



Miljøministeriet  
Naturstyrelsen



# Udredning om brug af sekundavand i Danmark

2014

**Titel:**

Udredning om brug af sekundavand i Danmark

**Redaktion:****Rambøll**

Marianne Marcher Juhl

Annette Raben

Herman Juel

Lisbeth Hjortborg Jensen

**Udgiver:**

Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø.  
[www.nst.dk](http://www.nst.dk)

**År:**

2014

**ISBN nr.**

978-87-7091-542-7

**Ansvarsfraskrivelse:**

Naturstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Naturstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Naturstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

# Indhold

<b>Forord</b> .....	<b>5</b>
<b>Konklusion og sammenfatning</b> .....	<b>6</b>
<b>Summary and conclusion</b> .....	<b>8</b>
<b>1. Indledning</b> .....	<b>11</b>
1.1 Baggrund .....	11
1.2 Formål .....	12
1.3 Definition af sekundavand .....	12
1.4 Projektets afgrænsning .....	13
1.5 Datagrundlag for rapporten .....	13
1.6 Rapportens opbygning .....	14
<b>2. Lokale vandkilder</b> .....	<b>15</b>
2.1 Grundvand .....	17
2.1.1 Grundvandssænkninger og omfangsdræn .....	17
2.1.2 Afværgepumpninger og forurenedede boringer .....	18
2.2 Overfladevand .....	19
2.3 Afledt vand .....	20
2.4 Afstrømmet regnvand fra tage .....	21
2.5 Afstrømmet regnvand fra befæstede arealer .....	22
2.6 Samlet oversigt over vandkilders egnethed som sekundavand .....	23
2.7 Samlet oversigt over vandkilders egnethed til lokal rensning til drikkevand .....	24
<b>3. Anvendelsesmuligheder for sekundavand</b> .....	<b>26</b>
3.1 Toiletskyl .....	26
3.2 Tøjvask .....	30
3.3 Rekreative anvendelser.....	31
3.4 Grundvandsdannelse i byområder .....	33
3.5 Industrielle anvendelser .....	34
3.5.1 Kraft- og varmeproduktion.....	36
3.5.2 Køling.....	37
3.5.3 Vask, skyl og rengøring .....	37
3.5.4 Proces .....	39
3.5.5 Produkt .....	40
3.5.6 Sanitære formål .....	40
3.6 Brandbekæmpelse.....	41
3.7 Kloakspuling .....	42
3.8 Parker og veje: Vanding, ukrudtsfjernelse, fejebiler .....	43
3.9 Hospitaler .....	44
3.10 Drikkevand .....	45
3.11 Samlet oversigt over anvendelser for sekundavand .....	47
<b>4. Kilder til sekundavand til specifikke anvendelser</b> .....	<b>49</b>
4.1 Kvalitet og vandbehandlingsbehov .....	49
4.2 Potentiale baseret på vandmængder .....	50
4.3 De mest oplagte anvendelser af sekundavand .....	52

4.3.1	Sekundavand til toiletskyl & tøjvask .....	53
4.3.2	Grundvandsdannelse ved infiltration af sekundavand.....	54
4.3.3	Industrielt vandforbrug .....	55
4.3.4	Hospitaler .....	57
<b>5.</b>	<b>Kvartervise løsninger til anvendelse af sekundavand .....</b>	<b>58</b>
5.1	Modeller for kvartervise sekundavandsløsninger .....	58
5.2	Diskussion af fordele og ulemper ved kvartervise sekundavandsløsninger .....	63
<b>6.</b>	<b>Afdækning af lovgivningsmæssige, tekniske og økonomiske barrierer og muligheder.....</b>	<b>66</b>
6.1	Barrierer og muligheder for anvendelse af sekundavand .....	66
6.1.1	Lovgivningsmæssige barrierer og muligheder .....	66
6.1.2	Tekniske barrierer og muligheder .....	68
6.1.3	Økonomiske barrierer og muligheder .....	70
6.2	Forslag til at fremme incitamenten for anvendelse af sekundavand .....	72
<b>7.</b>	<b>Erfaringer med brug af sekundavand i andre lande .....</b>	<b>74</b>
7.1	Tyskland .....	74
7.2	Østrig .....	75
7.3	Holland.....	75
7.4	USA og Canada.....	76
7.5	Australien .....	76
7.6	Mellemøsten.....	78
7.7	Spanien.....	79
7.8	Sydkorea.....	79
7.9	Japan .....	80
7.10	Sammenfatning.....	80
<b>8.</b>	<b>Perspektivering af Danmark som udstillingsvindue .....</b>	<b>81</b>
8.1	Danmarks ståsted .....	81
8.2	Potentiale for Danmark som udstillingsvindue.....	85
8.2.1	Intelligente helhedsløsninger .....	86
8.2.2	Vandeffektive løsninger .....	87
<b>9.</b>	<b>Forslag til videre arbejder og undersøgelser .....</b>	<b>89</b>
	<b>Referencer .....</b>	<b>91</b>

# Forord

Stigende udfordringer med at indvinde rent grundvand til produktion af drikkevand sammenholdt med klimaforandringer, hvor større regnvandsmængder skal håndteres lokalt, har øget interessen for at undersøge potentialet i at anvende lokale vandforekomster på en smartere måde. Dette projekt sætter fokus på at undersøge mulighederne for at anvende lokale kilder til sekundavand til at erstatte drikkevandsforbrug, hvor der ikke nødvendigvis kræves drikkevandskvalitet. Det kan være ved direkte erstatning med sekundavand eller ved anvendelse af andre vandkilder end rent grundvand til at erstatte produktion af drikkevand.

Sekundavand er vand af anden kvalitet end drikkevandskvalitet, der kan erstatte brugen af drikkevand til visse formål.

Naturstyrelsen, HOFOR, Aarhus Vand, Tårnby Forsyning, Frederikssund Forsyning og Brøndby Kloakforsyning har derfor fået udført nærværende udredningsprojekt, hvor potentialet for anvendelse af sekundavand som erstatning for drikkevand samt lokal vandbehandling til drikkevandskvalitet i større bykvarterer er undersøgt. Projektet er gennemført af Rambøll Danmarks A/S i perioden januar – december 2013 og fokuserer på såkaldte kvartervis løsnings i byområder.

Samtidig med dette projekt har Naturstyrelsen fået udarbejdet en rapport ”Brug af regnvandsanlæg i Danmark. Erfaringsopsamling” /1/, som samler op på kommuners, forsyningers og brugeres erfaringer med brug af regnvandsanlæg i Danmark. Erfaringsopsamlingen er inddraget i analyser og vurderinger i nærværende rapport.

Projektet er løbende blevet drøftet med en projektgruppe med følgende medlemmer:

Henrik Borg Kristensen, Naturstyrelsen  
Maj-Britt Bøgeløv Poulsen, HOFOR (Hovedstadsområdets Forsyningsselskab)  
Søren Lind, HOFOR (Hovedstadsområdets Forsyningsselskab)  
Mariann Brun, Aarhus Vand

Endvidere har projektet været fulgt af en følgegruppe med følgende deltagere ud over projektgruppen:

Jens Andersen, HOFOR (Hovedstadsområdets Forsyningsselskab)  
Kim Zambrano, HOFOR (Hovedstadsområdets Forsyningsselskab)  
Raymond Skaarup, Tårnby Forsyning  
Arne Hansen, Frederikssund Forsyning  
Hans-Jørgen Albrechtsen, DTU (Danmarks Tekniske Universitet)  
Inger Bergmann, Naturstyrelsen  
Carl-Emil Larsen, DANVA (Dansk Vand og spildevandsforening)  
Pernille Weile, FVD (Foreningen af vandværker i Danmark)  
Morten Løber, Dansk Industri  
Helene Bavnhøj Hansen, Sundhedsstyrelsen  
Lin Krarup, Fødevarer og Landbrug

# Konklusion og sammenfatning

Klimaforandringer, stigende miljø- og naturhensyn, udvikling af billigere og mere effektive vandreningsteknologier og stigende vandressourcemangel medfører ændret forvaltning af vandforekomster både internationalt og i Danmark i disse år. I Danmark har vi en lang tradition for at basere alt drikkevandsproduktion på uforurenede grundvand og at adskille alle andre vandforekomster fra drikkevandsproduktionen. Men er det også fremtidens løsning eller kan det gøres smartere?

I denne rapport sættes fokus på potentialer og barrierer for at erstatte forbrug af drikkevand med vand fra lokale vandkilder af anden kvalitet end drikkevand til formål, der ikke kræver drikkevandskvalitet – kaldet brug af sekundavand. Desuden sættes fokus på potentialer og barrierer for at anvende og rense andre lokale vandkilder ud over rent grundvand til drikkevandskvalitet som lokal supplement til den eksisterende vandforsyning.

I rapporten er fokus på såkaldte kvartervise løsninger. Det vil sige løsninger, som dækker et bymæssigt kvarter og dermed ikke enkelte husstande eller bygninger eller hele byer. De kvartervise løsninger kan f.eks. anlægges og drives af vandforsyninger, som har uddannet personale og viden om vandkvaliteter og –installationer.

Rapporten fastlægger, hvilke vandkilder der urensede kan anvendes til vandforbrug, hvor der ikke er behov for vand af drikkevandskvalitet, samt hvilke lokale vandkilder – ud over rent grundvand – der ved en vandbehandling lokalt kan renses til drikkevandskvalitet og indføres på den eksisterende drikkevandsforsyning i området. Samtidigt er barriererne i den nuværende lovgivning og forvaltningsmæssige praksis for at øge brugen af andre vandkilder end rent grundvand identificeret, og potentialet i nye former for fremtidige vandanvendelser er vurderet.

Det største potentiale for at anvende sekundavand uden vandbehandling ligger i anvendelsen af opsamlet regnvand og procesvand fra industrien, primært fordi disse vandkilder ikke indeholder stoffer, som giver anledning til udfældninger i rør og installationer – dog kan vandkvaliteten i procesvand være meget varierende, så der kan lokalt være behov for vandbehandling.

Potentialet for at anvende grundvand fra afværgepumpninger og grundvandssænkninger vurderes ligeledes at være stort. Dog vil der her i mange tilfælde skulle suppleres med en vandbehandling, som svarer til den simple vandbehandling, der udføres på vandværker, for at kunne opnå en vandkvalitet, som muliggør anvendelsen af sekundavandet uden tilclogninger eller korrosion af rør og installationer. Da sekundavand yderligere kræver anlæggelse af separate rørsystemer og adskilte installationer fra drikkevandssystemer, vurderes det største potentiale for brug af sekundavand at være ved en rensning, der muliggør en drikkevandskvalitet, således at sekundavandet efter vandbehandling til drikkevandskvalitet distribueres til forbrugerne i det eksisterende vandforsyningssystem.

Der synes desuden at være et potentiale i at udnytte eksisterende vandbehandlingsudstyr hos industri og hospitaler til brug af sekundavand, da der her allerede kan være vandbehandlingsudstyr, der vil kunne behandle flere sekundavandskilder til drikkevandskvalitet eller renere.

Desuden beskrives i rapporten, at lokal infiltration af vand kan bidrage til grundvandsdannelse. Dette forbedrer på længere sigt muligheden for lokale indvindinger af grundvand, der kan behandles til drikkevandskvalitet lokalt og dermed ledes ind på det eksisterende vandforsyningsnet.

Rapportens gennemgang af de lovgivningsmæssige barrierer og muligheder for anvendelse af sekundavand viser, at der i husholdninger er en række lovgivningsmæssige begrænsninger for at udvide anvendelsen af sekundavand fra opsamlet regnvand til tøjvask og toiletskyl, idet de sundhedsmæssige risici vægtes højt og da vand til husholdninger er omfattet af EU's drikkevandsdirektiv. Der ses dog ikke lovgivningsmæssige begrænsninger for brug af sekundavand i industrien, bortset fra i fødevarer virksomheder og medicinalindustrien, hvor der skal foreligge specifikke dispensationer fra myndighederne for de dele af drikkevandsforbruget, som erstattes med sekundavand.

Lovgivningen er dog bygget op omkring princippet om at anvende drikkevand baseret på uforurennet grundvand og derfor kan kommuner og borgere have svært ved at gennemskue mulighederne for at bruge sekundavand, da dette ikke nævnes specifikt bortset fra brug af opsamlet regnvand til wc-skyl og tøjvask i vaskemaskiner i boliger. Det anbefales derfor for det første at få specificeret, hvorvidt sekundavandsanlæg er omfattet af vandforsyningsanlæg jf. drikkevandsbekendtgørelsen, kommunernes muligheder for at føre tilsyn med sekundavandsanlæg og evt. vandkvaliteten bør herunder tydeliggøres. For det andet at udarbejde vejledende materialer om mulighederne for at anvende sekundavand med og uden vandrensning til henholdsvis boliger, virksomheder (herunder fødevarer virksomheder og medicinalindustri) og offentlige bygninger (herunder hospitaler og institutioner).

I praksis opleves særligt begrænsninger, herunder administrative begrænsninger, for brug af sekundavand på grund af kvalitetskrav ved udledning af brugt sekundavand til kloak eller recipient – kvalitetskrav kommunerne stiller i henhold til Miljøbeskyttelsesloven.

Der er indsamlet internationale erfaringer om anvendelse af sekundavand. Dette viser, at der arbejdes med emnet særligt i de lande, hvor der enten er akut vandmangel, eller hvor stigende vandpriser har medført lokale initiativer. Således har Australien gennemført og er i gang med at gennemføre lokale løsninger, som sigter mod en genanvendelsesprocent på over 80. Kvartervise løsninger – dvs. et supplerende vandsystem med sekundavand inden for afgrænsede byområder - er blevet forbudt i Holland på grund af en episode med ulovlig sammenkobling af sekundavands- og drikkevandssystemet, så det resulterede i en drikkevandsforurening, der ramte alle beboere i kvarteret.

Danmark har overordnet set ikke en vandressourcemangel, som betinger anvendelse af sekundavand i kvartervise løsninger. I byområder med begrænset adgang til grundvandsressourcer vil øget brug af sekundavand dog kunne bidrage positivt til at mindske behovet for rent drikkevand og dermed presset på grundvandsressourcerne i de områder, hvor der indvindes til drikkevandsproduktion.

Internationalt har Danmark pt. ikke en styrkeposition inden for sekundavand. Da lande med stor vandressourcemangel er relativt langt fremme og primært har erfaringer med løsninger på enkelt-ejendomme (primært regnvandsopsamling) og mere centrale løsninger, hvor spildevand centralt renses til kvaliteter, der indgår i produktion af drikkevand eller sekundavand (anvendes primært til vandingsformål) vurderes det, at Danmarks største muligheder for at markere sig internationalt er ved at indføre sekundavand som del af kvartervise helhedsløsninger. Det vil sige løsninger, hvor der sker en integration af vandløsninger i forhold til både miljø, klima og energi i lokal skala i relation til den tilstedeværende infrastruktur, vandkilder, bebyggelse og bystruktur, geologi osv. F.eks. ved at indarbejde sekundavandsløsninger som et element i energibesparelser, klimatilpasningstiltag og reduktion af miljøeffekter fra grundvandsindvinding, og hvor forsyningsselskaber, myndigheder, lokale virksomheder og borgere samarbejder om at optimere vandanvendelsen i kvarteret.

Alternativt vurderes det, at Danmark vil have muligheder for at markere sig internationalt i forhold til vandeffektivitet. Danmark ligger internationalt set lavt med hensyn til vandforbrug og vandspild. Vandeffektiviteten vil kunne øges yderligere ved øget genanvendelse af vand og brug af sekundavand, hvorved forbruget af drikkevand ville mindskes yderligere.

# Summary and conclusion

Climate changes, environmental considerations and the development of cheaper and more efficient water purification technologies combined with an increasing shortage of water resources has led to a changed management of water resources in Denmark and internationally in these years. In Denmark we have a long tradition of basing all production of drinking water on non-polluted groundwater and of separating all other sources of water from the production of drinking water. But is this the solution for the future or is there a more clever way?

In this report the focus is on the potentials and the barriers for replacing the use of drinking water with water from local water sources of another quality than drinking water, for purposes that do not require drinking water quality – known as the use of secondary water. Furthermore, focus is on the potentials and the barriers for using and treating other local water sources (besides clean groundwater) and turning it into drinking water quality as a local supplement to the existing water supply.

In the report focus is on so called “district-wise solutions”. These are solutions that cover an urban neighbourhood and hence not individual households, buildings, or whole cities. The district-wise solutions can for example be made and run by water supplies, which have an educated staff and knowledge on water quality and installations.

The report establishes firstly which water sources can be used uncleaned before consumption where there is no need for water of drinking quality, and secondly which local water sources – besides clean groundwater – can be locally treated to meet the quality standards of drinking water and entered into the existing water supply system in the area. The report identifies the barriers in the existing legislation and administrative practice against the increased usage of other water sources than clean groundwater, as well as assessing the potential in new types of future water usage.

The largest potential for using secondary water, without water treatment, lies in the use of collected rainwater and in the use of process water from the industry, primarily because these water sources do not contain substances that cause deposits in piping and installations – However, the water quality of process water may vary greatly, so locally there can be a need for water treatment.

The use of groundwater from pump and treat remediation and groundwater lowering is also estimated to have great potential. However, in many cases additional water treatment similar to the basic water treatment carried out at waterworks is necessary in order to achieve a water quality level that makes it possible to use the secondary water without blockage or corrosion of piping and installations. As secondary water requires an additional construction of separate piping systems and split installations from the drinking water system, the report estimates that the biggest potential for the use of secondary water is by treating the water into water of drinking water quality which will allow the water to be distributed to the consumers in the existing water supply system.

Furthermore, there seems to be a potential in using existing water treatment equipment at industries and hospitals for usage of secondary water, since they might already have water treatment equipment which is able to treat a number of secondary water sources into drinking water quality or even purer.

Also it is described in the report that local percolation of water can contribute to the making of groundwater. This improves the long-term possibility of local abstraction of groundwater that can



be treated into drinking water quality locally, and thus being led into the existing water supply network.

In the report, the review of the legislative barriers and possibilities for the use of secondary water shows that in households there are a number of legislative limitations for increasing the use of secondary water from collected rainwater to laundering clothes and flushing toilet, as the health related dangers is of great importance and as water for household use is covered by the EU Drinking Water Directive. However, no legislative limitations for the use of secondary water in the industry has been assessed, except from the food and pharmaceutical industries where specific dispensations from the authorities have to be awarded for those parts of the drinking water consumption that is replaced with secondary water.

However, the legislation is based on the principle of using non-polluted groundwater for drinking water and therefore the local authorities and the citizens might find it difficult to see the possibilities for using secondary water, as this is not mentioned specifically in the legislation, except from the use of collected rainwater for toilet flushing and laundering clothes in houses. Therefore it is recommended to first specify whether secondary water is embraced by water supply units according to the Drinking Water Act, the possibilities for municipalities to supervise secondary water works should be clarified under this. Secondly, it is recommended to formulate advisory material about the possibilities for using secondary water with or without water cleansing for housings, businesses (including food and pharmaceutical industries) and public buildings (including hospitals and institutions).

Limitations, including administrative limitations, for the use of secondary water are primarily experienced due to quality demands on the emission of used secondary water into sewers or receiving water bodies – quality demands are put forward by the local authorities according to the Danish Environmental Protection Act.

International experience on the use of secondary water has been gathered. This shows that work is carried out in this field, especially in countries experiencing either acute water shortage or where increasing water prices has triggered local initiatives. Australia has implemented and is still implementing local solutions, which aim for a reuse percentage of over 80. District-wise solutions – that is, a supplementary water system with secondary water within limited urban areas – has been prohibited in the Netherlands due to an episode of illegal linkage of the secondary water system with the drinking water system, which affected all the residents in the neighbourhood.

Denmark does not have a general water resource shortage, which requires the use of secondary water in district-wise solutions, but in some urban areas with limited access to groundwater resources the increased use of secondary water could contribute positively in reducing the need for clean drinking water. Thus reducing the pressure on the groundwater resources in those areas where drinking water is extracted.

Internationally, for the time being, Denmark does not enjoy a leading position in secondary water usage. Primarily because countries experiencing scarce water resource are relatively progressive, having experience with solutions in single housings (mainly rainwater collection) and central solutions where wastewater is centrally cleansed into qualities which is used in the production of drinking water or secondary water (used mainly for watering-purposes), it is assessed that Denmark's biggest opportunity to make a mark internationally is to introduce secondary water as a part of district-wise end-to-end solutions. These are solutions where water solutions are integrated in relation to both environment, climate, and energy on a local scale relating to the existing infrastructure, water sources, development, and urban structure, geology etc. For example by implementing secondary water solutions as an element in energy savings, climate adjustments, and reduction of envi-

ronmental impacts from groundwater extraction, and where utility companies, authorities, local industries and citizens are cooperating in optimizing water use in the neighbourhood.

Alternatively, the report estimates that Denmark will have possibilities for making a mark internationally in water efficiency. Compared internationally Denmark is efficient regarding water consumption and water waste. The water efficiency could be increased further by enhanced reutilization of water and the use of secondary water; hence the consumption of water would diminish further.

# 1. Indledning

## 1.1 Baggrund

Vandforsyningsstrukturen i Danmark er baseret på indvinding af rent grundvand og en efterfølgende simpel vandbehandling med iltning og sandfiltrering. Der er en decentral vandforsyningsstruktur, hvor grundvandet i mange tilfælde indvindes og behandles i nærheden af forbrugerne. For de store byområder er situationen ofte anderledes. Her indvindes og behandles vandet ofte uden for byområdet, og vandet transporteres over lange afstande til forbrugerne. Ofte indvindes vandet i land- og naturområder, hvor grundvandet også er med til at sikre vandføringen i vandløb og søer.

Håndtering af vand er i dag primært baseret på indvinding af rent grundvand til drikkevandsforsyning og bortskaffelse af ”brugt vand” (spildevand) og regnvand uden større fokus på genanvendelse. Dette er historisk betinget, idet der har været nem tilgang til rent drikkevand og gode muligheder for at komme af med det brugte vand. Skærpede krav til indvinding, forurening af grundvandet og mere nedbør skaber sammen med forbedrede teknologiske muligheder for vandrensning, og større internationalt fokus på miljøhensyn og bæredygtige byer, nye rammer for den samlede vandhåndtering.

Inden for visse industrier har virksomheder indført brug af andre vandforekomster til erstatning for drikkevand af økonomiske grunde. Det gør sig især gældende for de store vandforbrugende industrier til formål, hvor der ikke er krav om drikkevandskvalitet, f.eks. ved råstofindvinding, betonproduktion og dambrug. I andre industrielle sektorer er brug af vand, som ikke har drikkevandskvalitet, endnu ikke indført og inden for andre områder som husholdning, kontorbyggeri og i erhvervs-kvarterer er der endnu ikke en udbredt anvendelse af andre vandtyper end drikkevand. Dog er der i de senere år blevet etableret flere regnvandsanlæg, hvor regnvand opsamles og anvendes til toilet-skyl og evt. tøjvask i huse, lejlighedskomplekser og kontorer.

Forsyningsselskaberne oplever stigende udfordringer med at indvinde rent grundvand på grund af naturlige og menneskeskabte forureninger. Endvidere har flere af de store forsyningsselskaber udfordringer med at opnå tilladelser til at indvinde den mængde grundvand, som de havde forudsat, blandt andet på grund af, at en indvinding vil kunne påvirke vandføringen i vandløb og søer.

De øgede regnmængder bevirker, at man i Danmark er godt i gang med en række spændende projekter med at opsamle og håndtere regnvandet mere lokalt og integrerende i byområder. Der er derfor nu mulighed for også at tænke anderledes i forhold til vandforbrug og vandressourcer, og for at udnytte den internationale teknologiudvikling for sekundavand og rensning af drikkevand. Et mere integreret syn på byernes vandkredsløb kan føre til, at der fremover anvendes mere end én vandkvalitet til vandforsyning baseret på den aktuelle anvendelse, eller at håndtering af regnvand med henblik på anvendelse efter opbevaring eller rensning bliver mere udbredt end i dag.

Flere af de større forsyningsselskaber har interesse i at undersøge, om det i byområder er muligt at etablere større kvartervisse løsninger, så der forsynes med vand, der ikke har drikkevandskvalitet, til erstatning for nogle af de anvendelser, hvor der i dag bruges vand af drikkevandskvalitet, selv om anvendelsen ikke forudsætter drikkevandskvalitet. Formålet med de større, kvartervisse løsninger – frem for løsninger på enkeltejendomme – er, at de kan anlægges og drives af forsyningsselskaberne, der i forvejen forsyner forbrugerne med drikkevand og har teknisk ekspertise i forhold til tekniske vandssystemer.

Øget anvendelse af vand, der ikke har drikkevandskvalitet og rensning af andre vandforekomster end rent grundvand til drikkevandskvalitet, er i tråd med Miljøministeriets ”Handlingsplan til sikring af drikkevandskvaliteten”, 2010-2012 /2/, idet det ved planens indsatsområde 2 er anført, at det er nødvendigt med systematisk og klog planlægning, så grundvandet anvendes fornuftigt.

Overordnet set er der således nye argumenter for øget integration af vandløsninger i Danmark.

## 1.2 Formål

Formålet med projektet er at undersøge mulighederne for at mindske behovet for rent grundvand til drikkevandsproduktion ved at indføre mere integrerede vandløsninger ved:

- A) Øget brug af sekundavand, som kan erstatte forbrug af drikkevand til formål, hvor der ikke kræves drikkevandskvalitet.
- B) Rensning af lokale sekundavandsforekomster til drikkevandskvalitet, som ledes ind på det eksisterende drikkevandssystem.

I projektet er der fokus på centrale, kvartervise sekundavandsløsninger, som kan ejes og drives af forsyningsselskaberne. Potentialerne baseres på en screening af mulighederne for på landsplan at anvende sekundavand, men kvartervist vil potentialerne afhænge af de lokale forhold som forbrugere og tilgængelige vandkilder.

Som led i undersøgelsen skal projektet:

- Beskrive kilder til sekundavand med fokus på vandkvalitet, vandmængder, risici ved opbevaring samt tilgængelighed af vandkilden (kontinuerlig eller periodevis).
- Beskrive mulige anvendelser af sekundavand med fokus på vandmængder og nødvendig vandkvalitet, specielt i forhold til menneskelig kontakt.
- Angive hvilke vandkilder der primært kan anvendes til vandforbrug, der ikke kræver drikkevandskvalitet.
- Afdække lovgivningsmæssige barrierer for og incitamenter til at øge brugen af sekundavand i Danmark.
- Beskrive erfaringer og best practice for brug af sekundavand i andre lande.
- Perspektivere mulighederne for Danmark som udstillingsvindue for brug af sekundavandsløsninger.
- Give anbefalinger til videre arbejder og undersøgelser.

## 1.3 Definition af sekundavand

Der findes ingen officiel definition af sekundavand i Danmark, men i et projekt gennemført af DTU, HOFOR og Aarhus Vand er der angivet følgende betegnelse af sekundavand /3/.

Sekundavand: vand af anden kvalitet end drikkevandskvalitet, der kan erstatte brugen af drikkevand eller på anden vis kompensere for anvendelsen af drikkevand.

Sekundavand betegnes ofte som vand, der som udgangspunkt har en dårligere vandkvalitet end drikkevand, men som kan bruges til at erstatte drikkevand til formål, som ikke kræver drikkevandskvalitet. I denne rapport udgøres kilder til sekundavand af vandforekomster, som ikke er uforurenede grundvand.

Begrebet sekundavandsanlæg dækker i rapporten over anlæg, som indvinder, behandler og distribuerer sekundavand.

Sekundavandsinstallationer dækker over installationer til sekundavand på matrikelniveau i bebyggelser.

#### **1.4 Projektets afgrænsning**

I denne rapport analyseres og vurderes muligheder, barrierer og potentialer for anvendelse af sekundavand (jf. definition af sekundavand) samt anvendelse af lokale vandkilder, der efter lokal rensning kan opnå drikkevandskvalitet i kvartervisse løsninger i byområder.

Anvendelsen af sekundavand omfatter alene de anvendelser, som kan erstatte brugen af rent drikkevand fra vandværker til formål, der ikke kræver drikkevandskvalitet.

Lokale vandkilder, der efter rensning kan opnå drikkevandskvalitet, omfatter ikke rent grundvand, da denne vandkilde allerede er en integreret løsning i vandforsyningen i Danmark, og da formålet med rapporten er at beskrive potentialet i at anvende andre vandkilder i drikkevandsforsyningen for at mindske behovet for og spare på mængderne af rent grundvand.

Kvartervisse løsninger omfatter afgrænsede byområder som f.eks. et parcelhuskvarter, et industri-kvarter eller en bykerne. Kvartervisse løsninger kan udføres i forbindelse med såvel nybyggeri og i eksisterende byggeri.

Projektet dækker således ikke anvendelse af sekundavand til større geografiske områder som hele byområder, kommuner, regioner eller en middelstor eller stor vandforsynings totale forsyningsområde. Der er derfor kun fokus på løsninger, som delvist kan erstatte eller supplere den nuværende vandforsyningsstruktur i kvartervisse løsninger.

Løsninger, som fuldt ud kan erstatte brugen af rent grundvand til drikkevandsproduktion – f.eks. centrale anlæg til afsaltning af havvand til drikkevandskvalitet – er derfor udeladt af rapporten. Rapporten omfatter heller ikke muligheder for at anvende vandområder som søer, hav og vandløb som fortynding og/eller rensning af spildevand med henblik på at bruge naturen som en del af renseprocessen. Dog omfatter projektet infiltration af vand til grundvandsmagasiner samt oppumpning herfra i lokal skala.

Opsamling af internationale erfaringer og best practice ved anvendelse af sekundavand er afgrænset til fortrinsvis at omfatte regulering af etablerede løsninger fra landene Tyskland, Østrig, Holland, Spanien, USA & Canada, Mellemøsten, Australien, Japan og Sydkorea. Erfaringsopsamlingerne skal ikke ses som værende fuldt udtømmende for disse lande.

#### **1.5 Datagrundlag for rapporten**

Datagrundlaget for rapporten er baseret på erfaringer og data, som kan indhentes fra offentligt tilgængelige dokumenter på internettet både på danske og internationale hjemmesider, og hvor sproget har været dansk eller engelsk. Det har været uden for projektets rammer at søge i databaser, der kræver medlemsskaber. Desuden er der inddraget oplysninger om anvendelse af sekundavand i andre lande fra rapporten "Alternativ vandhåndtering og selvforsyning – International erfaringsopsamling" fra DTU /4/.

Ved gennemførelse af projektet har det vist sig, at der er meget begrænset data om drikkevandsforbrug og dermed et usikkert datagrundlag for at vurdere, hvilke vandforbrug der kan erstattes med sekundavand. Eksempelvis er seneste opgørelse for erhvervets vandforbrug fra 1994 og optræder i en publikation fra Miljøstyrelsen fra 2004 /5/. Nyere tal er ikke tilgængelige. Dansk Industri og Danmarks Statistik henviser til, at der ikke er foretaget en opgørelse af vandforbruget siden 2005 med henvisning til omlægninger i forbindelse med Kommunalreformen i 2007. Opgørelserne er på nuværende tidspunkt ikke genoptaget. Rapporten bygger derfor på de tilgængelige data og konklusioner, og opgørelser skal ses i lyset heraf.

Vandforbrug måles i Danmark af vandværkerne på matrikelniveau, dvs. en vandmåler pr. matrikel/ejendom. Hvordan vandforbruget fordeler sig til forskellige formål – f.eks. tøjvask, toiletskyl, specifikke industrielle processer og havevanding – opgøres ikke. Det er derfor kun muligt at skønne forskellige forbrugsstørrelser til de forskellige formål på matrikelniveau. Viden om fordelingen af vandforbrug i industrien til forskellige formål er ukendt, og i fald forbrugstillene kendes af virksomhederne, kan disse være underlagt konkurrencehensyn og er dermed vanskelige at opgøre.

Rambøll har i maj 2013 udført en stikprøveundersøgelse af vandforbrug i industrien i Danmark for Naturstyrelsen. 40 vandforsyninger er blevet bedt om at oplyse navn og CVR-nummer på de 10 mest vandforbrugende industrivirksomheder i forsyningsområdet. Der er indkommet svar fra ca. 50 % af de adspurgte vandforsyninger. På baggrund heraf er vandforbruget i industrien blevet opgjort med en fordeling af vandforbrug mellem brancher. Denne undersøgelse anvendes efter aftale med Naturstyrelsen i dette projekt /6/.

## **1.6 Rapportens opbygning**

I kapitel 2 beskrives vandkilderne ud fra kildernes vandkvalitet, de tilgængelige vandmængder, tilgængeligheden over tid samt mulighederne for at kunne opbevare vandet før brug. På baggrund heraf opsummeres i slutningen af kapitlet, hvilke vandkilder der vil være mest velegnede til at kunne indgå i sekundavandsløsninger eller lokale rensninger til drikkevandskvalitet.

I kapitel 3 sættes fokus på, hvilke anvendelsesmuligheder der er for sekundavand som erstatning for drikkevand. For hver af de identificerede anvendelsesmuligheder beskrives de gældende lovgivningsmæssige forhold og evt. kendte erfaringer fra eksisterende anlæg. Efterfølgende vurderes det evt. fremtidige anvendelsespotentiale uden hensyntagen til den gældende lovgivning.

På baggrund af vurderinger af vandkildernes egnethed i kapitel 2 samt anvendelsesmulighederne i kapitel 3 foretages i kapitel 4 en samlet vurdering af, hvilke vandkilder der vil være mest egnede til hvilke anvendelser af sekundavand, herunder hvilke vandkilder, der vil være mest egnede til lokal rensning til drikkevandskvalitet og hvilke vandkilder, der ikke er egnede at bruge som erstatning for eller efter rensning som drikkevand.

I kapitel 5 analyseres og diskuteres mulighederne for at anvende sekundavand til de forskellige anvendelsesmuligheder i kvartervise løsninger, hvor vandforsyningen står for anlæg og drift af disse kvartervise løsninger.

De lovgivningsmæssige, tekniske og økonomiske barrierer for anvendelse af sekundavand i kvartervise løsninger i Danmark beskrives i kapitel 6 og på baggrund heraf gives forslag til tiltag, som kan fremme incitamenterne for brug af sekundavand i Danmark. I kapitel 7 opsummeres erfaringer og best practice med brug af sekundavand i andre lande.

Rapporten afsluttes med perspektivering af emnet i forhold til at bringe Danmark internationalt i spil som udstillingsvindue for anvendelse af sekundavand i kvartervise løsninger, og der angives anbefalinger til videre arbejder og undersøgelser.

## 2. Lokale vandkilder

Vand kan lokalt være til stede i forskellige mængder via en eller flere vandtyper og vandkilder. I Tabel 2-1 er vist de kilder til lokale vandforekomster, der indgår i dette projekt.

Vandtype	Kilde
Grundvand	Grundvandssænkninger Dræn Afværgepumpninger på forurenede grunde Forurenede grundvandsboringer
Overfladevand	Fersk overfladevand fra vandløb og søer Salt overfladevand fra havet
Vand afledt til kloak	Regnfortyndet spildevand fra overløb Renset spildevand fra renseanlæg Processpildevand fra virksomheder
Regnvand (afstrømmet vand)	Regnvand fra tage Regnvand fra befæstede arealer

TABEL 2-1 POTENTIELLE LOKALE VANDKILDER

Potentialet for at kunne bruge sekundavand som erstatning for drikkevand eller at fremstille vand af drikkevandskvalitet kvartervist afhænger af en række faktorer som:

- Vandkvaliteten i den/de lokale vandkilder
- Kvalitetskrav til anvendelsen af vand
- Vandmængden
- Tilgængelighed af vandkilden over tid
- Muligheden for at opbevare vandet før brug
- Vandbehandlingsteknologier
- Energiforbrug og heraf følgende CO<sub>2</sub>-udledning
- Økonomi til anlæg og drift
- Lovgivning
- Planlægning
- Sundhedsmæssige risici
- Forsyningsikkerhed
- Tekniske risici, herunder risiko for korrosion og tilstopning i vandinstallationer og maskiner.

Brugen af sekundavand vil i mange tilfælde involvere en større eller mindre grad af vandbehandling, som er bestemt af det formål, vandet tænkes brugt til. Vandbehandlingsteknologierne er i dag så tilgængelige, at det er økonomisk inden for rækkevidde at fremstille vand af drikkevandskvalitet eller renere kvaliteter fra næsten enhver vandkilde. Der er dog også anvendelser, som stiller så lave krav til vandkvaliteten, at kilder til sekundavand kan benyttes ubehandlet.

Vandkildernes kvalitet kan karakteriseres ud fra en række kvalitetsparametre, jf. tabel 2.2. Kvaliteten har betydning for, om vandet kræver vandbehandling for at kunne bruges til bestemte anvendelser.

Kvaliteten af vandet har ligeledes betydning for, om vandet kan opbevares i beholdere til senere brug eller for at udligne forbrugsvariationer. De parametre, som kan ændre vandets sammensætning, medføre uønsket lugt eller give bundfald, og som dermed har størst betydning for mulighe-

derne for opbevaring, er fx mikrobiologisk aktivitet i vandet, bundfældning af suspenderet stof og udfældning af stoffer. Mulighederne for opbevaring angives inden for henholdsvis timer, dage og uger, da længere opholdstider i kvartervis løsninger, som kontinuerligt er i drift, ikke er realistiske.

Kvalitetsparametre til karakterisering af sekundavand er vist i Tabel 2-2.

Parameter	Påvirkning af vandkvalitet
Fysiske parametre: Lugt, farve, turbiditet, suspenderet stof, organisk stof	Påvirker den æstetiske oplevelse af vandet og kan give anledning til tilstopninger og belægninger i teknisk udstyr
Mikrobiologiske parametre	Kan give begrænsninger i brug ved menneskelig kontakt pga. akut sundhedsrisiko og kan give anledning til vækst og belægninger i teknisk udstyr
Kemiske parametre: Klorid Jern, kalk og magnesium  Fosfor og kvælstof, herunder nitrat	Kan give anledning til korrosion i installationer Kan give anledning til belægninger og tilstopninger i installationer, misfarvning af tøj samt dårlig smag  Kan give anledning til mikrobiologisk vækst, belægninger og kan påvirke vandmiljøet efter udledning. Nitrat kan give anledning til sundhedsskadelige effekter – særligt hos spædbørn – ved indtagelse.
Miljøfremmede stoffer: Organiske mikroforureninger Uorganiske sporstoffer	Kan give begrænsninger ved menneskelig kontakt/indtagelse pga. sundhedsrisici og påvirker vandmiljøet efter udledning. Uorganiske sporstoffer som krom, zink og kobber kan give anledning til korrosion i installationer.

**TABEL 2-2 PARAMETRE TIL VURDERING AF VANDKILDERNES VANDKVALITET**

Vandmængden og tilgængeligheden over tid, dvs. om der er en kontinuerlig eller periodevis tilstrømning fra vandkilden, har betydning for, hvor stort et drikkevandsforbrug der kan erstattes med sekundavandet. Vandmængden og tilgængeligheden over tid har også betydning for, hvilken anvendelse vandet kan bruges til, idet en lang række vandbehandlingsmetoder kræver en kontinuerlig vandstrøm for at fungere effektivt. I beskrivelsen af de forskellige sekundavandskilder er vandmængderne af den enkelte kilde vurderet ud fra mængder pr. tidsenhed eller mængde pr. areal.

I de følgende afsnit beskrives kilderne overordnet i forhold til en eventuel udnyttelse af kilden. Parametre som vandkvalitet, vandmængder, tilgængelighed og mulighed for opbevaring beskrives.



## 2.1 Grundvand

Grundvandsforekomster, som ikke omfatter rent grundvand, er typisk vand fra grundvandssænkninger, omfangsdræn og fra afværgepumpninger eller forurenede borer. Dette grundvand ligner kvalitetsmæssigt råvand til drikkevandsforsyning med eller uden miljøfremmede stoffer. Eventuel vandbehandling vil derfor skulle bygges op omkring de samme simple enhedsoperationer (iltning og filtrering), som er kendt i enhver vandforsyning, samt eventuel fjernelse af miljøfremmede stoffer ved f.eks. afstripping eller rensning via aktivt kul. Der er naturligvis variationer, som dels er baseret på den geologi, hvorfra grundvandet hentes, og dels er der visse kvalitetsparametre, der gør grundvandskilden uegnet til drikkevandsforsyning, herunder høje koncentrationer af sundhedsskadelige, miljøfremmede stoffer.

Mængderne af tilgængeligt grundvand er meget afhængigt af lokale forhold og af behovet for op-pumpning og afdræning.

### 2.1.1 Grundvandssænkninger og omfangsdræn

Kilde til sekundavand	Grundvandssænkninger og omfangsdræn
Vandkvaliteten	Vand fra grundvandssænkninger og omfangsdræn er fra terrænnære grundvandsmagasiner, og der ses derfor ofte mere ilt og jern i vandet herfra end i vand fra dybere geologiske lag. Der kan være let forhøjede værdier af mikrobiologiske og miljøfremmede parametre, fordi magasinerne er mere ubeskyttede. Ofte er der forhøjet turbiditet i vandet, og der kan som følge af kombinationen af ilt og jern ske udfældninger af okker.
Vandmængden	Vandmængderne fra grundvandssænkninger vil lokalt afhænge af grundvands-spejlets niveau i forhold til dybden af de infrastrukturanlæg og bygninger, som sænkningen skal beskytte. Permanente grundvandssænkninger og dræn sker ofte i byområder og omkring bygninger og større infrastrukturanlæg som veje, tunneler og jernbaner. Om kilden er tilgængelig og størrelsen af den er derfor lokalt betinget.
Tilgængelighed af kilden over tid	Tilgængeligheden af vand fra permanente grundvandssænkninger er ofte ganske stabil, fordi der er tale om pumpninger, men vandmængden kan variere efter nedbørsforholdene, da der pumpes fra terrænnære magasiner. Der kan derfor forekomme afbrydelser, hvis pumpningen stopper, fordi vandspejlet bliver for lavt.  Tilgængeligheden af vand fra midlertidige grundvandssænkninger – f.eks. ved bygge- og anlægsarbejder – kan variere meget over en kortere tidsperiode. Ved større bygge- og anlægsarbejder kan der dog være tale om længere perioder på måneder og år, hvor grundvandssænkningerne pågår.
Muligheden for at opbevare vandet	Ved omfangsdræn er mængderne ofte afhængige af nedbørsmængder, og vandet herfra kan derfor under længere tørvejrperioder helt mangle.  Som følge af klimaforandringer og en mere lokal håndtering af regnvand med større infiltration kan det forventes, at der fremover bliver mere vand, der skal oppumpes ved grundvandssænkninger eller drænes væk omkring bygninger.
	Mulighederne for at opbevare vandet er relativt gode – særligt hvis indholdet af mikrobiologiske parametre er lavt – og vurderes at kunne opbevares i op til uger.

TABEL 2-3 BESKRIVELSE AF VAND FRA GRUNDTVANDSSÆNKNING OG OMFANGSDRÆN SOM KILDE TIL SEKUNDAVAND

### 2.1.2 Afværgepumpninger og forurenede boringer

Kilde til sekundavand	Forurennet grundvand
<p><b>Vandkvaliteten</b></p>	<p>Vand fra afværgepumpninger og forurenede boringer kan stamme både fra dybereliggende og fra overfladenære grundvandsmagasiner og kan derfor både dække over vandkvaliteter, som de kendes fra primære grundvandsmagasiner og fra grundvandssænkninger/omfangsdræn. Vandet fra afværgepumpningerne indeholder miljøfremmede stoffer. Nogle afværgeforanstaltninger udleder vandet ubehandlet til f.eks. kloak, mens andre indeholder behandling inden udledning til recipient eller kloak. I en eventuel vandbehandling indgår ofte fjernelse af jern, af hensyn til okkerudfældninger efter anlægget, og der kan også foregå en rensning for de miljøfremmede stoffer – dog ikke nødvendigvis en rensning til et niveau, der for de miljøfremmede stoffer kan overholde kravene til drikkevand.</p> <p>Forurenede boringer vil oftest ligeledes indeholde miljøfremmede stoffer og svarer derfor til vand fra afværgepumpninger. Samtidigt kan forurenede boringer også indeholde forhøjede indhold af naturligt forekommende stoffer som f.eks. nikkel eller arsen. Disse naturligt forekommende stoffer vil sjældent bevirke en yderligere vandrensning end beskrevet for afværgepumpninger, så længe vandet skal anvendes som sekundavand og ikke som drikkevand.</p>
<p><b>Vandmængden</b></p>	<p>Vandmængderne fra afværgeforanstaltninger er ofte ganske stabile, fordi der er tale om pumpninger fra typisk det primære magasin. Afværgemængderne kan variere fra lokalitet til lokalitet, men der er ofte tale om mindre vandmængder i størrelsesordenen 2-10 m<sup>3</sup>/t. Afværgepumpninger fra sekundære og mere terrænnære grundvandsmagasiner kan variere mere over tid, og der kan forekomme afbrydelser, hvis pumpningen stopper, fordi vandspejlet bliver for lavt.</p> <p>I Danmark er det primært regionerne, der driver anlæg til afværgepumpninger, og det gør de kun i den periode, hvor afværgepumpningen giver en positiv effekt i forhold til den/de aktuelle forureninger, som afværgepumpningen omfatter. Dvs. vandmængden kan over tid begrænses af afværgeanlæggenes driftsperiode.</p> <p>Ifølge GEUS' Jupiterdatabase er der i perioden 2010-2012 årligt afværgepumpet ca. 4,7 mio. m<sup>3</sup> grundvand i Danmark.</p> <p>Forurenede boringer (som ikke indgår i afværgeanlæg) er typisk taget ud af drift af vandværker eller enkeltvindere og ydelserne vil derfor afhænge af de enkelte boringers ydeevne, hvis de sættes i drift som sekundavandskilder.</p>
<p><b>Tilgængelighed af kilden over tid</b></p>	<p>Vand fra afværgepumpninger og forurenede boringer findes meget lokalt på/ved de forurenede lokaliteter, og tilgængeligheden af kilden er derfor meget lokalspecifik. I nogle byområder findes en del afværgepumpninger som følge af den større koncentration af forurenede grunde. Der forventes ikke nogen udvikling i vandmængderne fra afværgeboringer i fremtiden som følge af klimaforandringer. Det må dog forventes, at en stor del af de eksisterende afværgepumpninger stopper, når regionerne vurderer, at forureningen er ryddet op. Til gengæld er der mulighed for at nye afværgepumpninger iværksættes efterhånden som regionerne behandler nye jordforureningssager. Forurenede boringer, hvorfra der ikke afværgepumpes, vil ligeledes kunne findes mange steder, også i byområder hvor boringerne enten blot står uden anvendelse eller hvor de anvendes som del af pejleprogrammer og grundvandsovervågningsprogrammer.</p>
<p><b>Muligheden for at opbevare vandet</b></p>	<p>Mulighederne for at opbevare vandet er gode, da indholdet af mikrobiologiske parametre er lavt. Det vurderes, at vandet kan opbevares i op til flere uger.</p>

TABEL 2-4 BESKRIVELSE AF VAND FRA AFVÆRGE PUMPET GRUNDVAND SOM KILDE TIL SEKUNDAVAND

## 2.2 Overfladevand

Kilde til sekundavand	Overfladevand
Vandkvaliteten	<p>Overfladevand defineres som vand fra hav, søer eller vandløb. Vandet herfra er kvalitetsmæssigt langt mere påvirket af det biologiske miljø end grundvand. Overfladevand er ofte karakteriseret som blødere end grundvand, og det kan indeholde suspendede stoffer, alger og planterester, som giver farve og turbiditet. Der kan forekomme lugt fra vandet, som stammer fra de biologiske processer i vandet eller i bundsedimenterne.</p> <p>Vandet vil i forhold til grundvand ofte have forhøjede værdier af organisk stof, kvælstof, fosfor og bakterier. Specielt kan fækale bakterier forekomme.</p> <p>Overfladevand fra hav eller brakvandsområder vil indeholde betydelige mængder salt, som kan give anledning til korrosion i installationer, som indeholder metalholdige elementer (f.eks. galvaniseret stål og kobber)</p>
Vandmængden	<p>De tilgængelige mængder af overfladevand er umiddelbart store og konstante, men indvindingen kan begrænses af de lokale myndigheder af hensyn til vandføringen, natur- og miljøpåvirkninger etc.</p>
Tilgængelighed af kilden over tid	<p>Kilderne til fersk overfladevand er tilgængelige, hvor der findes vandløb og søer i området, mens kilden til havvand vil være tilgængelig i kystområderne.</p> <p>Ved kvarterwise løsninger i primært bymæssige forsyningsområder vil tilgængeligheden af kilden afhænge af, om er inden for det pågældende kvarter er overfladevandsforekomster, idet store afstande mellem overfladevandsforekomster og kvarterer vil forringe tilgængeligheden på grund af de omkostninger, der vil være ved at transportere vandet. Tilgængeligheden kan desuden variere som følge af vandstandsvariationer i overfladevandsforekomsterne betinget af nedbør, fordampning og anden afledning/brug i forhold til et fastsat minimumsniveau for vandstanden.</p>
Muligheden for at opbevare vandet	<p>Opbevaring af urensset overfladevand vil begrænse kildens anvendelsesmuligheder, da der på grund af vandets indhold af organisk stof og ilt må forventes en hurtig forringelse af vandkvaliteten samt algevækst og vækst af andre mikroorganismer. Opbevaringsmulighederne vurderes som dårlige, dvs. vandet kan maks. opbevares i få timer.</p> <p>Opbevaring af urensset havvand vil medføre en stor korrosionsrisiko i opbevarings-tank og vandinstallationer på grund af det høje saltindhold. Korrosionsrisikoen kan begrænses ved afsaltning og anvendelse af korrosionsresistente materialer som plast i installationer.</p>

TABEL 2-5 BESKRIVELSE AF OVERFLADEVAND SOM KILDE TIL SEKUNDAVAND

### 2.3 Afledt vand

Afledt vand opgøres her som specifikke vandtyper, der ledes i kloakrør til et vandområde eller til rensesanlæg:

- Overløbsvand fra almindelig kloak, som går i overløb på grund af regnhændelse. Dette kan både være fra fælleskloakerede systemer og fra regnvandssystemer.
- Renset spildevand fra rensesanlæg.
- Renset eller urensat processpildevand fra virksomheder.

Kilde til sekundavand	Afledt vand gennem kloakrør
Vandkvaliteten	<p>Overløbsvand fra fælleskloakerede systemer vil have karakter af urensat spildevand og er i sagens natur påvirket af fækalier. Det vil være belastet mikrobiologisk, dvs. det kan være belastet med virus, parasitter m.m., og der er store mængder suspendede stoffer. Lugt og turbiditet, sæberester og fedt, toiletpair m.v. dominerer det æstetiske indtryk af vandet.</p>
	<p>Overløbsvand fra regnvandssystemer vil være belastet af bakteriologisk og suspendede stoffer, men i langt mindre grad end i fælleskloakerede systemer. Det kan ikke udelukkes, at der på grund af fejltilslutninger fra kloaksystemet kan forekomme fækalier, sæberester, fedt m.m. Derfor bør regnvandssystemer, som anvendes til sekundavand, være tjekket for fejltilslutninger, før vandet bruges som sekundavand. Fejltilslutninger bør ikke forekomme.</p>
	<p>Renset spildevand fra rensesanlæg vil i denne sammenhæng overordnet være belastet af de samme parametre, men i kraftig reduceret grad, således at kravene til udledning til recipient overholdes.</p>
	<p>Processpildevand fra virksomheder kan være langt mere simpelt i sammensætning, da det ofte stammer fra veldefinerede processer. Det forventes ikke at være voldsomt belastet mikrobiologisk (kan dog forekomme ved fødevareproduktion og lign.), men kan være belastet med kemiske stoffer.</p>
Vandmængden	<p>Renset spildevand fra rensesanlæg vil være tilgængeligt i store mængder. Med en øget centralisering af rensesanlæg i Danmark må det dog forventes, at disse mængder kun vil være til stede relativt få steder og yderst sjældent i nærhed af byområder, hvilket begrænser muligheden for, at vandet kan indgå som del af kvartervise løsninger.</p>
	<p>Vandmængderne fra overløb afhænger af kloak- og spildevandssystemernes kapacitet og nedbørmængderne. Vandmængderne vil i forhold til kvartervise løsninger desuden afhænge af, hvor stort oplandet til kloaksystemet er i det pågældende område, og i hvor høj grad der er indført andre metoder til at begrænse eller forsinke regnvandets transport til kloaksystemet.</p>
	<p>Vandmængderne fra processpildevand vil variere imellem de enkelte virksomheder og bør derfor vurderes lokalt.</p>
Tilgængelighed af kilden over tid	<p>Renset spildevand fra rensesanlæg vil være tilgængeligt i relativt konstante mængder.</p>
	<p>Overløbsvand fra fælleskloakerede- og regnvandssystemer vil være tilgængeligt i forbindelse med regnhændelser og den tid, vandmængderne efterfølgende kan opbevares.</p>
	<p>Tilgængeligheden af processpildevand vil variere fra virksomhed til virksomhed,</p>

Muligheden for at opbevare vandet	afhængigt af virksomhedens vandforbrug. Ved større produktionsvirksomheder forventes en mere stabil tilgængelighed af processpildevandet.
	Mulighederne for opbevaring af vand fra processpildevand vil afhænge af processpildevandets kvalitet og kvantitet. I mange tilfælde skønnes det, at en kortere opbevaringstid på timer til få døgn er muligt de steder, hvor processpildevandet ikke tilføres organisk/mikrobiologisk materiale i virksomhedens anvendelse af vandet.
	Opbevaring af rensset spildevand og overløb fra fælleskloakerede systemer vil være uhensigtsmæssigt, da det relativt høje indhold af mikroorganismer og organisk materiale på meget kort tid vil forringe vandkvaliteten i forhold til den akutte sundhedsrisiko, smag, lugt og algedannelser. Opbevaringstiden vurderes derfor til at være få timer.
	Opbevaring af overløb fra regnvandssystemer vurderes at kunne ske kortvarigt fra få timer til et døgn under kontrollerede, mørklagte forhold, dog vil enhver form for opbevaring medføre øget vækst af mikroorganismer, påvirke vandets lugt og føre til algedannelser.

TABEL 2-6 BESKRIVELSE AF AFLEDT VAND SOM KILDE TIL SEKUNDAVAND

## 2.4 Afstrømmet regnvand fra tage

Kilde til sekundavand	Afstrømmet regnvand fra tage
Vandkvaliteten	<p>Regnvand er svagt påvirket af ioner optaget fra atmosfæren (svovl, kvælstof og kuldioxid) og salt optaget via aerosoler over hav. Vandet vil være yderligere påvirket af det underlag, som vandet rammer, hvorfra det optager stoffer som jern, kalium, magnesium, svovl, fosfor og yderligere kvælstof.</p> <p>Opsamles vandet fra metal tage, optages metaller herfra som jern, aluminium, arsen, beryllium, bly, cadmium, kobber, chrom, zink og nikkel.</p> <p>Opsamles vandet fra trætage eller tage med tagpap, kan vandet optage phenoler, blødgørere, imprægneringsmidler osv.</p> <p>Der er ofte suspenderet stoffer i det opsamlede vand, ligesom der kan være farve og turbiditet. Det kan have indhold af mikrobiologiske parametre, idet vandet i varierende grad kan være påvirket af fækalier fra dyr, primært fugle. Særligt den først opsamlede nedbør, der falder i en regnhændelse, vil indeholde disse risici.</p>
Vandmængden	<p>Mængderne af afstrømmet vand er betinget af nedbøren og arealet af tage i kvartret, hvorfra vandet opsamles.</p> <p>Gennemsnitligt falder der på et år 6.576 m<sup>3</sup> per hektar fordelt over 180 nedbørsdage pr. år.</p>
Tilgængelighed af kilden over tid	<p>Tilgængeligheden afhænger af nedbørsperioder og – mængder og vil derfor være meget varierende og i en vis grad sæsonbestemt.</p>
Muligheden for at opbevare vandet	<p>Der vil være mulighed for at opbevare vand opsamlet fra tage i perioder på dage op til få uger. For vand opsamlet fra tage med afgivelse af metaller bør materialevalget af opbevaringsbeholdere og installationer bestemmes ud fra korrosionsrisiko pga. metalindholdet.</p>

TABEL 2-7 BESKRIVELSE AF AFSTRØMMET VAND FRA TAGE SOM KILDE TIL SEKUNDAVAND

## 2.5 Afstrømmet regnvand fra befæstede arealer

Kilde til sekundavand	Afstrømmet regnvand fra befæstede arealer
Vandkvaliteten	<p>Regnvand er svagt påvirket af ioner optaget fra atmosfæren (svovl, kvælstof og kuldioxid) og salt via aerosoler optaget over hav. Vandet vil være yderligere påvirket af det underlag, som vandet rammer, hvorfra det optager stoffer som jern, kalium, magnesium, svovl, fosfor og yderligere kvælstof.</p> <p>Opsamlet regnvand fra befæstede arealer vil ofte være belastet af trafik og kan indeholde olie, salt, PAH og PCB.</p> <p>Der er ofte suspenderede stoffer i det opsamlede vand, ligesom der kan være farve og turbiditet. Det kan have indhold af mikrobiologiske parametre, idet vandet i varierende grad kan være påvirket af fækalier fra dyr, herunder fugle, hunde og katte.</p>
Vandmængden	<p>Mængderne af afstrømmet vand er betinget af nedbøren og arealet af de befæstede områder i kvarteret, hvorfra vandet opsamles.</p> <p>Gennemsnitligt falder der på et år 6.576 m<sup>3</sup> per hektar fordelt over 180 nedbørsdage pr. år.</p>
Tilgængelighed af kilden over tid	<p>Tilgængeligheden afhænger af nedbørsperioder og -mængder og vil derfor være meget varierende og i en vis grad sæsonbestemt.</p>
Muligheden for at opbevare vandet	<p>Der vil være mulighed for at opbevare vand opsamlet fra befæstede arealer i korte perioder op til få døgn. Især i vinterperioder, hvor der saltes på vejene, kan der opstå korrosionsrisiko på grund af forhøjet saltindhold. Korrosionsrisikoen kan forebygges ved anvendelse af plastmaterialer i installationerne.</p>





TABEL 2-8 BESKRIVELSE AF AFSTRØMMET VAND FRA BEFÆSTEDE AREALER SOM KILDE TIL SEKUNDAVAND

## 2.6 Samlet oversigt over vandkilders egnethed som sekundavand

I følgende tabel vises en oversigt over vandkilderne i forhold til de vurderingsparametre, som her indgår i forhold til at vurdere kildernes egnethed som sekundavand. Vandkvaliteten og dermed vandets egnethed som sekundavand er vurderet i forhold til uforurenat grundvand, der i dag tjener som kilde til drikkevand.

Vandkilder \ Vurderingsparametre	Grundvandssænkning og dræn	Afværgespumpning og forurenede borer	Ferskt overfladevand	Salt overfladevand	Regnbetingede kloakoverløb fra fælleskloak	Regnbetingede overløb fra regnvandssystem	Renset spildevand	Proces-spildevand	Afstrømet vand fra tage	Afstrømet vand fra befæstede arealer
Tilgængelighed	Egnet	Egnet	Mindre egnet	Mindre egnet	Uegnet	Uegnet	Egnet	Egnet	Mindre egnet	Mindre egnet
Egnethed mht. lagring	Egnet	Egnet	Mindre egnet	Mindre egnet	Uegnet	Mindre egnet	Uegnet	Mindre egnet	Egnet	Egnet
Kvalitet mht. fysiske parametre	Egnet	Egnet	Mindre egnet	Egnet	Uegnet	Mindre egnet	Uegnet	Mindre egnet	Egnet	Mindre egnet
Kvalitet mht. mikrobiologiske parametre	Egnet	Egnet	Mindre egnet	Mindre egnet	Uegnet	Mindre egnet	Uegnet	Mindre egnet	Mindre egnet	Mindre egnet
Kvalitet mht. kemiske parametre	Mindre egnet	Mindre egnet	Mindre egnet	Uegnet	Uegnet	Mindre egnet	Uegnet	Mindre egnet	Egnet	Egnet
Kvalitet mht. miljøfremmede stoffer	Mindre egnet	Mindre egnet	Egnet	Egnet	Uegnet	Mindre egnet	Uegnet	Mindre egnet	Egnet	Uegnet

TABEL 2-9 MULIGE KILDER TIL SEKUNDAVAND OG VANDETS ALMINDELIGT FOREKOMMENDE KVALITET

	Egnet som sekundavand
	Mindre egnet som sekundavand
	Uegnet som sekundavand
	Vandkilden kan variere meget, og dens egnethed som sekundavand bør undersøges lokalt

Af oversigten ses, at vand fra grundvandssænkninger og dræn har god egnethed, idet kilden er egnet for de fleste vurderingskriterier og kun mindre egnet i forhold til vandkvaliteten ved kemiske parametre og miljøfremmede stoffer. Vand fra afværgespumpninger og forurenede borer har ligeledes en relativ god egnethed, dog kan indholdet af de miljøfremmede stoffer begrænse egnetheden. I nogle tilfælde har regionerne dog allerede iværksat en rensning for de miljøfremmede stoffer ved afværganlæg ved rensning med aktivt kul eller lign. Hermed kan egnetheden højnes lokalt, hvis indholdet af miljøfremmede stoffer mindskes i forhold til grundvandets indhold på grund af rensningen i afværganlægget. Disse to kilder har desuden en stor fordel i at være tilgængelige i rimeligt kontinuerlige mængder.

Processpildevand fra industrier afhænger meget af lokalspecifikke forhold og de enkelte virksomheders drift og vandkvaliteter efter procesbrug. Overordnet set vurderes det dog, at procesvand fra virksomheder lokalt kan udgøre store potentialer som kilder til sekundavand.

Opsamlet regnvand fra tage har et større potentiale end opsamlet regnvand fra befæstede arealer på grund af vandkvalitetsmæssige påvirkninger. Begge kilder har dog en begrænsning i deres tilgængelighed, da de kun er til stede i forbindelse med regnsky.

## 2.7 Samlet oversigt over vandkilders egnethed til lokal rensning til drikkevand

Hvis vandkilderne lokalt skal udnyttes til at producere vand af drikkevandskvalitet, som efterfølgende kan ledes ind på det eksisterende vandforsyningsystem, vil en eller flere vandbehandlingsprocesser være nødvendige at etablere og drifte lokalt.

I nedenstående tabel ses en oversigt over vandkildernes tilgængelighed samt en angivelse af, hvilke vandbehandlingsmetoder der generelt vurderes at skulle anvendes – lokalt kan vandkvaliteten i kilden betyde, at der må ske anden form for vandbehandling. For nogle vandkilder er der mulighed for enten at behandle vandet til drikkevandskvalitet via renseteknikker eller at delvist behandle vandet med renseteknikker for derefter at infiltrere vandet (nedsivning gennem jordlagene) lokalt til grundvandet og lade naturlige renseprocesser i jorden foretage den resterende rensning af vandet. Dvs. vandet kan efterfølgende indvindes lokalt til f.eks. et eksisterende vandværk.

Vandkilder Tilgængelighed og vandbehandling ved rensning til drikkevandskvalitet	Grundvandssænkning og dræn	Afværgpumpning og forurenede borer	Ferskt overfladevand	Salt overfladevand	Regnbetingede kloakoverløb fra fælleskloak	Regnbetingede overløb fra regnvandssystem	Renset spildevand	Proces-spildevand	Afstrømmet vand fra tage	Afstrømmet vand fra befæstede arealer
Tilgængelighed										
Iltning og sandfiltrering	✓	✓				×			×	×
Aktivt kul		✓						✓	✓	×
UV	✓	✓						✓		
Membranfiltrering, omvendt osmose eller lign.			✓	✓	✓	✓	✓	?		✓
Desinfektion			✓	✓	✓	✓	✓	?	✓	✓
Infiltration			×		✓	×	✓	?	×	×

TABEL 2-10 OVERSIGT OVER VANDKILDERS EGNETHED TIL LOKAL RENSNING TIL DRILKEVAND

- ✓: Vandbehandlingsmetoder, der skal anvendes for at opnå drikkevandskvalitet ved hjælp af renseteknologi.
- ×: Vandbehandlingsmetoder, der skal anvendes for at opnå drikkevandskvalitet ved renseteknologi og naturlig rensning og opblanding.
- ?: Metoden vil eventuelt skulle anvendes afhængigt af de lokale forhold.

- Eget som sekundavand
- Mindre eget som sekundavand
- Uegnet som sekundavand

Vandkilder fra grundvandssænkninger og dræn samt afværgpumpninger har en fordel ved at udgøre forholdsvis stabile vandkilder samtidig med, at behovet for vandbehandling er beskedent og svarer til kendte vandbehandlingsteknikker inden for dansk vandforsyning.

I lyset af de mange klimatilpasningstiltag, som sker i Danmark pt., har de regnbetingede kilder, som ikke er belastet af spildevand, et potentiale for at kunne indgå i drikkevandsforsyningen, hvis disse behandles med membranfiltrering og enten desinfektion eller infiltration. Hvis infiltration anvendes



des må det forventes, at vandet efter oppumpning skal behandles som rent grundvand, dvs. der skal ske en simpel vandbehandling med iltning og filtrering.

Kilder, som indeholder rensat eller urensat spildevand, er vanskelige at rense til drikkevandskvalitet alene ved hjælp af renseteknologi og af hensyn til den sundhedsmæssige risiko bør der indgå både desinfektion og en yderligere hygiejnisk barriere i form af f.eks. infiltration.

Anvendelse af vandkilder, som er mikrobiologisk påvirkede, vil kræve desinfektion for at kunne opnå drikkevandskvalitet. Desinfektion kan f.eks. ske ved klorering og dette vil lokalt kunne betyde en oplevet smagsvariation i drikkevandet for forbrugerne.

På baggrund af ovenstående vurderes det mest realistisk at anvende kilder fra grundvandssænkninger og dræn samt afværgepumpninger for at kunne opnå drikkevandskvalitet ved vandbehandling ved de vandlokale kilder til kvarterwise løsninger. Desuden kan der være et stort potentiale i procesvand fra virksomheder, hvis vandkvaliteten er mindre belastet og ikke er påvirket mikrobiologisk i processen, således at vandkvaliteten forholdsvis enkelt kan behandles til drikkevandskvalitet.

Opsamlet regnvand fra tage og befæstede arealer samt regnbetingede overløb fra regnvandssystemet vurderes at have størst potentiale for at kunne anvendes som drikkevand efter en infiltration til grundvandsmagasinerne. Forud for infiltrationen bør de miljøfremmede stoffer dog renses fra vandet. Desuden skal infiltrationen ske i områder, hvor denne ikke påvirker grundvandsressourcer til andre vandforsyninger eller mobiliserer/påvirker lokale jord- og grundvandsforureninger på en uhensigtsmæssig måde. Det kan dog være vanskeligt at finde plads til egnede områder til infiltration i tæt bebyggede byområder med forholdsvis mange jord- og grundvandsforureninger. Alternativt kan disse vandkilder anvendes efter vandrensning og desinfektion, som kan medføre en ændret smagsoplevelse hos forbrugerne.

# 3. Anvendelsesmuligheder for sekundavand

Mulighederne for at anvende sekundavand i kvartervisse løsninger afhænger af flere faktorer som anvendelser, vandforbrug, lovgivning og vaner. I dette afsnit vurderes potentialet for fremtidige anvendelser af sekundavand som erstatning for drikkevand ud fra en praktisk, teknisk og reguleringsmæssig vurdering.

De forskellige anvendelsesmuligheder, som er medtaget i projektet, er vist i Tabel 3-1.

Anvendelsesmulighed
Toiletskyl
Tøjvask
Rekreative anvendelser
Grundvandsdannelse
Industriel anvendelse
Brandbekæmpelse
Kloakspuling
Park- og miljøbrug
Hospitaler
Drikkevand

TABEL 3-1 OVERSIGT OVER ANVENDELSESMULIGHEDER FOR SEKUNDAVAND

For hver anvendelsesmulighed beskrives følgende:

**Lovgivning og eksisterende anvendelser**, som omfatter beskrivelser af den nuværende lovgivning og praksis på området, herunder de forvaltningsmæssige tvivl og begrænsninger, som må forventes at kunne blive oplevet som en barriere for udbredelsen af sekundavand i Danmark samt eventuelt eksisterende anvendelser af sekundavand,

**Potentialet i fremtidig anvendelse**. Heri indgår så vidt muligt estimat af potentialet i vandforbrug til anvendelsen uden hensyn til, hvorvidt anvendelsen i dag er omfattet af gældende lovgivning.

## 3.1 Toiletskyl

### Lovgivning og eksisterende anvendelser

I Danmark har det siden 2001 været muligt at anvende opsamlet regnvand fra tage til toiletskyl.

I henhold til Bygningsreglementet kapitel 8.4.1, stk. 8 /7/ skal regnvandsanlæg, hvor regnvand fra tage anvendes til wc og vaskemaskiner i boliger og boliglignende bebyggelser, udformes i overensstemmelse med Miljøministeriets bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg (drikkevandsbekendtgørelsen), § 4 /8/ og Rørcenter-anvisning 003 ”Brug af regnvand til wc-

skyl og vaskemaskiner i boliger” /9/. Her er kravet til vandkvalitet, at vandet skal filtreres for blade og lignende, uden at der er defineret en filtreringsgrad.

Opsamlet regnvand til wc-skyl og tøjvask er således undtaget fra at skulle opfylde de almindeligt gældende krav til drikkevandskvalitet, jf. § 4, stk. 1 /8/, men er der tale om institutioner og bygninger med offentlig adgang kræver det kommunalbestyrelsens tilladelse efter drøftelse med Sundhedsstyrelsen, og en tilladelse kan ikke gives, når der er særligt følsomme persongrupper involveret.

I tabel 3-2 /9/ nedenfor ses en oversigt over, hvor det er tilladt med eller uden myndighedstilladelse at anvende regnvandsanlæg til toiletskyl (og tøjvask) samt hvor, det ikke er tilladt.

<b><u>Tilladt uden ansøgning til myndigheder</u></b> Eksisterende enfamiliehuse Enfamiliehuse, nye
<b><u>Tilladt efter ansøgning til myndigheder</u></b> Etageboliger, nye og gamle Fællesvaskerier i etageboliger
<b><u>Ikke tilladt</u></b> Hospitaller Beskyttede boliger Plejhjem og institutioner for særligt følsomme grupper (fysisk og psykisk handicappede) Døgninstitutioner for børn under 6 år Daginstitutioner (vuggestuer, børnehaver) Møntvaskerier
<b><u>Tilladt efter ansøgning til myndigheder (og myndighedens drøftelse med Sundhedsstyrelsen). Regnvand må ikke anvendes til tøjvask.</u></b> Institutioner og bygninger med offentlig adgang, fx: Skoler (folkeskoler, privatskoler, kostskoler m.v.) Skolefritidsordning og fritidshjem Alle børneinstitutioner for børn over 6 år Offentlige wc'er Kontorer Universiteter Tekniske skoler Gymnasier VUC-centre Forsamlingshuse Restauranter, cafeteriaer, hoteller m.v. Sportshaller/idrætsanlæg, svømmehaller Biografer Teatre Butikcentre Feriecentre Biblioteker

**TABEL 3-2 OVERSICHT OVER HVOR REGNVANDSANLÆG ER TILLADT, OG HVOR DE IKKE ER TILLADT.  
KILDE: RØRCENTER-ANVISNING 003<sup>1</sup> /9/.**

Muligheden for brug af sekundavand til toiletskyl er dog i realiteten ret begrænset.

<sup>1</sup> I Tabel 3-2 er der sket en mindre ændring i forhold til rørcenter-anvisningen /9/, idet det i henhold til drikkevandsbekendtgørelsen /8/ er tilladt at installere regnvandsanlæg i enfamiliehuse uden ansøgning til myndigheder med mindre det i det konkrete byggeri er påkrævet med en byggetilladelse. Dog vil det ofte være et krav i henhold til vandforsyningsregulativ, at vandforsyningen får meddelelse om, at der er installeret et regnvandsanlæg.

Dette skyldes for det første, at kommunalbestyrelsen ikke kan give tilladelse til brug af regnvand til wc-skyl i institutioner for børn under 6 år (fx vuggestuer og børnehaver), hospitaler og plejehjem og andre institutioner for særligt følsomme grupper (fx fysisk og psykisk handicappede).

Yderligere kan der i institutioner og bygninger med offentlig adgang kun bruges regnvand til wc-skyl efter drøftelse med Sundhedsstyrelsen og med kommunalbestyrelsens tilladelse, hvilket af ejendomsejere kan opfattes som værende begrænsende for deres muligheder og idet myndighederne kan have forskellige praksis for, hvornår der gives tilladelser.

For det andet at drikkevandsbekendtgørelsen medfører, at adgangen til at anvende sekundavand til toiletskyl alene gælder regnvand fra tage, og der er ikke i bekendtgørelsen hjemmel til ved dispensation at tillade, at vand fra terrænoverflader, altaner m.v. kan anvendes.

En erfaringsopsamling om brug af regnvandsanlæg i Danmark fra 2012 /1/ viser, at der hos kommunerne er et ønske om, at også andre sekundavandkilder end opsamlet regnvand fra tage kan anvendes til toiletskyl, f.eks. regnvand fra altaner og terrasser, drænvand, gråt spildevand, vand fra terrænoverflader, grundvand fra afværgepumpninger m.v. Der er således erfaringer for, at boligforæningerne ønsker at udnytte opsamlet regnvand fra taget til toiletskyl og/eller tøjvask, ikke opnår tilladelse hos kommunerne, idet regnvand og andet afledt vand fra altaner og tagterrasser ikke adskilles fra tagvandet i nedløbsrørene.

Dette kan naturligvis teknisk set løses ved at separere regnvandsopsamlingen fra taget fra den øvrige (regn)vandsopsamling fra altaner m.v., men dette er et fordyrende element og måske reelt umuligt ved eksisterende byggeri, hvorfor en alternativ løsning kunne være, at det i bekendtgørelsen om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg blev anført, under hvilke forudsætninger/kvalitetskrav andre sekundavandskilder herunder regnvand fra altaner og tagterrasser kan anvendes.

Dernæst udtrykker kommunerne et ønske om, at alle anlæg skal anmeldes til kommunen, således at de sikres en tilsynsmulighed på grund af risikoen for utilsigtet sammenkobling til drikkevandsforsyningen. Nogle kommuners betænkelighed ved regnvandsanlæg som følge af eksempler på utilsigtede sammenkoblinger kan indirekte blive en barriere for kommunernes lyst til at fremme etablering af regnvandsanlæg fx i deres lokalplanlægning.

På nuværende tidspunkt er det således uklart, om kommunerne skal føre tilsyn med regnvandsanlæg, der forsyner en enkelt husstand eller flere med vand til tøjvask og toiletskyl, idet regnvandsanlæg ikke ud fra en naturlig sproglig fortolkning af definitionerne i Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 3 2005 /10/ falder ind under begrebet vandforsyningsanlæg eller vandforsyningssystem.

I vejledningen defineres vandforsyning således som en betegnelse for den juridiske enhed, som forbrugerne afregner sit vandforbrug med, og vandforsyning benyttes ofte som synonym for vandværk eller vandforsyningsanlæg. Idet ejeren og brugeren af et regnvandsanlæg typisk er den/de samme, og der ikke sker en afregning af vandforbruger, medfører det en usikkerhed om, hvorvidt kommunerne overhovedet har ret eller pligt til at føre tilsyn med regnvandsanlæg.

Idet kommunerne alene har en tilsynsforpligtigelse i forhold til vandforsyningsanlæg, bør det tydeliggøres, hvorvidt dette indbefatter, at kommunerne også har en tilsynsforpligtigelse med regnvandsanlæg eller ej, fx ved en præcisering af, hvorvidt et regnvandsanlæg, der ikke er tilknyttet en vandforsyning i den definerede forstand, falder ind under definitionen eller ej.

Uanset om anlæg til opsamling af regnvand måtte være omfattet af begrebet vandforsyningsanlæg, er det alene muligt for kommunerne at føre tilsyn med de regnvandsanlæg, de er bekendt med.

Den omstændighed, at regnvandsanlæg til husholdningsbrug ikke kræver tilladelse efter vandforsyningsloven, og etablering af regnvandsanlæg alene skal være en del af ansøgningen om byggetilladelse i forbindelse med nybyggeri, medfører en usikkerhed i forhold til fremtidssikringen af anlæggets drift og de sundhedsmæssige risici. Erfaringsopsamlingen viser derfor også, at det er et kommunalt ønske om, at alle anlæg skal anmeldes til kommunen, så de får tilsynsmulighed på grund af risikoen for utilsigtet sammenkobling til drikkevandsforsyningen.

Erfaringsopsamlingen viser desuden, at der hos myndighederne er et ønske om tydeliggørelse af, hvorvidt der skal betales afledningsafgift for det opsamlede regnvand, som efter toiletskyl afledes til kloakken, eller om dette regnvand på lige fod med andet regnvand ikke omfattes af afledningsafgiften.

Endvidere ønsker kommunerne, at anvendelsesmulighederne for sekundavand, herunder opsamlet regnvand, udvides til også at kunne omfatte anvendelser til bilvask, havevanding, vanding af grønne vægge og tage m.v. – herunder en tydeliggørelse af, om sekundavand må til-ledes til en udendørs vandhane.

Endelig viser erfaringsopsamlingen, at kommunerne har kendskab til 385 anlæg, hvor opsamlet regnvand anvendes til toiletskyl. Det er primært i boliger, at regnvand pt. anvendes til toiletskyl, mens kun få anlæg er etableret i kontorbyggeri eller andre bygninger. Fra et kontorbyggeri er erfaret, at ca. 72% af vandforbruget til toiletskyl kan udgøres af opsamlet regnvand.

### **Potentialet i fremtidig anvendelse**

Der er varierende opgørelser og skøn for vandforbrug til toiletskyl. Ofte fremgår det ikke, hvorvidt der indgår moderne lavt skylende toiletter eller ej i opgørelserne. Derfor defineres potentialet her bredt som 15-30 liter per person/dag svarende til ca. 14-27% af drikkevandsforbruget i et kvarter. Dette er mere end der kan opsamles ved regnvandsopsamling, særligt i etageejendomme. Potentialet kan falde over tid ved øget indførsel af flere og/eller mere vandbesparende toiletter.

Reelt vil der være potentielle forbrugere i ethvert byggeri med toiletter. I forhold til kvartervise løsninger vil forbruget til toiletskyl inden for et kvartermæssigt areal stige, jo højere befolkningstæthed og jo mere kontorbyggeri og des flere skoler m.m., der er i området. Hvis der i kvarteret er mange arbejdspladser, skoler m.m. i forhold til antal beboere, vil potentialet for brug af sekundavand til toiletskyl være højere end ca. 14-27%, da det må formodes, at knap 50% af vandforbruget til toiletskyl sker i dagtimerne på hverdage, hvor folk befinder sig på arbejdspladser, i skoler og uddannelsesinstitutioner m.v.

Potentialet for anvendelse af sekundavand til toiletskyl kan udvides ved at tillade flere vandkilder end opsamlet regnvand fra tage til anvendelsen. Hvis der skal åbnes for, at andre kilder end opsamlet regnvand kan anvendes til toiletskyl, bør især æstetiske parametre som lugt og farve, suspenderet stof (enten som SS mg/l eller filtreringsgrad) og den bakteriologiske kvalitet indgå i vurderingen. Andre vandkilder, som kan levere vand af en kvalitet, som ikke er påvirket i uønsket grad af disse kvalitetsmæssige parametre, kan indgå som en del af mulighederne for at etablere sekundavandsanlæg til toiletskyl for at udvide fremtidens potentiale.

Et fremtidigt potentiale kan endvidere fremmes ved at tydeliggøre mulighederne for brug af sekundavand til virksomheder, herunder om sekundavand også kan anvendes til toiletskyl og andre udvalgte vandforbrug inden for industrier, hvor vandkvaliteten i forhold til produktionen skal være i top.

En kvartermæssig løsning kan enten udgøres af, at en eller flere sekundavandskilder ledes til én opbevaringstank i kvarteret, hvorfra vandet ledes i separate sekundavandsrør og – installationer frem til toiletter i kvarterets bygninger. Eller en kvartermæssig løsning kan udgøres af, at sekunda-



Et fremtidigt forbrug af sekundavand til tøjvask som erstatning for drikkevand kan endvidere fremmes af at tillade andre vandkilder end opsamlet regnvand fra tage til anvendelsen. Hvis der åbnes op for, at andre vandkilder kan anvendes til tøjvask, bør især æstetiske parametre som lugt, farve, jern og andre stoffer, som kan give misfarvninger, suspenderet stof og bakteriologisk kvalitet indgå i vurderingerne af, hvilke andre vandkilder, der kan være relevante. Det er uvist, om pollenallergikere kan få allergi som følge af pollen i opsamlet regnvand eller andre vandkilder. Risikoen kan måske reduceres ved at anvende vand af drikkevandskvalitet (vandværksvand) til sidste hold skyllevand.

Af hensyn til de tekniske vandinstallationer bør også korrosionsrisici indgå i vurderingerne af kilderne, dvs. indholdet af klorid og metaller i vandet. Indeholder sekundavandet mange salte, som f.eks. havvand, kan hovedvasken foretages i havvandet, og de sidste skyl derefter må benytte drikkevand eller lignende for at undgå saltskjolder og lignende i tøjet.

I kvartervise løsninger vil det være muligt at supplere flere sekundavandskilder, således at vand fra f.eks. tage, grundvandssænkninger og afværgepumpninger ledes til én opbevaringsbeholder, hvorfra vandet via et separat sekundavandssystem ledes til bebyggelser, som anvender vand til tøjvask (og evt. andre anvendelser af sekundavand). Ved sådanne kvartervise løsninger er der bedre mulighed for, at sekundavandet udsættes for en vandbehandling, som kan mindske sundhedsrisikoen ved anvendelse af sekundavand til tøjvask ved lave temperaturer, idet ét anlæg til desinfektion eller UV-behandling vil kunne reducere risikoen for anvendelsen af sekundavand til tøjvask i flere byggerier samtidigt.

Samlet set vurderes det, at potentialet for at anvende sekundavand til tøjvask langt fra er udnyttet, og at potentialet udgør ca. 9-18 % i kvarterer – dog kan potentialet være større i kvarterer med virksomheder, der har megen tøjvask. De sundhedsmæssige risici – særligt i forhold til tøjvask ved lave temperaturer – bør tages i betragtning og derfor vil det hovedsageligt være vandkilder med lav mikrobiologisk påvirkning, der er mest egnede som sekundavandskilder. Dog kan kvartermæssige løsninger åbne op for, at de mikrobiologiske risici forebygges et eller få steder ved opbevaringstanke til sekundavand ved desinfektion.

### **3.3 Rekreative anvendelser**

Rekreativt brug af vand dækker over brug i indendørs og udendørs kunstigt anlagte bade faciliteter med offentlig adgang så som svømmehaller og vandlande, men kan også dække over arkitekturmæssig brug af vand i springvand, kunstige søer, damme og vandløb i f.eks. byrum.

Fælles for disse måder at bruge vand rekreativt er, at der er mulighed for menneskelig kontakt med vandet.

#### **Lovgivning og eksisterende anvendelser**

For naturligt badevand gælder bekendtgørelse om badevand og badeområder (badevandsbekendtgørelsen) /11/. Heri er krav til vandets bakteriologiske kvalitet givet som krav til fækale bakterier.

Rekreativt brug af vand i indendørs og udendørs kunstigt anlagte bade faciliteter med offentlig adgang, så som svømmehaller og vandlande, er omfattet af bekendtgørelse om svømmebadsanlæg m.v. og disses vandkvalitet (svømmebadsbekendtgørelsen)/12/.

For kunstigt anlagte svømmebade gælder svømmebadsbekendtgørelsen, og i henhold til bekendtgørelsens § 6 kan der kun anvendes vand af drikkevandskvalitet til fyldning af svømmebadsanlæg.

I henhold til svømmebadsbekendtgørelsens § 7 kan der dog anlægges udendørs svømmebade med gennemstrømmende overfladevand, dvs. vand der ikke nødvendigvis har drikkevandskvalitet, forudsat at overfladevandet overholder angivne kvalitetskrav, er klart og i øvrigt ikke er forurennet og

udskiftes med den hyppighed, der er angivet i bekendtgørelsen. Det bemærkes dog i den forbindelse, at overfladevandet ikke må desinficeres.

Der ses ikke at være en egentlig lovgivningsmæssig regulering af mulighederne for at bruge sekundavand ved arkitektonisk brug af vand i f.eks. springvand og bassiner i byområder, men ved en anvendelse af sekundavand bør der tages højde for de kontaktmæssige risici i forhold til anlæggets udformning og spædevandskilde. Særligt ved bassiner og lign. med stillestående vand uden gennemstrømning, hvor der er risiko for, at personer utilsigtet kommer i kontakt med vandet, og hvor der ikke er umiddelbar nærhed af hygiejniske faciliteter til afvaskning i rent vand, kan der være mikrobiologiske risici, f.eks. chrytosporidier. Ved denne brug skal vandets æstetiske kvaliteter som lugt og udseende også være acceptable.

Kommuners arbejde med LAR-løsninger (Lokal Afledning af Regnvand) som led i klimatilpasnings-tiltag omfatter flere steder rekreativt brug af vand i byområder til kunstige vandløb og søer – f.eks. i Ørestaden i København. Det er oftest opsamlet regnvand fra tage, som anvendes i disse løsninger, da andre vandkilder som vand fra befæstede arealer ofte indeholder salt (primært i vinterperioder) og andre miljøfremmede stoffer, som er u hensigtsmæssige at få ind i byrum med mulighed for menneskelig kontakt og/eller fordi vandet efterfølgende ledes til naturlige recipienter uden rensning.

### **Potentielt forbrug**

Det har ikke været muligt at finde samlede opgørelser over vandforbrug til f.eks. svømmebade. Som udtryk for et typisk eksempel på et svømmebad oplyser Lyngby Svømmehal, at deres bassiner rummer ca. 2.000 m<sup>3</sup>, og at de forbruger ca. 50-60 m<sup>3</sup> per uge, primært til skylning af filtre og erstatning af fordampning. Ifølge et skøn fra Miljøstyrelsen fra 2006 anslås antallet af svømmebade i Danmark til at være ca. 330 med i alt ca. 660 bassiner /13/. Under forudsætning af, at vandforbruget fra Lyngby Svømmehal udgør et gennemsnitligt forbrug, kan det samlede, årlige forbrug af drikkevand til fyldning i svømmebade skønnes til ca. 940.000 m<sup>3</sup>. Kvartervist vil der sandsynligvis maks. være 1-2 svømmebade, svarende til et årsforbrug af drikkevand på ca. 2.800-5.700 m<sup>3</sup>.

Det er ikke muligt at finde samlede opgørelser over vand til rekreativt brug. For de fleste bassiner og springvand bruges drikkevand til erstatning af fordampningstab, og mængdemæssigt vil det på landsplan og kvartervist formentlig være marginale mængder.

Anvendelse af sekundavand til rekreativt brug i kvartervise løsninger vil i høj grad afhænge af kvarterets antal og størrelse af rekreative arealer, ikke mindst vandforbrug heri samt vandkildernes tilgængelighed og kvalitet.

I lyset af de mange LAR-løsninger, som implementeres i kommuner rundt om i landet, vil brugen af sekundavand til rekreative anvendelser kunne fremmes, hvis der vejledes om, hvilke vandkilder der kan anvendes til de forskellige rekreative formål.

Samlet set vurderes det dog, at det potentielle forbrug af sekundavand som erstatning for drikkevand til rekreativt brug er beskedent. I forhold til svømmebade vil såvel sundhedsmæssige risici samt hensyn til korrosionsrisici og udfældninger fra sekundavandskilder være meget begrænsende for brug af sekundavand på trods af en eventuel opblødning i krav om brug af vand af drikkevandskvalitet. Andre anvendelser af drikkevand til rekreative brug er meget små mængdemæssigt.

Kun ved indførelse af rensning af sekundavandskilderne synes der at være et mindre potentiale for erstatning af drikkevand til rekreativt brug, primært til svømmebade. Med mindre der specifikt fastsættes andre kvalitetskriterier end drikkevandskvalitet til svømmebade, vil denne kvartervise rensning omfatte rensning til drikkevandskvalitet. Idet forbruget af drikkevand til fyldning af svømmebade er relativt lille, vil det dog ikke være det mest oplagte område at indføre nye kvalitetskrav for med henblik på at øge brug af sekundavand i Danmark.



### 3.4 Grundvandsdannelse i byområder

Forøget grundvandsdannelse i byområder kan ske overfladenært ved infiltration, enten direkte i kunstige infiltrationsanlæg eller ved faskiner. Det kan også ske dybere i geologien med vand af så god kvalitet, at det ikke udgøre en risiko for grundvandsmagasinet, hvor vandet pumpes ned til grundvandsmagasinerne i dybereliggende infiltrationsanlæg.

Grundvandsdannelse ved infiltration erstatter ikke brugen af drikkevand, men kan medvirke til at øge grundvandsressourcerne lokalt. Desuden kan lokal infiltration fra terræn til grundvandet bevirke en naturlig rensning af den sekundavandskvalitet, der nedsives. Hermed giver det mulighed for lokal oppumpning af grundvand, som stammer fra en infiltreret sekundavandskilde. Dette grundvand skal efterfølgende behandles på et vandværk med simpel vandbehandling med iltning og filtrering.

#### Lovgivning og eksisterende anvendelser

I henhold til Miljøbeskyttelseslovens § 19 /14/ skal kommunerne give tilladelse, hvis der skal ske afledning til undergrunden med stoffer, produkter eller materialer, der kan forurene grundvand, jord og undergrund.

Betingelserne for meddelelse af en sådan tilladelse er reguleret i Spildevandsbekendtgørelsens § 24 /15/. Heraf følger at udgangspunktet er, at der ikke kan meddeles tilladelse til tilførsel af de i bekendtgørelsens bilag 2 nævnte stoffer til grundvandet, hvis tilførsel til grundvandet sker uden gennemsivning af jordoverfladen eller undergrunden. Undtagelsen her til er at tilførselen begrundes i videnskabelige formål til karakterisering, beskyttelse eller genopretning af vandområder, idet det er en forudsætning for en sådan:

1. at stofferne er begrænsede til de mængder, der er strengt nødvendige for de pågældende videnskabelige formål, og
2. at stofferne forekommer i mængder, der er så ringe, at det modtagende grundvands kvalitet ikke forringes.

Bekendtgørelsens bilag 2 oplister således en række enkeltstoffer, som må anses for irrelevante på grund af deres ringe risiko for toksicitet, persistens og evne til bioakkumulation.

I relation til infiltration af sekundavand må det forventes, at myndighederne vil stille krav om, at der ikke må tilføres forurenende stoffer til grundvandet, at ilt ikke må tilføres til grundvandsmagasinerne, og at der ikke på grund af infiltrationen må tilføres næringsstoffer eller forhøjede koncentrationer af miljøfremmede stoffer til vandløb eller søer.

Der sker allerede overfladenær infiltration med regnvand via faskiner m.v., primært af vand opsamlet fra tage og/eller flisebelagte arealer. For andre typer sekundavand eller for infiltrationsanlæg, der tilfører vand til dybere grundvandsmagasiner, vil det være de lokale myndigheder, som afgør, hvilke kvalitetskrav der stilles til sekundavandet.

Større infiltrationsanlæg, hvor bl.a. overfladevand infiltreres til grundvandsmagasinerne med henblik på øget grundvandsdannelse til drikkevandsproduktion, er anvendt i flere lande, bl.a. Holland, og har i Danmark været etableret som forsøgsanlæg af HOFOR A/S på Arrenæs i Frederiksværk med vand fra Arresø.

#### Potentielt forbrug:

Det har ikke været muligt at finde samlede opgørelser over vandmængder, som nedsives i infiltrationsanlæg. Dog sker der som følge af LAR-løsninger flere og flere tiltag i kommunerne til at infiltrere opsamlet regnvand til grundvandet, så de infiltrerede vandmængder ventes at være stigende.

Grundejere kan være såvel parcelhusejere, lejlighedskomplekser, virksomheder og institutioner, som har et areal at infiltrere vandet på. Desuden kan infiltrationen af sekundavand ske mere kon-

trolleret i større infiltrationsanlæg, som f.eks. forsyningsvirksomheder driver på større arealer, f.eks. et markareal.

Ved kvartervise løsninger kan infiltration ske på såvel de enkelte matrikler som i et anlagt infiltrationsanlæg, der drives af f.eks. vandforsyningen. De største barrierer for dette i byområder vurderes at være pladsmangel til større infiltrationsanlæg samt eventuelle risici i forhold til grundvandsforekomsterne, herunder forurening med miljøfremmede stoffer, hydraulisk påvirkning af andre forekommende forureninger fra forurenede grunde samt andre grundvandsinteresser i området. Desuden skal der opnås tilladelse til etablering af indvindingsboringer og det oppumpede grundvand skal renses med iltning og filtrering på et vandforsyningsanlæg. Anvendelsen er derfor mest oplagt i byområder, hvor der findes eksisterende vandværker med indvindingsboringer, hvis indvindingsoplande omfatter infiltrationen.

Med infiltration som del af vandbehandlingsprocessen kan potentialet for brug af sekundavand øges væsentligt, idet infiltrationen muliggør en ekstra hygiejnisk barriere i forhold til anvendelser af sekundavandskilder, som har et højt mikrobiologisk indhold. Metoden er derfor mest velegnet som del af en eller flere vandbehandlingsprocesser til at anvende sekundavand som kilde til fremstilling af drikkevand. Hermed kan potentialet teoretisk blive så stort, at det kun begrænses af sekundavandskildernes mængder, men reelt vil kvalitetsmæssige hensyn til grundvandsressourcen, hydrauliske påvirkning af grundvandsstanden i byområder samt pris og plads have betydning for, hvor stor en udbredelse metoden kan opnå.

Da erfaringerne i Danmark med større infiltrationsanlæg er få, vil en større udbredelse kunne fremmes ved vejledningsmaterialer til anlægsejere og myndigheder.

### **3.5 Industrielle anvendelser**

Industrien er en storforbruger af vand til mange formål. Hvordan vandforbruget i industrien fordeles sig til forskellige anvendelser er ikke præcist opgjort. På grund af stigende vandpriser har industrien i høj grad arbejdet med vandbesparelser igennem flere år, men hvor og i hvilket omfang der er mulighed for at erstatte brugen af drikkevand med sekundavand er ikke opgjort på landsplan.

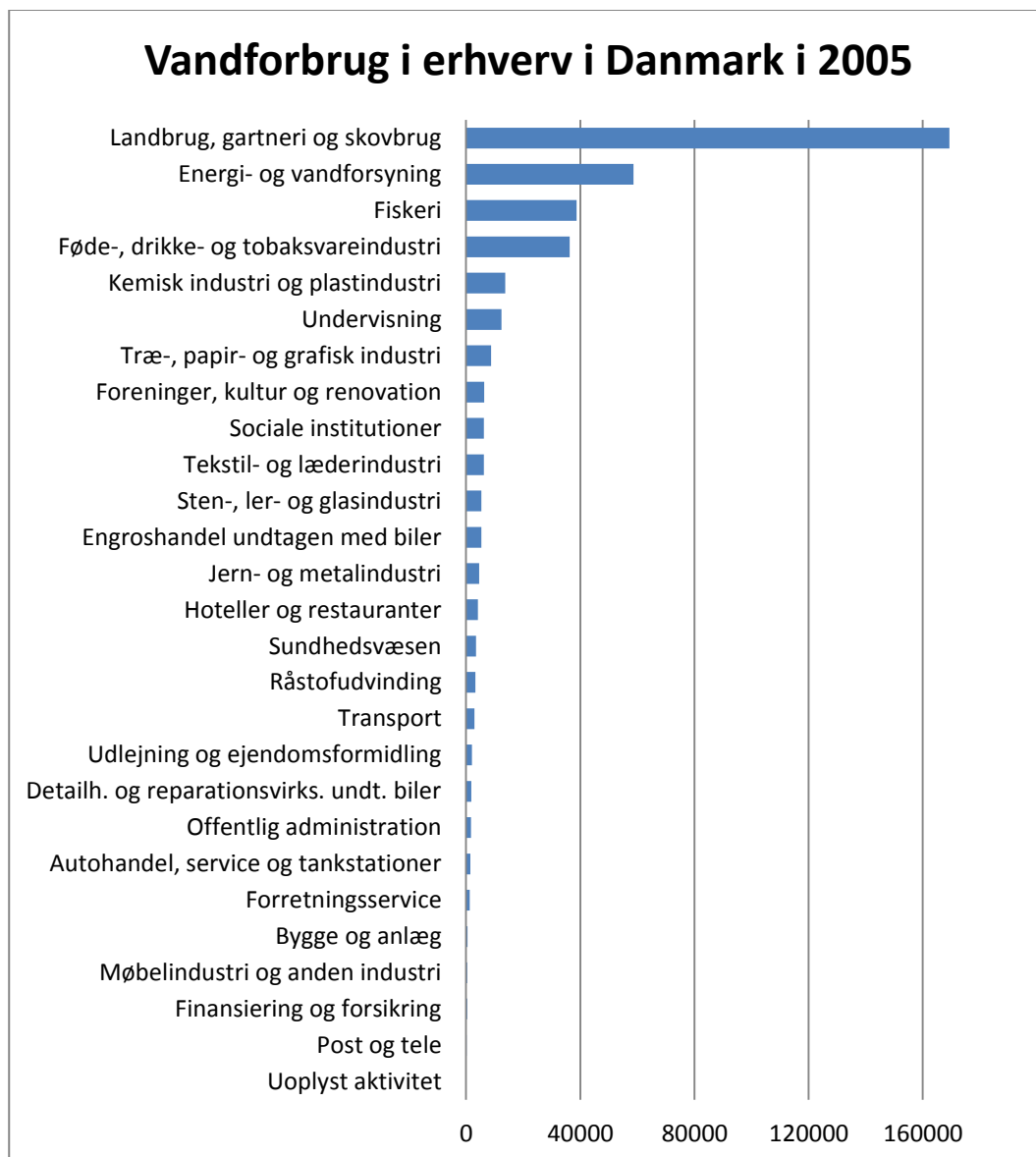
Dertil kommer at godkendelsespligtige virksomheder i deres miljøgodkendelse kan blive mødt med krav om at reducere såvel deres vandforbrug og spildevandsproduktion. I henhold til godkendelsesbekendtgørelsens § 25 /16/ skal godkendelsesmyndigheden bl.a. lægge relevante BAT-konklusioner, der er vedtaget og offentliggjort af EU-Kommissionen, til grund i forbindelse med godkendelse og revurdering af godkendelser af bilag 1-virksomheder. En række af disse BAT-konklusioner indeholder krav til forbruget og arten af råstoffer, herunder vand, der forbruges i processen.

Afhængigt af vandforbrugets formål i industrielle virksomheder formodes det, at der sker mange anvendelser, hvor vandet ikke nødvendigvis skal være af drikkevandskvalitet, om end der i nogle industrier også er behov for en renere vandkvalitet end drikkevand.

Seneste opgørelse for erhvervets forbrug er fra 1994 og optræder i en publikation fra Miljøstyrelsen fra 2004 /17/. Desværre er der ikke nyere tal tilgængelige. Dansk Industri og Danmarks Statistik henviser til, at der ikke er opgjort nyere tal siden 2005 med henvisning til omlægninger i forbindelse med Kommunalreformen i 2007. Det må dog forventes, at nyere tal vil afspejle, at erhvervsstrukturen og vandpriserne har ændret sig betydeligt, siden disse tal er blevet gjort tilgængelige. Ifølge DANVA /18/ er erhvervenes forbrug faldet med ca. 10 % i perioden fra 1998 til 2011 svarende til et nuværende forbrug på ca. 17 m<sup>3</sup>/indbygger per år.

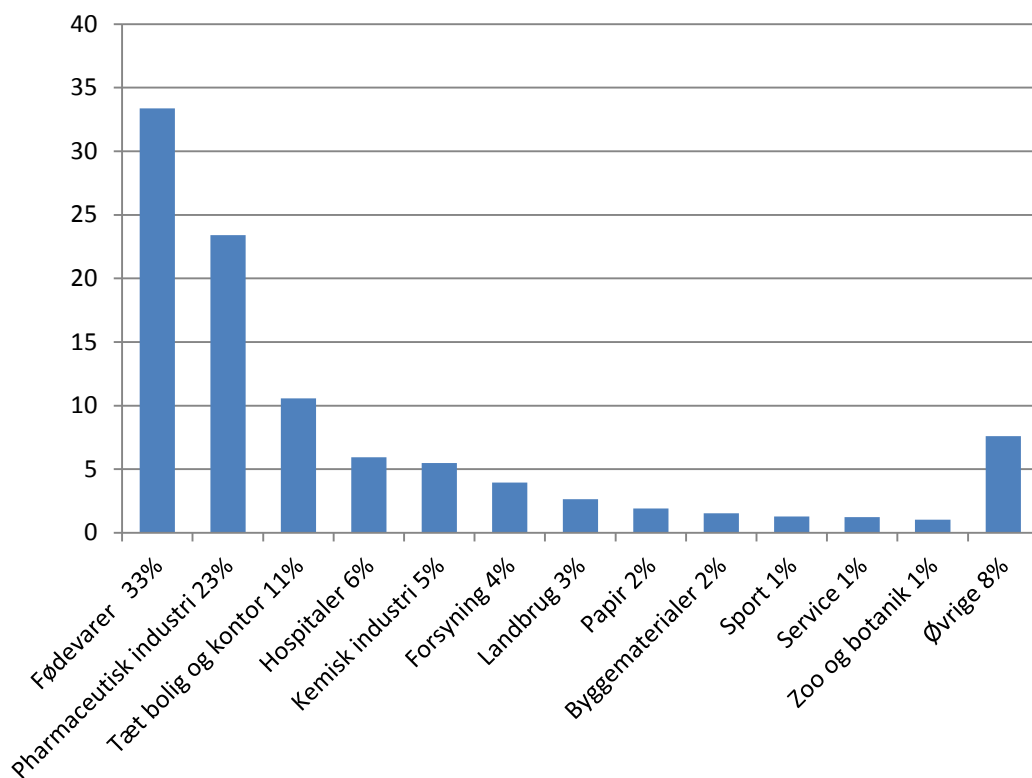
Opgørelser af vandforbruget i 2005 fra Danmarks Statistik er opgjort på baggrund af økonomiske nøgletal og indeholder derfor også importeret og eksporteret vand i læskedrikke, oppumpet grundvand til markvanding m.v. Disse tal er ikke direkte sammenlignelige med opgørelse af forbrug af

drikkevand fra vandværker. Med et samlet vandforbrug i erhverv i 2005 på 396 mio. m<sup>3</sup> (heraf leverede vandværkerne 122 mio. m<sup>3</sup> drikkevand /19/) fordelte forbruget sig inden for brancher som vist på Figur 3-1.



FIGUR 3-1 MÆNGDEMÆSSIG FORDELING AF FORBRUGET AF VAND I ERHVERV I DANMARK I 2005 OPGJORT I 1000 M<sup>3</sup>. KILDE: DANMARKS STATISTIK /19/.

Rambøll har for Naturstyrelsen i maj 2013 udført en screening af drikkevandsforbrugets fordeling i industrier i Danmark. 40 vandforsyningselskaber blev bedt om at fremsende oplysninger om vandforbrug i 2012 for de 10 mest vandforbrugende virksomheder i forsyningsområdet. Der har været en svarprocent på ca. 50 %. Tallene skal derfor ses som en screening, der giver en fornemmelse, men ikke det totale billede, af fordelingen af forbruget af drikkevand på brancher i industrien – se Figur 3-2. I alt indkom der oplysninger om vandforbrug hos 188 virksomheder. Vandforbruget hos de 188 virksomheder udgjorde samlet 9,7 mio. m<sup>3</sup> vand i 2012, hvilket skønnes at svare til ca. 15 % af det samlede drikkevandsforbrug til erhverv i Danmark.



FIGUR 3-2 PROCENTVIS FORDELING AF VANDFORBRUG I INDUSTRIEN UD FRA OPLYSNINGER OM VANDFORBRUG I 188 VIRKSOMHEDER I DANMARK.

På baggrund af den meget spinkle viden om, hvordan forbruget af drikkevand fra vandværker fordeles sig i industrien i Danmark opdeles industriens vandforbrug i dette projekt i følgende formål:

- Kraft og varmeproduktion
- Køling
- Vask, skyl og rengøring
- Proces (vand anvendes i fremstillingsprocesser, men indgår ikke i producerede produkter)
- Produkt (vand som indgår i producerede produkter)
- Sanitære formål (toiletskyl og badefaciliteter)

### 3.5.1 Kraft- og varmeproduktion Lovgivning og eksisterende anvendelser

Der findes ikke i lovgivningen regler, der er til hinder for brug af sekundavand til det primære vandforbrug i forbindelse med kraft- og varmeproduktion.

Det primære forbrug i denne sektor dækker spædevand til fjernvarme- og dampproduktion samt vand til røggasrensning. Der er ikke krav om brug af vand af drikkevandskvalitet eller andre kvaliteter til disse formål, og derfor er der mulighed for brug af sekundavand til anvendelsen.

Vand til fjernvarme- og dampproduktion er ofte i produktionstrinnet behandlet lokalt på kraftværket til afsaltet vand – også vand af drikkevandskvalitet afsaltes. Værket har ofte meget avanceret vandbehandlingsteknologi på brugsstedet. Derfor er det nærliggende for værket til fjernvarme- og dampproduktion at modtage vand af vandkvaliteter, der er markant ringere i kvalitet end vandværksvand. Rensning af andre vandkvaliteter end drikkevand kan dog medføre øgede udgifter til etablering og drift af behandlingsanlæg på kraftværket.

Vand til røggasrensning stiller meget få kvalitetskrav til vandet, og der benyttes allerede på mange værker vand, som kan betegnes som sekundavand, f.eks. havvand, afværgevand, grundvandssænkninger og lignende.

### **Potentielt forbrug**

I det følgende forudsættes, at værket selv bidrager med avanceret vandbehandling og derfor kan modtage vandet i en vandkvalitet, der i mindre grad afviger fra drikkevandskvalitet mht. indhold af simpelt filtrerbare stoffer som f.eks. jern.

Kraft- og varmeproduktion bruger ca. 1.400 mio. m<sup>3</sup> vand per år svarende til ca. 95 % af industriens vandforbrug /17/ (dette forbrug indgår ikke i opgørelsen i figur 3.1). En stor del af dette er allerede baseret på sekundavand, idet der bruges primært havvand, suppleret med mindre mængder ferskt overfladevand, egne borer og andre vandkilder som f.eks. afværgevand eller grundvandssænkninger. Vandet bruges primært til køleformål, opgjort separat for kraft- og varmeindustrien i forhold til industrien generelt. En relativt lille mængde vand af det store forbrug i denne sektor leveres af vandværker. Potentialet er derfor at erstatte den nuværende brug af drikkevand, som er opgjort til 1,3 mio. m<sup>3</sup>/år, med vand fra sekundære kilder.

I forhold til kvartervise løsninger er dette forbrug af sekundavand dog kun relevant i de kvarterer, hvor der foregår en kraft- og varmeproduktion.

### **3.5.2 Køling**

#### **Lovgivning og eksisterende anvendelser**

Der findes ikke i lovgivningen regler, der er til hinder for industriel brug af sekundavand til køling.

Industrien bruger en betydelig vandmængde til køling. Der er hos virksomhederne ofte kun praktiske krav til, at vandet ikke giver anledning til tilstopning og belægninger i køleudstyret i forhold til valg af vandkilde. Det betyder, at vandet skal have relativt lave indhold af partikler og af stoffer, der kan udfældes. Der anvendes ofte sekundavandskilder, når de forefindes i virksomhedens nærhed, f.eks. benytter kystnære virksomheder ofte havvand som kølevand.

### **Potentielt forbrug**

Samlet set bruger industrien ca. 90 mio. m<sup>3</sup>/år til køleformål /17/. Da vandkilderne til køleformål oftest allerede er erstattet med andre vandtyper end drikkevand, er det fremtidige potentiale for øget forbrug af sekundavand, som erstatning for brug af drikkevand, lille.

I forhold til kvartervise løsninger er dette forbrug af sekundavand yderligere kun relevant i de kvarterer, hvor der ligger virksomheder, som anvender vand til køleformål.

### **3.5.3 Vask, skyl og rengøring**

#### **Lovgivning og eksisterende anvendelser**

Adgangen til industriel anvendelse af sekundavand til vask, skyl og rengøring er i et vist omfang reguleret i vandforsyningslovgivningen, nærmere bestemt drikkevandsbekendtgørelsens § 5 /8/.

Heraf følger nemlig at det vand, der anvendes i forsyningssystemer, der forsyner fødevarer virksomheder samt virksomheder, der fremstiller lægemidler eller andre produkter, hvortil der stilles særlige sundhedsmæssige krav til vandforsyningen, skal være af drikkevandskvalitet. Fødevarer virksomhederne er desuden reguleret af EU's hygiejneforordning /44/. Dvs. der ikke er mulighed for at anvende sekundavand til vask, skyl og rengøring i fødevarer virksomheder og i den farmaceutiske industri, hvilket kan være en begrænsning for brugen af sekundavand inden for disse erhverv.

Anvendelser af sekundavand til vask, skyl og rengøring i andre industrielle erhverv forudsætter derimod ikke drikkevandskvalitet, jf. vandforsyningslovgivningen, men det skal dog understreges,

at der i medfør af anden lovgivning eller branchespecifikke certificeringsnormer kan være krav til vandkvaliteten af det vand, der anvendes til vask, skyl og rengøring i industrien.

I henhold til Spildevandsbekendtgørelsen /8/ findes der nogle indirekte krav til kvaliteten af det vand, der anvendes til vask, skyl og rengøring. Da virksomhederne skal opnå tilslutningstilladelse til kloaker eller udledningstilladelser til recipienter for deres spildevand, kan der i forhold til kravene til vandkvalitet i spildevandet opstå begrænsninger for brug af sekundavand, da sekundavandskilder f.eks. kan indeholde koncentrationer af metaller eller miljøfremmede stoffer, som ikke er tilladt at lede til kloak eller recipienter.

Kravene i spildevandsbekendtgørelsen medfører således indirekte, at brug af sekundavand alene kan ske, såfremt vandet med eller uden forudgående rensning i øvrigt lovligt kan tilføres kloaksystemet eller udledes til recipienter.

I den forbindelse skal det samtidig understreges, at der i henhold til miljølovgivningen ikke stilles krav om en vurdering af de sundhedsmæssige aspekter ved anvendelse af vand til vask, skyl og rengøring, der udledes til spildevandssystemet, modsat hvor spildevand anvendes til fx vanding og udledes på jorden. Ved anvendelse af sekundavand til vask, skyl og rengøring, er det er således op til den enkelte bruger af vandet - dvs. arbejdsgiveren - at vurdere, hvilke forholdsregler de skal iværksætte for at beskytte de ansatte imod sundhedsmæssige risici ved anvendelsen f.eks. i forhold til udsættelse for aerosoler som en del af arbejdsmiljøet.

På baggrund af erfaringsopsamlingen om brug af regnvandsanlæg i Danmark fra 2012 /1/ medfører denne forskel i reguleringen af hvornår der skal foretages en sundhedsmæssige vurdering tilsyneladende en vis utryghed og forvirring hos myndigheder og vandforsyninger, der kan opleves som en reel barriere for anvendelsen af sekundavand til sådanne formål.

Dertil kommer at den nødvendige kvalitet af vand til rengøringsformål er meget afhængig af den enkelte industri, og der kan derfor af praktiske årsager være mange grunde til alene at anvende vand af drikkevandskvalitet. I fødevarerindustrien og den farmaceutiske industri er kravene vandkvaliteten til vask, skyl og rengøring således høj (drikkevandskvalitet) af såvel lovgivningsmæssige som praktiske årsager.

### **Potentielt forbrug**

Det samlede vandforbrug i industrien til vask, skyl og rengøring udgør ca. 13 mio. m<sup>3</sup>/år. Heraf bruger levnedsmiddelindustrien ca. 10 mio. m<sup>3</sup>/år /17/. I levnedsmiddelindustrien vil mulighederne for anvendelse af sekundavand afhænge af såvel sekundavandstypens kvalitetsmæssige risici samt hvorvidt vandforbruget får kontakt med levnedsmidlerne eller ej, hvis der åbnes op for muligheden for at bruge andre vandkvaliteter end drikkevand. Fødevarerstyrelsen i Danmark opererer med fire formålskategorier, som adskiller sig fra hinanden ved den grad af kontakt, vandet har med fødevarer og dermed den betydning, vandets kvalitet har for fødevarerens sikkerhed:

1. Vand som ingrediens
2. Vand i direkte kontakt med fødevarer
3. Vand i indirekte kontakt med fødevarer
4. Vand uden kontakt med fødevarer.

Kravene til behandling og dokumentation vil derfor være strengest i kategori 1 og svagest i kategori 4.

Hensynet til fødevarerens sikkerhed gør det mest hensigtsmæssigt primært at fokusere på mulighederne for at erstatte drikkevand fra kategori 3 og 4 med sekundavand, som har en ringere kvalitet end drikkevandskvalitet.

Det vurderes, at det i mange tilfælde vil være muligt at erstatte brug af drikkevand helt eller delvist inden for delprocesser til vask, skyl og rengøring i industrielle produktioner. F.eks. kan den primære vask foretages med sekundavand, og kun ”sidste skyl” behøver at være drikkevand, eller der kan anvendes sekundavand til skyl i de delprocesser, hvor der f.eks. skylles møg af dyr til slagterier, før dyrene føres ind på slagteriet, hvor der kun er adgang til drikkevand.

Potentialet i forbrug af sekundavand til almindelig rengøring og vaskemaskiner i industrier kan være relativt stort i kvartervis løsninger med større industrier med stort vandforbrug, men i praksis vil der særligt til vandforbrug til rengøring være behov for så mange tæppesteder, at den praktiske brug af vandet fra vandinstallationer kan sætte en begrænsning i potentialet for brug af sekundavand. Desuden vurderes det, at der er andre anvendelser af vand inden for industrien, hvor det mentalt og risikomæssigt er nemmere at anvende sekundavand end til formål som vask og rengøring. Generelt set vurderes potentialet derfor at være beskedent, men kan dog variere meget afhængigt af en eventuel industriel produktion inden for et kvarter.

#### **3.5.4 Proces Lovgivning og eksisterende anvendelser**

Vand til procesformål defineres her som vand, der ikke indgår som direkte tilsætning til produktet, men øvrige processer i forbindelse hermed. Kvalitetsbehovet ved brug af sekundavand til procesformål er meget afhængig af den enkelte industri.

Som udgangspunkt er der ikke i lovgivningen regler, der er til hinder for brug af sekundavand til procesformål. En afgørende undtagelse hertil er dog de tilfælde, hvor vandet anvendes i levnedsmiddelindustrien og farmaceutindustrien, idet drikkevandsbekendtgørelsens § 5 /8/ udtrykkelig angiver, at vand fra vandforsyningssystemer, som forsyner fødevarer virksomheder samt virksomheder, der fremstiller lægemidler eller andre produkter, hvortil der stilles særlige sundhedsmæssige krav til vandforsyningen, skal opfylde kravene om drikkevandskvalitet.

Dog kan fødevarer virksomheder helt eller delvist anvende vand af anden kvalitet end drikkevandskvalitet, hvis de opnår tilladelse hertil fra Naturstyrelsen efter indstilling fra Fødevarestyrelsen jf. drikkevandsbekendtgørelsens §5 stk. 3. Dette forudsætter dog, at vandets kvalitet ikke kan påvirke den færdige fødevarers sundhed eller sundhedsmæssige beskaffenhed, og at fødevarer virksomhederne overholder Hygiejneforordningen /44/, der bl.a. stiller krav til vandkvaliteten.

Det skal endvidere understreges, at spildevandsbekendtgørelsen /15/ som ovenfor anført under punkt 3.5.3. indeholder nogle indirekte krav til kvaliteten af det vand, der anvendes til procesformål og som efterfølgende tilføres kloakker eller udledes recipienter.

Kravene i spildevandsbekendtgørelsen medfører således indirekte, at brug af procesvand alene kan ske, såfremt vandet med eller uden forudgående rensning i øvrigt lovligt kan tilføres kloaksystemet eller udledes til recipienter.

#### **Potentielt forbrug**

Det samlede vandforbrug i industrien til procesformål udgør ca. 20,8 mio. m<sup>3</sup>/år /17/. Heraf bruger levnedsmiddelindustrien ca. 12,8 mio. m<sup>3</sup>/år og kemisk industri 2,4 mio. m<sup>3</sup>/år /17/.

I forhold til kvartervis løsninger vil forbruget afhænge af omfanget af industri i kvarteret og denne industris vandforbrug til proces.

Samlet set vurderes det, at det største potentiale for sekundavand til erstatning for brug af drikkevand til det industrielle forbrug er brug af sekundavand til procesformål.

Det er vanskeligt at estimere et tal for mængden af sekundavand, da det vil afhænge af den enkelte industri samt de tilgængelige sekundavandskilder, om der lokalt er et uudnyttet potentiale. Opgørelserne af vandforbrugets fordeling inden for den industrielle sektor er desuden fra 1994. Mange tiltag til vandbesparelser og brug af sekundavand kan være indført siden da, og dermed er grundlaget for at vurdere potentialet alt i alt meget usikkert.

Økonomi spiller en væsentlig rolle for virksomhedernes incitament for at ændre på eksisterende forhold. Derfor vil en model for opstilling af business cases for indførsel af sekundavand som procesvand – og andre vandforbrug – på virksomheder være et middel til at fremme udbredelsen der, hvor det giver mening for virksomhederne.

Hvis flere vandforbrugende industrier ligger inden for samme kvarter, vil der desuden kunne være et potentiale i at anvende processpildevand fra en virksomhed som sekundavand i en anden virksomhed, dvs. vandgenbrug virksomhederne imellem før udledning til kloak.

### **3.5.5 Produkt**

#### **Lovgivning og eksisterende anvendelser**

Som udgangspunkt er der ikke i lovgivningen regler, der stiller krav til kvalitet af vand, som skal indgå i et industriprodukt, og kravene til kvaliteten vil være meget afhængig af den enkelte industris produkter.

Der er dog en afgørende undtagelse hertil, idet det i henhold til drikkevandsbekendtgørelsens, § 5, /8/ kræves, at forsyningssystemer, der forsyner fødevarer virksomheder samt virksomheder, der fremstiller lægemidler eller andre produkter, hvortil der stilles særlige sundhedsmæssige krav til vandforsyningen, skal have drikkevandskvalitet. På trods af en dispensationsmulighed for drikkevandskvaliteten som nævnt i afsnit 3.5.4 må det generelt formodes, at netop vand, der indgår i produkter inden for fødevarerindustrien og medicinalindustrien ikke vil kunne opnå denne form for dispensation. Det følger bl.a. af EU's hygiejneforordning /44/.

I den øvrige industri er det således som udgangspunkt muligt at erstatte brug af drikkevand helt eller delvist med sekundavand, idet der ikke er specifikke krav om vand af drikkevandskvalitet, men det skal afgøres specifikt i hvert enkelt tilfælde, om sekundavand reelt er en mulighed i forhold til produktets kvalitet.

#### **Potentielt forbrug**

Det samlede vandforbrug i industrien som indgår i produkterne udgør ca. 2,9 mio. m<sup>3</sup>/år. Heraf bruger levnedsmiddelindustrien ca. 1,7 mio. m<sup>3</sup>/år /17/. Potentialet for at erstatte vand af drikkevandskvalitet med sekundavand i industriens produkter er således forholdsvist lavt og vurderes til maksimalt at kunne udgøre ca. 1 mio. m<sup>3</sup>/år.

I forhold til kvartervise løsninger vil forbruget afhænge af omfanget af industri i kvarteret og denne industris vandforbrug til produkter.

### **3.5.6 Sanitære formål**

#### **Lovgivning og eksisterende anvendelser**

Vand til sanitære formål i industrien dækker over vand til personhygiejne samt almindelig rengøring og tøjvask svarende til de formål, som en privat husholdning har (rengøring m.v. i produktionen er omfattet af afsnit 3.5.3.)

I henhold til drikkevandsbekendtgørelsens § 3 kan opsamlet regnvand fra tage også anvendes toiletskyl i industrielle erhverv.

Desuagtet er denne mulighed for at anvende regnvand til toiletskyl i industrielle erhverv ikke medtaget på Rørcenteranvisningens liste over bygninger, hvor regnvandsanlæg er tilladt /9/. Dette kan



skabe tvivl hos kommunerne om, hvorvidt de kan tillade regnvandsanlæg til toiletskyl hos sådanne andre industrielle erhverv og dermed reelt begrænse anvendelsen af sekundavand til toiletskyl. Rørcenteranvisningen virker derfor ikke til at åbne op for muligheden for at indføre regnvandsanlæg på større produktionsvirksomheder, og det må derfor formodes, at dette hos myndigheder og virksomheder kan skabe tvivl om mulighederne herfor.

### **Potentielt forbrug**

I forhold til kvartervise løsninger vil forbruget afhænge af omfanget af industri i kvarteret og denne industris vandforbrug til sanitære formål. Samlet set vurderes det, at der til sanitære formål – især toiletskyl – i industrien er mulighed for at øge anvendelsen af sekundavand i forhold til i dag. Hos virksomhederne må det dog forventes, at der skulle kunne ses et økonomisk incitament for indførelse af sekundavand til sanitære formål, før det vil være interessant for dem. Derfor formodes det, at potentialet er størst i de virksomheder, hvor sekundavand også anvendes til procesformål, da mængderne her kan være så store, at det kan betale sig for virksomheden at indgå i kvartervise sekundavandsløsninger.

## **3.6 Brandbekæmpelse**

### **Lovgivning og eksisterende anvendelser**

Vand til brandbekæmpelse er reguleret af bekendtgørelse om redningsberedskab /20/. Der stilles ikke her kvalitetskrav til vandet, og der kan udover brandhaner bruges naturlige vandforråd, gravede vandforråd og andre vandreservoirer. Dermed kan og bliver eksempelvis overfladevand benyttet ubehandlet.

Der er ikke i vandforsyningslovgivningen krav til vandkvaliteten af det vand, der anvendes til brandslukning, men i medfør af miljøbeskyttelsesloven /14/ nærmere bestemt spildevandsbekendtgørelsen /15/ stilles der som ovenfor anført under punkt 3.5.3. krav til det vand, der udledes til kloakkerne, ligesom der stilles krav til det vand, der udledes til jorden.

Såfremt der er tale om udledning af vand til jorden, uden at der er tale om at udbringe vand med jordbrugsmæssig værdi, som det vil være tilfældet ved brandslukning, vil kravene i spildevandsbekendtgørelsens § 34 i princippet skulle overholdes.

Idet det ikke forud for igangsætningen af en brandslukning er muligt at indhente en sådan tilladelse, må det forudsættes, at det vand, der anvendes til brandslukning, altid er af en kvalitet, der ikke er til hinder for udledning til jorden.

Det skal i henhold til bestemmelsen sikres, at der ikke sker 1) forurening af grundvand, 2) forurening af overfladevand, 3) sundhedsfare for mennesker eller dyr, 4) gener for omboende eller 5) overfladeafstrømning.

Endvidere skal det bemærkes, at sprinkleranlæg er omfattet af et krav om, at hvis vandforsyningen ikke kan levere 1.200 l/min, skal der etableres et reservoir. Dette stiller det indirekte krav, at vandet skal kunne oplagres uden, at der opstår bundfald eller sker andre ændringer med vandet, der hindrer sprinkling, og at vandet ikke må give anledning til korrosion. Reservoirstørrelsen er afhængig af den bygning, sprinkleranlægget er placeret i. Den kan være af størrelsesordenen 200 m<sup>3</sup> på et hospital.

### **Potentielt forbrug**

Det har ikke været muligt at finde samlede opgørelser over vandforbrug til brandbekæmpelse. Vandforbruget til brandbekæmpelse indgår i vandforsyningernes umålte vandforbrug, som ifølge DANVA /18/ udgjorde 8,9 % af den udpumpede vandmængde i 2011. Hvor stor en del af denne mængde, der anvendes til brandbekæmpelse, er uvist, da det ikke måles. Men det må forventes, at

det kun er en lille del af det umålte forbrug, idet brandvæsenet i højere grad end tidligere anvender skum frem for vand til brandslukning.

Forbruget af vand til brandslukningsformål er meget varierende og kortvarigt. Desuden er brandhaner placeret spredt ud over vandforsyningsnettet, mens sprinkleranlæg oftere er placeret i områder med industri og/eller kontorbyggeri og institutioner. I forhold til anvendelse af sekundavand i kvartervise løsninger vil det derfor være mest relevant i kvarterer med erhverv, som har installeret sprinkleranlæg.

### **3.7 Kloakspuling Lovgivning og eksisterende anvendelser**

Spuling af kloakker foregår ofte med vand, der medbringes i en tank eller købes lokalt. Vandet er oftest rent drikkevand, selvom processen ikke stiller store tekniske krav til vandkvaliteten. Det skal teknisk set være muligt at pumpe vandet, uden at udstyr som slanger og dyser stopper til eller korroderer, og uden at vandet efterlader udfældninger i kloakken.

Der findes da heller ikke i vandforsyningslovgivningen krav til kvaliteten af det vand, der anvendes til kloakspuling.

Sådanne krav findes dog i miljøbeskyttelseslovgivningen, hvor spildevandsbekendtgørelsen /15/ som ovenfor anført under bl.a. punkt 3.5.3 indeholder krav til det vand, der udledes til kloakkerne fra en given ejendom/virksomhed. Spulevandet vil almindeligvis via kloak blive afledt til renseanlæg, hvorfor vandet af hensyn til renseanlæg og vandmiljø i en sådan situation alene bør have en karakter svarende til andet spildevand, hvortil der kan opnås tilladelse til udledning til kloak. Kravene i spildevandsbekendtgørelsen medfører således, at brug af sekundavand til spuling af kloakker alene kan ske, såfremt vandet i øvrigt lovligt kan tilføres kloaksystemet.

Idet spildevandstilladelser er konkrete og skal være begrundet i det pågældende renseanlægs forhold, er det ikke nødvendigvis de samme krav, der stilles i de forskellige kommuner, og derfor vil det, såfremt sekundavandet er produceret i én kommune, være nødvendigt at søge om tilladelse til at bruge det til f.eks. at spule kloakkerne i en anden kommune.

Spuling af ledninger med direkte udledning til recipienter kan dog også hænde. Medfører brug af sekundavand, at vandet udledes til vandområder, vil kravene i bekendtgørelse om miljøkrav for vandområder og krav til udledning af forurenende stoffer til vandløb, søer og havet /37/ skulle overholdes. Det betyder, at myndigheden skal give en udledningstilladelse i medfør af miljøbeskyttelsesloven og samtidig sikre, at miljøkvalitetskrav gældende for vandmiljøet er opfyldt uanset udledningen. Kloakspuling, der medfører udledning direkte til recipienter, forudsætter derfor en vis kvalitet af spulevandet.

Der stilles efter miljølovgivningen ikke krav om en vurdering af de sundhedsmæssige aspekter ved anvendelse af vand fx til spuling af kloakker. Sådanne krav kan dog udspringe af arbejdsmiljølovgivningen, idet denne lovgivning forpligter arbejdsgiveren til at vurdere, hvilke forholdsregler de skal iværksætte for at beskytte sig imod sundhedsmæssige risici ved anvendelsen f.eks. i forhold til udsættelse for aerosoler.

Af hensyn til arbejdsmiljøet bør der derfor ikke være især flygtige miljøfremmede stoffer i vandet, da spulevandet anvendes under tryk og luftarterne dermed hurtigt forsvinder op via det dæksel, hvor spulemandskabet står.

#### **Potentielt forbrug**

Det er vanskeligt at opgøre potentialet, fordi spulefirmaer ikke måler forbruget, men det vurderes, at potentialet må være ganske lille sammenlignet med andre anvendelser. Desuden anvendes i sti-

gende grad spuleudstyr, som genanvender vandet på stedet, hvilket begrænser potentialet yderligere.

### **3.8 Parker og veje: Vanding, ukrudtsfjernelse, fejebiler**

#### **Lovgivning og eksisterende anvendelser**

Vand til kommuners og statens pleje af offentlige arealer som parker og veje er ikke begrænset af anden lovgivning end Miljøbeskyttelseslovens krav om, at det skal sikres, at der ved udledning ikke sker tilførsel af forurenende stoffer til miljøet, herunder grundvandsressourcerne.

Som beskrevet ovenfor under punkt 3.6 og 3.7 indeholder spildevandsbekendtgørelsen /15/ krav til vand, der udledes til kloaker og jorden. Dette kan udgøre en ikke uvæsentlig begrænsning for anvendelsen af sekundavand.

I den forbindelse skal det supplerende bemærkes, at det er kommunen, det sted hvor vandet skal anvendes, der skal give tilladelse til anvendelsen i henhold de ovenfor beskrevne regler. Dette kan betyde, at der stilles forskellige krav i forskellige kommuner. Dette er en konsekvens af forskelligheden i de modtagende renselanlægs og recipientens forhold og evne til at modtage den pågældende vandkvalitet.

I praksis udgør tekniske hensyn til materiel samt adgangen til sekundavandskilder nok den største begrænsning i udbredelsen af brug af sekundavand. De tekniske hensyn drejer sig først og fremmest om at det tekniske udstyr som slanger og dyser ikke skal tilstoppe på grund af udfældninger eller at der sker korrosion i materialet. Da vanding, ukrudtsfjernelse og fejning foregår over store geografiske afstande sætter adgangen til sekundavand yderligere en begrænsning i brugen. Er der f.eks. kun etableret et tappelsted til sekundavand i en kommune, vil det ofte være for tidskrævende at skulle køre til dette ene tappelsted hver gang, tankene skal fyldes op på de enkelte biler.

Flere kommuner og/eller forsyninger har igennem de senere år etableret tappelsteder til tankbiler, herunder til kommunale biler fra vej- og park samt til slamsugere m.fl. – primært for at sikre mod forurening af drikkevandet ved tankning fra brandstandere, samt for at kunne afregne for dette vandforbrug. Hvor mange af disse tappelsteder, der anvender sekundavand frem for drikkevand, er ukendt, men muligheden for at udnytte f.eks. gamle/forurenede borer til dette frem for drikkevand foreligger.

#### **Potentielt forbrug**

Det har ikke været muligt at finde samlede opgørelser over vandforbrug til disse formål, men det må antages, at det for vanding af parker, fodboldbaner og golfbaner er variabelt og afhængigt af den naturlige nedbør og med et forholdsvis stort forbrug i sommermånederne. Vandforbrug til ukrudtsfjernelse og fejebiler antages at være lille i denne sammenhæng.

Hvis der skal være mulighed for at bruge andet end drikkevand til disse formål, bør der tages hensyn til eventuelle indhold af miljøfremmede stoffer, som kan påvirke dels arbejdsmiljøet, dels planterne der vandes, samt jord og grundvand.

Vandet bør være lugtfrit og ikke indeholde f.eks. jernforbindelser eller andre stoffer, der kan give misfarvning f.eks. på fliser og lignende, når det bruges i fejebiler. Tilsvarende bør vandet ikke indeholde store mængder jern, mangan, kalk og lign. der kan give problemer med tilstopning af det tekniske udstyr eller udfældninger på overflader.

I forhold til kvartervise løsninger vil der være et potentiale i at etablere tappelsteder til fejebiler, slamsugere m.v. fra sekundavandskilder, således at der er nemt (og billig?) adgang til vand uden drikkevandskvalitet.

### 3.9 Hospitaler

#### Lovgivning og eksisterende anvendelser

Hospitaler er store vandforbrugere i de lokalområder, hvor der ligger hospitaler. Da der på hospitaler er mange mennesker med svagt helbred, herunder åbne sår og lavt immunforsvar, er der strenge kvalitetskrav til det vand, som patienterne kan komme direkte eller indirekte i kontakt med. I henhold til drikkevandsbekendtgørelsens § 3 /8/ er det derfor bl.a. heller ikke muligt at bruge regnvand til f.eks. toiletskyl eller tøjvask.

På grund af de mange restriktioner for at kunne agere under renlige forhold, viderebehandler hospitalerne ofte selv rent drikkevand for at fremstille blødt vand, demineraliseret vand eller total afsaltet vand. Dette vand benyttes til sengevask, vognvask, i sterilcentraler og laboratorier. Denne intensive vandbehandling kan relativt nemt udbygges til at behandle andre kvaliteter end drikkevand uden at forringe kvaliteten af det behandlede vand. Endvidere kan det tænkes, at toiletskyl på hospitaler kan ske ved brug af andre sekundavandstyper end regnvand, hvis sekundavandet ikke udgør en sundhedsmæssig risiko, f.eks. afværgepumpet grundvand.

Et hospital som Hvidovre Hospital med 900 senge og 3000 ansatte har et årligt vandforbrug på 150.000 m<sup>3</sup>/år. Det skønnes, at ca. en tredjedel af vandforbruget bliver viderebehandlet på hospitalerne til særlige vandkvaliteter. Dette svarer til ca. 50 m<sup>3</sup> per sengeplads.

På grund af muligheden for at udnytte eksisterende vandbehandlingsudstyr på hospitaler opdeles potentialet i anvendelse af sekundavand i dette projekt i følgende to dele:

- **Hospitaler, internt behandlet vand:** vand som kan indgå i de allerede eksisterende vandbehandlinger, som foregår på hospitaler.
- **Hospitaler, internt ubehandlet vand:** vand som kan indgå i forbrug, hvor der ikke først sker en intern vandbehandling.

#### Potentielt forbrug

##### Hospitaler, internt behandlet vand:

Ved udnyttelse af og evt. supplerings af det eksisterende vandbehandlingsudstyr, som mange hospitaler allerede har til yderligere behandling af drikkevandet, vil det være muligt at udnytte sekundavand til flere vandforbrug på hospitaler uden at kompromittere patientsikkerheden. Disse vandforbrug er f.eks. toiletskyl, kedelcentraler/fjernvarme og/eller dampproduktion, sengevask, vognvask, madrasautoklaver, brandbekæmpelse og havevanding.

Da det ikke har været muligt at opgøre vandforbruget på sygehuse, herunder vandforbrugets fordeling på sygehusene i Danmark, er det vanskeligt at angive et estimat for potentialet i at anvende sekundavand som vandkilder til internt behandlet vand.

Et groft skøn kan gives på baggrund af oplysninger fra Statens Seruminstitut om antal normerede sengepladser i Danmark i 2011 på ca. 16.400 senge /21/ samt skønnet af et vandforbrug på ca. 50 m<sup>3</sup> pr. sengeplads pr. år. Dette giver et maksimalt potentiale på ca. 820.000 m<sup>3</sup>/år.

##### Hospitaler, internt ubehandlet vand:

Af hensyn til patientsikkerheden og forekomsten af mange mennesker med lavt immunforsvar og forskellige sygdomme vurderes potentialet for at kunne anvende sekundavand som erstatning for drikkevand at være meget lavt og i praksis ikke realistisk. Uanset sekundavandets kilde vil det ikke ubehandlet kunne opnå drikkevandskvalitet og dermed vil der potentielt være sundhedsmæssige risici eller andre gener til stede i vandet for svagelige personer enten i form af mikrobiologisk indhold, miljøfremmede stoffer og/eller bismag i vandet. Yderligere vil utilsigtede fejlkoblinger mellem

drikkevandsinstallationer og sekundavandsinstallationer i områder med patienter kunne medføre forholdsvis større sundhedsmæssige følger end fejlkoblinger i andre bygninger.

### **3.10 Drikkevand**

#### **Lovgivning og eksisterende anvendelser**

Det vil i dag være teknisk muligt at opnå vandkvaliteter, der kan overholde kvalitetskravene til drikkevand, fra enhver af de nævnte sekundavandskilder. Der er dog en del barrierer, som i dag forhindrer dette.

Først og fremmest er der i Danmark tradition for, at drikkevand skal fremstilles fra uforurenede grundvand, og at vandbehandlingen skal være simpel, dvs. at vandet skal kunne opnå drikkevandskvalitet ved iltning og filtrering. En mere avanceret vandbehandling strider således mod dette bærende princip.

I henhold til vandforsyningslovens § 21, stk. 1, må vandindvindingsanlæg ikke etableres eller på væsentlig måde udbedres eller ændres, før kommunalbestyrelsen har meddelt tilladelse hertil. Vandindvindingsanlæg omfatter, jf. bemærkningerne til lovforslagets § 21, også vandbehandlingsanlæg og anlæg til udpumpning fra behandlingsanlæg samt eventuelle rentvandsbeholdere.

Af Miljøstyrelsens vejledning om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg /10/ fremgår det, at vandbehandling kræver en tilladelse, hvis der indføres en anden renseteknologi end den sædvanlige beluftning og filtrering af råvandet i et sandfilter, således at der fjernes andre stoffer end de stoffer, som fjernes ved den simple vandbehandling.

Det er endvidere fra statens side tilkendegivet, at den danske drikkevandsforsyning fortsat baseres på uforurenede grundvand, som kun kræver simpel vandbehandling, jf. "Oversigt over statslige interesser i kommuneplanlægningen" 2013 /22/:

*"Der er bred politisk enighed om, at den danske drikkevandsforsyning skal baseres på uforurenede grundvand, som kun kræver en simpel behandling. Grundvandsdannelsen sker over årtier, så hvis grundvandet først er blevet forurenede, kan det tage lang tid, inden grundvandet atter er rent. Derfor er forebyggelse og indsats ved kilden afgørende for at sikre drikkevandsressourcen i fremtiden. I Danmark er det desuden muligt, at fjerne eksisterende grundvandstrusler. Den generelle beskyttelse af grundvandsressourcerne skal sikre grundvandskvaliteten i alle drikkevandsforekomster."*

I "Handlingsplan til sikring af drikkevandskvaliteten, 2010-12"/2/ fremgår ligeledes, at vandforsyning skal baseres på uforurenede grundvand. Det anføres samtidig vedrørende videregående vandbehandling, at der med vandplanerne bliver skabt et overblik over, hvor godt grundvand er en knap ressource i forhold til at opfylde alle behovene.

Det fremgår tillige af handlingsplanen, at der planlægges udarbejdede retningslinjer for, hvornår og hvordan kommunerne kan fravige hovedprincippet om, at drikkevandsforsyning baseres på simpel vandbehandling af grundvandet. Retningslinjerne skal understøtte administrationen i de kommuner, hvor grundvandsressourcer af god kvalitet er knappe.

For det andet sætter særligt risikoen for sundheden og forsyningssikkerheden, samt den billige pris for produktion af drikkevand baseret på grundvand, barrierer for at arbejde med teknisk set mere komplicerede renseteknologier til at fremstille drikkevand fra sekundavand.

### **Potentielt forbrug**

Overkommes de barrierer, der følger af, at der i Danmark er tradition for, at drikkevand skal fremstilles fra uforurenede grundvand og at vandbehandlingen skal være simpel samtidigt med, at der er villighed til at ændre risikopotentialet i vandforsyningsstrukturen fra primært at gå fra utilsigtede hændelser i et grundlæggende rent system til at primært være tekniske svigt i et urent men kontrolleret system, er potentialt stort for fremstilling af drikkevand af sekundavand.

Hvis kilderne til sekundavand opsamles og behandles til drikkevandskvalitet i kvartervis anlæg, vil det potentielle vandforbrug af sekundavand være stort, og der vil aldrig være fysisk langt til aftagere. Den store fordel ved at tillade fremstilling af drikkevand fra sekundavand er, at dette vil løse problematikken med et dyrt dobbeltstrenget forsyningssystem (et system med en streng til henholdsvis drikkevand og vand, som ikke har drikkevandskvalitet fra vandværk og sekundavandskilde til de enkelte forbrugere og i forbrugernes vandinstallationer), idet det almindelige forsyningsnet vil være tilstrækkeligt, og at det rensede sekundavand kan tilføres til det eksisterende forsyningsnet mange forskellige steder i ledningsnettet. Herved vil sekundavand kunne distribueres uden yderligere etableringsomkostninger til både den gamle bygningsmasse og kommende nybyggerier.

Det vil kræve en meget intensiv overvågning af vandkvaliteten både af råvandet (sekundavandet) og af det behandlede vand (drikkevandet). Vandbehandlingen vil i langt de fleste tilfælde være udvidet (f.eks. UV-behandling), og i en hel del tilfælde skal der benyttes avanceret vandbehandling (f.eks. membraner og tilsætning af mineraler samt desinfektion) for at kunne overholde kravene i drikkevandsbekendtgørelsen. Dette kan påvirke den forbrugeroplevede smag af drikkevandet.

### 3.11 Samlet oversigt over anvendelser for sekundavand

I nedenstående Tabel 3-3 vises en overordnet oversigt over potentialet for anvendelsesmulighederne for sekundavand vurderet ud fra den vandkvalitet, der almindeligvis må forventes at være behov for ved vandanvendelsen. Bedømmelsen er subjektiv og tager ikke hensyn til nuværende lovkrav. Oversigten har til formål at give et overordnet overblik over potentialet i anvendelserne af sekundavand i forhold til vandkvalitetsmæssige behov. Lokale forhold i de enkelte kvarterer vil kunne resultere i andre kvalitetsbehov ved anvendelserne.

Kvalitetsparametre		Kvalitet mht. fysiske parametre	Kvalitet mht. kemiske parametre	Kvalitet mht. mikrobiologiske parametre	Kvalitet mht. miljøfremmede stoffer
Anvendelser					
Toiletskyl					
Tøjvask					
Rekreativt (ekskl. svømmebade, soppebassiner og lign.)					
Grundvandsdannelse					
Industrielt	Kraft & varme				
	Køling				
	Vask				
	Proces				
	Produkt				
	Sanitært				
Brandbekæmpelse					
Kloakspuling					
Park og veje					
Hospitaller	Internt behandlet vand				
	Internt ubehandlet vand				
Drikkevand					

TABEL 3-3 SAMLET OVERSICHT OVER ANVENDELSER AF SEKUNDAVAND UD FRA FORVENTET BEHOV FOR VANDKVALITET




- Der er relativt få og/eller lave kvalitetskrav til sekundavandet
- Der er middel og/eller enkelte høje kvalitetskrav til sekundavandet
- Der mange og/eller høje kvalitetskrav til sekundavandet

I nedenstående tabel 3.3 ses en samlet oversigt over det forventede potentiale for brug af sekundavand inden for de mulige anvendelser, som projektet har identificeret. Forbrugspotentialet er skønnet i forhold til landsplansniveau – dvs. forbrugspotentialet kan lokalt se helt anderledes ud i forhold til de forbrugere og byggerier, der er i kvarteret. Eksempelvis kan et kvarter med et hospital og

tæt boligbebyggelse få et forbrugspotentiale, hvor hospitalets potentielle sekundavandsforbrug er størst i kvarteret.

Anvendelser		Potentielt forbrug
Toiletskyl		Stort
Tøjvask		Stort
Rekreativt		Lavt
Grundvandsdannelse		Stort
Industrielt	Kraft & varme	Lavt
	Køling	Lavt
	Vask	Middel
	Proces	Stort
	Produkt	Lavt
	Sanitært	Lavt
Brandbekæmpelse		Lavt
Kloakspuling		Lavt
Parker & Veje		Middel
Hospitaller	Internt behandlet vand	Middel
	Internt ubehandlet vand	Lavt
Drikkevand		Stort

**TABEL 3-4 SAMLET OVERSIGT OVER ANVENDELSER OG POTENTIALER FOR BRUG AF SEKUNDAVAND SOM ERSTATNING FOR FORBRUG AF DRIKKEVAND**

-  Potentialet i forbrug af sekundavand til anvendelsen skønnes på landsplan at være stort
-  Potentialet i forbrug af sekundavand til anvendelsen skønnes på landsplan at være middel
-  Potentialet i forbrug af sekundavand til anvendelsen skønnes på landsplan at være lavt



# 4. Kilder til sekundavand til specifikke anvendelser

## 4.1 Kvalitet og vandbehandlingsbehov

Kvaliteten af det sekundavand, som er til rådighed til en given anvendelse, er afgørende for, hvorvidt vandet kan bruges ubehandlet, eller om der skal foretages en vandbehandling før brug. Graden af krævet vandbehandling er en vigtig parameter for beslutningen om at bruge sekundavandet i den givne situation.

I det følgende forsøges at give et overordnet overblik over graden af vandbehandling, der kan være nødvendigt ved brug af sekundavand til forskellige anvendelser. Vandbehandlingsmetoderne deles op på følgende måde:

- Ingen behandling
- Simple vandbehandling som iltning og filtrering.
- Avanceret vandbehandling som fx aktiv kulfiltrering, stripning, UV-belysning
- Meget avanceret vandbehandling som membranfiltrering eller ionbytning

Når sekundavand i denne sammenhæng kan bruges ubehandlet, dækker det over, at vandet højest skal filtreres groft, som f.eks. når regnvand skal filtreres for blade etc., inden det bruges til toilet-skyl.

Simple vandbehandling er en vandbehandling, som det kendes fra de fleste vandværker i Danmark. Det er vandbehandling, som ikke omfatter andet end iltning og sandfiltrering og derfor driftsmæssigt er sammenlignelig med f.eks. almene vandværker, som producerer drikkevand fra uforurenet grundvand.





Avanceret vandbehandling er på samme måde sammenlignelig med vandbehandling, som den kendes på almene vandværker, men som yderligere omfatter delprocesser som stripning, adsorption på aktivt kul og/eller behandling med ultraviolet lys (UV).

Meget avanceret vandbehandling omfatter alle øvrige udbygninger af simple eller udvidet vandbehandling. Det kan dække over processer som membranfiltrering, som omvendt osmose eller ultrafiltrering, ionbytning, kemisk behandling eller lignende.

I det følgende gives en oversigt i tabel 4.1 over behandlingsbehovet ved brug af de potentielle kilder til sekundavand til de identificerede mulige anvendelser. Oversigten er baseret på generelle betragtninger og skelner derfor ikke mellem lokale variationer i vandkvalitet fra kilden eller variationer i kravet til vandkvalitet.

Behandlingsbehov		Grundvandsnænkning og dræn	Afværgpumpning og forurenede borer	Ferskt overfladevand	Salt overfladevand	Regnbetingede kloakoverløb fra fælleskloak	Regnbetingede overløb fra regnvands-system	Renset spildevand	Processpildevand	Afstrømt vand fra tage	Afstrømt vand fra befæstede arealer
Toiletskyl											
Tøjvask											
Rekreativt											
Grundvandsdannelse											
Industrielt	Vask										
	Køling										
	Proces										
	Produkt										
	Sanitært										
	Energi										
Brandbekæmpelse											
Kloakspuling											
Parker & Veje	Vanding										
	Fejemaskiner										
Hospitaller	Internt behandlet vand										
	Internt ubehandlet vand										
Drikkevand											

TABEL 4-1 VURDERING AF VANDBEHANDLINGSBEHOV FOR AT DE MULIGE KILDER KAN BENYTTES TIL DE IDENTIFICEREDE ANVENDELSER

-  Vandtypen kan benyttes til formålet uden vandbehandling eller med simpel vandbehandling
-  Vandtypen kan benyttes til formålet med en kombination af simpel og avanceret vandbehandling
-  Vandtypen er udelukket til formålet eller acceptabel kvalitet kun kan nås ved meget avanceret vandbehandling
-  Vandbehandlingen afhænger af processpildevandets kvalitet, som bør undersøges lokalt

#### 4.2 Potentiale baseret på vandmængder





Potentialet for at gøre brug af kilderne til sekundavand til de identificerede mulige anvendelser, vurderet ud fra tilgængelige vandmængder, er vist i Tabel 4-2. Dette er opgjort ud fra generelle betragtninger. For kildernes vedkommende betragtes dels, om vandmængderne i den enkelte kilde er variable, dels hvor store mængder der er til rådighed ved den enkelte kilde. Er kilden variabel som ved afstrømt regnvand, der er afhængigt af regn hændelser, betragtes potentialet alligevel

stort, fordi vandkvaliteten her gør det muligt at opbevare vandet i buffertanke eller bassiner. Dette vil ikke være muligt med overløbsvand fra kloakker, hvor der er sort spildevand iblandet. En opbevaring vil medføre mange gener med bundfældning, lugt etc.

For anvendelserne betragtes, om behovet er konstant og stort på landsplan. Igen, som ved behandlingsbehovet, kan disse betragtninger over potentialet dække over store lokale variationer.

Potentialer		Grundvandsnænkning og dræn	Afværgpumpning og forureneede boringer	Ferskt overfladevand	Salt overfladevand	Regnbetingede kloakoverløb fra fælleskloak	Regnbetingede overløb fra regnvandssystem	Renset spildevand	Proces-spildevand	Afstrømmet vand fra tage	Afstrømmet vand fra befæstede arealer
Toiletskyl											
Tøjvask											
Rekreativt											
Grundvandsdannelse											
Industrielt	Vask										
	Køling										
	Proces										
	Produkt										
	Sanitært										
	Energi										
Brandbekæmpelse											
Kloakspuling											
Parker & Veje	Vanding										
	Fejemaskiner										
Hospitaller	Internt behandlet vand										
	Internt ubehandlet vand										
Drikkevand											

TABEL 4-2 VURDERING AF POTENTIALET BESTEMT UD FRA TILGÆNGELIGE VANDMÆNGDER I DE MULIGE SEKUNDAVANDSKILDER OG VANDBEHOVET I DE IDENTIFICEREDE ANVENDELSER

-  Potentialet er stort pga. en konstant mængde fra kilden samt et stort og/eller konstant forbrug
-  Potentialet er middel pga. en konstant mængde fra kilden samt et lille og/eller variabelt forbrug
-  Potentialet er lavt pga. en variabel mængde fra kilden samt et lille og/eller variabelt forbrug
-  Potentialet er lavt pga. af en variabel mængde fra kilden samt et stort og/eller konstant forbrug

### 4.3 De mest oplagte anvendelser af sekundavand

I det følgende er en række anvendelser af sekundavand udvalgt til nærmere analyse. Anvendelserne er udvalgt ud fra en vægtning af, at behandlingsbehovet skal være lille, og at potentialet skal være stort. Desuden indgår der i udvælgelsen en prioritering af anvendelser med et højt potentiale ud fra tilgængelige vandmængder (jf. Tabel 4-2), selvom behandlingsbehovet rækker ud over simpel behandling.




Herved fremkommer 28 konkrete anvendelser af sekundavand, som efter disse kriterier må anses for at udgøre de vigtigste brug af sekundavand til specifikke formål i kvarterwise løsninger. Disse koblinger er markeret med grøn i nedenstående tabel og udgør de koblinger mellem sekundavandskilder og anvendelser, hvor sekundavandet kan anvendes uden vandbehandling eller med en simpel vandbehandling.

Desuden er der identificeret 13 yderligere konkrete anvendelser af sekundavand, hvor sekundavandskilderne kan anvendes ved en simpel eller avanceret vandbehandling.

Der er ikke tale om en udtømmende liste, og lokale forhold kan betyde, at andre anvendelser af sekundavand har et potentiale i specifikke kvarterer, eller at de her nævnte konkrete anvendelser af sekundavand ikke er anvendelige.

		Grundvandsenkning og dræn	Afværgepumpning og forurenede borer	Ferskt overfladevand	Salt overfladevand	Proces-spildevand	Afstrømet vand fra tage	Afstrømet vand fra befæstede arealer
Toiletskyl		■	■	■	■	■	■	■
Tøjkask		■	■	■	■	■	■	■
Grundvandsdannelse		■	■	■	■	■	■	■
Industri	Vask	■	■	■	■	■	■	■
	Køling	■	■	■	■	■	■	■
	Proces	■	■	■	■	■	■	■
	Sanitært	■	■	■	■	■	■	■
Hospitaler	Internt behandlet vand	■	■	■	■	■	■	■
Drikkevand		■	■	■	■	■	■	■

TABEL 4-3 DE MEST OPLAGTE BRUG AF KILDER TIL SEKUNDAVAND I FORHOLD TIL SPECIFIKKE ANVENDELSER AF VAND

- 
 Kilde til sekundavand i forhold til anvendelse er egnet uden vandbehandling eller med simpel vandbehandling, men bør undersøges nærmere lokalt.
- 
 Kilde til sekundavand i forhold til anvendelse er måske egnet med en kombination af simpel og avanceret vandbehandling, men bør undersøges nærmere lokalt
- 
 Kilde til sekundavand i forhold til anvendelse vurderes generelt uegnet

Set på lokalt plan kan der være andre koblinger mellem sekundavandskilder og anvendelsesmuligheder, som kan være mere attraktive.

Nedenfor i tabel 4.3 er de mest oplagte anvendelser af sekundavand til specifikke formål beskrevet i forhold til kvalitetsmæssige, miljømæssige og praktiske overvejelser, som bør inddrages i forhold overvejelser om, hvorvidt forbruget af sekundavand kan øges fremover. Der er i disse beskrivelser ikke taget højde for den nuværende lovgivning.

#### 4.3.1 Sekundavand til toiletskyl & tøjvask

Til toiletskyl og tøjvask kan flere sekundavandskilder anvendes. Saltvand vurderes dog ikke egnet til tøjvask på grund af saltvandets høje indhold af klorid. Tilsvarende kan et højt kloridindhold også begrænse mulighederne for at anvende saltvand til toiletskyl, idet kloridindholdet kan skade installationerne, hvis der indgår metalholdige elementer heri. Med andre ord bør saltvand kun anvendes, hvis saltindholdet er lavt (<250 mg/l), eller det anvendes i lukkede sekundavandssystemer, hvor installationerne udelukkende består af plast og/eller keramik.

Vand fra grundvandssænkninger og afværgepumpninger vil som oftest skulle behandles med simpel vandbehandling før brug til toiletskyl og tøjvask. Hvis der ikke behandles, vil vandets indhold af jern og mangan udfældes og give anledning til æstetiske misfarvninger i toiletter og til misfarvninger af tøj, der vaskes, og udfældningerne kan i værste fald medføre tilegninger af rør og installationer. Men behandles vandet med simpel vandbehandling, vil det relativt enkelt kunne opnå drikkevandskvalitet med hensyn til disse stoffer. Ved enkelte afværgepumpninger kan der blive tale om andre sundhedsrisici afhængigt af, hvilke forureningskomponenter og koncentrationerne af disse, der er tale om. Der bør derfor foretages en konkret vurdering.

Toiletskyl og tøjvask med vand fra grundvandssænkninger og afværgepumpninger adskiller sig dermed ikke miljømæssigt væsentligt fra vandforsyningernes drikkevandsbehandling. Sammenligningen er følgende:

- Energiforbruget til pumpning til behandlingsanlægget er sammenligneligt med energiforbruget ved udnyttet grundvandssænkning. Udnyttes sekundavandet, opnås en besparelse på pumpning af vandforsyningsvand. Energi til iltning etc. vil være sammenligneligt med vandforsyningens, idet energiforbruget blot flyttes fra vandforsyningen til sekundavandsanlægget. Hvis vand fra afværgepumpninger skal behandles mere avanceret, kan der indgå et let forøget energiforbrug hertil. Dette energiforbrug vil dog mange steder blot erstatte et eksisterende til den vandrensning, som Region eller grundejer udfører.
- Der kan blive tale om etablering af en parallel forsyningsledning og forsyningsystem i husene, hvis sekundavandet skal supplere en forsyning af drikkevand.
- Råstofforbruget er ligeledes sammenligneligt, blot tages vandet fra en sekundær grundvandsressource i forhold til drikkevandsressourcen.
- Affald og restprodukter til simpel vandbehandling vil være sammenligneligt med den tilsvarende affaldsbelastning fra drikkevandsproduktion, der erstattes med sekundavand. Affaldsbyrden i form af skyllevandsslam flyttes blot fra vandforsyningen til sekundavandsanlægget. Affald og restprodukter til avanceret vandbehandling vil være sammenligneligt med den tilsvarende affaldsbelastning, som dannes i forbindelse med en eventuel eksisterende behandling af afværgepumpet vand. Hvis der ikke tidligere skete behandling af forurenede grundvand, øges affaldsmængder fra avanceret vandbehandling (typisk til udskiftning af kul i aktivt kulanlæg).
- Emission kan være helt fraværende, i enkelte tilfælde kan der dog være flygtige stoffer som metan eller svovlbrinte, der fjernes fra vandet ved iltning, som det også kendes fra vandforsyningerne.
- Støj og lugt fra et sekundavandsanlæg vil være sammenligneligt med støj og lugt fra vandforsyningens behandlingsanlæg, og vil dermed være en øget om end marginalt øget miljøbelastning, når grundvandssænkningen udnyttes.
- Arbejdsmiljøbelastningen vil ligeledes være sammenligneligt med arbejdsmiljøet på vandforsyningens behandlingsanlæg.

Hvorvidt processpildevand er egnet til toiletskyl og tøjvask, afhænger i høj grad af processpildevandets kvalitet. Hvis processpildevandet f.eks. primært er belastet temperaturmæssigt med 5-15 grader over temperaturen i drikkevandet, vil dette processpildevand uden yderligere rensning kunne anvendes til både toiletskyl og tøjvask.

Ved anvendelse af sekundavand til tøjvask er det vigtigt at vurdere sekundavandskildens kvalitet i forhold til primært de sundhedsmæssige risici, som kan opstå hos mennesker, som iklæder sig tøj, der er vasket i sekundavand. Disse risici er primært betinget af sekundavandskildens mikrobiologiske kvalitet, som derfor bør være god, uden den dog behøver at være af drikkevandskvalitet. Sekundært skal sekundavandskildens indhold af miljøfremmede stoffer være i et så lavt niveau, at der ikke kan opstå sundhedsmæssige risici ved brug af tøj, der er vasket i vandet. De kemiske og fysiske egenskaber af sekundavandet skal her primært være så gode, at tøjet ikke misfarves eller skades ved anvendelse af vandet.

Igennem de senere år har der i lyset af energibesparelser og nye typer vaskepulver, som kan vaske rent ved lave temperaturer, været oplyst meget i Danmark om at nedsætte temperaturen ved tøjvask. Denne generelle anbefaling er ikke nødvendigvis hensigtsmæssig ved brug af sekundavand til vaskemaskiner, og derfor er det vigtigt at give god information til brugere af vaskemaskiner, der anvender sekundavand, således at de kan vaske tøjet korrekt i forhold til sekundavandskildens kvalitet.

#### **4.3.2 Grundvandsdannelse ved infiltration af sekundavand**

Grundvandsdannelse via infiltration af sekundavand til lokale grundvandsmagasiner kan primært ske med sekundavandskilder fra grundvandssænkninger, dræn, fersk overfladevand samt afstrømet vand fra tage, da det er vigtigt at undgå at forurene grundvandsmagasinerne med miljøfremmede stoffer og klorid. Ved lokal grundvandsdannelse med lokal vandindvinding af det infiltrerede grundvand udnyttes jordens naturlige rensningssystem undervejs, således at det oppumpede grundvand efterfølgende enten kan anvendes med simpel vandbehandling som drikkevand eller sekundavand af en god kvalitet.

Metoden med lokal grundvandsdannelse og udnyttelse heraf adskiller sig dermed ikke miljømæssigt væsentligt fra vandforsyningernes drikkevandsbehandling. Sammenligningen er følgende:

- Energiforbruget til oppumpning og behandlingsanlægget er sammenligneligt med energiforbruget ved et almindeligt vandværk, idet energiforbruget blot flyttes fra vandforsyningen til sekundavandsanlægget. Energi til distribution af vand fra vandbehandlingen (vandværk) til forbruger mindskes, når grundvandet indvindes og behandles lokalt der, hvor vandet forbruges.
- Der kan blive tale om etablering af en parallel forsyningsledning og forsyningsystem i husene, hvis sekundavandet skal supplere en forsyning af drikkevand.
- Råstofforbruget er ligeledes sammenligneligt med normal drikkevandsproduktion.
- Affald og restprodukter vil være sammenligneligt med den tilsvarende affaldsbelastning fra drikkevandsproduktion, der erstattes med sekundavand. Affaldsbyrden i form af skyllevandsslam flyttes blot fra vandforsyningen til sekundavandsanlægget.
- Emission kan være helt fraværende, i enkelte tilfælde kan der dog være flygtige stoffer som metan eller svovlbrinte, der fjernes fra vandet ved iltning, som det også kendes fra vandforsyningerne.
- Støj og lugt fra et sekundavandsanlæg vil være sammenligneligt med støj og lugt fra vandforsyningens behandlingsanlæg, og vil dermed være en øget, om end marginalt øget, miljøbelastning, når grundvand behandles lokalt via flere små anlæg frem for på ét stort.
- Arbejdsmiljøbelastningen vil ligeledes være sammenligneligt med arbejdsmiljøet på vandforsyningens behandlingsanlæg.

Lokal grundvandsdannelse ved infiltration af sekundavand af mere belastede vandkilder som rensat spildevand og overløb fra fælleskloak medfører en stor risiko for grundvandsforurening og kan derfor ikke umiddelbart anbefales. Dog kan potentialet øges ved rensning af vandkilderne før infiltration. Flere steder anvendes rensat spildevand som del af produktionen af drikkevand ved kunstig infiltration – f.eks. i Berlin. Disse steder sker der dog først og fremmest typisk en stor opblanding af rensat spildevand med andre overfladevandsforekomster før infiltration, f.eks. ved udledning til floder eller i søer før vandet herfra indvindes og infiltreres til grundvandsmagasinerne.

### **4.3.3 Industrielt vandforbrug**

Anvendelse af sekundavand i industrien har reelt et ukendt potentiale, da viden om til hvilke formål, der i dag anvendes drikkevand, er sparsomme. Det vil derfor først og fremmest være meget lokalt betinget, hvor store mulighederne er for anvendelse af sekundavand, men det må formodes, at der flere steder vil være relativt store potentialer, primært til erstatning af anvendelse af drikkevand til formål, som ikke kræver drikkevandskvalitet, herunder køling, vask og proces.

#### **4.3.3.1 Køling**

Køling er en anvendelse, hvor der ikke er de store kvalitetsmæssige krav til sekundavandskilden, idet det hovedsageligt er temperaturen, der er afgørende for, om kilden er anvendelig. De her identificerede mulige kilder vil alle – bortset fra evt. processpildevand – have tilpas lave temperaturer til at være relevante for køling. Der kan dog være begrænsninger i mulighederne for brug af sekundavandskilder i forhold til at kunne opnå udledningstilladelse til kølevandet efterfølgende.

Vand fra grundvandsenkning samt afværgepumpning indeholder som udgangspunkt - udover de miljøfremmede stoffer, som der afværgepumpes for - også jern og mangan som udfældelige stoffer. Der tages udgangspunkt i, at vandet fra afværgepumpningen er ubehandlet. Men det ville ikke ændre scenariet, hvis vandet blev behandlet i forbindelse med afværgepumpningen, fordi en eventuel behandling vil sigte mod at reducere de miljøfremmede stoffer og som regel derfor også reducere jern og mangan.

Vand fra afværgepumpning samt grundvandssenkning kan, hvis køleudstyret er indrettet til det, benyttes ubehandlet i køleprocessen. I det følgende tages udgangspunkt i, at udfældninger af okker dermed ikke er kritisk for hverken drift eller vedligehold af udstyr. Dette kan ske, hvis jernindholdet er tilstrækkeligt lavt, eller hvis iltning af vandet undgås, som det ses i visse eksisterende køleanlæg, der er baseret på grundvandskøling.

Køling med afværgepumpet eller grundvandssænket vand adskiller sig på mange måder ikke fra køling med andre vandtyper. Sammenligningen er følgende:

- Energiforbruget til pumpning til brugsstedet er sammenligneligt med energiforbruget ved uudnyttet afværgepumpning og grundvandssenkning, når udfældninger og belægninger i køleudstyr undgås. Udnyttes sekundavandet, opnås en besparelse af pumpning af vandforsyningsvand.
- Der kan blive tale om etablering af en parallel forsyningsledning, hvis sekundavandet skal supplere en forsyning af drikkevand.
- Råstofforbruget er ligeledes sammenligneligt, blot tages vandet fra en sekundær grundvandsressource i forhold til drikkevandsressourcen.
- Affald og restprodukter er fraværende i denne situation.
- Emission af varme i form af opvarmet vand i udløbet er eneste miljøpåvirkning, som er relevant ved denne anvendelse. Dette kan have betydning ved udløb til et vandområde, og miljømyndigheder må tage stilling i hvert enkelt tilfælde.
- Støj og lugt er fraværende i denne situation.
- Arbejdsmiljøet er ikke påvirket.

Etableringsomkostninger ved anvendelse af vand fra afværgepumpning eller grundvandssænkning til køling vil være de ledningsstrækninger, der skal anlægges i forhold til, når afværgepumpning/grundvandssænkning forblev uudnyttet, samtidigt med at kølebehovet blev dækket på anden vis.

Processpildevand kan i visse tilfælde benyttes i køleprocessen. Det vil være spildevandets sammensætning, der afgør, hvorvidt vandet kan benyttes ubehandlet, om det kræver behandling eller ikke er egnet til køleopgaver. Køleprocessen vil oftest kunne findes i samme virksomhed, som spildevandet genereres fra. Udgangspunktet er her, at spildevandet benyttes ubehandlet til køleformål.

Køling med processpildevand adskiller sig på mange måde ikke fra køling med andre vandtyper. Sammenligningen er følgende:

- Energiforbruget til pumpning af spildevandet til brugsstedet vil ofte være lavt, fordi afstanden ofte er kort. Samtidigt er der en relativ stor besparelse på energiforbrug til pumpning af drikkevand fra forsyningen.
- Råstofforbruget er fraværende i denne situation.
- Affald og restprodukter er fraværende i denne situation.
- Emission af varme i form af opvarmet vand i udløbet er en miljøpåvirkning ved denne kobling. Dette kan have betydning ved udløb til et vandområde, og miljømyndigheder må tage stilling i hvert enkelt tilfælde.
- Støj og lugt er fraværende i denne situation.
- Arbejdsmiljøet er ikke påvirket.

Etableringsomkostninger ved anvendelse af procesvand til køling vil være marginale i forhold til, når processpildevandet forblev uudnyttet, samtidigt med at kølebehovet blev dækket på anden vis. Dette forudsætter, at processpildevandet udnyttes i umiddelbar nærhed af, hvor det bliver produceret.

#### **4.3.3.2 Vask, proces og sanitært**

Afhængigt af de enkelte industrivirksomheders produktion kan der være potentiale for at anvende sekundavand fra primært afværgepumpninger og grundvandssænkninger, idet disse sekundavandskilder leverer forholdsvis stabile vandmængder og er af kvaliteter, der sandsynligvis vil kunne anvendes med simpel vandbehandling til reduktion af udfældninger af jern og mangan.

Mulighederne for anvendelse af sekundavand til vask, proces og sanitære forhold inden for fødevarereindustrien og farmaceutisk industri betragtes som væsentligt mere begrænsede end inden for mange andre industrielle brancher.

Vandbehandling kan helt undgås, hvis jernindholdet er tilstrækkeligt lavt, eller hvis iltning af vandet undgås. Ved anvendelse af vand fra grundvandssænkninger og/eller afværgepumpninger til vask, proces og/eller sanitært kan følgende fordele og ulemper opføres:

- Energiforbruget til pumpning til behandlingsanlægget er sammenligneligt med energiforbruget ved uudnyttet grundvandssænkning. Udnyttes sekundavandet opnås en besparelse på pumpning af vandforsyningsvand. Energi til iltning etc. vil være sammenligneligt med vandforsyningsens, idet energiforbruget blot flyttes fra vandforsyningen til sekundavandsanlægget. Hvis vand fra afværgepumpninger skal behandles mere avanceret, kan der indgå et let forøget energiforbrug hertil. Dette energiforbrug vil dog mange steder blot erstatte et eksisterende til den vandrensning, som region eller grundejer udfører.
- Der kan blive tale om etablering af en parallel forsyningsledning og forsyningssystem i huse, hvis sekundavandet skal supplere en forsyning af drikkevand.
- Råstofforbruget er ligeledes sammenligneligt, blot tages vandet fra en sekundær grundvandsressource i forhold til drikkevandsressourcen.



- Affald og restprodukter til simpel vandbehandling vil være sammenligneligt med den tilsvarende affaldsbelastning fra drikkevandsproduktion, der erstattes med sekundavand. Affaldsbyrden i form af skyllevandsslam flyttes blot fra vandforsyningen til sekundavandsanlægget. Affald og restprodukter til avanceret vandbehandling vil være sammenligneligt med den tilsvarende affaldsbelastning, som dannes i forbindelse med en eventuel eksisterende behandling af afværgepumpet vand. Hvis der ikke tidligere skete behandling af forurenede grundvand, øges affaldsmængder fra avanceret vandbehandling (typisk til udskiftning af kul i aktivt kulanlæg).
- Emission kan være helt fraværende, i enkelte tilfælde kan der dog være flygtige stoffer som metan eller svovlbrinte, der fjernes fra vandet ved iltning, som det også kendes fra vandforsyningerne.
- Støj og lugt fra et sekundavandsanlæg vil være sammenligneligt med støj og lugt fra vandforsyningens behandlingsanlæg, og vil dermed være en øget, om end marginalt øget, miljøbelastning, når grundvandssænkningen udnyttes.
- Arbejdsmiljøbelastningen vil ligeledes være sammenligneligt med arbejdsmiljøet på vandforsyningens behandlingsanlæg.

#### 4.3.4 Hospitaler

Da hospitaler selv har avanceret vandbehandlingsudstyr til forfining af drikkevandets kvalitet, er der på trods af høje hygiejnekrav på hospitaler potentiale i at udnytte sekundavandskilder fra primært grundvandsforekomster (afværgepumpninger og grundvandssænkninger) til erstatning for drikkevand på hospitalerne. Som en del af en kvartervis løsning kan vandet fra disse kilder enten anvendes ubehandlet eller efter simpel vandbehandling som erstatning for drikkevand i de interne, avanceret vandbehandlingsprocesser, som allerede foregår på hospitalerne.

- Energiforbruget til pumpning til hospitalets vandbehandlingssystem er sammenligneligt med energiforbruget ved uudnyttet afværgepumpning og grundvandssænkning, når udfældninger og belægninger i distributionsledninger undgås. Udnyttes sekundavandet, opnås en besparelse på distribution af vandforsyningsvand. Energiforbruget til hospitalernes vandbehandlingsanlæg kan øges, hvis kvaliteten af sekundavandet bevirker en væsentlig øget rensning.
- Der kan blive tale om etablering af en parallel forsyningsledning, hvis sekundavandet skal supplere en forsyning af drikkevand.
- Råstofforbruget er sammenligneligt med anvendelsen af drikkevand.
- Affald og restprodukter erstatter affald og restprodukter fra vandværket, dog kan der ske en forøgelse af restprodukter fra hospitalernes vandbehandlingsanlæg.
- Støj og lugt er fraværende i denne situation.
- Arbejdsmiljøet er ikke påvirket.

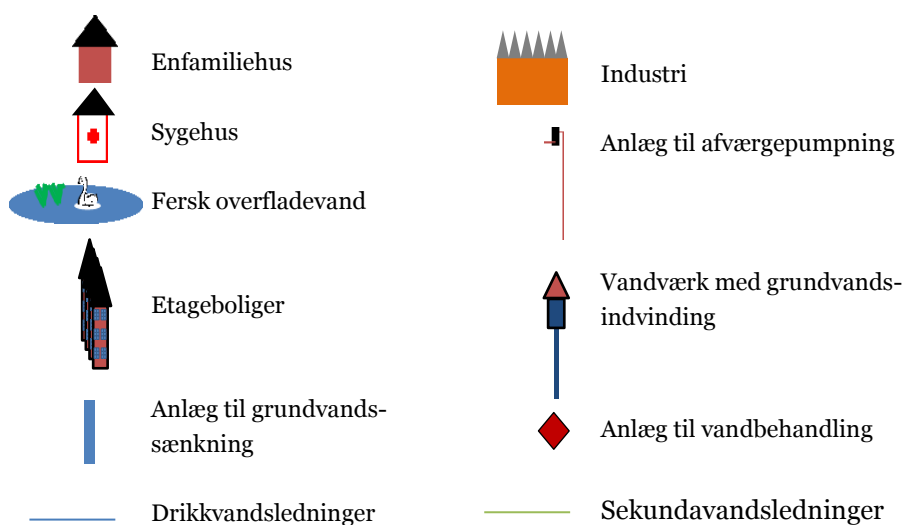
# 5. Kvartervise løsninger til anvendelse af sekundavand

Der er teknisk set flere teoretiske muligheder for at etablere kvartervise løsninger til anvendelse af sekundavand som erstatning for drikkevand. Incitamenterne for at etablere kvartervise løsninger vil i høj grad afhænge af lokale forhold, herunder områdets geografiske størrelse/afstande, kvartets sammensætning i forhold til boligtyper, industrier, offentlige institutioner og sygehuse, tilstedeværelsen af relevante sekundavandskilder m.m.

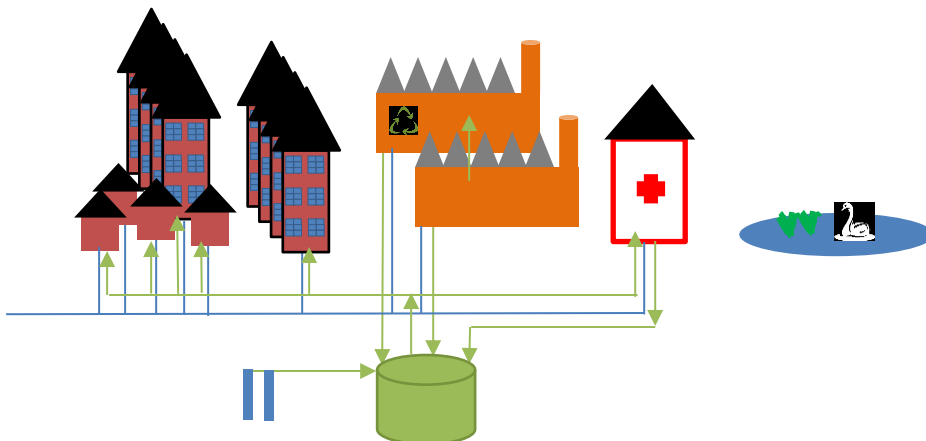
Dette kapitel indledes med skitsering af modeller for kvartervise løsninger og efterfølgende diskuteres fordele, ulemper samt muligheder og begrænsninger ved kvartervise sekundavandsløsninger i forhold til den eksisterende vandforsyningsstruktur.

## 5.1 Modeller for kvartervise sekundavandsløsninger

I nedenstående modeller vises principtegninger for kilder til og forbrugere af sekundavand. I principtegningerne symboliserer de enkelte figurer følgende:



## Model A: Kvartervis opsamlingsenhed til sekundavand



FIGUR 5-1 SKITSE AF LØSNING TIL KVARTERVIS OPSAMLINGSENHED TIL SEKUNDAVAND MED EFTERFØLGENDE DISTRIBUTION I LEDNINGER TIL SEKUNDAVAND

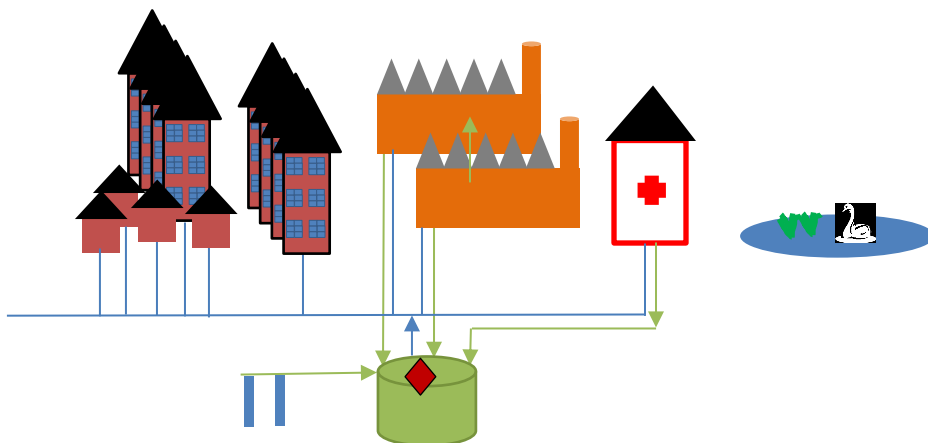
Princippet i model A er, at sekundavand fra flere kilder i et lokalområde opsamles i én beholder, og herfra distribueres sekundavandet ud til de tilkoblede forbrugeres separate vandinstallationer, som er koblet på sekundavandsledninger. Sekundavandets vej til beholderen bør udnyttes optimalt – dvs. kan det genbruges undervejs dertil, bør det ske. Dette er på figuren illustreret ved, at sekundavand fra én industrivirksomhed anvendes i en anden industrivirksomhed, og først derfra ledes sekundavandet (industri-spildevandet) til kvarterets sekundavandsbeholder.

Kilderne kan således være fra processpildevand, afværgepumpninger, grundvandssænkninger m.v. Opsamlet regnvand fra tage og befæstede arealer kan også indgå, men i givet fald kun fra de nærmest liggende bygninger/arealer fra sekundavandsbeholderen, da det sandsynligvis ikke vil kunne betale sig først at føre opsamlet sekundavand fra ejendomme til en central beholder for derefter at føre det retur igen.

Opsamlet regnvand fra tage kan i denne model anvendes til lokal grundvandsdannelse ved infiltration via faskiner.

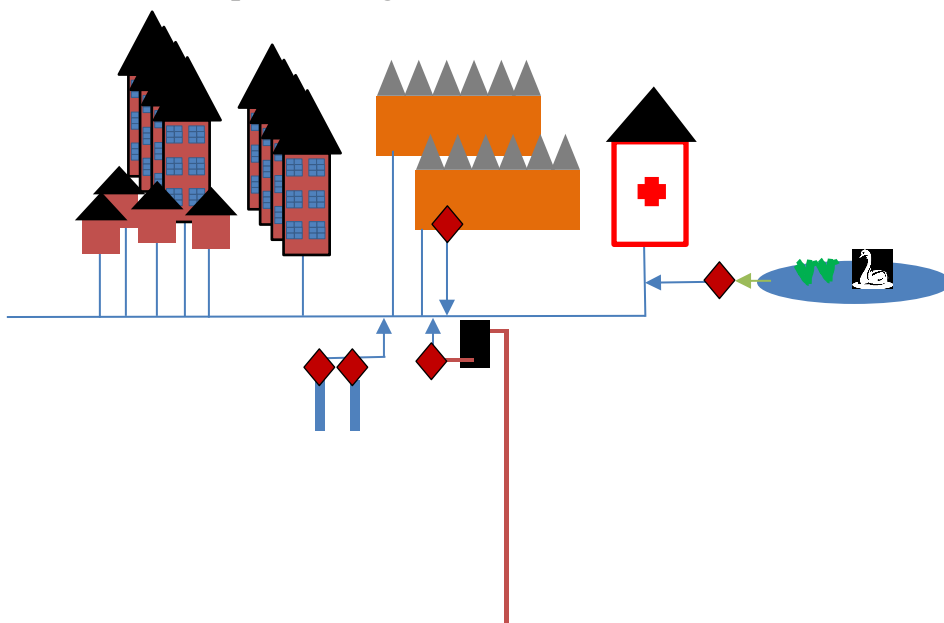
Fordelen ved denne model er, at vandforsyningen kan løse de vanskeligste tekniske problemer med efterfyldning af drikkevand til beholderen samt eventuelt et vandbehandlingsanlæg ét sted i kvarteret. Således mindskes risici for sammenkobling af rentvands- og sekundavandsinstallationer på de enkelte ejendomme, da der ikke i hver ejendom vil være en tank med opsamlet regnvand og en efterfyldningsenhed, hvis larm/plasken ved efterfyldninger kan udgøre en risiko for ulovlige kortslutninger mellem de to vandsystemer. En yderligere fordel er, at vand fra kontinuerlige kilder som afværgepumpninger og grundvandssænkninger erstatter drikkevandsforbrug, hvilket de ikke gør i dag.

Hvis der er mulighed for at behandle sekundavandet i beholderen til drikkevandskvalitet, kan det rensede sekundavand ledes direkte ud på det eksisterende vandforsyningsnet og hermed undgås at etablere et dobbeltstregnet distributionssystem i kvarteret. Dermed forsvinder risikoen for kortslutning mellem to forskellige vandsystemer i de enkelte ejendomme.



FIGUR 5-2 SKITSE AF LØSNING TIL KVARTERVIS OPSAMLINGSENHED TIL SEKUNDAVAND MED EFTERFØLGENDE RENSNING TIL DRİKKEVANDSKVALITET OG DISTRIBUTION I LEDNINGER TIL DRİKKEVAND

### Model B: Komplet rensning ved hver sekundavandskilde



FIGUR 5-3 SKITSE AF LØSNING TIL RENSNING AF HVER SEKUNDAVANDSKILDE TIL DRİKKEVANDSKVALITET MED EFTERFØLGENDE DISTRIBUTION I LEDNINGER TIL DRİKKEVAND

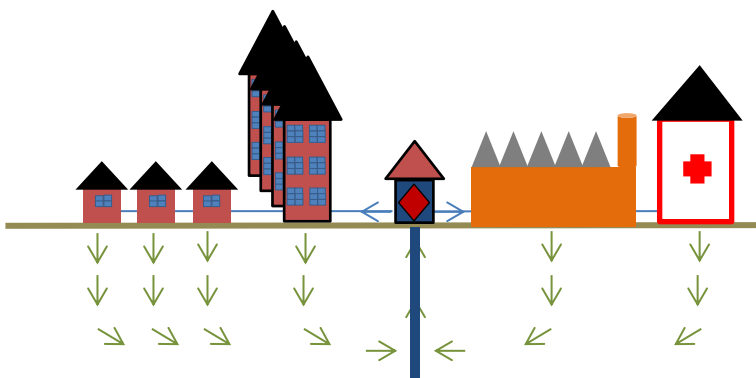
I denne model renses alt sekundavand direkte ved kilden til drikkevandskvalitet. Herfra føres det rensede sekundavand/drikkevand direkte ind i det eksisterende ledningsnet for drikkevand i kvarteret og ledes sammen med drikkevand fra vandværket ud til forbrugerne. Hermed omfattes sekundavandet af gældende lovgivning for vandforsyningsanlæg i henhold til vandforsyningsloven og drikkevandsbekendtgørelsen.

Fordelen ved denne model er, at det undgås at etablere særskilte distributionssystemer for sekundavand. Modellens primære ulempe er, at det er omkostningstungt at skulle etablere, drive og overvåge vandkvaliteten i flere og forskellige vandbehandlingsmetoder i kvarteret. Hvert anlæg vil udgøre et vandforsyningsanlæg, som skal overvåges i henhold til drikkevandsbekendtgørelsens krav

til kvalitetskontrol. Modellen vil derfor mest af alt være anvendelig i kvarterer med forholdsvis få sekundavandskilder samtidig med, at disse kilder yder en vis vandmængde.

I modellen vil det sandsynligvis ikke kunne betale sig at opsamle og behandle opsamlet regnvand fra samtlige tage i kvarteret og behandle dette til drikkevandskvalitet. Derfor kan opsamlet regnvand enten anvendes som en løsning i den enkelte ejendom til toiletskyl og tøjvask, og/eller det kan bidrage til lokal grundvandsdannelse via infiltration fra faskiner m.m.

### Model C: Lokal grundvandsdannelse giver lokalt drikkevand



FIGUR 5-4 SKITSE AF LØSNING TIL KVARTERVIS INFILTRATION AF SEKUNDAVAND TIL GRUNDEVAND MED EFTERFØLGENDE INDVINDING OG BEHANDLING TIL DRIKKEVANDSKVALITET.

I model C inddrages grundvandsmagasinernes naturlige renseseffekt som led i vandbehandlingen af sekundavandet. Sekundavand fra forskellige kilder som opsamlet regnvand fra tage, grundvands-sænkninger og ferske overfladevandsforekomster infiltreres lokalt til grundvandsmagasinet. Herfra indvindes grundvandet og behandles på et lokalt vandværk til drikkevandskvalitet, før det via de eksisterende vandforsyningsledninger distribueres til forbrugerne som drikkevand.

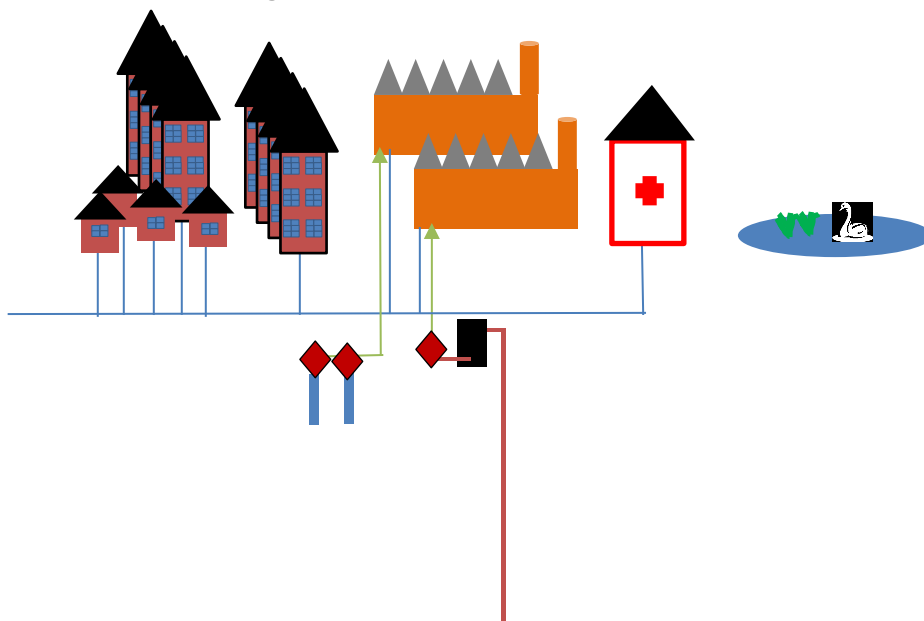
Fordelen ved modellen er, at den understøtter de mange LAR-aktiviteter, der pt. pågår og udbygges i byområder, hvor spildevandsforsyningerne opfordrer forbrugerne til at tilbageholde regnvandet på egen matrikel, således at kloaksystemerne belastes mindre ved store regnhændelser. Ved brug af faskiner og/eller infiltrationsbassiner kan den lokale grundvandsdannelse øges.

Lokal oppumpning og behandling af grundvandet vil mindske behovet for drikkevand leveret fra vandværker, der indvinder grundvand uden for byområderne, hvorved muligheden for at sikre tilstrækkelige vandføring i søer og åer i naturområderne øges.

Modellen kræver dog plads til vandbehandlingsanlæg/vandværker og infiltrationsanlæg i byområderne, hvilket i eksisterende, udbyggede byområder kan begrænse modellens udbredelse. Desuden vil tidsperspektivet i modellen afhænge af de lokale hydrogeologiske forhold og dermed infiltrationshastigheden fra terræn til det primære eller sekundære grundvandsmagasin.

Vandbehandlingen på vandværket vil bestå af simpel vandbehandling og eventuelt avanceret vandbehandling, hvis grundvandskvaliteten indeholder miljøfremmede stoffer. Vandbehandlingsmetoderne er kendte af vandforsyningerne, og modellen sikrer, at der ikke skal etableres to-stregede vandledninger eller indføres andre risiko-betingede installationer hos forbrugerne.

### Model D: Få storforbrugere af sekundavand

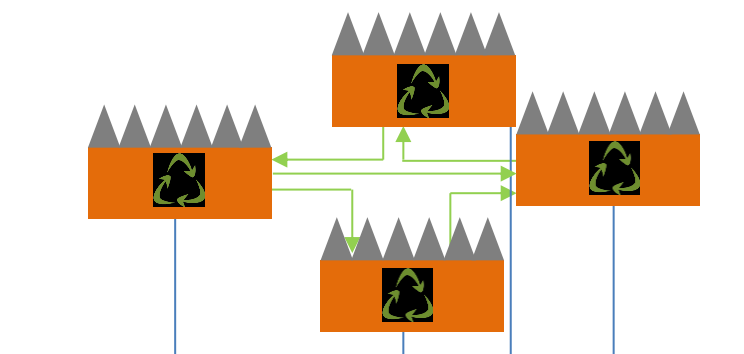


FIGUR 5-5 SKITSE AF LØSNING TIL OPSAMLING/OPPUMPNING AF SEKUNDAVAND MED VANDBEHANDLING VED KILDERNE OG EFTERFØLGENDE DISTRIBUTION TIL FÅ STORFORBRUGERE AF SEKUNDAVAND I LEDNINGER TIL SEKUNDAVAND.

I model D opsamles og renses sekundavand fra forskellige kilder lokalt og distribueres fra de enkelte kilder via et dobbeltstrengt distributionssystem frem til enkelte (stor)forbrugere. Forbrugerne skal på ejendommen skelne mellem brug af vand af drikkevandskvalitet og sekundavandskvalitet og undlade sammenkobling mellem de to systemer. Forbrugerne står ikke for vandbehandlingen, men modtager den kvalitet af sekundavandet, som vandforsyningen leverer.

Modellen indebærer risiko for utilsigtede sammenkoblinger med drikkevandssystemet, og der indgår desuden anlægsomkostninger til vandbehandlingen ved kilden samt etablering af ledninger til transport af sekundavandet.

### Model E: Industriel genanvendelse af vand



FIGUR 5-6 SKITSE AF LØSNING TIL GENANVENDELSE AF SEKUNDAVAND I INDUSIRIVIRKSOMHEDER OG/ELLER MELLEMLER INDUSIRIVIRKSOMHEDER

Denne model omfatter genbrug af vand i industrien – både øget genbrug af vand inden for den enkelte virksomhed og genbrug af vand virksomhederne imellem.

Kilderne til sekundavandet er primært industrispildevand fra enhedsoperationer på virksomheden, som genbruges til andre formål i virksomheden og ledes derfra videre til en anden, nærliggende virksomhed, som anvender sekundavandet/processpildevandet til specifikke enhedsoperationer.

Modellen kræver et indgående kendskab til vandforbruget og kvalitetsbehovet i de enkelte delprocesser i de enkelte virksomheder i et lokalområde samt en koordinering og planlægning af vandstrømmene virksomhederne imellem.

I denne model indgår dobbeltstrengede vandsystemer inden for industrivirksomhederne, hvilket medfører risiko for utilsigtede sammenkoblinger med drikkevandssystemet.

## **5.2 Diskussion af fordele og ulemper ved kvartervise sekundavandsløsninger**

Anvendelse af kvartervise sekundavandsløsninger i byområder er et nyt tankesæt i en dansk kontekst og bør derfor vurderes i forhold til fordele og ulemper samt ses i et samlet, samfundsmæssigt perspektiv.

### **Grundvandsressourcer**

Øget forbrug af sekundavand kan være en fordel for en vandforsyning i områder, hvor det er vanskeligt at sikre tilstrækkelige mængder rent grundvand til drikkevandsproduktionen. Her vil sparede indvundne grundvandsmængder hos vandværket kunne begrænse vandforsyningens behov for køb af vand fra andre vandforsyninger. I andre områder, hvor der er rigelige grundvandsressourcer af god kvalitet, vil vandforsyningerne kunne argumentere for, at anvendelsen af sekundavand udgør en uhensigtsmæssig risiko for vandforsyningen i forhold til forsyningssikkerheden og kan forværre vandforsyningens økonomi.

Ændret vandindvinding fra såvel uforurenede og forurenede grundvandsmagasiner kan give afledte effekter alt efter de lokale forhold. Ved indvinding af mindre grundvand, kan stigende grundvandspejl give problemer for ejendomme med kældre – hvilket dog ikke er vandforsyningernes ansvar at sikre. Ved stigende indvinding af grundvand kan der opstå negative påvirkninger på vandføringen i vandløb og søer, hvilket kan give afledte effekter på biodiversiteten i området. Disse risici afhænger i høj grad af lokale forhold og bør derfor indgå i en samlet vurdering af fordele og ulemper ved at implementere kvartervise sekundavandsløsninger.

I områder med højt grundvandspejl, der er til gene for bygninger og anlæg, vil sekundavand fra grundvandskilder kunne anvendes til at afhjælpe disse problemstillinger, uden at der samlet set sker et øget tilførsel af vandmængder til kloakkerne, da sekundavandet erstattes af et tidligere forbrug af drikkevand.

Hvorvidt øget anvendelse af sekundavand vil kunne medføre færre udgifter til grundvandsbeskyttelse er uvist, men overordnet set burde et mindre behov for indvinding af rent grundvand potentielt kunne bevirke færre udgifter til grundvandsbeskyttelse.

### **Interessenter**

Kvartervise sekundavandsløsninger i byområder kan være en fordel frem for anlæg i enkelte byggerier og husstande. Omvendt vil der også være en række ulemper eller barrierer, hvor der skal tænkes anderledes, før sekundavandsløsningen bliver attraktiv og rentabel.

De beskrevne kilder og anvendelsesmuligheder i denne rapport vil i praksis omfatte mange interessenter, herunder forbrugerne af sekundavand, stat, kommuner, regioner, vandforsyninger, kloak- og spildevandsforsyninger, industrivirksomheder, interesseorganisationer inden for miljø og natur

m.fl. Flere af disse interessenter kan have modsatrettede interesser i forhold til anvendelse af sekundavand som erstatning for drikkevand, og nogle vil kunne se nye muligheder i brugen.

En af de primære interessenter er vandforsyningerne, som ved øget anvendelse af sekundavand vil mindske deres produktion og salg af rent drikkevand, når sekundavandet ikke behandles til drikkevandskvalitet. Dette kan være en fordel for de vandforsyninger, som har problemer med at finde eller opnå tilladelser til indvinding af uforurenede grundvand og/eller har utilstrækkelige kapaciteter i deres vandforsyningsanlæg. Og det kan være en uhensigtsmæssighed for de vandforsyninger, som har tilstrækkelige uforurenede grundvandsressourcer og tilstrækkelig kapacitet i deres anlæg til forsyning af drikkevand.

Andre vigtige interessenter er sundhedsmyndigheder og fødevaremyndigheder, som skal vurdere de sundhedsmæssige risici ved løsningerne i forhold til brug af sekundavand. Spildevandsforsyninger kan ligeledes have en væsentlig interesse i de kvartervise løsninger, hvis sekundavandsløsningerne får en betydning for de afledte vandmængder til kloakkerne og dermed kloakkernes belastninger og dimensioner, eller hvis vandkvaliteten i det brugte sekundavand kan få betydning for spildevandsrensningen for at kunne overholde spildevandsforsyningens udledningskrav.

### **Klimatilpasning og kloakker**

I lyset af de store kloakprojekter, der udføres i Danmark som del af fornyelse af kloaksystemerne og klimatilpasning, er der sat gang i store investeringer for at transportere og opbevare store mængder vand. I det lys vil sekundavandsløsninger til dels kunne integreres med disse investeringer.

Nogle sekundavandsløsninger vil kunne indgå som led i bestræbelserne på at reducere de vandmængder, der tilledes kloakker, og dermed vil de kunne bidrage til at mindske behovet for udvidelse af kloakker som følge af klimaændringer. Dette kan f.eks. være aktuelt for kvarterer, hvor sekundavandskilder som afværgepumpet grundvand eller regnvand i dag ledes til kloakker uden først at have været anvendt som erstatning for drikkevand. Hvis disse kilder fremover erstatter et drikkevandsforbrug bliver den samlede afledte vandmængde til kloakkerne mindre efter etablering af sekundavandsanlæg.

### **Sikkerhed og forbrugertillid**

Tillid til drikkevandsforsyningen er vigtig i Danmark, hvor der leveres rent og velsmagende vand, der kan tappes direkte fra hanen. Tilliden vil blive udfordret af øget anvendelse af sekundavand, og derfor vil det kræve en stor grad af sikkerhed på de centrale, kvartervise anlæg i de tilfælde, hvor vandet fra sekundavandsanlæg kommer i kontakt med drikkevandsforsyningen. Risikoen for sammenblanding af sekundavand og vand af drikkevandskvalitet skal i videst muligt omfang elimineres via design af anlæg og installationer.

Fordelene ved kvartervise løsninger, der drives af vandforsyninger, er at anlæg og drift af anlæggene udføres af uddannet personale med specialviden om disse anlæg, hvilket bevirker en mere sikker drift med lavere risiko for fejlkoblinger, kvalitetsforringelser, driftsstop m.m. Desuden giver de kvartervise løsninger muligheder for at placere og anvende sekundavandsanlæggene de steder i byområderne, hvor der er såvel vandkilder som forbrugere til stede inden for overskuelige afstande. Hermed undgås, at der skal etableres store og vidt gredede dobbeltsystemer i vandleverancen. Med andre ord forudsætter en øget anvendelse af sekundavand, at kilde og forbruger ligger inden for relativt korte afstande, idet anlæg af ledninger til distribution af sekundavand vil forringe økonomien i projekterne væsentligt.

Forbrugerne, der udsættes for risici ved fejl og utilsigtede sammenkoblinger med drikkevandsystemet, omfatter flere mennesker ved kvartervise løsninger frem for anlæg i de enkelte husstande. Til gengæld mindskes risikoen for fejl, hvis det sikres, at det er uddannet og trænet personale, der anlægger og vedligeholder systemerne og fører tilsyn med øvrige ændringer i forbrugernes vandin-



stallationer (med det formål at sikre, at der ikke sker utilsigtede sammenkoblinger mellem drikkevandsinstallationer og sekundavandsinstallationer i ejendommene), hvilket vil være situationen, hvis sekundavandsløsningerne anlægges og drives af vandforsyningerne og disse får tilsynsmulighed med ejendommenes vandinstallationer.

### **Økonomi og geografi**

Hvis sekundavandsløsningerne omfatter rensning af sekundavand til drikkevandskvalitet, vil omkostningerne til anlæg af ledninger til transport af sekundavand begrænses væsentligt i forhold til et tostrengt system, idet ledningerne da kun vil omfatte strækningen fra kilde til nærmeste forsyningsledningsnet, under forudsætning af, at det er muligt at tilføre rent drikkevand på forsyningsledningsnettet i nærmeste punkt. Der må dog påregnes merudgifter til kontrol af drikkevandskvaliteten, idet der indgår flere vandforsyningsanlæg i disse løsninger, og da der ifølge drikkevandsbekendtgørelsen som minimum skal udføres kontroller af drikkevandskvaliteten i henhold til de enkelte vandforsyningsanlægs årligt producerede vandmængder.

Mulighederne for at øge anvendelsen af sekundavand vurderes at være størst i kvarterer, der nyanlægges, frem for i kvarterer, hvor infrastrukturen for vandforsyning m.m. allerede er anlagt, da det vurderes at være billigere at integrere i nye områder frem for at skulle ombygge eksisterende vandforsyningsystemer. Incitamenterne for at anvende sekundavand i nye byområder, vurderes at være størst der, hvor der samtidig er anvendelige sekundavandskilder til rådighed. Dette er i sig selv en begrænsning for anvendelsen i Danmark, idet der særligt i de områder, hvor der er størst begrænsning på grundvandressourcerne, i langt overvejende grad er en fuldt udbygget bystruktur.

### **Drikkevandsforsyningen**

Mange steder i Danmark er forsyningsledningerne til drikkevand dimensioneret til et højere vandforbrug end i dag. Dette har bl.a. en betydning for kvaliteten af det vand, der leveres til forbrugerne, idet vandets opholdstid i ledningsnettet fra vandværk til forbruger øges ved lavere forbrug. Hvis der sker en øget anvendelse af sekundavand i kvartervisse løsninger, uden at disse vandmængder føres ind i forsyningsnettet, må det forventes, at vandets opholdstid i forsyningsnettet vil øges yderligere som følge af det faldende forbrug af drikkevand. Dette kan medføre forringet drikkevandskvalitet på grund af mikrobiologisk vækst og afgivelser af stoffer fra ledningsnettet.

Tillige er der på mange vandværker i dag en overkapacitet i vandbehandlingsanlæggene på grund af faldende vandforbrug. Hvis de mængder, der behandles på vandværkerne, falder yderligere på grund af stigende anvendelse af sekundavand, kan dette få betydning for vandbehandlingskvaliteten og dermed en risiko for påvirkning af drikkevandskvaliteten. For at kunne overholde drikkevandskvalitetskravene kan dette hos nogle vandværker medføre et behov for udskiftning eller reovering af vandbehandlingsanlæggene til en mindre kapacitet. Forsyningssikkerhedsmæssigt bør det derfor indgå i en samlet vurdering af potentialerne for sekundavand, hvis en hyppig – men ikke nødvendigvis årelang kontinuerlig kapacitet – af sekundavand bevirker ændringer af vandforsyningsanlæggene.

Hvis sekundavandet renses til drikkevandskvalitet og decentralt ledes ind på forsyningsnettet i flere punkter, skal denne vandtilførsel integreres i styringen af vandstrømme i ledningsnettet med henblik på at reducere gener med misfarvning af vand som følge af ændrede vandstrømme i forsyningsledningerne.

# 6. Afdækning af lovgivningsmæssige, tekniske og økonomiske barrierer og muligheder

Fokus på indvinding af uforurenet grundvand har historisk set været det centrale omdrejningspunkt i vandforsyningen i Danmark. Samtidig er der i Danmark stor fokus på de sundhedsmæssige aspekter. Dette har medført, at lovgivningen inden for vandforsyning ikke har fokus på at sikre en anvendelse af sekundavand.

Anvendelse af sekundavand i Danmark som erstatning for brug af drikkevand eller til drikkevand mødes derfor med en række lovgivningsmæssige barrierer eller begrænsninger af såvel vandkvalitetsmæssig, teknisk som økonomisk karakter og kun meget få incitament. Barrierer og muligheder vil blive gennemgået i kapitlet.

## 6.1 Barrierer og muligheder for anvendelse af sekundavand

### 6.1.1 Lovgivningsmæssige barrierer og muligheder

Danmarks politik om, at forsyningen af drikkevand skal baseres på uforurenet grundvand, som kun behøver en simpel vandbehandling, betyder, at lovgivningen i høj grad bygger på det udgangspunkt, at vandforsyningen sker med grundvand.

Vandforsyningslovens tilladelsessystems primære fokus er derfor også på anvendelsen af grundvand og overfladevand, og vandforsyningsloven opererer ikke med et sekundavandsbegreb eller en regulering af sekundavandsanlæg, herunder mulighederne for rensning eller anvendelse af sekundavand. Loven indeholder derfor ikke udtrykkelige juridiske forhindringer mod anvendelsen af sekundavand.

Miljøministeren har dog i medfør af bl.a. vandforsyningslovens § 57, stk. 2, og § 60, stk. 2, /40/, udstedt en bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg – også kaldet drikkevandsbekendtgørelsen /8/, som reelt indeholder en række begrænsninger for anvendelse af sekundavand i husholdning og i visse industrier.

I medfør af denne bekendtgørelse er der således som ovenfor i kapitel 3 bl.a. fastsat kvalitetskrav for vand til husholdningsbrug og til brug i bl.a. fødevarer- og lægemiddelindustrien (drikkevandskvalitet).

Som en undtagelse fra kravet om, at vand til husholdningsbrug skal overholde kvalitetskravene til drikkevand, tillader drikkevandsbekendtgørelsens § 4 anvendelse af sekundavand i form af opsamlet regnvand fra tage til brug til tøjvask og toiletskyl til husholdningsbrug.

Muligheden for brug af sekundavand til wc-skyl og tøjvask er dog i realiteten ret begrænset. Teksten i bekendtgørelsen om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg gør det klart, at adgangen til at anvende sekundavand til tøjvask og toiletskyl alene gælder regnvand fra tage. Der er i bekendtgørelsen ikke hjemmel til ved dispensation at tillade, at vand fra terrænoverflader, altaner m.v. kan anvendes.

Uanset kravet om at vand til brug i fødevarerindustrien og lægemiddelvirksomheder forudsætter drikkevandskvalitet, er der dog i medfør af drikkevandsbekendtgørelsen mulighed for i visse tilfælde at dispensere fra kravet om drikkevandskvalitet.

Drikkevandsbekendtgørelsen § 5, stk. 3, angiver således, at Naturstyrelsen efter ansøgning fra en fødevarer virksomhed helt eller delvis kan undtage vand fra et vandforsyningssystem, som forsyner fødevarer virksomheder, samt virksomheder som fremstiller lægemidler eller andre produkter, hvor til der stilles særlige krav til vandforsyningen, fra kravene i bekendtgørelsen, hvis det er fastslået, at vandets kvalitet ikke kan påvirke den færdige fødevars sundhed eller sundhedsmæssige beskaffenhed. Ansøgningen skal indsendes til Fødevarerstyrelsen, som sender denne videre til Naturstyrelsen med Fødevarerstyrelsens indstilling.

I Miljøstyrelsens vejledning nr. 3/2005 side 13 anføres det således, at:

*”Dispensation efter § 6, stk. 3 [nu § 5 stk. 3] vil kunne meddeles for anlæg med forhøjede kravværdier f.eks. anvendt til kølevand i lukkede systemer, hvis der er tilstrækkelig sikkerhed for, at vandet ikke vil komme i kontakt med fødevarer, som kølevandet skal afkøle. Dispensation vil også kunne gives vedrørende vand til brug i indledende procestrin, f.eks. overfladevand fra et anlæg til brug for afvaskning af jord fra landbrugsafgrøder som sukkerroer, kartofler o. lign. inden den videre rensning og forarbejdningsproces, hvis det sikres, at vandet kun kan benyttes til dette formål.*

*Fødevarer virksomheden skal indsende en ansøgning om dispensation fra kravene til Fødevarerstyrelsen, som sender den videre til Miljøstyrelsen [nu Naturstyrelsen] med en indstilling om, hvorvidt ansøgningen kan efterkommes. Ansøgningen bør indeholde dokumentation for, at vandet ikke kan forurene fødevarer, så fødevarerens sundhedsmæssige kvalitet er upåvirket. Desuden bør ansøgningen indeholde de i afsnit 5.5.3.1. relevante informationer af betydning for behandling af ansøgningen.”*

Brug af alle andre typer af sekundavand fx vand fra altaner og terrasser, gråt spildevand, vand fra terrænoverflader, grundvand fra afværgepumpninger m.v. til wc-skyl og tøjvask (eller andre formål), er ikke nævnt i bekendtgørelsen om vandkvalitet, og dette kan være en barriere for brugen af sekundavand. Bl.a. er lovgivningen en barriere i bygninger, hvor regnvand fra tage blandes sammen med regnvand fra altaner og terrasser, for at gøre brug af dette sekundavand til wc-skyl og tøjvask.

Det kunne derfor være en mulighed at indføje bestemmelser i forhold til anvendelser af sekundavand og særlige kvalitetskrav i forhold til specifikke anvendelsesmuligheder. Alternativt at undlade at definere anvendelsesmuligheder og kvalitetskrav, men at stille krav til ansøger om dokumentation for vandkvaliteter, sikkerhed og risikohåndtering, som kan indgå i en sagsbehandling hos flere myndigheder. Erfaringsopsamlingen om brug af regnvandsanlæg i Danmark fra 2012 /1/ viser således, at der er et kommunalt ønske om at anvendelsesmuligheder så som bilvask, havevanding, vanding af grønne vægge og tage m.v. afklares, herunder en tydeliggørelse af, om det må tilledes til en udendørs vandhane.

Det skal dog have for øje, at de danske krav til kvaliteten af vandet fra vandforsyningsanlæg, der forsyner mennesker med vand til husholdningsforbrug, er fastsat på grundlag af Rådets direktiv 98/83/EF af 3. november 1998 om kvaliteten af drikkevand /45/, hvilket betyder, at de danske myndigheder ikke generelt kan dispensere fra de krav, der er fastsat i medfør af dette direktiv. Der

er dog mulighed for at dispensere fra kravene i en begrænset periode indtil vandkvaliteten er genoprettet, jf. bekendtgørelse nr. 1024/2011, hvis der opstår vandkvalitetsproblemer. Dispensationsmulighederne er derfor ikke relevante i relation til at etablere sekundavandsanlæg som permanente løsninger.

Endelig skal det nævnes, at nogle kommuner udtrykker en betænkelighed ved regnvandsanlæg på grund af risikoen for utilsigtede sammenkoblinger med drikkevandsanlæg, og dette kan indirekte blive en barriere for kommunernes lyst til at fremme etablering af regnvandsanlæg fx i deres lokalplanlægning. Dette skyldes bl.a. en usikkerhed i forhold til kommunens mulighed for at føre tilsyn. Denne usikkerhed skyldes måske at det forekommer uklart, om regnvandsanlæg, der forsyner en enkelt husstand eller flere med vand til tøjvask og toiletskyl, er et vandforsyningsanlæg i vandforsyningslovens forstand.

Miljøstyrelsen vejledning fra nr. 3 2005 /10/ definerer vandforsyning som en betegnelse for den juridiske enhed, som forbrugerne afregner sit vandforbrug med, og idet ejeren og forbrugeren af et regnvandsanlæg er den samme, medfører det en usikkerhed om, hvorvidt et regnvandsanlæg er et vandforsyningsanlæg.

Uanset om anlæg til opsamling af regnvand måtte være omfattet af begrebet vandforsyningsanlæg, er det alene muligt for kommunerne at føre tilsyn med de regnvandsanlæg, de er bekendt med. Den omstændighed, at regnvandsanlæg til husholdningsbrug ikke kræver tilladelse efter vandforsyningsloven, og etablering af regnvandsanlæg alene skal være en del af ansøgningen om byggetilladelse i forbindelse med nybyggeri, medfører en usikkerhed i forhold til fremtidssikringen af anlæggets drift og de sundhedsmæssige risici.

Anvendelsen af sekundavand til øvrigt - fx industrielt brug -, der ikke forudsætter drikkevandskvalitet jf. drikkevandsbekendtgørelsen, er ikke reguleret i vandforsyningslovgivningen og som udgangspunkt muligt, med mindre særligt miljølovgivningen indeholder begrænsninger herfor. Særligt spildevandsbekendtgørelsen /12/ indeholder som ovenfor anført under kapital 3 sådanne indirekte begrænsninger.

Idet spildevandstilladelser er konkrete og kan være begrundet i det pågældende renseanlægs forhold, er det ikke nødvendigvis de samme krav, der stilles i de forskellige kommuner, og derfor vil det, såfremt sekundavandet er produceret i én kommune, være nødvendigt at søge om udledningstilladelse til brug ved f.eks. kloakspuling i en anden kommune, idet det er kommunen, det sted hvor vandet skal anvendes, der skal give tilladelse til udledningen til kloak eller recipient. Dette kan betyde, at der stilles forskellige krav i forskellige kommuner.

Det kunne derfor være en mulighed at indføje bestemmelser i forhold til kvalitetskrav til vand, der uden tilladelse kan udledes til kloak eller recipient, da dette ville kunne lette de usikkerheder og praksisforskelle, der opleves i forhold til anvendelse af visse sekundavandtyper i forbindelse med fx graffitirensning og kloakspuling /43/.

### **6.1.2 Tekniske barrierer og muligheder**

Ved kvartervise eller centrale løsninger for sekundavandsanlæg er det væsentligt at overveje de tekniske problemer sådanne anlæg kan give, og som der derfor bør overvejes en lovgivningsmæssig regulering af.

Sekundavand fra grundvandsforekomster kan indeholde jern og mangan i mængder, der giver anledning til udfældninger i ledninger og vandinstallationer. Dette kan bevirke udfældninger, som mindsker vandgennemstrømning og forøger energiforbruget til pumpning af vandet. I værste fald kan ledninger og installationer blive ubrugelige pga. tilclogninger og dermed have en kort levetid,

før de må udskiftes. Dette problem kan reduceres ved vandbehandling med iltning og filtrering ved sekundavandskilden – en vandbehandling som svarer til en simpel vandværksbehandling.

Sekundavand kan desuden indeholde metaller og salte som kan give anledning til korrosion af vandinstallationer (rør, fittings og armaturer) og herved opstår risiko for vandskader og kort levetid af vandinstallationer. Disse metaller og salte kan primært stamme fra grundvandsmagasiner og metalliske overflader, f.eks. kobbertage. Ved bevidste valg og fravalg af specifikke materialetyper i forhold til vandkvaliteten er det dog muligt, teknisk set, at udføre installationer, som reducerer koorsionsrisikoen. Alternativt skal vandet behandles ved kilden, således at metalindholdet reduceres.

Anvendelse af sekundavand vil typisk medføre indførsel af dobbelte vandsystemer i en bygning eller et kvarter. Dobbelte vandsystemer med forskellige vandkvaliteter, heriblandt drikkevandssystemer, medfører risici for utilsigtede sammenkoblinger, som kan føre til forureningsrisici inkl. sundhedsskadelige drikkevandsforureninger.

Sådanne forureninger er meget u hensigtsmæssige, og risikoen for sammenkobling bør derfor undgås. Dette kan f.eks. ske ved indførsel af normer for forskellige udformninger, farver og skiltning af de materialer og installationer, der anvendes til distribution af forskellige vandtyper, tilbagestrømningssikringer samt krav om autorisation ved arbejder på disse anlæg. Ved kvartervise løsninger kan det endvidere være en mulighed at indføre tilsynspligt på vandinstallationer, når der er foretaget nye anlæg eller ændringer på eksisterende drikkevands- og sekundavandsinstallationer. Tilsynet kan f.eks. udføres af personale fra den vandforsyning eller lign., som leverer sekundavand til kvarteret, eller af kommunen.

Som eksempler på normer, som er relevante for emnet, kan nævnes bygningsreglementets regler for byggesagsbehandling både af vand- og afløbsinstallationer, hvorefter den praktiske udførelse af installationer skal ske i overensstemmelse med DS 432 Norm for afløbsinstallationer /24/, DS 439 Norm for vandinstallationer /25/, DS/EN 1717 forholdsregler til sikring mod forurening af drikkevand i vandinstallationer samt generelle krav til tilbagestrømningssikring /25/, samt til Rørcenteranvisning 003, Brug af regnvand til wc-skyl og vaskemaskiner i boliger /9/. En selvstændig ny norm for sekundavandsinstallationer vil tydeliggøre en forskel i krav mellem drikkevands- og sekundavandsinstallationer og samtidig kan der heri tages højde for, at der anvendes materialer som afstemmes de vandkvaliteter, som sekundavand kan indeholde, og der kan opsættes retningslinjer for, hvordan utilsigtede sammenkoblinger mellem drikkevands- og sekundavandsinstallationer undgås.

Alle anlæg vedr. opsamling af regnvand til toiletskyl og/eller tøjvask i vaskemaskiner skal således udføres i henhold til Rørcenteranvisning 003 ”Brug af regnvand til wc-skyl og vaskemaskiner i boliger” jf. Bygningsreglementet og Drikkevandsbekendtgørelsen. Her er krav om, at anlæggene skal udføres af en autoriseret vvs'er. Da der i eksisterende boligbyggeri ikke er krav om anmeldelse eller tilladelse til at etablere regnvandsanlæg, er der en risiko for, at private ulovligt vælger selv at udføre og/eller reparere regnvandsanlæggene, og dermed opstår risici for fejkoblinger til den offentlige drikkevandsforsyning. Denne risiko er ifølge /43/ bl.a. observeret i forhold til at fjerne tilbagestrømningssikringen med luftgab mellem det opsamlede regnvand og drikkevandsforsyningen, da den plasken, som luftgab medfører, generer ejendommens beboere. Lovkrav om anmeldelser af alle typer sekundavandsanlæg vil kunne mindske disse risici.

Mulighederne for at anvende sekundavand i husholdningen er pt. begrænset til opsamlet regnvand fra tage til toiletskyl og tøjvask af sundhedsmæssige hensyn. Det må forventes, at der skal være et solidt videns grundlag til stede om de sundhedsmæssige effekter, hvis mindre restriktive regler skal indføres i Danmark. Da mange kilder til sekundavand af hensyn til udfældningsgener, korrosionsrisici og udledningskrav vil skulle undergå en form for vandbehandling før anvendelse, er der dog

også mulighed for, at de sundhedsmæssige risici mindskes ved krav om vandbehandling, herunder desinfektion.

Grundvand er omfattet af EU's vandrammedirektiv, der er implementeret via miljømålsloven /27/. Målet er, at grundvand skal have en god kvantitativ og kemisk tilstand, og vand i vandløb, søer, åer og kystvande skal have en god økologisk og kemisk tilstand. I lyset af netop miljømålsloven kan hensynene til vandføringen i vandløb, søer og åer være påvirket af indvinding af grundvand til bl.a. drikkevandsformål.

Udbredt anvendelse af sekundavand vil i områder med overudnyttelse af grundvandsressourcerne og/eller uhensigtsmæssig lav vandføring i søer, åer og vandløb kunne bidrage til at dække en del af det samlede behov for vandforsyning og reducere behovet for indvinding af uforurenet grundvand til drikkevand.

I andre områder vil en reduktion eller ophør af indvindingen af grundvand kunne betyde risiko for hævet grundvandsstand med følger som vandskader og sætninger i bygninger, infrastrukturanlæg m.m. I disse områder kan en øget og markant anvendelse af sekundavand planlægningsmæssigt være uhensigtsmæssig, hvis den medfører en reduktion i indvindingen af grundvand og denne reduktion vil påvirke grundvandsstanden i samme område.

Særligt anlæg til afværgepumpninger af forurenet grundvand vil være velegnede til at overtage og ombygge til kvartervise sekundavandsanlæg, hvis det vides, at anlæggenes ophør vil medføre problemer med stigende grundvandsspejl i området. I mange af disse anlæg er allerede etableret vandbehandlingsanlæg med sandfiltre og aktivt kul, som forholdsvis enkelt vil kunne ændres til at behandle vandet til drikkevandskvalitet eller en sekundavandskvalitet, der vil kunne distribueres og afledes.

### **6.1.3 Økonomiske barrierer og muligheder**

Økonomi er en væsentlig incitamentsfaktor i forhold til anvendelser af sekundavand for ejere af anlæggene. I Danmark udgør vandprisen en takst for drikkevand, en takst for afledning og rensning samt afgifter og moms. De økonomiske incitamenter for anvendelse af sekundavand skal ses i lyset af disse takster, som varierer imellem de enkelte forsyningsselskaber.

Øget anvendelse af sekundavand vil i forhold til taksten for drikkevand være økonomisk interessant, såfremt høje takster for drikkevand gør det økonomisk attraktivt at investere i et sekundavandsanlæg, hvor anlægs- og driftsudgifter til anlægget kan afskrives over en økonomisk rentabel periode. Det vurderes dog, at den væsentligste faktor for økonomien ved anvendelse af sekundavand er omfanget af forsyningsledninger, der skal anlægges for at distribuere sekundavandet fra vandkilden til forbrugerne, og at denne faktor vil være stærkt begrænsende for udbredelsen af sekundavandssystemer, hvor vand af ikke-drikkevandskvalitet ledes fra kvartervise sekundavandsanlæg til flere forbrugere.

Afledningen af sekundavand til spildevandssystemet er omfattet af betalingsreglerne for spildevandsafledning /28/. Heri angives i §2 b, at der er mulighed for, at spildevandsforsyningsselskaber nedsætter eller fritager for betaling af vandafledningsbidrag for tilledning af vand fra afværgepumpninger, filterskyllevand, kølevand og opsamlet regnvand, som har været anvendt i VA-godkendte regnvandsanlæg (til wc-skyl og vaskemaskiner), hvis tilledningen af vandet giver anledning til færre omkostninger for spildevandsforsyningsselskabet end tilledning af almindeligt spildevand, eller når miljømæssige hensyn taler herfor. Det vil sige, der for nogle anvendelser af sekundavand allerede i dag kan være et økonomisk incitament i forhold til at opnå en besparelse eller fritagelse af afledningsafgiften. Incitamenterne kan fremmes yderligere ved at åbne op for samme muligheder for andre sekundavandskilder end de her anførte.

Dog vil der for f.eks. virksomheder kunne være et økonomisk incitament i at lede spildevand fra virksomheden videre til anvendelse i nabo-virksomheden, således at den ene virksomhed sparer takst, afgift og moms for afledning af en målt spildevandsmængde, mens den anden virksomhed sparer takst og moms for køb af tilsvarende mængde drikkevand. Det skal dog understreges, at det ikke i lov om afgiftsført vand/29/ fremgår, at forsyningen af sekundavand mellem to virksomheder kan undtages fra kravet om betaling af afgift på ledningsført vand, hvorfor modtagervirksomheden af sekundavand bliver omfattet af krav om betaling af afgifter på ledningsført vand. Da afgiften udgør over 5 kr./m<sup>3</sup>, vil en fjernelse eller reduktion af denne takst kunne fremme de økonomiske incitamenter yderligere for anvendelse af sekundavand.

I lyset af klimaproblematikken med risiko for hyppigere skybrud, samt kloaksystemernes begrænsninger og tilstand, har nogle forsyningsselskaber i Danmark vedtaget at indføre en delvis tilbagebetaling af forbrugernes tilslutningsbidrag til spildevandssystemet, hvis ejendommens ejer sørger for at etablere anlæg, som tilbageholder regnvand på ejendommen jf. §4a stk. 1 i lov om betalingsregler for spildevandsforsyningsselskaber m.v. /28/.

Sekundavandsanlæg kan hermed også økonomisk set blive attraktive, hvis de samtidigt opfylder et sådan sekundært formål, der indirekte gives tilskud til med det formål at reducere udgifter til at udvide kloakkernes kapacitet.

Med hensyn til prisfastsættelse af vand er der i dag i lovgivningen ikke taget højde for, at en almen vandforsyning kunne vælge at levere vand i to forskellige vandkvaliteter via et to-strengt forsyningssystem, og der er derfor ikke fastlagt regler for, hvordan den myndighedsmæssige og økonomiske regulering heraf skal foregå.

Prisfastsættelsen efter vandforsyningsloven /40/ og vandsektorloven /41/ er alene baseret på fastsættelse af takster for drikkevand, hvor udgangspunktet er, at kubikmetertaksten er den samme for alt leveret drikkevand, og Vandsektorlovens prisloftssystem bygger på udmelding af ét samlet prisloft for hver almen vandforsyning og kan derfor ikke umiddelbart håndtere prisfastsættelse af to forskellige vandkvaliteter leveret til forskellige forbrugere. Vandsektorloven er pt. under evaluering. Ved en eventuel kommende revision af vandsektorloven kunne det overvejes i loven at indføre mulighed for, at vandforsyningerne kan operere med leverancer af ikke-drikkevandskvalitet, herunder fastsætte takster for sekundavand som er forskellige fra drikkevandstakster, inden for lovens rammer, hvis anvendelsen af sekundavand skal øges i Danmark.

Såfremt det ikke er muligt at operere med to forskellige prissystemer, vil de forbrugere, der ikke skal modtage sekundavand, blive tvunget til at være med til at betale for udbygningen af et to-strengt vandforsyningssystem. Dette vil kunne reducere omkostningerne for de, der omfattes af sekundavandsforsyningen og dermed fremme deres økonomiske incitamenter, mens det kan skabe modstand hos de forbrugere, som ikke opnår samme adgang til sekundavand, men bidrager økonomisk. Det vil i disse tilfælde være vigtigt at kunne dokumentere de samlede fordele og ulemper ved indførelse af sekundavandssystemer, herunder hensyn til miljø, klima, vandkvalitet, sundhed og økonomi.

Endvidere kan forsyningernes pristakster i høj grad medvirke til at fremme eller mindske incitamenterne hos forbrugerne til at anvende sekundavand, hvis en takstfastsættelse giver en markant besparelse på sekundavand i forhold til drikkevand, og/eller hvis brugt sekundavand bliver væsentligt billigere at aflede til kloakkerne end almindeligt spildevand. Forsyningsselskabernes opkrævning for vand skal følge princippet om at ”hvile i sig selv”, hvilket betyder, at de skal sikre sig fuld betaling for deres forsyningsydelser. De har dermed ikke en interesse i, eller mulighed for, at yde økonomisk støtte til sekundavandsanlæg, som har andre formål end de, som forsyningsselskabet har pligt til at opfylde.

Hos nogle forsyningsselskaber kan der direkte være en negativ interesse for øget brug af sekundavand, hvis det betyder et lavere salg af drikkevand, og vandforsyningen ikke har kvantitets- eller kvalitetsmæssige begrænsninger i grundvandressourcerne. Hos andre kan øget brug af sekundavand være en fordel, hvis vandforsyningen har kapacitetsproblemer i sine eksisterende anlæg, har brug for at reducere indvindingen af grundvand eller hvis spildevandsforsyningen har kapacitetsproblemer i kloakkerne.

Hvis der er øget genanvendelse af spildevand (f.eks. processpildevand, afværgevand, afstrømmet regnvand) som sekundavand i stedet for, at det ledes direkte til kloak, kan det betyde en nedgang i afledte vandmængder eller en uegnet vandkvalitet til spildevandssystemerne. Dette er ikke nødvendigvis i forsyningsselskabernes interesse, hvis de ikke har kapacitetsproblemer.

## **6.2 Forslag til at fremme incitamentet for anvendelse af sekundavand**

I den nuværende lovgivning gives der meget få incitamentet til anvendelse af sekundavand, primært fordi lovgivningen i høj grad er udarbejdet ud fra princippet om, at vandforsyningen i Danmark er baseret på uforurennet grundvand og dermed har fokus herpå. Hvis anvendelsen skal fremmes, bør der derfor ses på, hvorledes lovgivningen kan understøtte dette, herunder hvordan de muligheder, der p.t. er ved ikke at være forbudt anvendelserne, kan tydeliggøres og udmøntes i praksis.

### Planforhold

I forhold til planloven /42/ kan der f.eks. opstilles kriterier for, hvornår det skal vurderes, om kvartervis løsninger til sekundavand vil være fordelagtigt ved f.eks. nybyggeri eller større renoveringsprojekter af boligområder. Tilsvarende kan der i f.eks. bygningsreglementet indføres krav om, at det for kontorbyggerier over en vis størrelse skal vurderes, om det vil være fordelagtigt at opsamle regnvand til brug til toiletskyl, eller at der til fællesvaskerier i lejlighedskomplekser skal indgå opsamlet regnvand, som opsamles separat fra tagarealerne.

En myndighedsmæssig udpegning af egnede vandforekomster til sekundavand kunne mindske uvisheden om sekundavandskilder hos vandforsyningsselskaber, byudviklere m.fl. og dermed vil udpegningen kunne understøtte udbredelsen. Hermed vil sekundavand kunne indgå som led i vandplanlægningen hos henholdsvis Naturstyrelsen, regioner og kommuner som supplement til den vandplanlægning, der pågår for uforurennet grundvand.

### Vejledninger og lovgivning

Tydeliggørelse af de lovgivningsmæssige rammer for anvendelse af sekundavand vurderes i høj grad at kunne fremme anvendelsen af sekundavand, da anvendelserne i dag i høj grad begrænses af tvivl og uvidenhed om mulighederne hos såvel myndigheder som forbrugere og forsyningsselskaber.

Tydeliggørelsen anbefales at omfatte følgende elementer:

- Anvendelsesmuligheder for sekundavand, herunder for at anvende sekundavand med og uden vandrensning til henholdsvis boliger, virksomheder (herunder fødevarerindustri og medicinalindustri) og offentlige bygninger (herunder hospitaler og institutioner).
- Vejledning eller krav til vandbehandling i forhold til udvalgte vandkvalitetsparametre, som har betydning for at kunne distribuere sekundavandet og undgå sundhedsmæssige risici.
- Procedurer for myndighedsregulering, herunder hvilke sekundavandsanlæg der skal anmeldes og dermed omfattes af tilsyn, hvilke krav til dokumentation for risikostyring og begrænsning af sundhedsmæssige risici, ansøger skal fremlægge samt hvilke myndigheder, der skal indgå i sagsbehandlingen.
- Ansvarsforhold for henholdsvis løsninger på enkeltejendomme, mellem 2 eller flere ejendomme og i kvartervis løsninger, herunder tydeliggørelse af ansvarsområder i "overgangszoner" mellem henholdsvis rentvandsinstallationer, sekundavandsinstallationer og spildevandsinstallationer.
- Takstfastsættelser og muligheder for reduktion eller fritagelse i afgifter (statsafgift, afgifter for ledningsført vand og vandafledningsafgifter) for sekundavand.



- Mulighed for fritagelse eller reduktion af spildevandsafgift for de sekundavandskilder, som p.t. ikke er omfattet af betalingsvedtægten for spildevand
- Normer eller vejledninger til sekundavandsinstallationer (ud over regnvandsanlæg til wc-skyl og tøjvask i vaskemaskiner), herunder krav til dokumentation for risikostyring i forhold til sundhedsmæssige og forsyningsikkerhedsmæssige risici.
- Begrebet vandforsyningsanlæg i relation til sekundavand, herunder hvilke regler for vandforsyningsanlæg i Drikkevandsbekendtgørelsen der også omfatter sekundavandsanlæg.
- Mulighed for at justere udlednings- og afledningskrav til kvaliteten af sekundavand.

# 7. Erfaringer med brug af sekundavand i andre lande

Erfaringer og best practice for anvendelse af sekundavand fra andre lande er blevet indsamlet og beskrives her. Anvendelsen af sekundavand fremmes enten af en vandressourceknaphed, høje vandpriser eller en holdning om bæredygtighed i at øge udnyttelsen af de lokale vandmængder, som så også lokalt kan have en gavnlig effekt mht. tilpasning til klimaforandringer.

Der fokuseres derfor på lande, som forventes at have et af disse incitament, og som har en forsyningsinfrastruktur og kvalitetskrav, som forventes at være på niveau med Danmark. Der har primært været fokus på drifts- og myndighedserfaringer, som er rapporteret på landsplansniveau, og på anvendelse af sekundavand til andre formål end vanding af fx landbrugsarealer. Fokus har desuden primært været på kvartervis løsninger.

Erfaringerne er indhentet ved søgning af offentligt tilgængelige dokumenter på internettet samt udvælgelse af relevante cases fra rapporten "Alternativ vandhåndtering og selvforsyning – International erfaringsopsamling" /4/. Det har ikke ligget inden for opgavens rammer at foretage søgninger i tidsskriftdatabaser og lignende.

Følgende elementer er søgt afklaret i de fundne dokumenter:

- Incitament for anvendelse af sekundavand
- Hyppigste anvendelser af sekundavand – mængder og formål
- Kvalitetskrav til sekundavand i forhold til anvendelseskategorier
- Regler for anvendelse af sekundavand inkl. evt. betaling
- Vandbehov ( $m^3/prs/dag$ ) til hhv. sekundavand og drikkevand
- Erfaringer – fordele/ulemper, hyppigste risici, risikostyring og overvejelser om justering af regler/praksis.

## 7.1 Tyskland

De seneste 15 år er genbrug af gråt spildevand blevet undersøgt. Gråt spildevand er her defineret som husspildevand, der ikke indeholder fækal spildevand fra toilet skyl eller køkkenspildevand, men primært spildevand fra badeværelser, dvs. håndvask, bruser eller badekar, samt i visse tilfælde fra tøjvaskemaskiner.

Vandet herfra er efter opsamling og behandling primært blevet genbrugt til toiletskyl, havevanding og i mindre grad kølevand. Der er begyndende interesse for at bruge vandet til tøjvask, og de indledende forsøg har vist positive resultater.

Tyskland lider ikke af vandmangel selvom der kan være regionale forskelle i både tilgængelighed og forbrug af vand. Driverne for genbrug er en stigende miljøbevidsthed i befolkningen kombineret med stigende vandpriser.

Som kvalitetskrav til sekundavand til toiletskyl benyttes EU's kvalitetskrav til badevand, jf. Rådets direktiv af 15. februar 2006 om forvaltning af badevandskvalitet, fulgt op af regler om:

- Installationer: Disse skal garanteres fri for krydsforbindelser mellem gråtvands- og drikkevandssystemer. Installationer inkl. rør skal tydeligt mærkes med farvekoder og tekst, samt beskyttes mod uautoriseret brug. Gråtvandsanlæg skal registreres hos de lokale sundhedsmyndigheder.
- Fysisk/kemiske kvalitetsparametre: BOD7 < 5mg/l og iltmætning >50% samt UV-transmission (254nm/1cm)>60%.
- Æstetisk kvalitet: Det behandlede vand skal være lugtfrit og må ikke opleves generende af brugerne. Det skal være frit - så frit som muligt - for suspenderet stof og farve.

Disse opstillede kvalitetskrav til anvendelse af gråt spildevand til toiletskyl, havevanding, køling og tøjvask vurderes af myndighederne i Tyskland som tiltrækkelige.

Fokus har været på decentrale løsninger baseret på enten enkelt-husholdninger eller flerfamiliehusse. Erfaringerne stammer fra pilot eller demonstrationsforsøg. De tidligste forsøg var baseret på meget lavteknologiske anlæg, der kun indeholdt simpel beluftning og/eller filtrering. Disse viste sig ikke at kunne overholde kravene til vandkvalitet. Brugerne holdt op med at bruge anlæggene på grund af ubehag og lugtgener. Efterfølgende desinfektion løste ikke problemerne.

De mest intensivt testede anlæg har været baseret på en avanceret biologisk proces efterfulgt af UV-desinfektion. De viser sig særdeles robuste over for forurening og overholder uden undtagelse de nævnte krav til vandets kvalitet.

Bedst practice i Tyskland, bedømt efter de fundne referencer, dækker tre typer anlæg med biologiske processer:

Rodzone-anlæg (Vertical-flow soil filters)

Roterende biofiltre (Multiple Rotating Biological Contactors)

Beluftede fluid bed anlæg (Sequencing Batch Reactors)

Referencer: /30/ og /31/

## 7.2 Østrig

Det har ikke været muligt at identificere best practice eller reguleringsmæssige forhold vedr. sekundavand i Østrig, idet der kun er fundet oplysninger om få pilotforsøg i enkelte bygninger, der ikke har dannet grundlag for en større udbredelse eller erfaringsopsamling.

## 7.3 Holland

Leidsje Rijn, Holland, er et nyopført bydelsprojekt ved Utrecht i Holland, som har rummet et to-strengt vandssystem baseret på drikkevand og regnvand. Begge systemer var drevet af forsynings-selskaber. Systemet var sikret mod fejl ved dels farvekodning af vandrør og ved at driftrykket i regnvandsrørene var lavere end trykket i drikkevandsrørene. Der opstod en række samtidige fejl, som involverede forkert brug af farvede rør, uautoriserede monteringer, som viste sig at være forkerte, samt forkert lavt driftryk i drikkevandsledningerne. Dette medførte, at forbrugerne fik regnvand i drikkevandsinstallationerne, og beboere i de fejlbehæftede boliger blev syge. Dette har nu medført, at det ikke længere er tilladt for forsynings-selskaber at levere regnvand (som i kvarterviseløsninger), og at kun enkelthusstande må opsamle og bruge regnvand i Holland /4/.



Den australske regering har udstedt nogle generelle retningslinjer for, hvordan myndighederne i delstater skal regulere anlæg til genbrug af vand/brug af sekundavand med henblik på at motivere en øget genanvendelse af vand i landet. Et centralt element heri er kravet om en risikoanalyse, som ansøger skal udarbejde med henblik på at identificere de risici, som løsningen omfatter og hvordan disse risici imødegås teknisk, så der ikke opstår sundhedsrisici som følge af vandkvaliteter eller sammenkoblinger til drikkevandsforsyningen. Disse retningslinjer forvaltes af delstaterne, hvoraf flere har udarbejdet lokale vejledninger til, hvordan ansøgere af anlæg skal forholde sig og hvilke krav til dokumentation, der skal indgå i ansøgningen.

Der ses ikke nogen begrænsninger i lovgivningen for anvendelse af sekundavand eller genbrug af vand. Der er således muligheder for genanvendelse af forskellige typer spildevand, herunder sort spildevand, regnvand, overfladevand, grundvand m.m. I mange anlæg indgår der derfor vandbehandling i en eller flere former, således at både tekniske, sundhedsmæssige, miljømæssige og forbrugermæssige forhold inddrages i løsningerne. Der opereres med fire vandkvaliteter A-D, hvor kvalitet A udgør drikkevandskvalitet. For de øvrige vandkvalitetskategorier er der fastsat anvendelsesbegrænsninger – f.eks. om det genbrugte vand må komme i direkte kontakt med fødevarer.

Et centralt element i reguleringen er involveringen af flere myndighedsinteressenter i behandlingen af ansøgninger til etablering af anlæg til genbrug af vand eller brug af sekundavand. Disse myndigheder dækker ansvarsområder inden for sundhed, miljø og ressourcer, natur, spildevand, vandforsyning, rør og installationer. Sagsbehandlingstiden kan derfor være langstrakt og ansøger kan blive pålagt at betale bidrag til myndighedernes sagsbehandling.

Det kan være forskellige myndigheder, ansøger skal fremsende ansøgning til, afhængigt af hvilke formål vandanlægget har – f.eks. behandling af gråt spildevand, industrielt spildevand, vand fra tage og befæstede arealer. Dette kan gøre det vanskeligt for ansøgere at få overblik over, hvor der skal rettes henvendelse, og flere delstater har derfor udarbejdet vejledningsmaterialer.

Det er ansøgers ansvar at fremsende en detaljeret Risk Management Plan, som på baggrund af en risikoanalyse fastlægger de forebyggende tiltag, som skal udføres på anlæggene, beskriver vandbehandlingsteknikker og til hvilke formål vandet må anvendes. Endvidere skal der indgå et overvågningsprogram.

Alle typer anlæg skal undergå en myndighedsbehandling og myndighederne skal udføre tilsyn med anlæggene. I tilladelserne specificeres det, til hvilke formål sekundavand/genbrugt vand må anvendes. Tilladelser gives for begrænsede perioder, som fastsættes i forhold til de enkelte anlæg. Ejerne af anlæggene har pligt til at informere myndighederne, hvis der foretages ændringer på anlæggene, herunder ændringernes betydning for vandkvaliteter, -mængder og vandressourcen. Ofte vil ændringer medføre krav om en ny tilladelse.

Den australske stat og lokale myndigheder har en række af støttemuligheder for borgere, der installerer regnvandstanke på deres ejendom. Tilskud varierer fra stat til stat fra 1.000-1.500 AU\$. Generelt er økonomien for den enkelte borger bedre des større anlæg.

Siden tørken i 2007 er lovgivningen udbygget under begrebet Total Water Cycle Management. Således kræves det, at der ved nybyggeri skal medtænkes alle aspekter af vandregnskabet, inklusiv forsyning, spildevandsbehandling, regnvands (stormwater)afledning og vandkvalitetskontrol ved alle forsynings- eller afledningspunkter. Det er obligatorisk at etablere regnvandsopsamling til brug for f.eks. toiletskyl eller husdyrhold ved nybyggerier.

Andelen af genbrugt vand i de enkelte delstater og byer varierer meget. I flere mindre byer beskrives løsninger, hvor 100% af spildevandet genbruges – heri indgår dog bl.a. genbrug af rensset spildevand.

vand til markvanding samt opblanding af rensat spildevand med andre naturlige vandressourcer i floder og søer før næste vandindtag.

Ved Gold Coast City i Queensland er en stor vandplan under udvikling og implementering. Planen indeholder afsaltning af havvand, recirkulering af rensat spildevand samt regnvandsopsamling alt sammen med afprøvede teknikker. Afsaltningsanlægget skal fuldt udbygget i 2030 producere 20 mio. m<sup>3</sup>/år. I et delområde af byen skal der opnås 84 % reduktion af drikkevandsforbruget. I forhold til det nuværende vandforbrug skal det ske ved følgende tiltag:

45% af vandforbruget: Renset recirkuleret spildevand ledes via dobbelt rørføring til toiletter og udendørs brug

16% af vandforbruget: Almindeligt drikkevand til køkken og drikkevand

25% af vandforbruget: Opsamlet regnvand til vask, bad og varmtvandssystemer.

14% af vandforbruget: Spares væk via vandbesparelser.

Det recirkulerede rensede spildevand har en kvalitet, der i teorien er ufarligt, men på trods heraf må det ikke drikkes. Vandbehandlingen af det recirkulerede vand indeholder flere mikrobielle barrierer inklusiv ultra-filtrering, UV-belysning og kloring. Der er tale om afprøvede teknikker, og den sekundære forsyning med recirkuleret vand gennemføres med helfarvede rør, der tydeligt angiver, hvilken vandkvalitet der er tale om. Alligevel er der forlydender om, at der opdages en del krydsforbindelser mellem den sekundære forsyning med recirkuleret vand og den primære forsyning med vand af drikkevandskvalitet.

Australian Water Recycling – Centre of Excellence, som er en institution i staten Queensland, har udgivet en række "Discussion Papers", der adresserer både teknologiske, samfundsmæssige og reguleringsmæssige aspekter af Australiens udfordringer på vandområdet. Dokumenterne er oplæg til det videre arbejde i Australien på det strategiske plan inden for de forskellige områder og er ikke konkrete i forhold til f.eks. krav til vandkvalitet eller teknik. Det har ikke været muligt inden for rammerne af dette studie at gå i dybden med disse omfattende dokumenter.

Best practice i Australien vurderes at være en ubegrænset tilgang til, at alt vand principielt kan genbruges og at der kan opnås store reduktioner af drikkevandsforbruget – op til ca. 80% - ved anvendelse af kendte vandbehandlingsteknikker som led i de tekniske løsninger. En stor andel af forbruget af genbrugt vand går til markvanding, som udgør det største vandforbrug i Australien. Desuden ses også genbrug af vand eller brug af sekundavand inden for industrien i øvrigt. I forhold til beboelsesejendomme er det primært til formål som toiletskyl, tøjvask og havevanding (vand af ikke spiselige afgrøder) at der anvendes genbrugt vand. Desuden nævnes brandslukningsformål og vanding af golfbaner i mange kilder. I enkelte kvartervise løsninger rapporteres om, at ca. 80% af vandet genbruges og at alt dette vand erstatter brugen af drikkevand. Et stærkt myndighedsfokus med mulighed for statslige økonomiske tilskud har fremmet de lokale initiativer.

Erfaringerne viser også, at der fortsat er fokus på, at løsningerne indebærer såvel sundhedsmæssige som tekniske og miljømæssige risici, og at det derfor er nødvendigt med anlægsspecifikke tilladelser, som inkluderer risikohåndtering, overvågningsprogrammer og myndighedstilsyn. Mange myndigheder er involveret i hver enkelt sag, hvilket viser kompleksiteten i at indføre flere vandssystemer end rent drikkevand. Der ses også her problemer med ulovlige sammenkoblinger med drikkevandsforsyningen.

Referencer: /30/, /35/, /36/, /4/.

## **7.6 Mellemøsten**

Der er gennemført et studie af potentialet for udnyttelse af regnvand i området omkring Jordanfloden. Undersøgelsen tager udgangspunkt i en spørgeskemaundersøgelse i Ramallah, som konkluderer, at ca. 40 % af husene har opsamlingsudstyr, hvoraf en tredjedel ikke virker. 3 % bliver brugt til

drikkevand, og 18 % bliver brugt i husholdningen til andre formål end drikkevand. Resten bliver brugt til vanding.

Der opsamles fra 6.000 m<sup>3</sup> til 16.000 m<sup>3</sup> pr. anlæg Hvis alle huse i Ramallah havde et aktivt virkende opsamlingsudstyr, er potentialet 298.000-118.000 m<sup>3</sup> indsamlede mængder pr. år. For hele området omkring den nedre del af Jordan-floden (området er delt mellem Israel, Jordan, Syrien og Palæstina) er potentialet 20 mio. m<sup>3</sup> for et gennemsnitsår og 3 mio. m<sup>3</sup> for et tørkeår.

Specifikt i Israel genbruges i 2007 87 % af alt spildevand, og dette tal stiger stadig. Vandet genbruges dog næsten udelukkende til vanding i landbruget. Det er tilladt at genbruge gråt spildevand i store offentlige og kommercielle bygninger til lokal vanding eller toiletskyl. Der er et større antal private boliger, hvor gråt spildevand også genbruges, om end det ikke er i overensstemmelse med lovgivningen. Det overvejes fra myndighedernes side, om lovgivningen skal ændres, så det bliver tilladt for private boliger at genbruge gråt spildevand, fordi det vil mindske presset på drikkevandsressourcerne.

Det har ikke været muligt at identificere best practice eller reguleringsmæssige forhold vedr. sekundavand til erstatning for drikkevand i Mellemøsten, idet der kun er fundet oplysninger om få enkeltanlæg eller pilotforsøg i enkelte bygninger, der ikke har dannet grundlag for en større udbredelse eller erfaringsopsamling.

Referencer: /23/ og /38/.

## 7.7 Spanien

Opsamling af regnvand indgår i regeringens centrale strategi for at håndtere vandknaphed i byerne. Der er foretaget en analyse af omkostningseffektiviteten ved flere størrelser af systemer til opsamling af regnvand i bymiljøer. Analysen er baseret på en case, der består af et kvarter med tæt socialt boligbyggeri (600 indbyggere/ha) som etagebyggeri. Kvarteret ligger i byen Granollers i Nordspanien), der har et tørt middelhavsklima med en gennemsnitlig nedbør 650 mm år. Resultaterne indikerer, at økonomien for systemer til regnvandsopsamling i tæt beboede områder synes at være mest fordelagtige, når de dækker hele områder eller nabolag fremfor enkeltbygninger.

Da der kun er fundet en enkelt reference, har det ikke været muligt at identificere best practice eller reguleringsmæssige forhold vedr. sekundavand Spanien

Referencer: /23/.

## 7.8 Sydkorea

I Seoul, Korea er en ny lovgivning om installation og brug af regnvandsopsamling til alle anvendelser, bortset fra drikkevand, indført for at reducere risikoen for oversvømmelser og samtidigt reducere vandforbruget. Byens administration regulerer fyldning og tømning af regnvandstankene for at sikre optimal drift. Alle offentlige bygninger og faciliteter skal installere regnvandssystemer. Nye private bygninger større end 3000 m<sup>2</sup> opfordres til at gøre det samme, og større byudviklingsprojekter skal give installation af regnvandssystemer høj prioritet. Et eksempel på et større projekt er Star City-anlægget, der består af 3 tanke á 1000 m<sup>3</sup>, som opsamler vand fra udendørs- og tagarealer og leverer til alle formål, bortset fra drikkevand. Et andet projekt forsøger at udbrede et mindre regnvandsanlæg med 400-1000 l tanke og forbrugsmålere. De decentrale regnvandssystemer skal først og fremmest reducere konsekvenserne af voldsomme regnhændelser, men vil samtidigt fungere som et supplement til vandforsyningen.

Det har ikke været muligt at identificere best practice vedr. sekundavand, idet der kun er fundet oplysninger om reguleringsmæssige forhold, der endnu er i en indledende fase, og på baggrund af det fundne materiale er det ikke muligt at forudsige, hvornår der vil være målbare effekter på hele byens vandkredsløb. /4/

## 7.9 Japan

I Japan er recirkulering af gråt spildevand til brug ved toiletskyl påbudt i flere større byer og støttes delvist af kommunerne. Det er almindeligt, at kommunerne stiller krav om recirkuleringsanlæg i nye bygninger over en vis størrelse, typisk 3000-5000 m<sup>2</sup>. I Tokyo er recirkulering påbudt i nye bygninger større end 30.000 m<sup>2</sup>, eller hvis forbruget af ikke-drikkevand er større end 100 m<sup>3</sup>/d. Recirkuleret vand skal overholde en række kvalitetskrav før brug til toiletskyl med fokus på at holde coliforme bakterier under 10/ml, hvilket svarer til Japans krav til acceptabel badevandskvalitet.

Det har ikke været muligt at identificere best practice, idet der kun er fundet oplysninger i en enkelt reference /36/ som ikke kan danne grundlag for en større erfaringsopsamling. Men der beskrives, at recirkuleringsanlæg fås i forskellige konfigurationer afhængig af, hvilken spildevandstype de skal behandle. De består typisk af følgende trin: 1. Si, 2. biologisk behandling i form af aktiv slamproces eller membran-bioreaktorer, 3. eventuel mikro- eller ultrafiltrering, 4. eventuel aktivt kul og 5. desinfektion med klor /4/.

## 7.10 Sammenfatning

På baggrund af den udførte litteratursøgning og ovenstående beskrivelser vurderes det, at brug af sekundavand/genbrug af vand er et emne, som er i udvikling i især de lande, som er ramt af vandressourcemangel og/eller klimaforandringer eller som ønsker at blive uafhængige af vandleverancer fra andre lande. Det er i disse lande, at der ses en aktiv myndighedsindsats for at fremme lokale initiativer til brug af sekundavand/genanvendelse af vand. En begrundelse som generel miljøbevidsthed synes alene at føre til enkelte lokale forsøgsanlæg.

Der er primært fokus på at erstatte brugen af vandressourcer til vanding med genbrugt spildevand, da vanding i mange lande udgør et meget stort vandforbrug. Industrielle løsninger til genbrug af vand og brug af sekundavand ses der også en stigende bevidsthed omkring, om end det er vanskeligere at finde dokumentation for konkrete anlæg og erfaringsopsamlinger herfra i litteraturen.

I forhold til beboelsesområder er det primært til toiletskyl og tøjvask, der rapporteres om brug af sekundavand (oftest opsamlet regnvand) eller gråt spildevand vand. Enkelte kilder rapporterer dog også om, at der gives tilladelse til at anvende sekundavand til havevanding, bilvask samt vanding af golfbaner m.v.

Australien er langt fremme med implementeringen af flere forskellige sekundavandsløsninger – primært på grund af ekstrem tørke. Der planlægges systemer, hvor op til 84 % af vandet genbruges i sekundavandsløsninger. Disse høje genbrugsanvendelser ses oftest i en kombination mellem forsyningsmæssige løsninger med en central rensning af spildevand, distribution af to vandtyper – drikkevand og sekundavand – samt lokal opsamling af regnvand på enkeltejendomme.

Særligt de sundhedsmæssige risici ved genanvendelse af vand og brug af sekundavand er i et naturligt fokus i alle løsningerne. I Australien – hvor der er fundet mest velbeskrevne reguleringserfaringer fra – skal ansøger udarbejde et risikostyringssystem svarende til fødevarerbranchens HACCP-systemer. Systemet skal godkendes af myndighederne, som fører tilsyn med anlæggene. På trods af, at der teknisk set opnås vandkvaliteter svarende til drikkevand ved rensning af sekundavand og sort spildevand, ses en tilbageholdenhed over for at indføre rensset spildevand til drikkevandsbrug.

Der rapporteres om erfaringer om utilsigtede sammenkoblinger med drikkevandssystemerne med drikkevandsforureninger til følge i flere kilder.



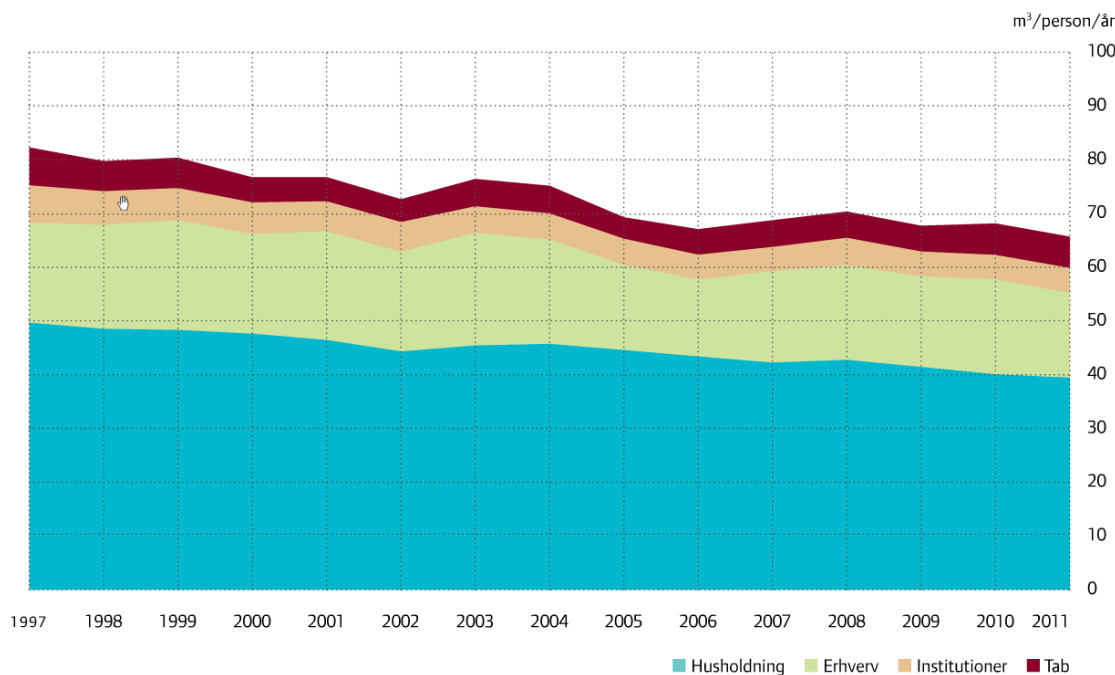
# 8. Perspektivering af Danmark som udstillingsvindue

For at kunne vurdere Danmarks potentiale som udstillingsvindue i forhold til øget brug af sekundærvand er det først og fremmest vigtigt at erkende Danmarks ståsted i et internationalt perspektiv og dernæst oveveje, hvordan Danmark kan blive interessant for udlandet som udstillingsvindue vedr. anvendelse af sekundærvand som erstatning for drikkevand.

## 8.1 Danmarks ståsted

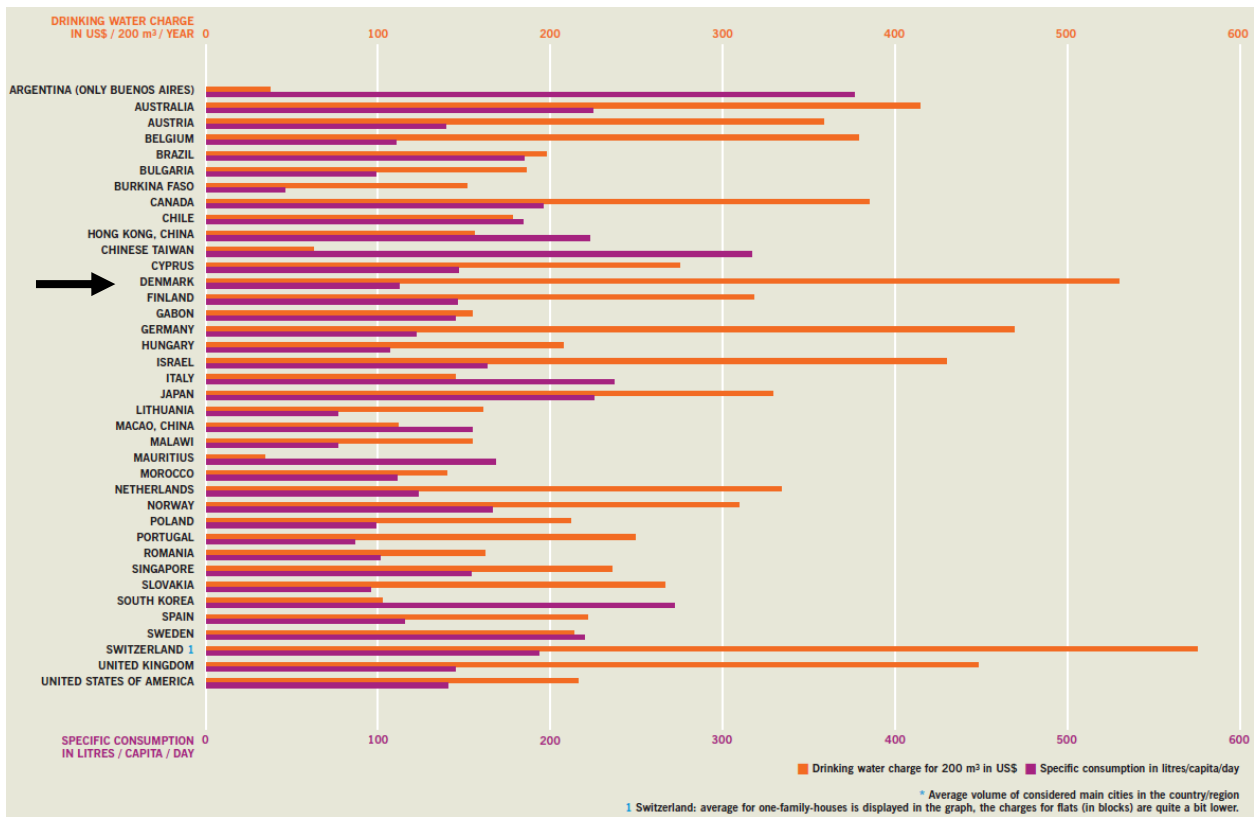
I Danmark har vi igennem mange år arbejdet med vandbesparelser og har nu et gennemsnitligt vandforbrug i husholdningen på ca. 108 liter pr. dag /18/.

Ifølge DANVA udgjorde det samlede vandforbrug i 2011 65,75 m<sup>3</sup> pr. person pr. år. Heraf forbruges ca. 40 m<sup>3</sup> pr. person i husholdninger, ca. 16 m<sup>3</sup> pr. person til industri, ca. 4 m<sup>3</sup> pr. person til institutioner og ca. 6 m<sup>3</sup> pr. person udgøres af tab af vand, jf. Figur 8-1 /18/.



FIGUR 8-1 UDVIKLINGEN I VANDFORBRUGET I DANMARK 1997-2011 /18/.

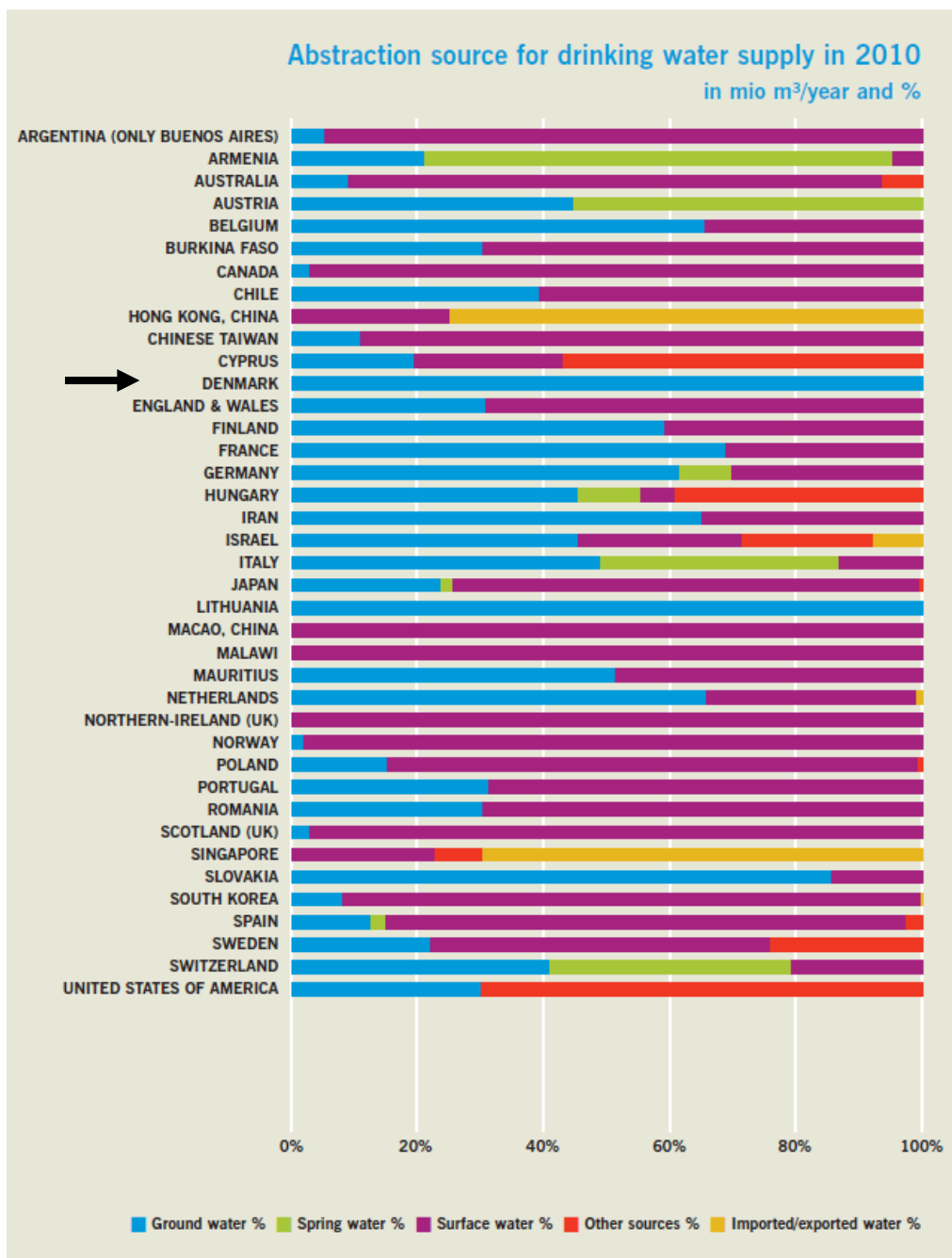
Vandforbruget i Danmark ligger i et internationalt perspektiv i den lave ende, særligt i forhold til andre i-lande som bl.a. Norge, Sverige, Japan, Italien, Australien, USA, UK og Schweiz. Dog er vandforbruget i Danmark ikke markant lavere end lande med vandressourceudfordringer, og vandforbruget i Danmark ligger på niveau med eller er højere end forbruget i lande som Belgien, Portugal, Tyskland, Holland og Ungarn, jf. Figur 8-2 /39/.



FIGUR 8-2 PRISEN FOR 200 M<sup>3</sup> VAND I US\$ OG VANDFORBRUGET I LITER PR. PERSON PR. DAG I FORSKELLIGE LANDE. DATA FRA 2011 /39/.

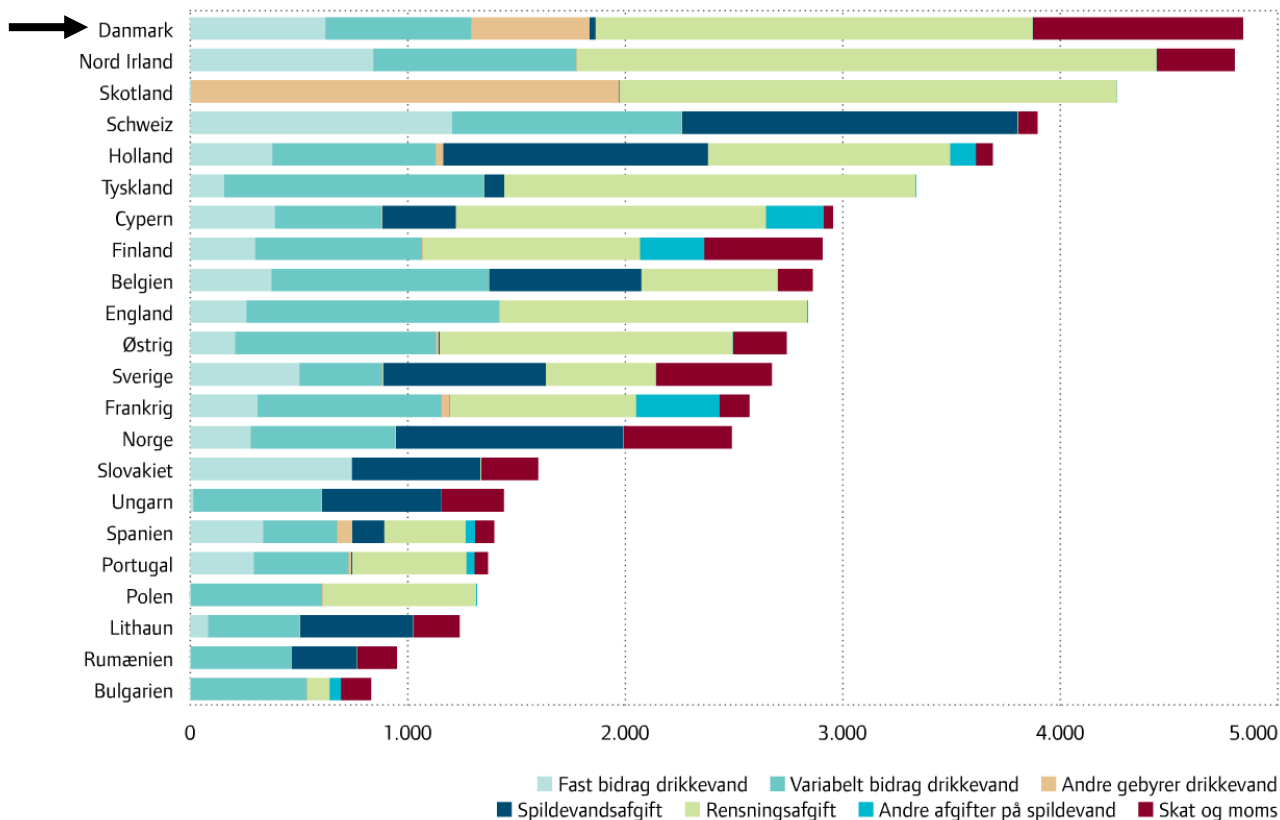
Øget brug af sekundavand i Danmark kan i princippet betyde forskellige udviklinger – enten et øget vandforbrug, hvis sekundavand bliver et billigere alternativ til drikkevand, eller et fald i indvindingen af grundvand, fordi behovet for at anvende denne råvandsressource til produktion af drikkevand mindskes.

Danmark er blandt de få lande i verden med en vandforsyning, der 100 % er baseret på indvinding af grundvand, jf. Figur 8-3. Litauen er i samme situation, og de har samtidig et vandforbrug, som er ca. 27 % lavere end i Danmark /39/.

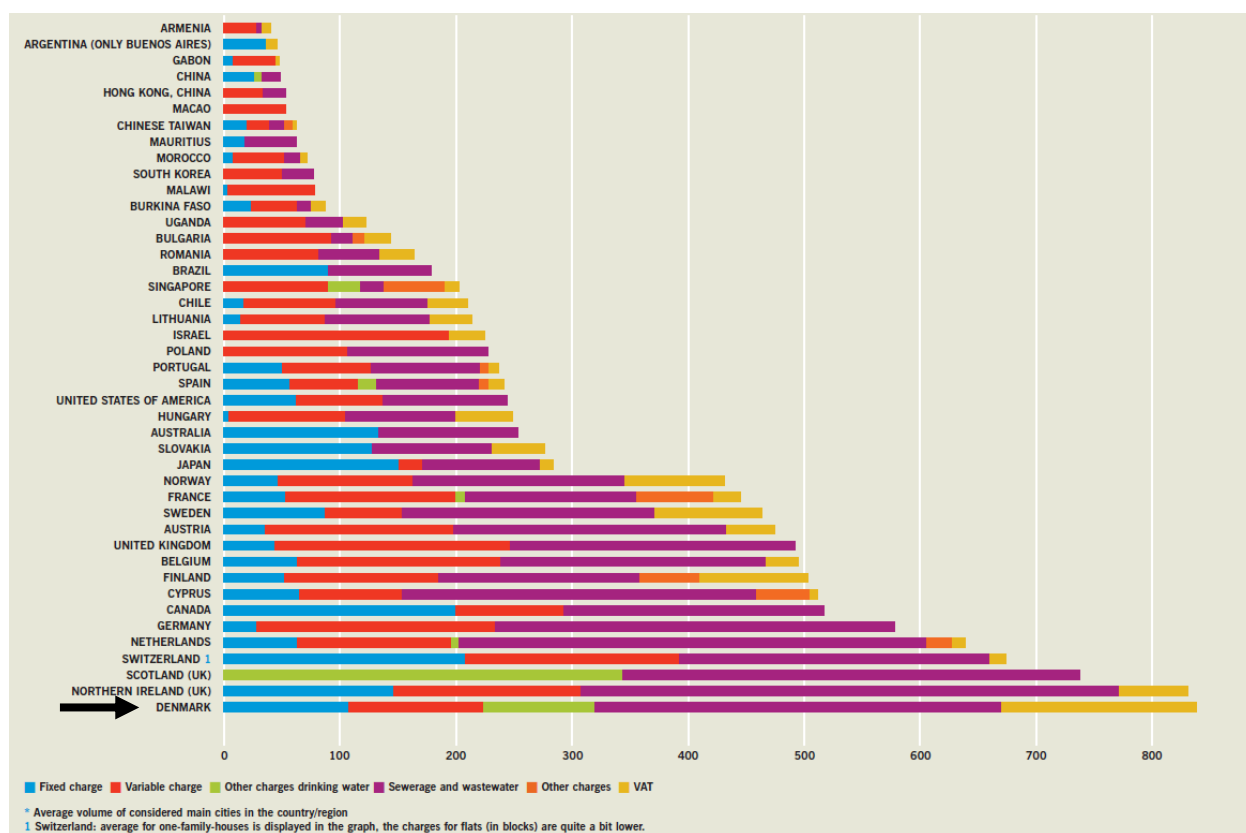


FIGUR 8-3 FORDELING MELLEM RÅVANDSKILDER TIL DRIKKEVANDSFORSYNINGER I FORSKELLIGE LANDE I 2010 /39/. FOR USA DÆKKER "OTHER SOURCES" OVER KØB AF VAND FRA ANDRE FORSYNINGER ELLER INGEN OPLYSNINGER OM RÅVANDSKILDE.

Danmark er også et af de lande, der har den højeste forbrugeroplevede vandpris jf. Figur 8.4 og 8.5. I gennemsnit koster 1 liter vand 5,8 øre eller ca. 58 kr. pr. m<sup>3</sup> i Danmark. I gennemsnit er prisen for rent drikkevand i Danmark 20,44 kr./m<sup>3</sup> inkl. afgifter og moms, og prisen for afledning af spildevand er 37,93 kr./m<sup>3</sup> inkl. afgifter og moms. Afgifter og moms udgør 29,9 % af den samlede vandpris (vand og spildevand). Vandprisen har for vandforbrugerne en væsentlig indflydelse på incitamentet for at øge anvendelsen af sekundavand, hvis prisen for sekundavand er lavere end for drikkevand.



FIGUR 8-4 PRISEN FOR 100 M<sup>3</sup> I KRONER, 2011 /18/.



FIGUR 8-5 PRISEN FOR 100 M<sup>3</sup> VAND I 2011 I US\$ /39/

I forhold til den gennemsnitlige husstandsindkomst bruges der i Danmark 2,5 % af indkomsten til at købe 100 m<sup>3</sup> vand, mens forbrugere i lande med en væsentligt lavere vandpris gennemsnitligt vil skulle bruge en højere andel af husstandsindkomsterne på at købe 100 m<sup>3</sup> vand, jf. figur 8.6.

	Procent af den disponible husstandsindkomst, der bruges på at købe 100 kubikmeter vand	Husstandsindkomsten i Europa. Danmark er sat til indeks 100*
Ungarn	4,6	17
Litauen	4,1	16
Polen	4,0	17
Bulgarien	3,7	12
Slovakiet	3,5	24
Danmark	2,5	100
Holland	2,4	79
Tyskland	2,4	73
England	2,2	67
Finland	1,8	83
Sverige	1,8	77
Frankrig	1,7	78
Schweiz	1,6	126
Rumænien	1,5	34
Spanien	1,4	51

FIGUR 8-6 VANDPRIS I PROCENT AF DEN DISPONIBLE INDKOMST VED KØB AF 100 M<sup>3</sup> VAND SAMT INDEKS FOR HUSSTANDSINDKOMSTER I FORHOLD TIL DANMARK /18/.

## 8.2 Potentiale for Danmark som udstillingsvindue

Vandbehandlingen for drikkevand er i Danmark, på størstedelen af vandværkerne, den såkaldte simple vandbehandling med iltning og filtrering. I lyset af den danske politik om at basere drikkevandsforsyningen på rent grundvand, er det kun få steder i landet nødvendigt at supplere den simple vandbehandling med udvidet eller avanceret vandbehandling som arsen fjernelse, kulfiltrering og lign. I Danmark har vi derfor – set i internationalt perspektiv – en relativ begrænset erfaring med de vandbehandlingsprocesser, som i mange andre lande anvendes i lyset af den langt større grad af udnyttelse af overfladevand til drikkevandsproduktionen. Til gengæld udgør Danmark et flot udstillingsvindue i forhold til at levere rent drikkevand baseret på uforurenede grundvand uden desinfektionsmidler eller bismag til forbrugere.

Ved indføring af øget anvendelse af sekundavand i den danske vandforsyningsstruktur vil der være mulighed for at oparbejde viden om og erfaring med avanceret vandbehandling. Hvis denne kompetence samtidigt kan betyde, at vores behov for at indvinde vandressourcer reduceres med en væsentlig faktor i forhold til vandforbruget, vurderes det, at Danmark kan få mulighed for at vække interesse internationalt set – særligt i forhold til de lande, hvor forbruget af drikkevand overstiger råvandsressourcernes kapacitet (vandmangel). Dog oplever en række andre lande langt større begrænsninger på vandsressourcernes kapacitet i forhold til vandforbruget, end vi har eller forventer at få i Danmark. Derfor må det forventes, at andre lande allerede har eller snart får tilsvarende løsninger med anvendelse af sekundavand. Australien er som beskrevet i kapitel 7 langt fremme med sekundavandsløsninger og genbrug af vand på grund af akut vandmangel.

I henhold til de udførte litteraturstudier har mange andre lande dog først og fremmest fokus på at begrænse trækket på vandressourcerne til vanding frem for at indføre teknologier til anvendelse af sekundavand uden drikkevandskvalitet som erstatning for vand af drikkevandskvalitet.

### 8.2.1 Intelligente helhedsløsninger

Vores eksisterende viden om grundvand og vandkvalitet kan i kombination med en ny og målrettet fokus på det samlede vandkredsløb, herunder klimatilpasning og miljøbeskyttelse, være Danmarks tilgang til eksportmarkedet. Hvor mange andre lande har fokus på et eller flere "ad hoc" elementer i kredsløbet, eksempelvis rensning eller vandbesparelser, har Danmark traditioner for mere helhedsorienterede løsninger.

Intelligente løsninger, hvor øget brug af sekundavand indgår som element i et samspil mellem opretholdelse af forsyningsikkerhed, mere optimal udnyttelse af vandressourcer, vandrensningsteknologier, sundhed, klimatilpasning, energiforbrug, økonomi og miljø vurderes at kunne vække international interesse og eksportmuligheder.



FIGUR 8-7 FORSLAG TIL TEMAER OG INTERESSENER SOM KAN INDGÅ I INTELLIGENTE HELHEDSLØSNINGER MED SEKUNDAVAND

Danmark vurderes internationalt set at have styrker inden for energi, vand og miljø, særligt i forhold til

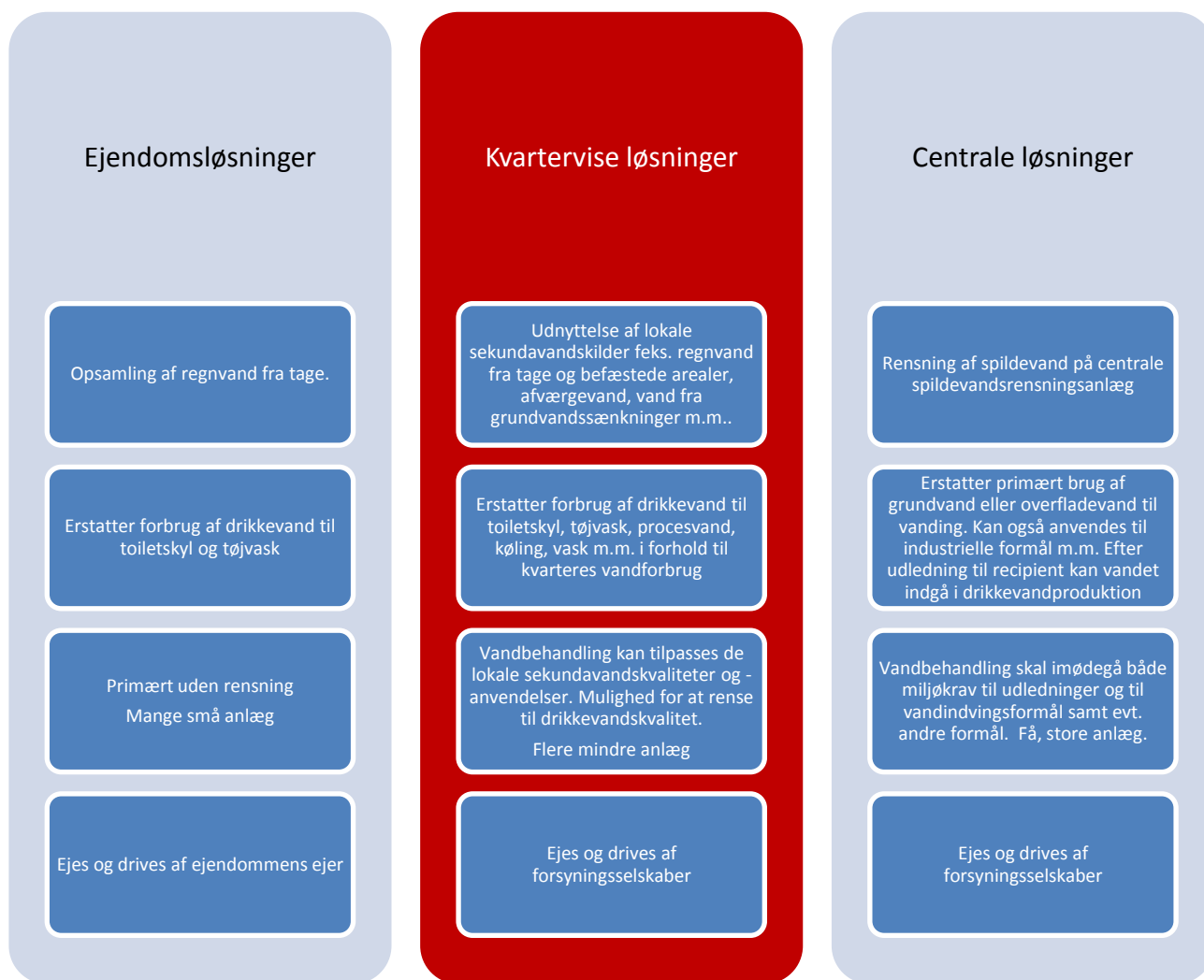
- kortlægning og bæredygtig udnyttelse af grundvandsressourcer
- vandbesparelser
- spildevandsrensning
- fjernvarmesystemer
- hydrauliske modelberegninger
- energibesparelser
- klimatilpasning i forhold til lokale løsninger til mindskelse af belastning af kloakker ved skybrud

Intelligente løsninger, hvor flest mulige af disse elementer integreres i kvartervise løsninger, vurderes at ville kunne løfte Danmarks position på det internationale marked fra at have få demonstrationsanlæg til sekundavand på et "ubegrundet grundlag" (har ikke mangel på vandressourcer) til at kunne levere unikke helhedsløsninger, der løser flere samfundsmæssige udfordringer samtidig med at de lokalt forekommende, kvartervise vandressourcer udnyttes.

I det lys vil sekundavandsløsninger, der ejes og drives af forsyningselskaber, kunne begrundes med ikke alene en øget driftssikkerhed i forhold til at undgå utilsigtede sammenkoblinger med drikke-

vandsforsyningen, men også ved at der ved tværgående samarbejder mellem forsyningsarterne i forsyningselskaber vil kunne opnås flere synergier – f.eks. en øget tilbageholdelse af regnvand, et fald i afledte vandmængder til kloakker, en øget energieffektivitet ved køle/varmeforsyninger og forbedringer af vandrensningsteknologier.

Sådanne forsyningsløsninger vil i et internationalt perspektiv skille sig ud fra de fokusområder, som de internationale erfaringsopsamlinger viser primært sker i forhold til genbrug af rensset spildevand til primært vanding samt løsninger til regnvandsopsamling på enkeltejendomme. Inden for kvartervisse løsninger vurderes der at være behov for løsninger på et internationalt plan i lyset af befolkningstilvæksten i byområder, klimatilpasning, bæredygtighed/miljøhensyn samt fordi anlægsudgifter til dobbelte rørføringer vil være mindre i forhold til distribution af rensset spildevand fra centrale løsninger og muliggør avancerede vandrensningsteknologier, som drives af professionelle.



FIGUR 8-8 FORSLAG TIL DANMARKS POSITION PÅ DET INTERNATIONALE MARKED

Komplekse løsninger er dog også vanskeligst at regulere, planlægge og implementere, og derfor vil disse løsninger også være vanskeligst at opnå erfaringer med på hjemmemarkedet og kan give anledning til større indgangsbarrierer på det internationale marked.

### 8.2.2 Vandeffektive løsninger

Løsninger, der alene ses i et vandperspektiv, vurderes at skulle bygge på eksisterende styrkeområder inden for dansk vandforsyning, herunder lavt vandforbrug, lavt vandspild samt vores forvaltning, kortlægning og beskyttelse af grundvandsressourcerne, således at vandforsyningens grundvandsressource beskyttes og forvaltes på en måde, så det sikres, at der også er rent grundvand til fremtiden. Styrken vedr. grundvand er dog kun relevant i de områder af verden, hvor der anvendes grundvand til vandforsyning eller hvor lande eller regioner på grund af stigende vandbehov eller ønsker om vand-uafhængighed fra andre bevirker en øget interesse for udnyttelse af grundvand. Anvendelse af sekundavand som led i større helhedstænkning og – vandplanlægning samt reduktion i vandindvindingen i områder med begrænsede grundvandsforekomster, vil kunne bidrage yderligere til at forstærke Danmarks internationale styrke på dette område.

Hydraulisk modellering af vand inden for såvel grundvand, overfladevand, havvand/kystvand, spildevand og drikkevand er også et af Danmarks internationale styrkeområder. Integrationen heraf er endnu i en startfase, men ved yderligere erfaring i Danmark i brug af integrerede hydrauliske modelberegninger, hvor det bæredygtige potentiale i udnyttelse af vandressourcer koblet med intelligente optimering af drikkevandsforsyningen (reduktion af vandspild) og kloaksystemer (optimal kapacitetsudnyttelse/mindske behov for kloakudvidelser) tillige kunne bidrage til Danmarks internationale styrkeposition i forhold til optimal vandressourceudnyttelse, herunder brug af sekundavand og genbrug af vand. Står den hydrauliske modellering alene, er der dog en stor risiko for, at disse kompetencer inden for en overskuelig tid opbygges i andre lande. Derfor bør modelleringen indgå som et vigtigt element suppleret med øvrige løsninger (f.eks. reguleringsforhold og monitoring) på et internationalt marked.

Da vi i Danmark ikke anvender desinfektion og kun har få eller ingen bakteriologiske barrierer i vores vandforsyningssystemer, må det forventes, at udlandets interesse for vores løsninger vil blive set i lyset af deres normer for bakteriologiske barrierer. De danske løsninger skal være sikre i forhold til sundhedsmæssige risici for at kunne opnå international interesse, og en høj grad af sikkerhed er også en nødvendighed i den danske vandforsyningsstruktur. Sekundavandsløsninger, der anvendes til fremstilling af drikkevand eller til andre formål, hvor sundhedsmæssige risici skal mindskes, vil derfor kunne bevirke at desinfektion af drikkevandet må indføres i løsningerne, også i Danmark.



# 9. Forslag til videre arbejder og undersøgelser

For at kunne analysere muligheder og incitamenter for at indføre øget anvendelse af sekundavand i Danmark som erstatning for forbrug af drikkevand baseret på indvinding af rent grundvand, foreslås det at arbejde videre med følgende:

- **Tydeliggørelse af de lovgivningsmæssige rammer for anvendelse af sekundavand**, herunder udarbejdelse af vejledninger og informationsmaterialer som angivet i kapitel 6.
- **Forbedre datagrundlaget til at kunne vurdere potentialet for brug af sekundavand.** Den tidligere statistiske opgørelse over vandforbruget i Danmark, som Danmarks Statistik udførte til og med 2005, kunne genindføres, og i den forbindelse bør det overvejes at indføre muligheden for at indhente mere specifikke opgørelser over vandforbruget, herunder opgørelser over vandforbrug til køling og industrielt vand (gerne med flere forbrugskategorier), som henholdsvis leveres af/ikke leveres af vandforsyninger. I forhold til vandforbrug inden for erhverv kan der alternativt suppleres med opgørelser af vandforbrug inden for brancher, f.eks. ved at der i vandforsyningernes forbrugsafregningssystemer indføres automatiske koblinger til eller manuelle registreringer af virksomhedernes primære branchekategorier via CVR-nummeret.
- **Øge kendskabet til vandforbrug og barrierer for at anvende sekundavand i industrien.** Ved en landsdækkende analyse af, hvilke vandforbrug der anvendes til hvilke formål, herunder hvilke kvalitetsbehov industrielle brancher har, ville såvel kommuner som forsyningsselskaber få et nøjere grundlag for at kunne vurdere potentialerne i at inddrage industrier i arbejdet med at øge anvendelsen af sekundavand kvartervist. Desuden kunne en analyse af, hvilke argumenter der i industrien ligger til grund for, at der fortsat anvendes drikkevand i et vist omfang, og hvilke barrierer der forhindrer en øget anvendelse af sekundavand, udføres med henblik på eventuelt at kunne reducere eller fjerne disse barrierer.
- **Business case til beregning af økonomien i kvartervise løsninger.** Udarbejdelse af metode til at beregne en business case for anvendelse af sekundavand for de enkelte forbrugere og samlet set for et kvarter. Dette kunne enten ske med udgangspunkt i 2-3 konkrete kvarterer eller med udgangspunkt i et eller flere teoretiske kvarterer, hvor der foretages økonomiske beregninger for anlægs- og driftsomkostninger på baggrund af kendte/fastlagte vandforbrug samt størrelse og kvaliteter af sekundavandskilder. Reelt vil der være stor forskel på de enkelte kvarterers kilder og anvendelsesmuligheder/-behov, men en model til beregning af business case for, hvordan økonomien ved kvartervise sekundavandsløsninger kan sammenlignes med økonomien i den eksisterende vandforsyningsstruktur vil være nødvendigt for at kunne skabe en troværdig økonomisk analyse for de forbrugere, virksomheder og forsyningsselskaber, som skal indgå.
- **Opstilling af et digitalt, GIS-baseret udpegningsværktøj**, som på baggrund af vandforbrug, arealinformationer (tagareal, befæstede arealer m.m.), ejendomstyper (boliger, brancher/erhverv, skoler, institutioner m.m.), geografi, lokale vandforekomster (mængde og place-

ring) og økonomi kan udpege de kvartervise områder, hvor der er økonomisk incitament for at anvende sekundavand i kvartervise løsninger. Værktøjet vil kunne anvendes af forsyningsselskaber og kommuner til identifikation af de kvarterer, herunder specifikke ejendomme, hvor der vil være lokale incitamenter for at etablere sekundavandsløsninger baseret på lokale forhold og de lokale priser for anlæg af distributionsledninger.

- **Undersøgelse af følgekonskvenser i vandforsyningens ledningsnet.** Øget anvendelse af sekundavand kan få følgevirkninger i vandforsyningernes ledningsnet på grund af en faldende vandgennemstrømning (øget opholdstid) og/eller blanding af flere vandtyper på ledningsnettet, hvis sekundavand renses til drikkevandskvalitet ledes ind på det eksisterende ledningsnet for drikkevand. I en eventuel undersøgelse af konsekvenserne bør indgå en vurdering af vandkvalitet i forhold til opholdstid, blanding af vandkvaliteter herunder ændringer som kan få indflydelse på kalkudfældninger/hårdhed og korrosion og den forbrugeroplevede smag og lugt af vandet.
- **Yderligere indhentning af erfaringsopsamling fra andre lande.** Jo flere erfaringer, der kan indhentes og læres af fra andre lande, des bedre grundlag har vi i Danmark for at få anvendt de mest optimale løsninger til brug af sekundavand fra start. Det har ikke været muligt inden for dette projekts rammer at udføre tilbunds gående internationale erfaringsopsamlinger. På baggrund af litteraturstudier i dette projekt anbefales særligt at indhente yderligere erfaringsopsamling fra Australien, som er langt fremme med lokale løsninger til anvendelse af sekundavand, samt Tyskland, herunder erfaringsopsamling fra vandforbrugerne i de forskellige løsningsmodeller samt myndigheder, entreprenører og forsyningsselskaber, som bruger/regulerer de forskellige løsninger til genanvendelse af vand og brug af sekundavand, der er indført i landet.
- **Etablering af forsøgsanlæg.** Praktisk erfaring fra et forsøgsanlæg i et specifikt kvarter kan opsamles og formidles. Erfaringerne omkring identifikation af kvarterer samt bygninger, som indgår i en kvartervis løsning kan være lærerige for andre. Tilsvarende kan der eksperimenteres med forskellige løsninger til etablering af sikre systemer samt anvendelse af forskellige vandkilder og til forskellige vandforbrugsformål. Ikke mindst kan en udvikling over tid i vandkvaliteter, forbrugeroplevelser, forsyningserfaringer m.m. være nyttig for andre, før der tages beslutning om etablering af andre sekundavandsanlæg.

# Referencer

- /1/ Brug af regnvandsanlæg i Danmark. Erfaringsopsamling. Naturstyrelsen, 2014.
- /2/ Handlingsplan til sikring af drikkevandskvaliteten. Naturstyrelsen, 2010.
- /3/ Begrebsafklaring og oplæg til kvalitetskriterier for sekundavand. DTU Miljø, Aarhus Vand, HOFOR, 2013.
- /4/ Alternativ vandhåndtering og selvforsyning – International erfaringsopsamling. Integreret håndtering af vand og spildevand i København. DTU Miljø – Institut for Vand og Miljøteknologi. Projekt A3, Maj 2007.
- /6/ Forprojekt, Pilotpartnerskab om genanvendelse af vand og brug af sekundavand i industrien, Rambøll for Naturstyrelsen, 2013.
- /7/ Bygningsreglementet, BR10. , juli 2011.
- /8/ Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg, nr. 1024 af 31/10/2011, Miljøministeriet.
- /9/ Brug af regnvand til wc-skyl og vaskemaskiner i boliger. Rørcenter-anvisning 003. Teknologisk Institut, september 2012.
- /10/ Vejledning om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. Miljøstyrelsens vejledning nr. 3, 2005.
- /11/ Bekendtgørelse om badevand og badeområder, nr 939 af 18/09/2012, Miljøministeriet.
- /12/ Bekendtgørelse om svømmebadsanlæg m.v. og disses vandkvalitet, nr. 623 af 13/06/2012, Miljøministeriet.
- /13/ Vandkvalitet i de offentlige svømmebade og muligheder for forbedringer, Miljøprojekt Nr. 1075, 2006, Miljøstyrelsen.
- /14/ Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse. LBK nr. 879 af 26/06/2010, Miljøministeriet.
- /15/ Bekendtgørelse om spildevandstilladelser m.v. efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 3 og 4, nr. 1448 af 11/12/2007, Miljøministeriet.
- /16/ Bekendtgørelse om godkendelse af listevirksomhed, nr. 1454 af 20/12/2012, Miljøministeriet.
- /17/ Udredningsprojekt for genbrug af sekundavand til industrielle formål, herunder identifikation af potentielle risici. Miljøstyrelsen 2004.
- /18/ Vand i tal. DANVA benchmarking 2012 – procesbenchmarking og statistik. DANVA, 2012.
- /19/ <http://www.statistikbanken.dk/MREG5V>. MREG5V: Endeligt forbrug af vand samt vandintensitet fordelt på brancher og husholdninger (AFSLUTTET)
- /20/ Bekendtgørelse om risikobaseret kommunalt redningsberedskab, nr. 765 af 03/08/2005, Forsvarsministeriet.
- /21/ <http://www.ssi.dk/Sundhedsdataogit/Dataformidling/Sundhedsdata/Sengepladser.aspx>
- /22/ [www.naturstyrelsen.dk/Planlaegning/Landsplanlaegning/Oversigt\\_over\\_statslige\\_interesser/Oversigt\\_2013/](http://www.naturstyrelsen.dk/Planlaegning/Landsplanlaegning/Oversigt_over_statslige_interesser/Oversigt_2013/).

- /23/ Potentials and limits of urban rainwater harvesting in the Middle East, J.Lange et al, Hydrol. Earth Syst.Sci. Discuss., 8, 10369-103696, 2011.
- /24/ DS 432 Norm for afløbsinstallationer 4. udgave 2009.
- /25/ DS439 Norm for vandinstallationer. 4. udgave 2009.
- /26/ DS/EN 1717 Sikring mod forurening af drikkevand i vandinstallationer samt generelle krav til tilbagestrømningssikringer, 2002.
- /27/ Bekendtgørelse af lov om miljømål m.v. for vandforekomster og internationale naturbeskyttelsesområder, nr. 932 af 24/09/2009, Miljøministeriet.
- /28/ Bekendtgørelse af lov om betalingsregler for spildevandsforsyningselskaber m.v., 633 af 07/06/2010, Miljøministeriet.
- /29/ Bekendtgørelse af lov om afgift af ledningsført vand, nr. 639 af 21/08/1998, Skatteministeriet.
- /30/ Greywater recycling systems in Germany – results, experiences and guidelines. Erwin Nolde, Water Science & Technology Vol 51, No 10, pp 202-210. IWA Publishing 2005.
- /31/ Rainwater harvesting: A lifeline for human well-being. United Nations Environmental Programme/Stochholm Environment Institute, 2001.
- /32/ A Review of Water Reuse and Recycling, with reference to Canadian Practice and Potential: 2 Applications, Kirsten Exall, Water Qual. Res. J. Canada, 2004, volume 39, No. 1; 13-28.
- /33/ An overview of Graywater Collection and Treatment systems, R.Y. Alkhatib et al, 2000.
- /34/ White paper on Graywater, B Sheikh, American Water Works Association & Water Environment Federation & Water Reuse Association, 2010.
- /35/ Rainwater Harvesting Systems in Australia. M. van der Sterren et al. Ecological Water Quality – Water Treatment and Reuse pp471-496, 2011.
- /36/ <http://www.australianwaterrecycling.com.au/coe/category-1/discussion-papers>.
- /37/ Bekendtgørelse om miljøkvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af forurenende stoffer til vandløb, søer eller havet, BEK nr. 1022 af 25/08/2010.
- /38/ The road ahead for Israeli domestic graywater reuse. Bill McCann, Water 21, October 2011 pp 32-33, IWA Publishing.
- /39/ International Statistics for Water Services. Information every water manager should know. International Water Association, Specialist Group, Statistics and economics. IWA, 2012.
- /40/ Vandforsyningsloven. Bekendtgørelse af lov om vandforsyning mv., nr. 1199 af 30/09/2013, Miljøministeriet.
- /41/ Lov om vandsektorens organisering og økonomiske forhold, nr. 469 af 12/06/2009, Miljøministeriet.
- /42/ Bekendtgørelse af lov om planlægning, nr. 587 af 27/05/2013, Miljøministeriet.
- /43/ Erfaringer oplyst af HOFOR A/S.
- /44/ Europa-parlamentets og rådets forordning (EF), nr. 852/2004 af 29. april 2004 om fødevarerhygiejne.
- /45/ Rådets direktiv 98/83/EF af 3. november 1998 om kvaliteten af drikkevand.



## Udredning om brug af sekundavand i Danmark

Frederikssund  
Forsyning

aarhusvand

 TÅRNBYFORSYNING

Brøndby  
Kloakforsyning A/S



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø  
[www.naturstyrelsen.dk](http://www.naturstyrelsen.dk)