af risici, sandsynlighed og konsekvens er forskellig mellem de enkelte forsyninger. Det er dog fælles, at der er identificeret flest risici i distributionsdelen, hvor antallet af muligheder for introduktion af en forurening er størst, og det er vanskeligt at identificere optimale styringspunkter, som fx optimal placering af monitoringssteder for vandkvalitet.

Erfaringer fra forureningsituationer viste, at det er nyttigt at fastholde samme prøvetagningssteder før og under hele forureningsforløbet. Derudover er det ønskværdigt, at alternative monitoringssteder og strategi for deres anvendelse er kortlagt i hverdagen, da en forureningsituation ofte vil medføre en midlertidig intensivning i antallet af prøvetagningssteder.

Ny viden: Sammenfatning af krav og anbefalinger til monitorering af drikkevandskvalitet

Kravene for drikkevand, der bruges i husholdningen eller kommer i forbindelse med fødevarer, er fastsat i den danske lovgivning ved bekendtgørelse 292 af 26/3/2014, også kendt som Drikkevandsbekendtgørelsen, med baggrund i EUs drikkevandsdirektiv.

Ifølge Drikkevandsbekendtgørelsen skal prøver udtages, så de er repræsentative for kvaliteten af det vand, der forbruges i løbet af hele året, og antallet af prøver skal så vidt muligt fordeles ensartet med hensyn til tid og sted.

Drikkevandsbekendtgørelsen 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)

Danske og internationale vejledninger og anbefalinger for udpegning af monitoringssteder i distributionssystemet er i projektet samlet og kategoriseret i otte overordnede fokusområder: opmagasinering, strategiske prøvetagningssteder (fx parallelprøver), kritiske lokaliteter (fx lang opholdstid), følsomme forbrugere (fx hospitaler), faste prøvetagningssteder (for at sikre kontinuerte måleserier),

stikprøver (for at opnå større geografisk spredning), sæsonafhængighed og endelig tilgængelighed af monitoringsstedet.

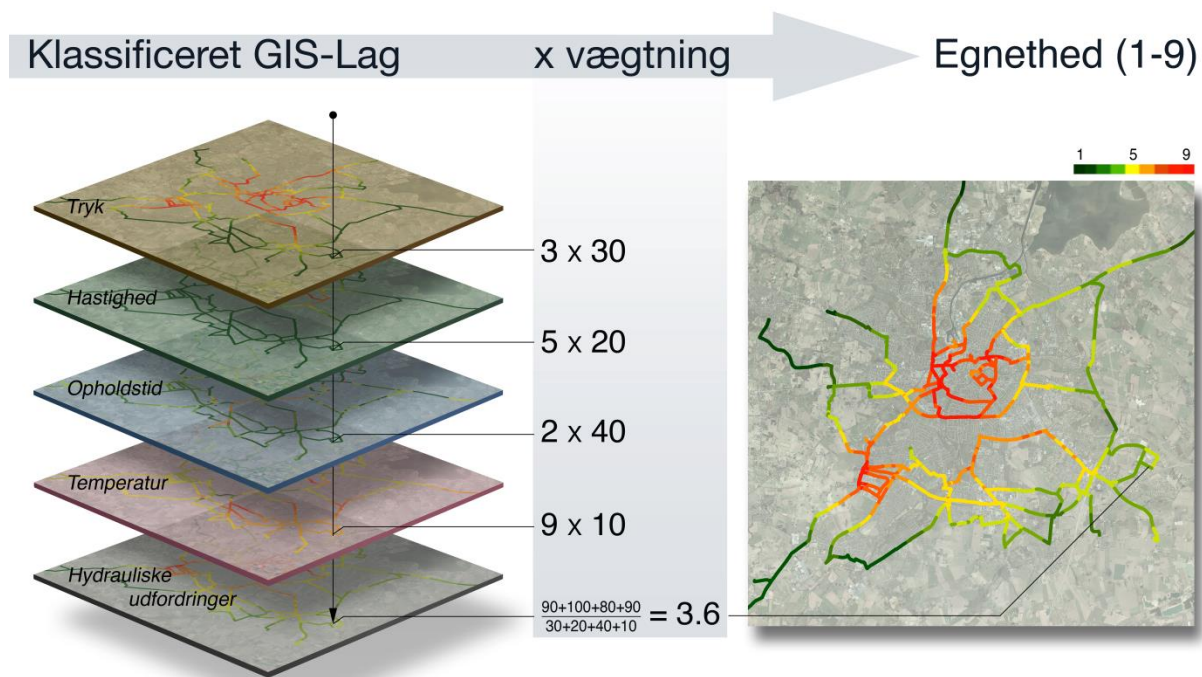
Vejledningerne fokuserer oftest på opmagasinering, strategiske lokaliteter og kritiske lokaliteter, når der anbefales prøvetagningssteder i distributionssystemet. Dernæst er der bred enighed om vigtigheden af faste prøvetagningssteder og den viden, der opnås ved at kunne sammenligne data over længere tid. Det er dog næsten lige så vigtigt, at dække et større geografisk område ved hjælp af stikprøver. De indsamlede erfaringer er brugt som grundlag for udvikling af værktøjet GISMOVA, beskrevet nedenfor.

Demonstration af værktøj: Kvantitativ risikovurdering

Kvantitativ risikovurdering i vandforsyningen kan anvendes til at beregne de enkelte risici og udtrykke dem i form af fx, størrelsen af risikoen for en begivenhed indtræffer, eller størrelsen af konsekvenserne er ved begivenheden. En kvantitativ risikovurdering gennemført i projektet viser, ikke overraskende, at spildevand selv i meget små mængder, kan udgøre en uacceptabel sundhedsrisiko. Der er forhøjet risiko for tilstedeværelse af spildevand i forbindelse med vandforsyningen, hvor der er kloakker, der ligger højere end drikkevandsledningen, hvor der er kloakker under tryk, i forbindelse med grundvandsstigninger og i forbindelse med oversvømmelse i fælleskloakerede områder. Indtrængning kan ske ved kortvarige eller længerevarende lave tryk kombineret med utætheder. Områder med risiko for tilstedeværelse af spildevand bør identificeres og prioriteres i forbindelse med prøvetagning.

Nyt værktøj: GISMOVA

GISMOVA er en GIS-baseret analysemetode, hvor ledningsnetmodeller og geografisk data bruges til at udpege monitoringssteder i distributionssystemet.



Figur 1 GISMOVA sammenstiller parametre med relevans for valg af prøvetagningssted, så optimale prøvetagningslokaliteter kan udpeges i distributionssystemet. Klasse 9 (rød) beskriver særdeles egnede lokaliteter til monitorering.

GISMOVA er udviklet som et værktøj til styring af risici for drikkevandsforurening i distributionssystemet. Styring opnås ved at identificere de største risici for forurening og prioritere monitoringsindsatsen. Metoden tager udgangspunkt i parametre, som beskriver hydraulik, trusler og følsomheder. Data om hydraulik er inddraget i form af statiske input fra ledningsnetmodeller, fx min.- og max.-værdier for tryk, vandets alder og hastighed m.m. Trusler omfatter fx oversvømmede arealer, og hospitaler kategoriseres som en følsomhed.

Parametrene klassificeres på en skala fra 1 til 9, værdisættes og sammenstilles i et værdikort, der beskriver forskellige lokaliteters egnethed i forhold til monitoring. Data vedrørende vandets strømningsretning integreres i GISMOVA og bruges til at analysere, hvor det vand, der på et givet tidspunkt befinder sig på en given lokalitet, er kommet fra, og hvor det efterfølgende vil løbe hen. Dette giver både mulighed for bedre udpegning af de optimale målesteder samt mulighed for efterfølgende at analysere, hvor store dele af netværket vandet fra det enkelte prøvetagningssted vil nå frem til og dermed, hvilke dele af netværket der er dækket af de valgte målesteder.

Værktøjet er udviklet med fire specifikke formål:

- Geografisk analyse forbedrer overblikket over ledningsnettet, og metoden kan tilpasses specifikke kontrolstrategier. Metoden er fleksibel og giver mulighed for at tilføje parametre efter behov. Metoden kan have fokus på mikrobiologisk forurening ved fx at kortlægge risici for brud og indsigning eller have fokus på udledning af uønskede sporstoffer ved at prioritere forurenede grunde og problematiske ledningsmaterialer højest
- Kortlægningen kan benyttes som dokumentation for den valgte monitoringsstrategi
- Overblikket over distributionssystemet kan anvendes til andre formål, såsom geografisk information under en beredskabssituation eller som beslutningsstøtte ved placering af on-line sensorer eller sekundære hygiejniske barrierer i distributionssystemet
- Analysen skal kunne udføres af forsyningens GIS-kyndige medarbejder eller rådgiver

Værktøjet er benyttet som demonstration i hele Odense og en del af Aarhus.

Nyt værktøj: Topologisk klyngeanalyse

Sideløbende med udviklingen af GIS-analysen, blev der identificeret en udfordring med at bestemme typiske vandføringsmønstre i komplekse ringforbundne ledningsnet med flere vandværker og tanke, der forsyner det samme net. I sådanne ledningsnet er det vanskeligt at identificere, de dele af ledningsnettet, der typisk er opstrøms eller nedstrøms et målepunkt eller en hændelse. For at skabe overblik, har projektet udviklet en metode til klyngeanalyse, der simpelt fortalt identificerer punkter i ledningsnettet, der i længere eller kortere tidsintervaller er enten stærkt eller svagt forbundne. Stærkt forbundne klynger dækker punkter, hvor vandet løber frem og tilbage indenfor det samme område, mens svagt forbundne klynger dækker punkter, hvor vandet konstant løber i samme retning. Klyngerne udgør tilsammen mønstre, der kan bruges til at planlægge placering af prøvetagningssteder i forbindelse med begrænset kontrol og prøvetagningssteder i beredskabssituationer, hvor der kræves et hurtigt overblik over vandets bevægelse i et givent tidsinterval.

Liste over leverancer

Projektet er afrapporteret i følgende leverancer:

- **RiskStyr, Sammenfatning**
Larsen, S.L., Christensen, S.C.B., Albrechtsen, H.-J. & Rygaard, M. 2015
- **GIS-baseret Monitoringsstrategi i Vandforsyningen, GISMOVA 1. del - Introduktion, baggrund og metode**
Larsen, S.L., Christensen, S.C.B., Albrechtsen, H.-J. & Rygaard, M. 2015
- **GIS-baseret Monitoringsstrategi i Vandforsyningen, GISMOVA 2. del - Vejledning**
Larsen, S.L., Christensen, S.C.B., Albrechtsen, H.-J. & Rygaard, M. 2015
- **Fra kontrol til styring – risikovurdering i vandforsyningen**
Corfitzen, C.B., Christensen, S.C.B., Albrechtsen, H.-J., Jacobsen, P., Møllerup, F. og Lind, S.
- **Risikovurdering af indtrængning af spildevandspåvirket vand i ledningsnet**
Jørgensen, C. & Heinicke, G. 2015
 [Leverance Risikovurdering af indtrængning af spildevandspåvirket vand i ledningsnet \(349 KB\)](#)
- **Notat om anvendelse ledningsnetmodellering i forbindelse med monitoring og risikostyring** Andersen, H. 2015
- **Mikrobiel vandkvalitet i rentvandsbeholdere efter inspektion og rensning**
Christensen, S.C.B., Esbjørn, A., Møllerup, F., Musovic, S., Klümper, U & Albrechtsen, H.-J. 2014
 [Leverance Mikrobiel vandkvalitet i rentvandsbeholdere 2014 \(1.9 MB\)](#)
- **Simplification of Water Distribution Network Simulation by Topological Clustering – Investigation of its Potential Use in Copenhagen's Water Supply Monitoring and Contamination Contingency Plans**
Kirstein, J., Albrechtsen, H.-J. & Rygaard, M. 2014. Procedia Engineering, 89, 1184-1191
 [Leverance Simplification of Water Distribution Network Simulation \(2.1 MB\)](#)
- **Additional hygienic barriers in water distribution networks**
Larsen, S.L., Kirstein, J., Christensen, S.C.B., Albrechtsen, H.-J. & Rygaard, M. 2015. (artikel – under forberedelse)
- **Location optimization of water supply monitoring by spatial analysis**
Larsen, S.L., Christensen, S.C.B., Albrechtsen, H.-J. & Rygaard, M. 2015. (artikel – under forberedelse)
- **GIS-kortlægning af risiko og monitoringsdækning. Demonstration af nyt værktøj via cases baseret på Aarhus og Odense**
Larsen, S.L., Christensen, S.C.B., Albrechtsen, H.-J. & Rygaard, M. 2015. DanskVand april 2015 (under forberedelse)