



Miljø- og  
Fødevareministeriet  
Miljøstyrelsen

# Vandeffektive hospitaller

## Potentialer for vandbesparende teknologi og brug af sekundavand

Miljøprojekt nr. 1902

September 2016

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Ulf Nielsen, Industry and Water Technology, DHI

ISBN: 978-87-93529-07-6

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen 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>Sammenfatning .....</b>	<b>6</b>
<b>Summary .....</b>	<b>10</b>
<b>1. Baggrund og formål .....</b>	<b>15</b>
1.1 Formål .....	16
<b>2. Hospitalernes vandforbrug.....</b>	<b>18</b>
2.1 Hvidovre Hospital.....	18
2.1.1 Vandstrømme.....	19
2.2 Rigshospitalet.....	20
2.2.1 Vandstrømme.....	21
2.3 Herlev Hospital .....	22
2.3.1 Vandstrømme.....	23
2.4 Særlige vandforbrugende aktiviteter.....	24
2.5 Hittidige erfaringer omkring vandbesparelser på hospitaler.....	25
2.6 Udvikling i vandforbruget for Hvidovre Hospital, Herlev Hospital og Rigshospitalet.....	26
2.7 Baseline for Hvidovre Hospital, Herlev Hospital og Rigshospitalet.....	28
2.8 Hospitalernes vandeffektivitet .....	29
2.8.1 Valg af aktivitetsindikatorer .....	29
2.8.2 Udvikling i vandeffektivitet .....	31
2.9 Sammenligning med internationale hospitaler .....	33
2.10 Omkostninger til vand og vandbehandling.....	33
2.11 Overslag over potentiale for vandbesparelser på baggrund af nøgletal .....	38
2.12 Opsamling .....	39
2.12.1 Hospitalernes vandforbrug.....	39
2.12.2 Omkostninger til vand .....	39
2.12.3 Potentiale for vandbesparelser .....	39
<b>3. Vandaudit på Hvidovre Hospital.....</b>	<b>41</b>
3.1 Vandressourcer .....	41
3.2 Flowdiagram .....	42
3.3 Slutforbrug og vandkategorier .....	44
3.4 Opsamling .....	45
<b>4. Sekundavandsressourcer.....</b>	<b>47</b>
4.1 Kortlægning af sekundavandsressourcer på hospitaler .....	47
4.2 Aktuel anvendelse af sekundavand .....	48
4.2.1 Anvendelse af regn- og drænvand til vanding på Hvidovre Hospital .....	48
4.2.2 Anvendelse af vand fra de indre søer til køling på Rigshospitalet .....	49
4.2.3 Anvendelse af regn- og drænvand til køling på Herlev Hospital .....	49
4.3 Kvalitet af sekundavandsressourcer .....	50
4.3.1 Kvalitet af nødvand .....	50
4.3.2 Kvalitet af drænvand og koncentrat fra RO-vandbehandling til dialyse .....	52
4.3.3 Kvalitet af regnvand og kølevand .....	54
4.3.4 Kvalitet af rensset hospitalsspildevand .....	55

4.4	Potentielle brugsmuligheder .....	57
4.4.1	Slutforbrug med indirekte kontakt med patienter .....	60
4.4.2	Slutforbrug uden kontakt med patienter .....	61
4.5	Lovgivning omkring anvendelse af sekundavand på hospitaler .....	62
<b>5.</b>	<b>Behov for udvikling og afprøvning af ny vandeffektiv teknologi .....</b>	<b>64</b>
5.1	Ændret adfærd og optimering af eksisterende udstyr.....	65
5.1.1	Onlinemåling af vandforbrug og vandalarmer .....	65
5.1.2	Optimering af centralt RO-anlæg .....	68
5.2	Mindre investeringer i nyt vandbesparende udstyr .....	69
5.3	Større investeringer i nyt vandbesparende udstyr .....	70
5.3.1	Sengevask .....	70
5.3.2	Udskiftning af centrale opvaskemaskiner .....	73
5.3.3	Højtryks vandtågeanlæg .....	74
5.4	Investering i ny ”tør teknologi” .....	75
5.4.1	Brug af engangsbækkener .....	75
5.5	Direkte genbrug af sekundavand uden rensning.....	76
5.5.1	Anvendelse af koncentrat fra dialyse.....	76
5.6	Brug af sekundavand efter simpel rensning .....	77
5.6.1	Brug af simpelt rensset drænvand .....	78
5.7	Brug af sekundavand efter avanceret rensning .....	78
5.7.1	Nyttiggørelse af rensset spildevand og mulige besparelser .....	78
5.8	Opsamling .....	80
5.8.1	Scenarie for optimering af vandforbrug og anvendelse af sekundavand på Hvidovre Hospital.....	81
	<b>Referencer .....</b>	<b>83</b>

## Bilag

Bilag 1: Nøgletal for hospitalernes vandforbrug 2009-2013

Bilag 2: Beskrivelse af aktivitetsindikatorer

Bilag 3: Sammenhæng mellem aktivitetsindikatorer og vandforbrug

Bilag 4: Fordeling af vandforbrug på koldt brugsvand, varmt brugsvand og teknisk vand på Herlev Hospital og Rigshospitalet

Bilag 5: Leverandører af vandteknologi

# Forord

Region Hovedstaden, Center for Regional Udvikling har modtaget tilskud fra Miljø- og Fødevarerministeriets Miljøteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram (MUDP) til det samlede projekt Vandeffektive hospitaler, som gennemføres i samarbejde med Rigshospitalet, Hvidovre Hospital og Herlev Hospital. Projektet består af følgende delprojekter:

- Brugsvand på hospitaler – Sundhedsrisici og potentialer for ny teknologi
- Vandaudit og potentialer for vandbesparende teknologi
- Sekundavand og ny vandteknologi

Denne rapport udgør rapporteringen af de to sidstnævnte projekter.

Projektets styregruppe har omfattet:

Helle Winther, Miljøstyrelsen

Torsten Duer, Naturstyrelsen

Anne Marie Jakobsen, Region Hovedstaden (projektejer)

Ulf Nielsen, DHI

Undervejs har projektets arbejdsgrupper bestået af følgende deltagere:

Jens-Ole Hansen, Maskinafdelingen - Rigshospitalet

Jakob Joensen, Maskinafdelingen - Rigshospitalet

Christian Johansen, Driftsafdelingen - Hvidovre Hospital

Lars Reul, Driftsafdelingen - Hvidovre Hospital

Yaseen Ahmad Abdur Rehman Butt, Driftsafdelingen - Hvidovre Hospital

Jess Krarup, Nybyg - Herlev Hospital

Arno Hansen, Driftsafdelingen - Herlev Hospital

Lars Grønager, Driftsafdelingen - Herlev Hospital

Michael Olsen, Driftsafdelingen - Herlev Hospital

Anne Marie Jakobsen, CRU - Region Hovedstaden

Dorte Bechmann, CRU - Region Hovedstaden

Ulf Nielsen, DHI

Kristina Buus Kjær, DHI

Per Elberg Jørgensen, DHI

Rapporten er udarbejdet af DHI ved Ulf Nielsen (projektleder), Kristina Buus Kjær og Per Elberg Jørgensen med bidrag fra arbejdsgruppedeltagerne.

# Sammenfatning

Moderne hospitaler anvender betydelige mængder vand. Region Hovedstadens hospitaler anvender årligt omkring 1 mio. m<sup>3</sup> brugsvand. Typisk anvendes 400-600 m<sup>3</sup> pr. døgn på de større hospitaler. Der ligger væsentlige effektiviserings- og besparelspotentialer i hospitalernes vandstrømme. En besparelse på forbruget af ledningsvand på Rigshospitalet på f.eks. 10% vil medføre en årlig besparelse på 700.000 kr. alene i besparelser på vand- og vandafledningspris.

Nærværende projekt er udarbejdet under Miljø- og Fødevareministeriets Miljøteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram (MUDP). Hovedformålet har på denne baggrund været at identificere behov for udvikling og afprøvning af dansk vandteknologi på hospitaler. Perspektivet er, at nye vandteknologier - eller kendte teknologier fra andre områder - afprøves og tilpasses til vandssystemerne på eksisterende danske hospitaler.

Erfaringerne kan herefter overføres til de nye hospitalsbyggerier, og sideløbende kan teknologierne eksporteres til de mange store hospitalsbyggerier, som er undervejs – specielt i BRIK landene. Projektets mål har dermed været at identificere, hvor der kan udvikles og afprøves nye vandteknologier, som kan fremvises på hospitalerne i Danmark, og derved konkret bidrage til eksportfremme på vandteknologiområdet.

Projektet er gennemført i samarbejde mellem Region Hovedstaden (Center for Regional Udvikling), Rigshospitalet, Hvidovre Hospital og Herlev Hospital. Projektet skal ses i sammenhæng med delprojektet ”Brugsvand på hospitaler – Sundhedsrisici og potentialer for ny teknologi”, der omhandler sundhedsrisici fra opportunistiske patogener i brugsvand, og som er udarbejdet sideløbende med nærværende projekt.

For at få overblik over vandressourcer, slutforbrug og hospitalernes vandeffektivitet er der udført en deltageret vandaudit på Hvidovre Hospital, mens nøgleforbrugene er afdækket på Herlev Hospital og Rigshospitalet. En vandaudit er en systematisk metode til at kortlægge vandforbrugets fordeling og de omkostninger, der er tilknyttet forbruget. Metoden resulterer i et overblik over det eksisterende forbrug (baseline) og den aktuelle performance.

De gennemførte vandaudits på de deltagende hospitaler viser, at de tre hospitalers vandeffektivitet ligger på 0,54-0,80 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, 205-247 m<sup>3</sup>/sengeplads eller 0,57-0,71 m<sup>3</sup>/sengedag, generelt svarende til vandeffektiviteten på de øvrige hospitaler i Region Hovedstaden. Hvidovre Hospitals vandeffektivitet er dog ringest i forhold til både DRG+DAGS (produktionsværdi), sengedage, ambulante besøg og sengepladser, når der sammenlignes med Herlev Hospital og Rigshospitalet.

Internationale erfaringer viser et lavere vandforbrug pr. sengeplads i Tyskland (107-142 m<sup>3</sup>/sengeplads), Østrig (middel 157 m<sup>3</sup>/sengeplads) og England (middel 0,33-0,41 m<sup>3</sup>/sengedag) end på de danske hospitaler i Hovedstadsregionen. Nøgletallene peger således på et betydeligt potentiale for vandbesparelser blandt danske hospitaler.

Hvis Hvidovre Hospital, Herlev Hospital og Rigshospitalet kan opnå samme vandeffektivitet som Hillerød Hospital på 0,35 m<sup>3</sup>/sengedag (et af de laveste vandforbrug i Region Hovedstaden i dag), vil der være en samlet årlig besparelse på ca. 248.000 m<sup>3</sup>/år svarende til ca. 10,8 mio. kr./år på de tre hospitaler i udgifter til vand, vandbehandling og vandafledning. Det skal ses i sammenhæng med, at de tre hospitaler i dag anvender ca. 23 mio. kr./år på vand, vandbehandling og vandafledning.

Hvis Hvidovre Hospital, Herlev Hospital og Rigshospitalet opnår en vandeffektivitet svarende til Hillerød Hospitals på 0,35 m<sup>3</sup>/sengedag, vil de tre hospitalers vandeffektivitet svare til den engelske kategori for middel vandeffektivitet (0,33-0,41 m<sup>3</sup>/sengedag).

Den generelt forholdsvis lave vandeffektivitet på de danske hospitaler i forhold til andre europæiske lande bunder formentlig i, at hospitalerne ikke tidligere har arbejdet systematisk med vandbesparelser. De hidtidige erfaringer med vandbesparelser på hospitalerne har typisk været drevet af den teknologiske udvikling hos leverandørerne, fx ved at hospitalerne har skiftet til mere vandeffektive systemer i forbindelse med indkøb af nyt udstyr.

Når man ser på mulighederne for at erstatte ledningsvand med sekundavand, er der behov for at vurdere ud fra en sundhedsrisici, hvor på hospitalerne det er forsvarligt at gennemføre dette. Til det formål har man i projektet - med inspiration fra Fødevarestyrelsens krav til vandets kvalitet i forhold til, i hvor høj grad vandet har kontakt med fødevarer - opstillet fire kategorier opdelt efter patienternes kontakt med vandet på hospitaler:

1. Vand som indtages af patienter (fx drikkevand, dialysat)
2. Vand med direkte kontakt med patienter (fx badevand)
3. Vand med indirekte kontakt med patienter (fx vand til rengøring, opvask)
4. Vand uden kontakt med patienter (fx teknisk vand til køletårne, kedler, havevanding)

Opdeles hospitalets slutforbrug på de fire kategorier, fås et overblik over, hvor meget vand der kommer i henholdsvis direkte og indirekte kontakt med patienterne og hvor meget vand, der slet ikke har kontakt til patienterne. Hermed kan potentialet for anvendelse af sekundavand med en anden kvalitet end drikkevand kortlægges ud fra, hvor høj en risiko der er for, at patienterne kommer i kontakt med vandet. En konkret vurdering af risici ved anvendelse af sekundavand vil dog altid være nødvendig.

Derudover er der ved brug af sekundavand behov for at vurdere to yderligere risikoelementer i form af risiko for korrosion og udfældninger (vandets sammensæt af uorganiske forbindelser) samt risiko for biologisk vækst (vandets koncentrationer af næringssalte og organisk stof).

På baggrund af en vurdering af disse risikoelementer i forhold til de mulige kombinationer af hospitalernes tilgængelige sekundavandsressourcer med mulige slutforbrug er der i projektet identificeret potentielle brugsmuligheder for sekundavandet.

Overordnet set er det konkluderet, at vand, der indtages af patienter (Kategori 1), eller er i direkte kontakt med patienter (Kategori 2), til hver en tid skal have den højeste hygiejniske standard, hvilket blandt andet vil sige, at der ikke på noget tidspunkt må forekomme coliforme bakterier. Teknisk set kan sådanne krav relativt nemt overholdes ved anvendelse af forskellige typer af vandbehandling af sekundavand.

Der vil imidlertid altid være en vis risiko for tekniske nedbrud af vandbehandlingsprocesser med deraf følgende risiko for overskridelse af hygiejnekravene, og denne risiko vurderes at være uacceptabel i forhold til slutforbrug af Kategori 1 og 2. Alene ud fra hygiejniske kriterier anbefales det derfor, at der ikke anvendes sekundavand til disse slutbrugskategorier. Vand af Kategori 3 og specielt Kategori 4 skal stadig have en god hygiejnisk standard, men tekniske nedbrud med deraf følgende mindre overskridelser af hygiejnekrav er langt mindre kritiske, og med implementering af en passende overvågning af vandkvaliteten samt styring af tekniske tiltag vil sekundavand ud fra hygiejniske kriterier ofte kunne bruges til Kategori 3 og 4 formål.

På Hvidovre Hospital anvendes ca. 19% af det samlede vandforbrug (svarende til ca. 28.200 m<sup>3</sup>/år) til formål, hvor der ikke er kontakt til patienterne (Kategori 4) og ca. 37% (svarende til ca. 53.300

m<sup>3</sup>/år) til formål, hvor der er indirekte kontakt til patienterne (Kategori 3). Potentialet for at anvende andet vand end ledningsvand på Hvidovre Hospital er således ca. 81.500 m<sup>3</sup>/år afhængigt af sekundavandets kvalitet.

I Tabel 1.1 er der vist et muligt scenarium for at optimere vandforbruget og bruge sekundavand på Hvidovre Hospital.

**TABEL 1.1 SCENARIUM MED VANDBESPARELSER, BRUG AF SEKUNDAVAND OG RENSNING AF SPILDEVAND PÅ HVIDOVRE HOSPITAL.**

<b>Optimering af vandforbrug og anvendelse af sekundavand</b>	<b>Potentiel besparelse m<sup>3</sup> ledningsvand/år</b>	<b>Potentiel besparelse Kr./år</b>
Forbedret husholdning og fokus på særligt vandforbrugende enkeltprocesser (10% besparelse)	15.000	650.000
Brug af koncentrat fra dialyse-vandbehandling til personaletoiletter	2.900	127.000
Brug af simpelt rensset drænvand til central vandbehandling (RO og ionbytning) til teknisk vand	41.000	561.000
Brug af rensset spildevand til køletårn	3.850	65.500
Udledning af rensset spildevand direkte til vandområde fremfor til kloak	-	1.968.000 (123.000 m <sup>3</sup> /år)
Brug af regnvand til havevanding	(13.000)	(221.000)
<b>Total</b>	<b>62.750</b>	<b>3.371.500</b>

Ved indførelse af ovenstående potentielle optimeringer og brug af sekundavand kan Hvidovre Hospital altså opnå en samlet vandbesparelse på 62.750 m<sup>3</sup>/år og en økonomisk driftsbesparelse på 3.372.000 kr/år. Vandbesparelsen svarer til en besparelse på 43% i forhold til baselineforbruget fra 2011-2013. Vandeffektiviteten kan således også forbedres til 150 m<sup>3</sup>/sengeplads 0,43 m<sup>3</sup>/sengedag, hvilket vil gøre hospitalet til det mest vandeffektive af projektets tre hospitaler, men fortsat ikke så vandeffektivt som Hillerød Hospital (121 m<sup>3</sup>/sengeplads og 0,35 m<sup>3</sup>/sengedag).

Behov for udvikling og afprøvning af ny vandeffektiv teknologi er i projektet afdækket ud fra en metode, hvor hospitalernes muligheder for at gennemføre vandbesparelser er grupperet efter syv principper. De 7 principper for vandbesparelser er prioriteret efter investeringens størrelse og den forventede vandbesparelse:

1. Ændret adfærd og optimering af eksisterende udstyr
2. Mindre investeringer i nyt udstyr
3. Større investeringer i nyt udstyr
4. Investering i ny "tør teknologi"
5. Direkte genbrug af sekundavand uden rensning
6. Brug af sekundavand efter simpel rensning
7. Brug af sekundavand efter avanceret rensning

Inden for hver af De 7 principper er der beskrevet konkrete case-eksempler på vandbesparelser på hospitaler. På baggrund af case-eksemplerne er der identificeret behov for udvikling og afprøvning af ny vandeffektiv teknologi. De identificerede behov er opsummeret i Tabel 1.2.

For en væsentlig del af de beskrevne behov er der allerede i dag vandteknologi under udvikling, og et væsentligt formål med projektet har derfor været at bane vej for, at teknologileverandører kan få tilpasset og markedsmodnet teknologierne i tæt dialog med hospitalerne. På baggrund af behovene



beskrevet i Tabel 1.2 kan der således gennemføres konkret matchmaking mellem hospitaler og leverandører af vandteknologi. En liste med eksempler på leverandører af vandteknologi fremgår af Bilag 5.

**TABEL 1.2 BEHOV FOR UDVIKLING OG AFPRØVNING AF NY VANDEFFEKTIV TEKNOLOGI TIL HOSPITALER**

<b>De 7 principper</b>	<b>Behov for udvikling og afprøvning af ny vandteknologi</b>
1. Ændret adfærd og optimering af udstyr	Afprøve og udbrede dataopsamlingsystemer til overvågning af vandforbrug, der kan integreres med det nuværende SRO-system Udvikle prisbillige vandmålere og adaptere Benchmarking og erfaringsudveksling om vandbesparende løsninger i ERFA-gruppe
2. Mindre investeringer	Afklare det nærmere vandforbrug på taphaner, brusere og toiletter Udvikle perlatorer, som ikke koloniseres, prisbillige point-of-use filtre med længere holdbarhed (der ikke forurenede udvendigt) og automatiske skylregimer til vandhaner, der benyttes sjældent Udbrede anvendelsen af sekundavand til toiletskyl
3. Større investeringer	Videreudvikle automatiserede vaskesystemer, der kan vaske rent ved lavere temperaturer (45-60° C) således, at slitage på materiel nedsættes, og som samtidigt sikrer, at hygiejnisk kvalitet overholdes Afklare vandforbruget til sprinkleranlægget Udvikle mere fleksible vandtågeanlæg, der nemmere kan ombygges Udvikling kan fremmes ved kravformulering til leverandører i forbindelse med større indkøb
4. Ny "tør teknologi"	Behov for udvikling af egnede engangsartikler i form af bækkener/kolber til immobile patienter – fortsat behov for engangsprodukter, som giver bedre arbejdsgange Behov for udvikling af egnede affaldsbortskaffelsessystemer til engangsartiklerne
5. Sekundavand uden resning	Behov for afprøvning af genbrug af koncentrat fra RO-behandling til forskellige slutbrug (fx toiletskyl, kritiske og mindre kritiske vaskemaskiner og rengøring)
6. Sekundavand efter simpel resning	Ikke behov for udvikling på den simple resning (beluftning/udfældning>sandfiltrering>RO/ionbytning), men behov for demonstration, der viser, at det kan lade sig gøre i praksis at anvende i fx RO-anlæg Behov for at dokumentere mikrobiologisk kvalitet før, efter og imellem teknologier
7. Sekundavand efter avanceret resning	Udvikle og afprøve on-line måling af mikrobiologisk vandkvalitet i sekundavand Udvikle og afprøve desinfektionsteknologi til sikring mod mikrobiologisk genvækst i sekundavand

Projektets identificerede behov for ny vandteknologi bør udvikles, afprøves og demonstreres, så de bedste løsninger kan implementeres i de fremtidige hospitalsbyggerier. Dermed kan vandeffektiviteten forbedres markant samtidigt med, at man minimerer risikoen for, at sårbare patienter bliver smittet med vandbårne opportunistiske patogener.

# Summary

Modern hospitals use significant amounts of water. The hospitals of the Danish capital region have an annual water consumption of about 1 million m<sup>3</sup>. The typical daily consumption by the large hospitals is between 400 and 600 m<sup>3</sup>. Consequently, the hospital water flows hold an important efficiency and saving potential. A 10% reduction of the consumption of tap water at Rigshospitalet, for example, would result in an annual saving of 700,000 kr. on the water and wastewater fees alone.

This project has been implemented as part of The Eco-innovation Program (MUDP) of the Danish Ministry of Environment and Food. Based on this, the main objective has been to identify needs for development and testing of Danish water technologies in hospitals with the perspective that new water technologies or existing technologies from other areas should be tested and adapted to the water systems at existing Danish hospitals.

The experience can then be transferred to the new hospital constructions and at the same time, the technologies can be exported to a number of major ongoing hospital construction works - especially in the BRIC countries. The purpose of the project has been to identify where new water technologies can be developed and tested and subsequently presented at Danish hospitals in order to contribute specifically to the promotion of Danish water technologies on the export market.

The project has been implemented as a cooperation between the capital region (Center for Regional Development), Rigshospitalet, Hvidovre Hospital and Herlev Hospital. The project is closely linked to the sub-project " Brugsvand på hospitaler – Sundhedsrisici og potentialer for ny teknologi" (in English: Water in hospitals - Health risks and potentials of new technology), which deals with health risks from opportunistic pathogens in water and is being implemented in parallel with the present project.

To get an overview of water resources, end-use and hospital water efficiency a detailed water audit has been performed at Hvidovre Hospital, while the key consumptions have been identified at Herlev Hospital and Rigshospitalet. A water audit is a systematic approach to identify the distribution of the water consumption and the costs associated with the consumption. This method gives an overview of the existing consumption (baseline) and the actual performance.

The water audits carried out at the participating hospitals show that the three hospitals' water efficiency corresponds to 0.54-0.80 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, 205-247 m<sup>3</sup>/bed or 0.57-0.71 m<sup>3</sup>/bed-day, which is more or less similar to the water efficiency of the other hospitals in the capital region. Compared with Herlev Hospital and Rigshospitalet, however, the water efficiency at Hvidovre Hospital is the lowest in terms of both DRG + FAIR (output value), bed-days, outpatient visits and number of beds. International experience shows a lower water consumption per bed at hospitals in Germany (107-142 m<sup>3</sup>/bed), Austria (mean 157 m<sup>3</sup>/bed) and England (mean 0.33-0.41 m<sup>3</sup>/bed-day) than at the Danish hospitals in the capital region. This suggests a significant potential for water savings at Danish hospitals.

If Hvidovre Hospital, Herlev Hospital and Rigshospitalet can achieve the same water efficiency as Hillerød Hospital, namely 0.35 m<sup>3</sup>/bed-day (which is one of the lowest water consumption levels in the capital region today), a total annual saving of approximately 248,000 m<sup>3</sup> - or about 10.8 million DKK - per year will be achieved at the three hospitals in terms of expenses for water, water

treatment and wastewater discharge. For comparison, it should be mentioned that today, the three hospitals spend approximately 23 million DKK per year on water, water treatment and wastewater discharge.

If Hvidovre Hospital, Herlev Hospital and Rigshospitalet manage to achieve a water efficiency equivalent to that of Hillerød Hospital (0.35 m<sup>3</sup>/bed-day), the water efficiency of the three hospitals will correspond to the English category for medium water efficiency (0.33-0.41 m<sup>3</sup>/ bed-day).

The generally low water efficiency compared to hospitals in other European countries is probably caused by the fact that till now, Danish hospitals have not worked systematically with water saving. So far, experience with water savings in hospitals have typically been driven by the technological development among suppliers, eg by hospitals having changed to more water-efficient systems in connection with purchase of new equipment.

When looking at the possibilities for replacing tap water by secondary quality water, there is a need to assess in which parts of the hospitals such a replacement could be carried out without causing any health risks. For this purpose - and based on the requirements of the Danish Veterinary and Food Administration for water quality in relation to the amount of food being exposed to the water - four categories have been made up according to the level of exposure of patients to the water in hospitals:

1. Water consumed by patients (e.g. drinking water, dialysate)
2. Water in direct contact with patients (eg bathing water)
3. Water in indirect contact with patients (eg water for cleaning, washing up)
4. Water without any contact with patients (eg technical water for cooling towers, boilers, watering the garden)

When dividing the end use of the hospital on the four categories, an overview will be obtained of how much water will be in direct and indirect contact with patients and how much water will not have any contact at all with patients. These results will make it possible to calculate the potential of using secondary quality water with a different quality than drinking water based on the risk for patients being exposed to contact with the water. However, a specific assessment of the risks related to using secondary quality water will always be necessary.

In addition to this, there are two additional risks that have to be evaluated when considering the use of secondary quality water, namely the risk of corrosion and deposits (the water's composition of inorganic compounds) as well as the risk of biological growth (the concentrations of nutrient salts and organic matter in the water).

Based on an assessment of these risks in relation to the possible combinations of available secondary quality water resources at the hospitals with end use potential, the project has identified the different opportunities for using secondary quality water.

Overall, it has been concluded that the water consumed by patients (Category 1) or in direct contact with patients (Category 2) must have the highest hygienic standards at any time, which means among other things that at no time the presence of coliform bacteria in the water will be accepted. Technically, it is relatively easy to meet these requirements by using various types of water treatment of the secondary quality water.

However, there will always be a certain risk of technical failures in water treatment processes resulting in a risk of not being able to comply with the hygiene requirements, and this risk is considered unacceptable in relation to the end use of Category 1 and 2 water. Based on hygienic criteria, it is therefore recommended to not use any secondary quality water for these end-use

categories. Category 3 and particularly Category 4 water must still have a good hygienic standard, but technical breakdowns resulting in minor exceedings of hygiene requirements are much less critical, and by implementing an appropriate monitoring of the water quality and by managing the different technical initiatives it will often be possible, based on hygiene standards, to use secondary quality water for Category 3 and 4 purposes.

At Hvidovre Hospital, about 19% of the total water consumption (equivalent to approximately 28,200 m<sup>3</sup>/year) is being used as Category 4 water having no contact with patients and about 37% (equivalent to approximately 53,300 m<sup>3</sup>/year) is Category 3 water having only indirect contact with patients. The potential of using other than tap water at Hvidovre Hospital is about 81,500 m<sup>3</sup>/year depending on the quality of the secondary quality water.

Table 1.1 presents a possible scenario for optimizing the water consumption and using secondary quality water at Hvidovre Hospital.

**TABEL 1.3 SCENARIO FOR WATER SAVING, USE OF SECONDARY QUALITY WATER AND TREATMENT OF WASTEWATER AT HVIDOVRE HOSPITAL.**

<b>Optimizing water consumption and use of secondary quality water</b>	<b>Potential saving m<sup>3</sup> tap water/year</b>	<b>Potential saving DKK/year</b>
Improved housekeeping and focus on key water consuming processes (10% reduction)	15,000	650,000
Use of concentrate from dialysis water treatment for staff toilets	2,900	127,000
Use of simple purified rainwater to central water treatment (RO and ion exchange) for technical water	41,000	561,000
Use of treated wastewater for cooling tower	3,850	65,500
Discharge of treated wastewater directly into the river basin rather than to sewer	-	1,968,000 (123,000 m <sup>3</sup> /year)
Using rainwater for watering the garden	(13,000)	(221,000)
<b>In total</b>	<b>62,750</b>	<b>3,371,500</b>

By introducing the above potential optimizations and by using secondary quality water, Hvidovre Hospital will be able to achieve an overall water saving of 62,750 m<sup>3</sup>/year and a financial saving on operational costs of 3.372 million DKK/year. The water saving corresponds to a saving of 43% compared to the baseline consumption from 2011-2013. The water efficiency can also be improved to 150 m<sup>3</sup>/bed and 0.43 m<sup>3</sup>/bed-day, which will turn the hospital into the most water efficient of the three hospitals participating in the project; however still not as water efficient as Hillerød Hospital (121 m<sup>3</sup>/bed and 0.35 m<sup>3</sup>/bed-day).

In the project, the need for development and testing of new water efficient technologies has been identified through a method grouping the opportunities of the hospitals to implement water savings based on 7 principles. The 7 principles of water saving are prioritized according to the size of investment and the expected water savings:

1. Changes in behavior and optimization of existing equipment
2. Small investments in new equipment
3. Major investments in new equipment
4. Investment in new "dry technology"
5. Direct reuse of secondary quality water without any treatment
6. Use of secondary quality water after simple treatment
7. Use of secondary quality water after advanced treatment

Each of the 7 principles describes examples of specific cases of water savings in hospitals. Based on the cases, the needs for development and testing of new water efficient technology have been identified. The identified needs are summarized in Tabel 1.4.

For a significant part of the needs described, there is already today an ongoing development of water technology and an important purpose of the project has therefore been to pave the way for technology providers to adapt and prepare their technologies for the market in close dialogue with the hospitals. Thus, a concrete matchmaking between hospitals and suppliers of water technology can be implemented, based on the requirements described in Tabel 1.4. A selection of suppliers of water technology is listed in Appendix 5.

TABEL 1.4

**NEEDS FOR DEVELOPMENT AND TESTING OF NEW WATER EFFICIENT TECHNOLOGY FOR HOSPITALS**

<b>The 7 principles</b>	<b>Need for development and testing of new water technology</b>
1. Changes in behavior and optimization of equipment	Testing and disseminating data collection systems for monitoring of water consumption which can be integrated in the existing ICS system Development of affordable water meters and adapters Benchmarking and exchange of experience on water-saving solutions within ERFA groups
2. Small investments	Determination of the specific water consumption for taps, showers and toilets Development of non colonizable aerators, affordable point-of-use filters with longer durability (that are not contaminated on the outside) and automatic rinsing regimens for taps that are used infrequently Increased use of secondary quality water for toilet flushing
3. Major investments	Further development of automated washing systems able to wash efficiently at lower temperatures (45-60° C) ensuring that wear and tear on equipment is reduced and at the same time that the hygienic quality requirements are met Determination of the water consumption for the sprinkler system Development of more flexible water mist systems that can more easily be rebuilt Facilitation of the development by formulating requirements to suppliers in connection with major purchases
4. New "dry technology"	Need for development of suitable disposables in terms of bedpans/bed bottles for immobile patients – furthermore a constant need for disposables for better working procedures Need for development of appropriate waste disposal systems for disposables
5. Secondary quality water without any treatment	Need for testing the recycling of concentrate from RO-treatment for various end usings (eg toilet flushing, critical and less critical washing mashines and cleaning)
6. Secondary quality water after simple treatment	No need for further development of the simple purification (aeration/precipitation > sand filtration > RO/ion exchange). However, a need for demonstration proving that it is applicable in practice, eg in RO plants Need for documentation of the microbiological quality before, after and between technologies
7. Secondary quality water after advanced treatment	Development and testing of the online measurement of microbiological water quality in secondary quality water Development and testing of disinfection technology for protection against microbiological regrowth in secondary quality water

The identified needs of the project for new water technology should be developed, tested and demonstrated to ensure that the best solutions can be implemented in future hospital buildings. This will allow the water efficiency to be significantly improved and at the same time minimize the risk for vulnerable patients to be infected with the water-related opportunistic pathogens.

# 1. Baggrund og formål

Projektet er medfinansieret af Miljø- og Fødevareministeriets Miljøteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram (MUDP), som har til formål at fremme udvikling og anvendelse af miljøeffektive løsninger på prioriterede miljøudfordringer og understøtte vækst og beskæftigelse i Danmark.

Region Hovedstaden har fokus på grøn og sund vækst og specielt fokus på koblingen mellem drift og udvikling. Dette projekt, der omfatter vandoptimering og vandteknologi, er et af de områder, regionens hospitaler arbejder med for at sikre effektiv og sikker drift. Regionen vil med dette projekt identificere teknologibehov på eksisterende hospitaler i tæt dialog med fagfolk i driften. Regionen vil herudfra udvikle og afprøve nye metoder og teknikker med henblik på at implementere de bedste vandløsninger i de nye hospitalsbyggerier. Samtidig vil regionen arbejde tæt sammen med vidensinstitutionen DHI og med mindre leverandører, der udvikler og sælger nye vandteknologier. Regionen er opmærksom på, at projektet ligeledes har et eksportpotentiale både videnmæssigt og teknologisk.

Regionen har som et mål i Strategi og handlingsplan for bæredygtige udvikling 2012-2015 at undersøge muligheder for anvendelse af rensset spildevand og anvendelse af regnvand. For at kunne gennemføre dette mål vil en vandaudit kunne identificere de konkrete muligheder for anvendelse af sekundavand og dermed nedbringelse af forbruget af brugsvand.

Moderne hospitaler anvender betydelige mængder vand. Region Hovedstadens hospitaler anvender årligt omkring 1 mio. m<sup>3</sup> brugsvand. Typisk anvendes 400-600 m<sup>3</sup> pr. døgn på de større hospitaler. Der ligger væsentlige effektiviserings- og besparelspotentialer i hospitalernes vandstrømme. En besparelse på forbruget af ledningsvand på Rigshospitalet på f.eks. 10% vil medføre en årlig besparelse på 700.000 kr. alene i besparelser på vandpris og afledningsbidrag.

Danske hospitaler har i dag begrænset fokus på vandforbruget. Man fokuserer primært på udviklingen i totalforbruget af ledningsvand, der afregnes til det lokale forsyningsselskab. Men hospitalerne anvender i praksis flere forskellige vandressourcer og oparbejder vandet til flere forskellige vandkvaliteter i forhold til forskellige slutforbrug. Hospitalernes vandressourcer fordeler sig typisk på kommunalt ledningsvand, vand fra egen nødboring, drænvand samt regnvand fra overfladeafstrømning. Vandressourcerne viderebehandles til flere vandkvaliteter afhængigt af de forskellige slutforbrug i laboratorier, køletårne, dialyseapparatur, terapibade og køkken samt til bækkenkogere og anden opvask.

Projektet gennemføres i samarbejde med Rigshospitalet, Hvidovre Hospital og Herlev Hospital. For at få overblik over vandressourcer, slutforbrug og hospitalernes vandeffektivitet udføres vandaudits på de tre hospitaler. Med den stigende internationale fokus på vandressourcer og opnåelse af vandeffektive industrier/organisationer er vandaudits en metode, som anvendes i stigende omfang. I f.eks. Singapore, hvor vandressourcerne er stærkt begrænsede, er vandaudits en udbredt anvendt metode (SS 577:2012) til at opnå vandeffektive industrier. Disse internationale metodeerfaringer kan de danske hospitaler drage nytte af.

En vandaudit er en systematisk metode til at kortlægge vandforbrugets fordeling og de omkostninger, der er knyttet til forbruget. Metoden resulterer i et overblik over det eksisterende

forbrug (baseline) og den aktuelle performance (vurderet ud fra vandeffektivitetsindex). Vandaudit'en er dermed et centralt værktøj til at identificere og evaluere nye vandspareprojekter, fx afprøvning af ny vandbesparende teknologi. Via vandaudit'en får man et præcist kendskab til den aktuelle status og performance, og efter indførelse af ny teknologi er det så muligt at måle, hvilke vand- og økonomiske besparelser der kan opnås med teknologien.

Projektets fokus er at identificere potentialet for at implementere ny vandbesparende teknologi på hospitalerne. På baggrund af vandaudit'en på de tre hospitaler identificeres teknologier til vandbesparelser ud fra De 7 principper for vandbesparelser, der rangerer teknologierne efter investeringens størrelse og den forventede besparelse. De 7 principper for vandbesparelser på hospitaler er følgende:

1. Ændret adfærd og optimering af eksisterende udstyr
2. Mindre investeringer i nyt udstyr
3. Større investeringer i nyt udstyr
4. Investering i ny "tør teknologi"
5. Direkte genbrug af sekundavand uden rensning
6. Brug af sekundavand efter simpel rensning
7. Brug af sekundavand efter avanceret rensning

På denne baggrund opstilles eksempler med forslag til vandspareprojekter, der benytter ny teknologi – lige fra ændret adfærd og optimering af eksisterende udstyr til brug af sekundavand efter avanceret rensning. Eksemplerne beskrives i forhold til teknologiernes vandsparepotentialer, investeringsbehov, driftsomkostninger og tilbagebetalingstid.

Perspektivet er, at nye vandteknologier - eller kendte teknologier fra andre områder - afprøves og tilpasses til vandssystemerne på regionens hospitaler og gerne også på andre danske hospitaler. Erfaringerne vil blive overført til de nye hospitalsbyggerier, og sideløbende kan teknologierne eksporteres til de mange store hospitalsbyggerier, som er undervejs – specielt i BRIK landene. Regionen vil således udvikle og afprøve nye teknikker, der kan fremvises på hospitalerne i Danmark, og regionen vil derved bidrage konkret til eksportfremme på vandteknologiområdet.

Nærværende projekt skal ses som en del af det samlede fyrtårnsprojekt: "Vandeffektive hospitaler". Fyrtårnsprojektet omfatter følgende delprojekter:

- "Vandaudit og potentialer for vandbesparende teknologi" (rapporteret i nærværende rapport)
- "Brugsvand på hospitaler - Sundhedsrisici og potentialer for ny teknologi"
- "Brug af sekundavand på hospitaler" (rapporteret i nærværende rapport)

Det er vigtigt at se projekterne i en sammenhæng, da de hver især bygger videre på den viden som opbygges i de parallelt gennemførte projekter. Nærværende projekt om vandbesparelser vil f.eks. benytte den viden som opnås i sundhedsrisici-projektet om brugsvand til at vurdere om de opstillede forslag til vandbesparelser kan medføre sundhedsrisici for hospitalernes patienter. Endvidere er det fx centralt at være opmærksom på, hvilke af hospitalernes slutforbrug, som vil kunne forsynes med sekundavandskilder. Brug af sekundavand udgør det største potentiale for at opnå store besparelser af ledningsvand på hospitalerne.

### **1.1 Formål**

Det primære formål med projektet er at afklare potentialet for implementering af ny vandbesparende teknologi på hospitaler. Herunder er det målet at:

- Gennemføre vandaudits på Rigshospitalet, Herlev og Hvidovre Hospitaler, som viser, hvordan forbruget af de forskellige vandtyper fordeler sig på hospitalets slutforbrug, og hvilken økonomi der er forbundet med forbruget



- Evaluere vandeffektiviteten på de tre hospitaler ud fra vandeffektivitets-nøgletal for de forskellige vandtyper og slutforbrug, herunder at evaluere omkostningerne forbundet med brug af forskellige vandkvaliteter i hospitalsfunktionerne (med særligt fokus på Hvidovre Hospital)
- Identificere brugsmuligheder for sekundavand og afklare kvalitetskrav til de mest lovende brugsmuligheder på hospitaler
- Afklare behov for udvikling og afprøvning af ny teknologi inden for vandspareprojekter og brug af sekundavand på hospitalerne. Behov for udvikling og afprøvning af ny teknologi beskrives ud fra eksempler, der dækker De 7 principper for vandbesparelser

## 2. Hospitalernes vandforbrug

For at evaluere potentialet for at indføre ny vandbesparende teknologi på hospitaler er det nødvendigt at danne et overblik over hospitalernes eksisterende vandforbrug fordelt på de forskellige vandressourcer (baseline) og vurdere den aktuelle performance på baggrund af hospitalernes nuværende aktiviteter/produktion (vandeffektivitetsindeks).

Baseline anvendes som referencepunkt til at måle fremadrettede vandbesparelser og opstille en vandbalance for hospitalet, mens vandeffektivitetsindekset anvendes til at analysere mulige årsager til forøgelse eller fald i vandforbruget baseret på hospitalernes produktion.

### 2.1 Hvidovre Hospital

Af de tre hospitaler, som indgår i projektet, er Hvidovre Hospital det mindste, hvad angår både produktionsværdi (DRG+DAGS), antal patienter (indlagte og ambulante) og antal kvadratmeter.

Hvidovre Hospital dækker et optageområde på ca. 478.000 indbyggere (Region Hovestaden, 2011). Der er ca. 4.500 ansatte. Der foretages årligt cirka 100.000 behandlinger og 16.000 operationer. Hvidovre Hospital har landets største fødeafdeling, hvor der årligt fødes ca. 7.200 børn. Hospitalet gennemfører årligt biokemiske analyser for ca. 300.000 indbyggere. I Tabel 2.1 er vist nøgletal for Hvidovre Hospital i perioden 2009-2013.

TABEL 2.1 NØGLETAL FOR HVIDOVRE HOSPITAL 2009-2013.

Hvidovre Hospital	2009	2010	2011	2012	2013
Antal kvadratmeter	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000
Antal sengepladser	497	533	556	539	547
Antal sengedage	198.729	193.276	191.898	185.701	189.320
Antal ambulante besøg	285.684	288.776	300.700	282.195	336.073
Antal udskrivninger	56.483	61.010	62.997	62.844	63.914
DRG+DAGS	2.084	2.151	2.317	2.282	2.467

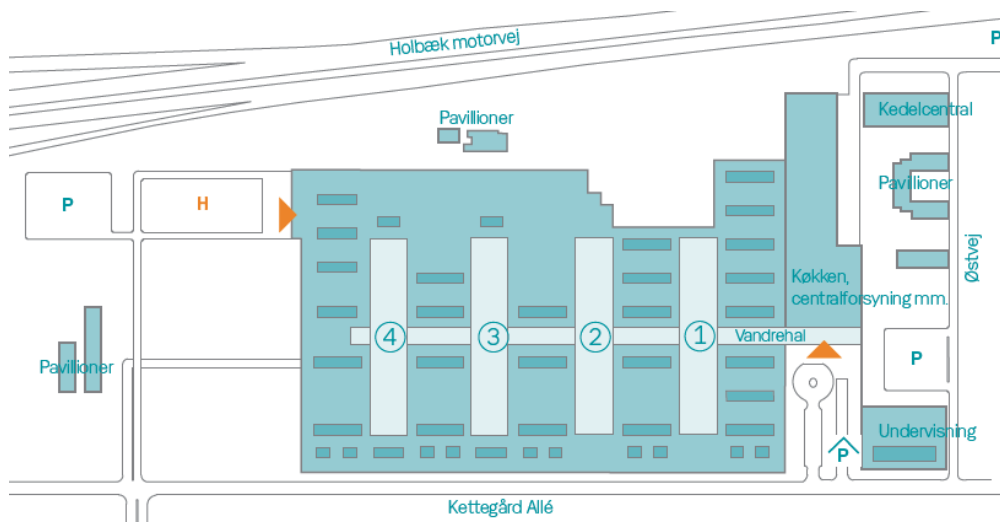
Hvidovre Hospital er opført som et lavt byggeri med 4 sengebygninger i 2 etager, forbundet med en 400 meter lang vandrehal, der rummer patient- og personalefaciliteter som opholdsarealer, kiosk, café og personalekantiner, netværkscafé, kirke, patientinformation, tv-stuer m.m. Fra Vandrehallen og fra flere af sengestuerne i de 4 sengebygninger er der adgang til hospitalets 60.000 m<sup>2</sup> store haveanlæg.

Under de 4 sengebygninger ligger en sammenhængende ambulatorie- og behandlingsetage, hvor de enkelte specialers undersøgelses- og behandlingsfaciliteter er placeret vertikalt under de tilhørende sengeafsnit. Etagen rummer endvidere laboratorier og konferencerum m.m.

I Serviceetagen under behandlingsetagen findes personalegarderober, depoter og sikringsrum samt hospitalets parkeringsanlæg. Fra serviceetagen er der endvidere adgang til serviceafdelingerne (køkken, sterilcentral, centralforsyning, linnedepot og teknisk afdeling), der er placeret samlet i hospitalets østlige ende. Under serviceetagen findes et selvstændigt tunnelsystem for hospitalets

automatiske transportanlæg, der anvendes til forsendelse af forsyninger og mad samt borttransport af affald m.v. til og fra hospitalets afdelinger og ambulatorier m.fl.

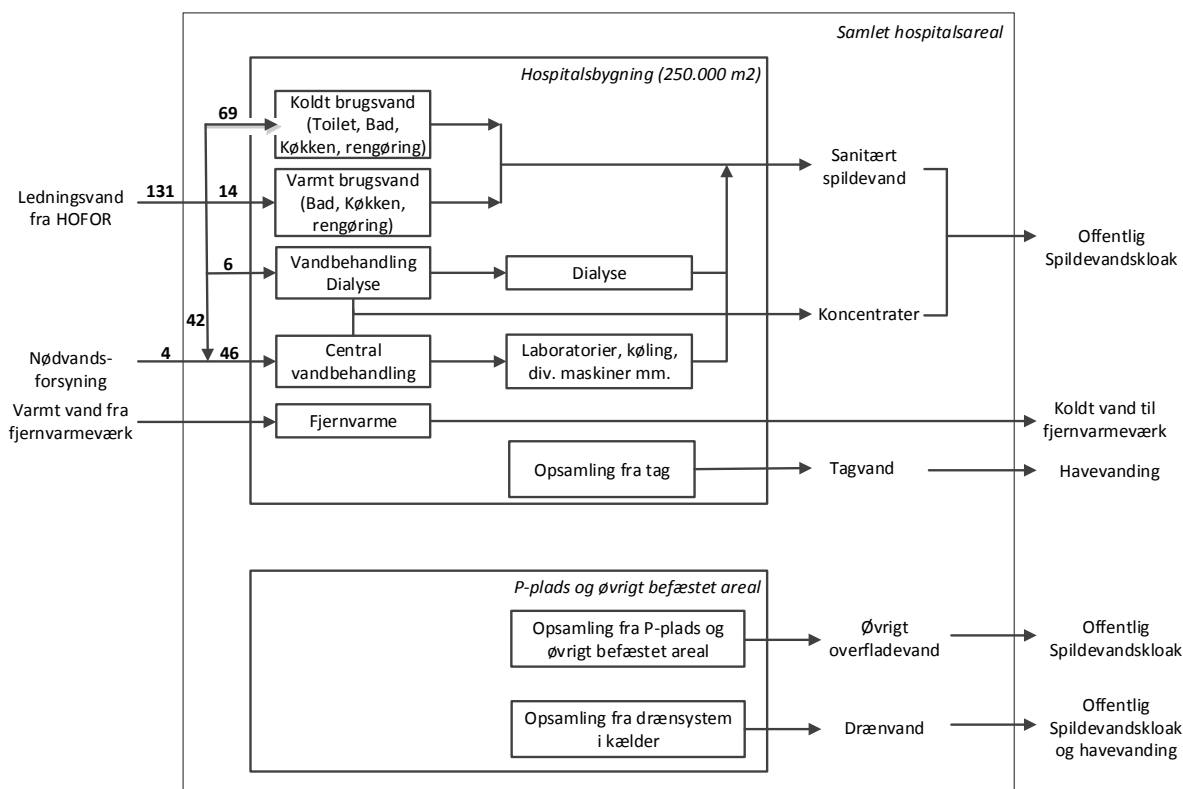
Hvidovre Hospitals køkken er placeret i hospitalets østlige ende, hvorfra mad distribueres til patienter, personalekantine og café via transportanlægget. I det nordøstlige hjørne af hospitalet er nødvandsboringen, den centrale vandbehandling, varmforsyning og køletårne placeret. Derudover er der tilknyttet en række øvrige bygninger og pavilloner til hospitalet med forskellige administrative funktioner.



FIGUR 2.1 OVERSICHTSTEGNING AF HVIDOVRE HOSPITAL. TALLENE 1-4 ANGIVER DE FIRE SENGEBYGNINGER.

### 2.1.1 Vandstrømme

Vandstrømmene på Hvidovre Hospital er vist i Figur 2.2. Hospitalets vandressourcer omfatter ledningsvand fra HOFOR, nødvand fra egen boring, regnvand fra tage og befæstede arealer samt drænvand. Af det samlede vandforbrug (ledningsvand og nødvand) blev der i 2013 anvendt 51% til koldt brugsvand, 10% til varmt brugsvand, 34% til central vandbehandling (RO) og 5% til dialysen.



FIGUR 2.2 VANDSTRØMME PÅ HVIDOVRE HOSPITAL (TAL I 1.000 M<sup>3</sup>/ÅR). VANDFORBRUG TIL DEN AUTOMATISKE SENGEVASK (CA. 10.000 M<sup>3</sup>/ÅR) ER IKKE INKLUDERET, DA SENGEVASKEN IKKE VAR I DRIFT I 2013.

## 2.2 Rigshospitalet

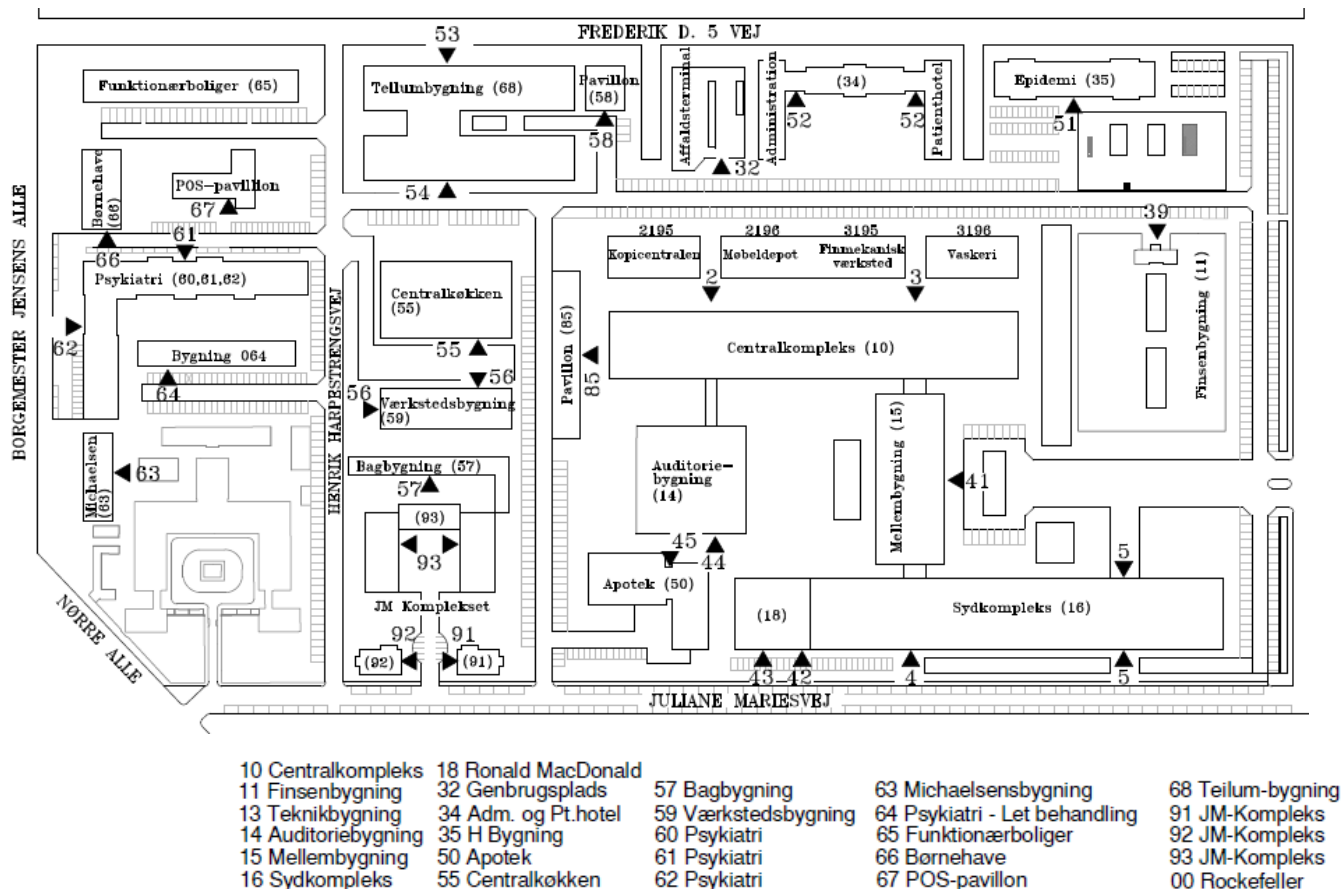
Rigshospitalet er et højt specialiseret hospital med ekspertfunktioner inden for stort set alle sundhedsfaglige områder og rummer næsten alle lægelige specialer. Rigshospitalet har samtidig fælles akutmodtagelse med højt specialiseret traumecenterfunktion. Af de tre hospitaler er Rigshospitalet det største hospital målt på både produktionsværdi (DRG+DAGS), antal patienter (indlagte og ambulante) og antal kvadratmeter. I Tabel 2.2 er nøgletal for Rigshospitalets produktion vist.

TABEL 2.2 NØGLETAL FOR RIGSHOSPITALET 2009-2013.

Rigshospitalet	2009	2010	2011	2012	2013
Antal kvadratmeter	301.197	301.197	301.197	293.700	293.700
Antal sengepladser	1.048	1.057	1.070	1.084	1.079
Antal sengedage	335.422	343.749	350.272	357.507	352.060
Antal ambulante besøg	526.783	545.507	524.805	529.552	595.984
Antal udskrivinger	82.774	87.110	82.621	83.669	84.310
DRG+DAGS	4.894	5.497	5.729	5.906	6.208

Rigshospitalet består i dag af to hovedbygninger - Centralkomplekset og Sydkomplekset - samt Mellembygningen, der forbinder de to komplekser. Derudover består Rigshospitalet af en lang række mindre bygninger, som ud over forskellige behandlingsfunktioner bl.a. indeholder apotek, centralkøkken, administration, teknik/værksteder, patienthotel, funktionærboliger, børnehave og Psykiatrisk Center København.

I Figur 2.3 ses en oversigtplan over bygninger på matriklen. Rigshospitalets samlede nuværende bruttoareal er i alt ca. 266.000 m<sup>2</sup> (i 2013).



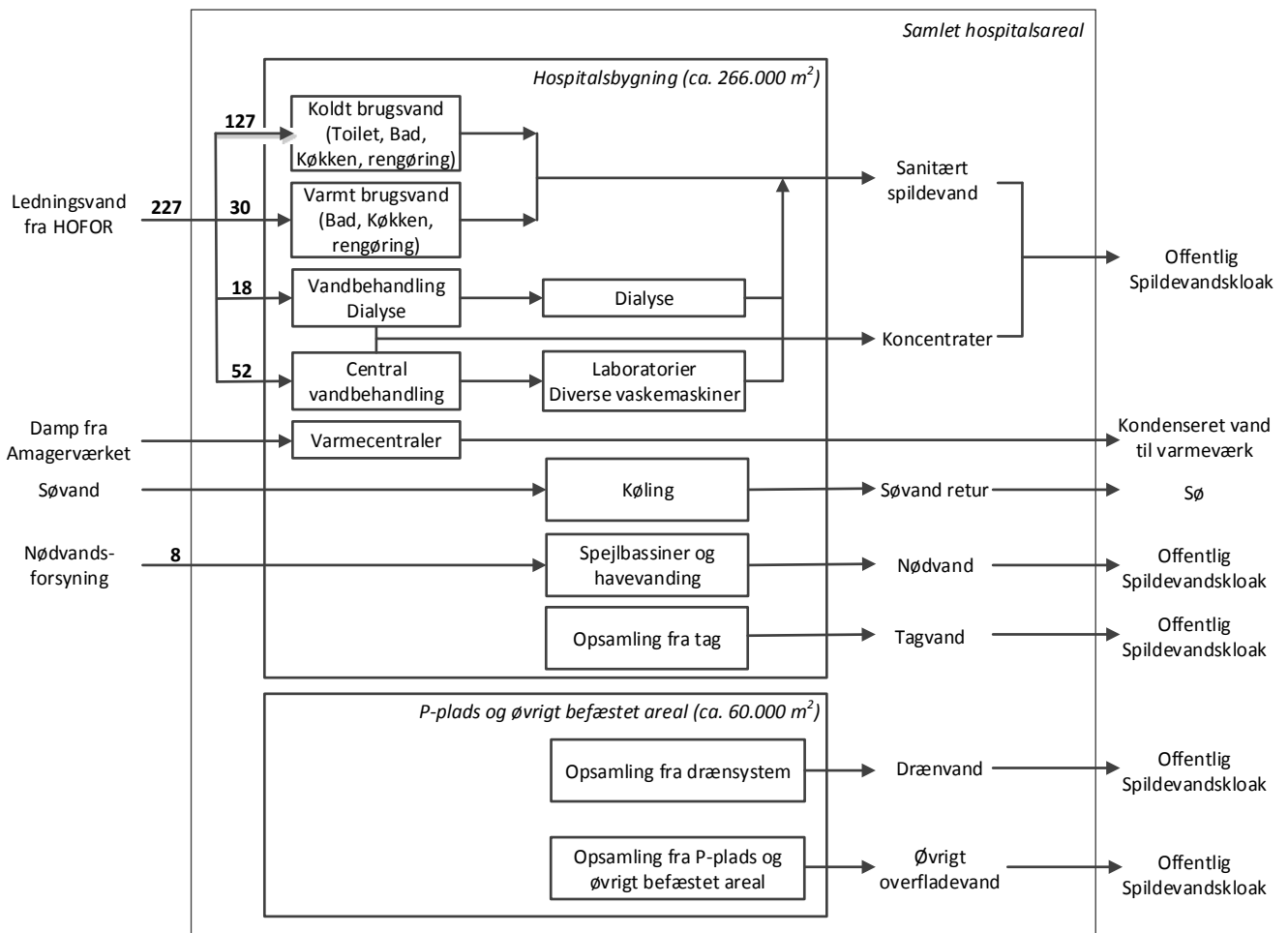
FIGUR 2.3 OVERSIGTSPLAN OVER RIGSHOSPITALET.

Centralkomplekset består af 20 plan, inkl. kælder (TraumeCenter, Sterilcentral, Varemodtagelse m.m.), underkælder (teknik, installationer til el, vand, varme, ventilation m.m.) og taghuse (ventilation, sprinkleranlæg). Af de resterende 17 plan er de 16 etager optaget af egentlige behandlingsaktiviteter (sengeafsnit, operationsgange, ambulatorier, laboratorier m.m.), mens 5. etage er optaget af Maskinafdelingen (opbevaring af teknik, maskiner m.m.). Ud over de 20 plan er der i 2007 opført en helikopterlandingsplads på toppen af Centralkomplekset.

Sydkomplekset består af ni plan (8 etager med behandlingsaktiviteter samt kælder), mens Mellembygningen er opført i seks plan (4 etager med behandlingsaktiviteter samt stueplan og kælder med Forsyningsafdeling, Transportafdeling, omstilling, postfordeling, hvilerum m.m.) (Rigshospitalet, 2014).

### 2.2.1 Vandstrømme

Vandstrømmene på Rigshospitalet er vist i Figur 2.4. Rigshospitalets vandressourcer omfatter ledningsvand fra HOFOR, nødvand fra egen boring (midlertidig nedlagt i 2014-2015), regnvand fra tage og befæstede arealer og drænvand. Derudover anvender hospitalet vand fra de indre søer til køling, som efterfølgende sendes retur til søerne samt forsynes med damp fra Amagerværket til bl.a. varme. Af det samlede vandforbrug (ledningsvand og nødvand) anvendtes 56% til koldt brugsvand, 13% til varmt brugsvand, 23% til central vandbehandling (RO) og 8% til dialysen i 2013.



FIGUR 2.4 VANDSTRØMME PÅ RIGSHOSPITALET (TAL I 1.000 M<sup>3</sup>/ÅR).

### 2.3 Herlev Hospital

Herlev Hospital har dagligt ca. 1.500 ambulante besøg og ca. 700 indlagte patienter. Den gennemsnitlige indlæggelsestid er ca. 3 dage. Medarbejderstaben udgør ca. 4.400 årsværk, og Herlev Hospital varetager 17 uddannelser. Nøgletal for Herlev Hospital er vist i Tabel 2.3.

TABEL 2.3 NØGLETAL FOR HERLEV HOSPITAL 2009-2013.

Herlev Hospital	2009	2010	2011	2012	2013
Antal kvadratmeter	244.977	246.102	256.400	256.400	257.800
Antal sengepladser	646	645	670	702	714
Antal sengedage	217.528	219.098	242.520	252.497	255.346
Antal ambulante besøg	418.640	447.030	458.448	467.295	493.176
Antal udskrivninger	55.168	61.079	71.482	75.686	77.306
DRG+DAGS	2.621	2.949	3.313	3.473	3.624

Det nuværende bruttoareal for Herlev Hospital er ca. 180.000 m<sup>2</sup>, inkl. kælderetagerne.

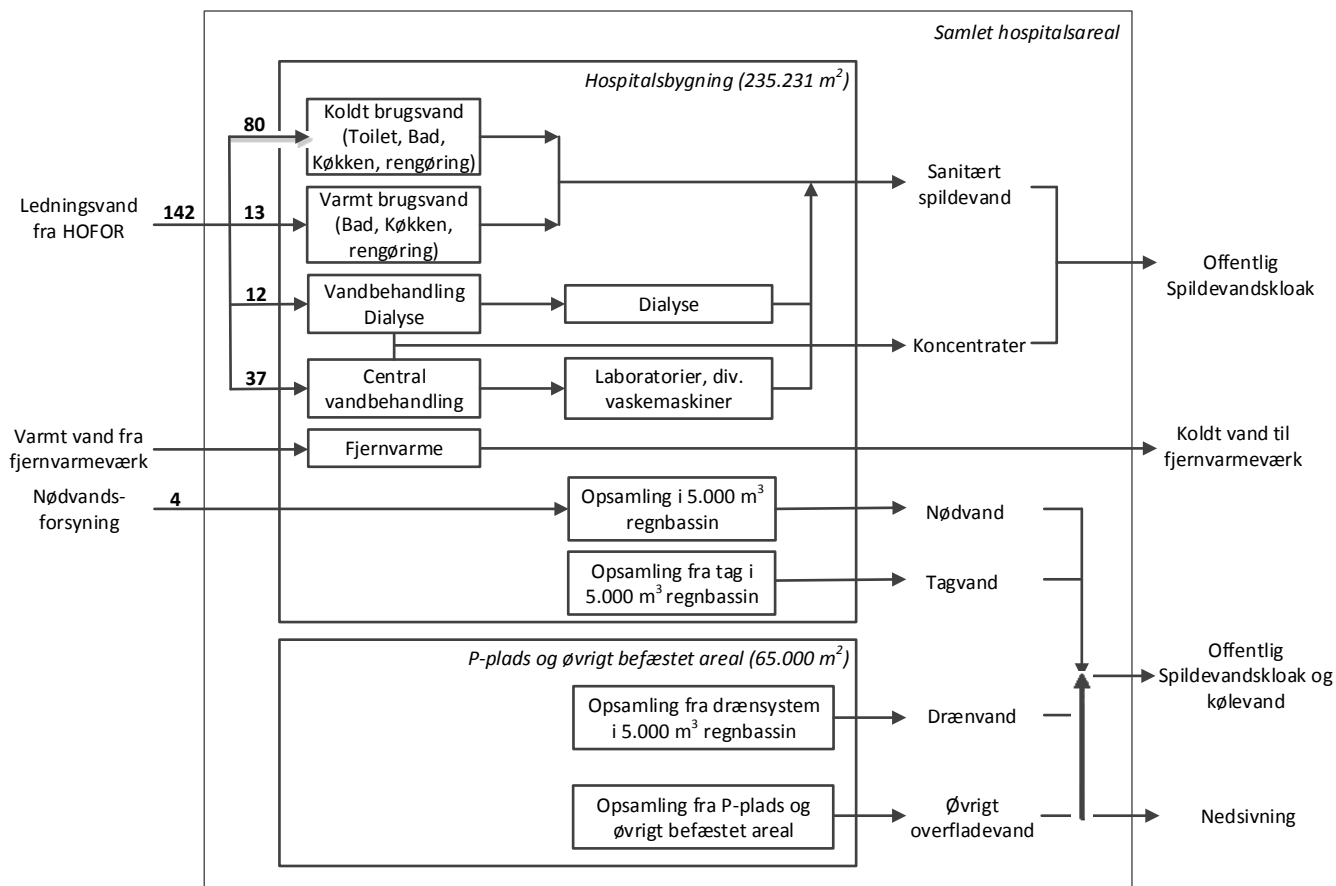
Bygningskomplekset er karakteriseret ved et dominerende højhus (blok 1), der rummer hospitalets sengeafdelinger (sengetårnet på 25 etager) samt kontorer i lægebygningen (lægetårnet på 26 etager) og et elevatortårn i 31 etager.

I tilknytning til sengebygningen er hovedindgangen og hospitalets store foyer placeret, og i tilknytning hertil findes kantinen, cafeteriet og de store mødesale i auditoriebygningen (blok 2). Derudover er der en forholdsvist flad behandlingsbygning (blok 5) på 4 etager. Plan 1 og 2 anvendes bl.a. til depot, omklædning og servicefunktioner, mens der på plan 3 bl.a. forefindes fælles akutmodtagelse, fysio-/ergoterapi samt ortopædkirurgisk ambulatorium. På plan 4 i behandlingsbygningen ligger på nuværende tidspunkt hovedparten af ambulatorierne, laboratorier, radiologi og den centrale operationsgang.

Til Herlev Hospital er knyttet en servicebygning, hvor bl.a. centralkøkken, sterilcentral, sengevask og maskinafdeling er placeret (blok 7) og et kapel (blok 9), der begge er placeret som selvstændige bygninger nord for centralkomplekset. Syd for centralkomplekset ligger Arkaden (blok 12), som indeholder administration, kontorer og børneambulatorie.

### 2.3.1 Vandstrømme

Vandstrømmene på Herlev Hospital er vist i Figur 2.5. Hospitalets vandressourcer omfatter ledningsvand fra HOFOR, nødvand fra egen boring, regnvand fra tage og befæstede arealer og drænvand. Af det samlede vandforbrug (ledningsvand og nødvand) blev der i 2013 anvendt 55% til koldt brugsvand, 9% til varmt brugsvand, 25% til central vandbehandling (RO) og 8% til dialyse. De resterende 3% er vand fra nødboringen, der anvendes som spædevand til køletårnene i perioder med lidt nedbør.



FIGUR 2.5

VANDSTRØMME PÅ HERLEV HOSPITAL (TAL I 1.000 M<sup>3</sup>/ÅR).

## 2.4 Særlige vandforbrugende aktiviteter

Ud over de almindelige vandforbrugende aktiviteter til sanitære formål til personale og patienter har hospitaler en række særlige aktiviteter, som har betydning for vandforbruget. De særlige vandforbrugende aktiviteter på Hvidovre Hospital, Rigshospitalet og Herlev Hospital er beskrevet kort i Tabel 2.4. Aktiviteterne er udvalgt på baggrund af vandkortlægningen på hospitalerne.

Vandforbruget på de enkelte hospitaler afhænger specielt af, hvorvidt disse aktiviteter forekommer på hospitalerne. Ikke alle hospitaler i Danmark har fx dialysebehandlinger og rekreative arealer, der kræver vand.

**TABEL 2.4 SÆRLIGE VANDFORBRUGENDE AKTIVITETER PÅ HVIDOVRE HOSPITAL, RIGSHOSPITALET OG HERLEV HOSPITAL.**

Aktivitet	Hvidovre Hospital	Rigshospitalet	Herlev Hospital
Dialysebehandling	24 hæmodialyse apparater fødes af ét RO-vandanlæg samt ét reserve RO-vandanlæg. Hæmodialyse kræver store mængder vand til produktion af dialysat og regenerering af RO-anlæg.	Hæmodialyse apparater fødes af tre RO-vandanlæg samt ét reserve RO-vandanlæg. Hæmodialyse kræver store mængder vand til produktion af dialysat og regenerering af RO-anlæg.	Hæmodialyse apparater fødes af to RO-vandanlæg samt ét reserve RO-vandanlæg. Hæmodialyse kræver store mængder vand til produktion af dialysat og regenerering af RO-anlæg.
Vandbehandling	Central vandbehandling: Produktion af blødt vand (enkelt ionbytter) til opvaskemaskiner i centralkøkken og sterilcentral. Produktion af RO-behandlet vand til kedler, køletårne, centralkøleanlæg, tunnelopvaskemaskiner. Produktion af laboratorievand via mixed-bed filter. Decentrale anlæg til enkel ionbytning og/eller omvendt osmose (RO) ved bl.a. dialyse, vaskeri, terapibad, reolvasker, cafeteria, personalekantine og laboratorier.	Central vandbehandling: Produktion af afsaltet vand på centralt RO-anlæg (2x10-12 m <sup>3</sup> /h) til autoklaver, opvaskemaskiner i Centralkøkken og på afdelingerne, apotek, terapibad, laboratorieudstyr, bækkenkogere, instrument-opvaskemaskiner, sengevask og madrasautoklave. Decentrale anlæg til enkel ionbytning og/eller omvendt osmose (RO) ved bl.a. dialyse, vaskeri, cafeteria, personalekantine og laboratorier.	Central vandbehandling: Produktion af afsaltet vand på centralt RO-anlæg (2x10 m <sup>3</sup> /h) til autoklaver, opvaskemaskiner i Centralkøkken og på afdelingerne, laboratorieudstyr, bækkenkogere, instrument-opvaskemaskiner.
Sterilcentral/ Centralforsyning	I Centralforsyningen er bl.a. en ældre tunnelvaskemaskine til containere og en dobbelt kabinetvaskemaskine til plastkasser m.m. Kabinetvaskemaskinen er ny og har et system til genanvendelse af en del af vaskevandet.	Det årlige vandforbrug i Centralkøkkenet er estimeret til ca. 26.000 m <sup>3</sup> /år. Heraf anvendes ca. 11.000 m <sup>3</sup> afsaltet vand fra det centrale RO-anlæg pr. år. Sterilcentralen anvender årligt ca. 4.000 m <sup>3</sup> afsaltet vand til fire autoklaver.	Det årlige vandforbrug i Centralkøkken og Sterilcentral er ca. 15.000-20.000 m <sup>3</sup> /år.
Vaskeri	Al vask af linned, dyner/puder, arbejdstøj m.m. er udliciteret. Kun mindre vask af rengøringsklude, mopper og gardiner foregår på vaskeriet. Der er fire industrivaskemaskiner og én tørretumbler. Vaskeriet har et vandforbrug på ca. 850 m <sup>3</sup> /år.	Al vask af linned, dyner/puder, arbejdstøj m.m. er udliciteret. Kun mindre vask af rengøringsklude og mopper foregår på vaskeriet.	Al vask af linned er i dag udliciteret til De Forende Dampvaskerier. Kun mindre vask af rengøringsklude og mopper foregår på vaskeriet. Vaskeriet har tre industrivaskemaskiner med et vandforbrug på 254- 270 liter/vask.



Aktivitet	Hvidovre Hospital	Rigshospitalet	Herlev Hospital
Terapibad	Der er to svømme- og terapibade på Hvidovre Hospital på henholdsvis 18 m <sup>3</sup> og 34 m <sup>3</sup> . Der anvendes spædevand og vand til returskylning af filtre.	Rigshospitalet har et terapibad på 35 m <sup>3</sup> . Terapibadet spædes med ca. 2/3 almindeligt brugsvand og 1/3 afsaltet vand fra det centrale RO-anlæg.	Herlev Hospital har et terapibad på 110 m <sup>3</sup> . Der anvendes spædevand og vand til returskylning af filtre.
Sengevask	Den automatiske sengevask blev taget ud af funktion i foråret 2013 i forbindelse med en udskiftning til en ny model med genanvendelse af sidste hold skyllevand. Den nye sengevask blev taget i brug i foråret 2015. I mellemtiden foregik sengevask manuelt. Der vaskes årligt ca. 60.000 senge.	Rigshospitalets automatiske sengevask og madrasedelevator er ca. 5-7 år gammel.	Manuel højtryksspuling af sengene. Madrasser steriliseres i en autoklave. Det er estimeret, at der foretages ca. 1.500 sengevask om ugen.
Rekreative arealer	Vanding af hospitalets 60.000 m <sup>2</sup> haveanlæg foregår ved brug af regn- og drænvand opsamlet i bassin under sengebygning 1. En mindre urtehøve vandes med ledningsvand.	Spejlbassiner spædes med nødvand (bassinerne nedlægges i takt med udbygning af hospitalet i 2014-2017). Blomsterkummer vandes med nødvand (ca. 250 m <sup>3</sup> /år). Sanseshaven vandes med ledningsvand (ca. 250 m <sup>3</sup> /år).	Ingen vandforbrugende rekreative anvendelser.

## 2.5 Hittidige erfaringer omkring vandbesparelser på hospitaler

Hospitalerne har ikke tidligere arbejdet systematisk med vandbesparelser på et strategisk niveau. De hittidige erfaringer med vandbesparelser på hospitalerne er typisk sket via den teknologiske udvikling således, at hospitalerne har udskiftet til mindre vandforbrugende udstyr og er gået over til tørrengøring med mikrofiberklude og skumudlægning i forbindelse med rengøring. Der har generelt været et større fokus på energibesparelser frem for vandbesparelser på hospitalerne.

Der er således heller ingen af hospitalerne, der har undersøgt erfaringer med vandbesparelser fra andre hospitaler – hverken danske eller udenlandske.

Erfaringen fra vandkortlægningen på Hvidovre Hospital er, at der ud over vandmålerne på hovedforsyningsledningerne eksisterer vandmålere på flere vandbehandlingsanlæg og slutforbrug. Vagten foretager systematisk manuel aflæsning af vandmålerne. Dataene anvendes dog ikke til en systematisk overvågning af udviklingen i vandforbruget.

De tekniske afdelinger på hospitalerne har løbende fokus på at reducere vandforbruget via de tekniske installationer, men der er ikke tidligere gennemført adfærdskampagner rettet mod patienter og ansatte. På alle tre hospitaler genanvendes vand i et mindre omfang, jf. Afsnit 4.2.

- På Hvidovre Hospital anvendes tagvand (og i mindre grad drænvand) til automatisk vanding af udendørs havearealer
- På Rigshospitalet anvendes søvand til køling
- På Herlev Hospital anvendes opsamlet regnvand, drænvand og vand fra nødboringen som spædevand til køletårnet

De præcise resultater af vandspare-aktiviteterne på hospitalerne er ikke blevet monitoreret direkte ud over, at det samlede resultat kan aflæses i udviklingen i nøgletal for vandforbruget på hospitalerne, jf. afsnit 2.7. Der er derfor heller ikke et nøjagtigt overblik over, hvilken betydning de enkelte aktiviteter har haft for det samlede vandforbrug.

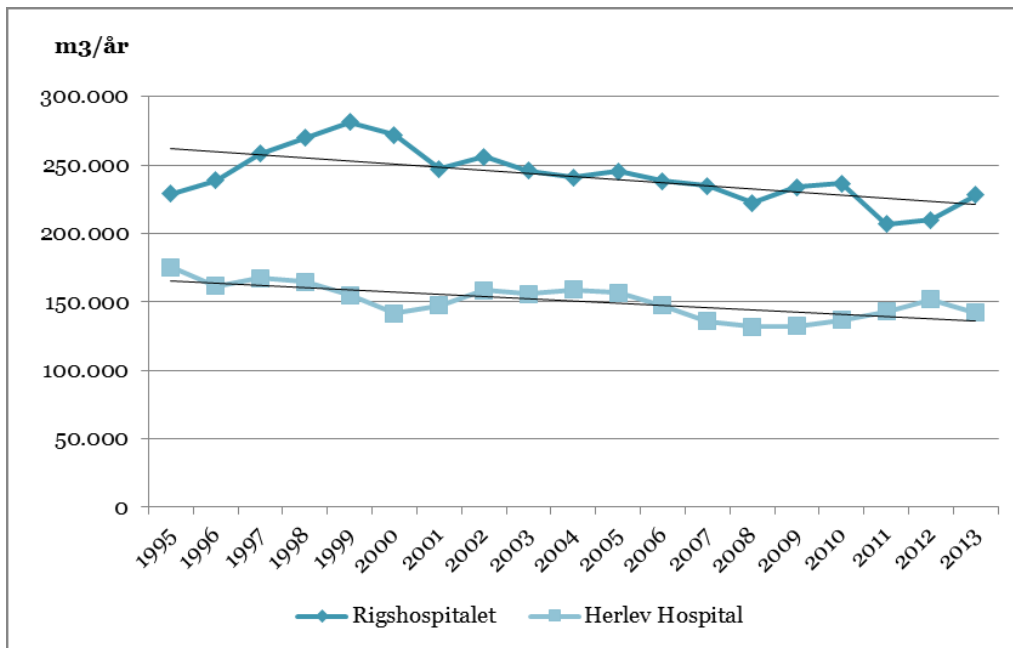
Hospitalet er generelt begrænset af de eksisterende bygningskonstruktioner og installationer i forhold til at gennemføre vandbesparelserprojekter. Fx er de ældre afløbsinstallationer begrænsende i forhold til at installere vandsparetoiletter på bl.a. Herlev Hospital, da afløbsinstallationerne er for snævre og risikerer at stoppe til, hvis vandmængderne i forbindelse med skyl reduceres. Desuden kan der være hygiejnebegrænsende faktorer ved brug af fx perlatorer.

**TABEL 2.5**                    **HIDTIDIGE VANDSPAREAKTIVITETER GENNEMFØRT PÅ HOSPITALERNE**

<b>Hvidovre Hospital</b>	<b>Rigshospitalet</b>	<b>Herlev Hospital</b>
Løbende udskiftning af ældre vandforbrugende udstyr med nyt udstyr, som genanvender sidste hold skyllevand (sengevasken blev udskiftet i 2014 og kabinetvaskemaskinen i Centralforsyningen i 2013). Installation af ca. 4.000 perlatorer på vandhaner (6-9 liter/min.). Tørrengøring med mikrofiberklude. Skumudlægning frem for spuling af gulve i centralkøkkenet. Havevanding af hospitalets 60.000 m <sup>2</sup> haveanlæg foregår ved brug af regn- og drænvand opsamlet i et bassin under hospitalet (ca. 14.000 m <sup>3</sup> /år).	Løbende udskiftning af ældre vandforbrugende udstyr med nyt udstyr, som genanvender sidste hold skyllevand (forventet udskiftning af tunnelopvaskemaskiner i 2015). Tørrengøring med mikrofiberklude. Skumudlægning frem for spuling af gulve i centralkøkkenet. Køling foregår ved brug af søvand.	Installation af perlatorer på hovedparten af vandhanerne. Tørrengøring med mikrofiberklude. Skumudlægning frem for spuling af gulvene i Centralkøkkenet. Køletårnet spædes med regnvand og drænvand.

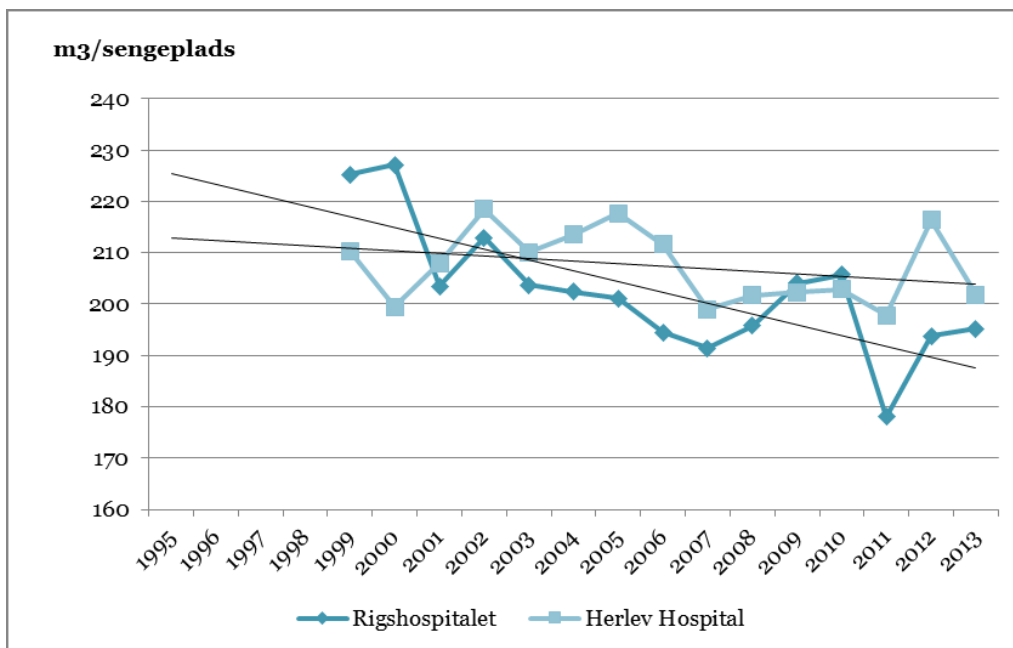
## **2.6                    Udvikling i vandforbruget for Hvidovre Hospital, Herlev Hospital og Rigshospitalet**

Udviklingen i forbruget af ledningsvand på Rigshospitalet og Herlev Hospital de seneste ca. 20 år er vist i Figur 2.6. På begge hospitaler er tendensen et faldende vandforbrug over de seneste 15-20 år til trods for, at aktiviteterne på hospitalerne er øget i samme periode, jf. Figur 2.7. Dette skyldes formentlig generelle optimeringer/udskiftninger af vandforbrugende udstyr (fx diverse opvaskemaskiner, bækkenkogere, perlatorer på vandhaner m.m.), ændrede rutiner (fx tørrengøring) samt øget fokus hos patienter og personale på at spare på vandet som følge af generelt fokus på vandbesparelser i samfundet.



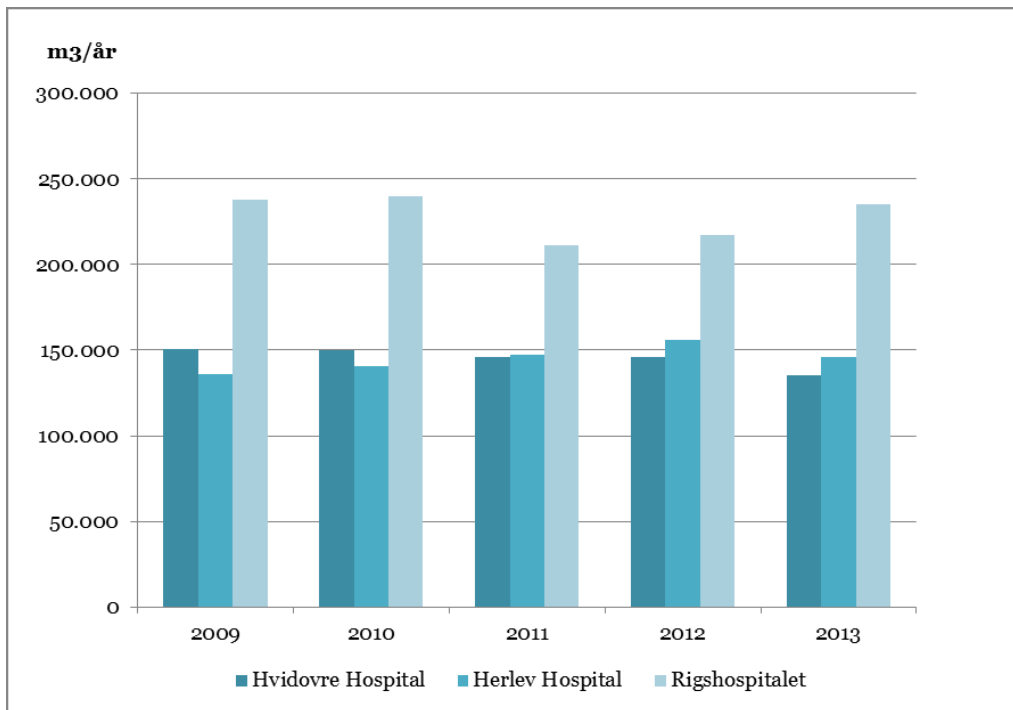
FIGUR 2.6 UDVIKLING I FORBRUG AF LEDNINGSVAND PÅ RIGSHOSPITALET OG HERLEV HOSPITAL I PERIODEN 1995-2013.

I forhold til da vandforbruget var på sit højeste (i 1995 på Herlev og i 1999 på Rigshospitalet), har begge hospitaler reduceret vandforbruget med ca. 20% i 2013. Rigshospitalets vandforbrug var dog stigende i perioden 1995-1999, og hospitalet anvendte i 1995 cirka samme mængde vand som i 2013 (ca. 230.000 m<sup>3</sup>/år). Sammenlignes vandforbruget med antallet af sengepladser på de to hospitaler, har især vandforbruget på Rigshospitalet været faldende siden 1999, jf. Figur 2.7.



FIGUR 2.7 UDVIKLING I FORBRUG AF LEDNINGSVAND PÅ RIGSHOSPITALET OG HERLEV HOSPITAL I FORHOLD TIL ANTAL SENGEPLADSER I PERIODEN 1999-2013.

I Figur 2.8 er vist udviklingen i vandforbruget for de tre hospitaler i perioden 2009-2013.



FIGUR 2.8 UDVIKLING I DET ÅRLIGE VANDFORBRUG (LEDNINGSVAND + NØDVAND) I PERIODEN 2009-2013 FOR HVIDOVRE HOSPITAL, HERLEV HOSPITAL OG RIGSHOSPITALET.

Vandforbruget på Hvidovre og Herlev Hospital ligger på cirka samme niveau, mens vandforbruget er 45-65% højere på Rigshospitalet. Hospitalernes vandforbrug svarer til mellem 3.500 og 6.000 danskeres vandforbrug eller sammenlagt 13.500 danskeres vandforbrug i 2013 (39 m<sup>3</sup>/år pr. dansker (Energistyrelsen, 2016)).

## 2.7 Baseline for Hvidovre Hospital, Herlev Hospital og Rigshospitalet

Baseline skal anvendes som referencepunkt til at måle fremadrettede vandbesparelser og opstille en vandbalance for hospitalet. Baseline defineres som det årlige totale vandforbrug for hver vandressource.

Baseline er baseret på de seneste 12 måneders vandforbrug (januar-december 2013). På baggrund af historiske data (seneste 5 år) er der taget højde for anormale svingninger i forbruget. På Hvidovre Hospital blev den automatiske sengevask taget ud af funktion i foråret 2013 med henblik på at skulle erstattes af en nyere og mere vandbesparende model. Indtil den nye sengevask blev installeret i foråret 2015, er sengevask foregået manuelt. Det er estimeret, at den automatiske sengevask har anvendt ca. 10.000 m<sup>3</sup> ledningsvand pr. år, mens manuel vask anvender ca. 500 m<sup>3</sup>/år (svarende til den forskel i vandforbruget, der observeres fra 2011-12 til 2013). Da det er tanken, at den manuelle vask af senge kun er en midlertidig løsning, er det valgt at fastsætte baseline for Hvidovre Hospital til forbruget i 2013 plus 10.000 m<sup>3</sup>, svarende til gennemsnittet af det samlede vandforbrug for de to foregående år (2011 og 2012).

TABEL 2.6

BASELINE FOR VANDFORBRUGET PÅ HVIDOVRE HOSPITAL, HERLEV HOSPITAL OG RIGSHOSPITALET

Vandressource	Hvidovre Hospital	Herlev Hospital	Rigshospitalet
Ledningsvand (m <sup>3</sup> )	140.878*	142.300	227.261
Nødvand (m <sup>3</sup> )	4.387	4.000**	8.000**
Total (m <sup>3</sup> )	145.265	146.300	235.261

\* Forbrug af ledningsvand i 2013 tillagt 10.000 m<sup>3</sup>/år for den gamle sengevask

\*\* Estimeret forbrug af nødvand, da der ikke er måler på forbruget

## 2.8 Hospitalernes vandeffektivitet

Vandeffektivitet kan udtrykkes som et nøgletal for vandforbruget i forhold til hospitalets produktion/aktiviteter.

Aktivitetsindikatorer anvendes til at relatere hospitalets vandforbrug til hospitalets aktiviteter og produktion således, at det er muligt at følge udviklingen i vandforbruget uafhængigt af udviklingen i hospitalets produktion. Det gør det samtidig muligt for hospitalet at benchmarke vandforbruget i forhold til andre hospitaler og vurdere potentialet for vandbesparelser.

### 2.8.1 Valg af aktivitetsindikatorer

En aktivitetsindikator skal så vidt muligt relatere sig til de vandforbrugende aktiviteter på hospitalet, fx antallet af ambulante og indlagte patienter, dialysebehandlinger, køkkenaktiviteter, køling, terapibad, vandbehandling, laboratorieanalyser m.m. I valget af vandeffektivitetsindikatorer er der lagt vægt på følgende:

- Indikatorerne bør så vidt muligt repræsentere aktiviteter på hospitalet, der påvirker vandeffektiviteten
- Indikatorerne er simple at opgøre for hospitalerne og baserer sig på data fra central registre
- Det bør være indikatorer, som allerede opgøres i forbindelse med anden regnskabsaflæggelse

Traditionelt har der i Danmark og internationalt været anvendt vandforbrug pr. antal kvadratmeter og antal sengepladser som indikatorer for vandeffektiviteten på hospitaler.

De større hospitaler fungerer i dag som mindre 'bysamfund', hvor der er aktiviteter svarende til fx almindelige husholdninger (bad/toilet/rengøring/tøjvask), vandværker, varmecentraler, storkøkken, vaskeplads (senge, reoler, biler m.v.), svømmehal, parkeringshus, frisører, flyveplads, maskinværksted m.m. Derudover er der aktiviteter, som er specifikke for hospitaler, fx kirurgiske afsnit, røntgen, dialysebehandlinger, kemiske/biologiske laboratorier m.m.

Hospitalernes vandforbrug knytter sig derfor til mange forskelligartede aktiviteter på det enkelte hospital, og aktiviteterne er i en vis grad forskellige fra hospital til hospital. Det er derfor vanskeligt at finde én samlet aktivitetsindikator, som repræsenterer alle de vandforbrugende aktiviteter. Det er i stedet nødvendigt at udvælge et par indikatorer, som bedst muligt dækker de vandforbrugende aktiviteter. I dette projekt er følgende indikatorer anvendt som et led i at vurdere hospitalernes årlige vandeffektivitet:

- m<sup>3</sup> pr. DRG+DAGS-produktionsværdi (mio. kr.)
- m<sup>3</sup> pr. sengedage
- m<sup>3</sup> pr. ambulante besøg
- m<sup>3</sup> pr. udskrivning
- m<sup>3</sup> pr. disponibel sengeplads
- m<sup>3</sup> pr. kvadratmeter

En beskrivelse af de enkelte indikatorer kan ses i Bilag 2: Beskrivelse af aktivitetsindikatorer.

En vurdering af sammenhængen mellem aktivitetsindikatorerne og vandforbruget på de tre hospitaler i perioden 2009-2013 viser ingen enslydende sammenhæng mellem udviklingen i aktiviteterne og vandforbruget, jf. Bilag 3. Projektets datagrundlag er ikke umiddelbart tilstrækkeligt til at afgøre, hvilken aktivitetsindikator der bedst afspejler hospitalernes vandeffektivitet.

På Herlev Hospital og Rigshospital er tendensen tilsyneladende, at jo flere udskrivninger og ambulante besøg der er, desto større er det årlige vandforbrug. På Hvidovre Hospital falder vandforbruget derimod, jo flere udskrivninger, ambulante besøg og højere DRG+DAGS produktionsværdi der er. En mulig forklaring kunne enten være, at Hvidovre Hospital har effektiviseret vandforbruget i perioden 2009-2013, eller at hospitalet anvender en del vand, som ikke er direkte forbundet til antallet af patienter. Hvidovre Hospital er samtidig det hospital, der anvender mest vand pr. DRG+DAGS produktionsværdi, pr. sengedag, pr. ambulante besøg og pr. sengeplads, jf. Afsnit 0.

Antallet af sengedage er den eneste indikator for aktiviteten på Hvidovre Hospital, hvor der på baggrund af de tilgængelige data har vist sig en svag tendens til en sammenhæng med et stigende årligt vandforbrug, jf. Bilag 3.

På Bispebjerg Hospital blev der i forbindelse med et vandspareprojekt i 2011 udført målinger af vandforbruget på et sengeafsnit (Københavns Energi, 2011). Målingerne viste, at det samlede årlige vandforbrug på sengeafsnittet var cirka 44 m<sup>3</sup>/sengeplads. Nøgletallet for sengeafsnittet på Bispebjerg Hospital inkluderer således kun det vand, der bruges til sanitære formål på selve sengeafsnittet, og ikke vand anvendt i køkken, sterilcentral osv. Vandforbruget pr. sengeplads på sengeafsnittet på Bispebjerg Hospital er under en femtedel af nøgletallet i 2011 for det samlede vandforbrug på ca. 242 m<sup>3</sup>/sengeplads<sup>1</sup> på Bispebjerg Hospital (Region Hovedstaden, 2011). Forskellen mellem nøgletallene illustrerer, at en stor del af vandforbruget på et hospital ikke er direkte knyttet til patienterne indlagt på afdelingerne, men at en betydelig del af vandforbruget finder sted mere centralt til opvask, rengøring og køling.

Hvis det enkelte hospital monitorerer vandforbruget på udvalgte enhedsoperationer, vil det desuden være meningsfuldt at opgøre vandeffektiviteten i forhold til enhedsoperationen fx:

- Vandforbrug (m<sup>3</sup>) pr. dialysepatient pr. år for dialyseafsnittet
- Vandforbrug (m<sup>3</sup>) pr. indlæggelse pr. år for sengevasken
- Vandspild (m<sup>3</sup>) pr. produceret mængde RO-behandlet vand (m<sup>3</sup>) for det centrale RO-anlæg

---

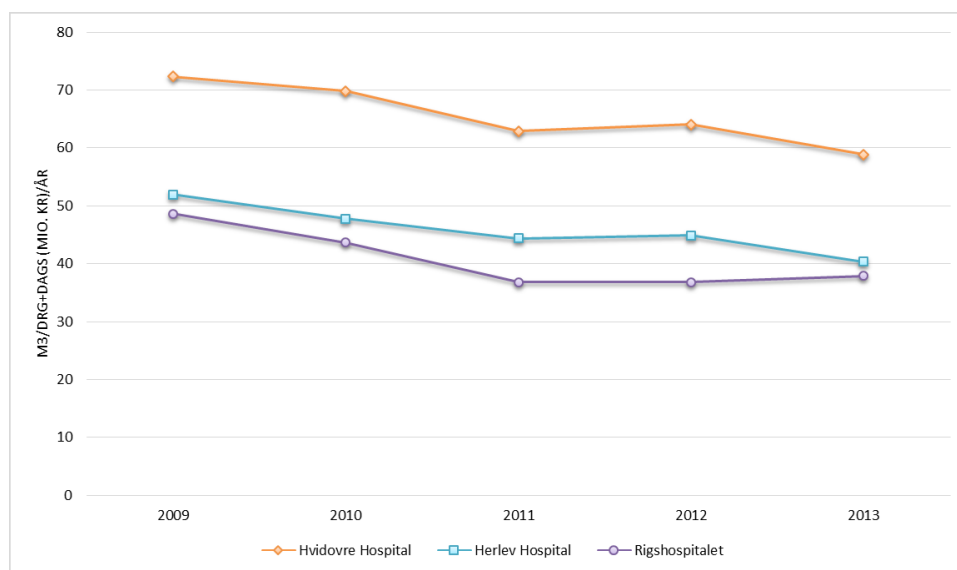
<sup>1</sup> Bispebjerg Hospital havde i 2011 et samlet vandforbrug på 123.490 m<sup>3</sup>. Antal sengepladser i 2009 var 510 sengepladser.

### 2.8.2 Udvikling i vandeffektivitet

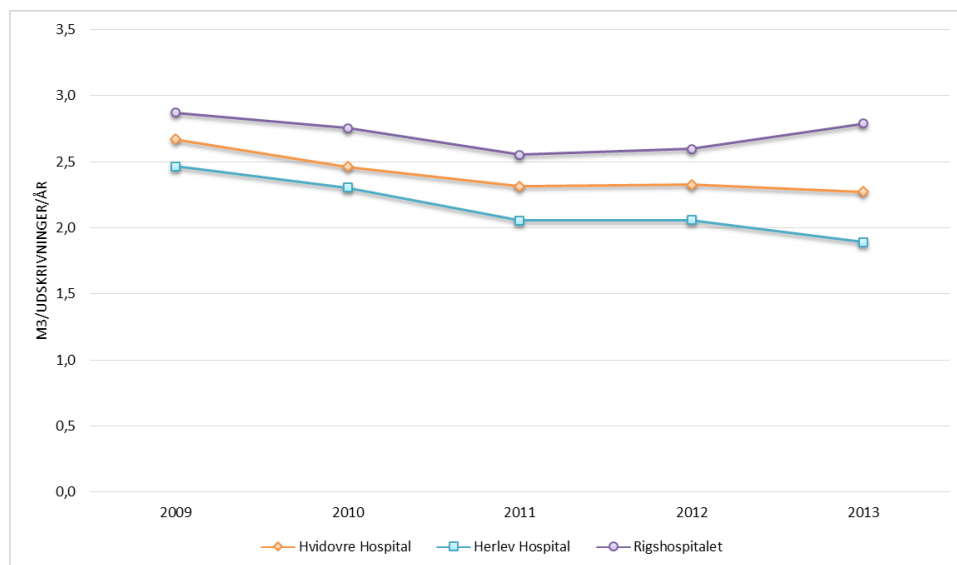
Udviklingen i vandeffektiviteten på Hvidovre Hospital, Herlev Hospital og Rigshospitalet udtrykt i forhold til DRG+DAGS produktionsværdien, udskrivinger, kvadratmeter og sengepladser er vist i henholdsvis Figur 2.9, Figur 2.10, Figur 2.11 og Figur 2.12.

Af figurerne fremgår følgende:

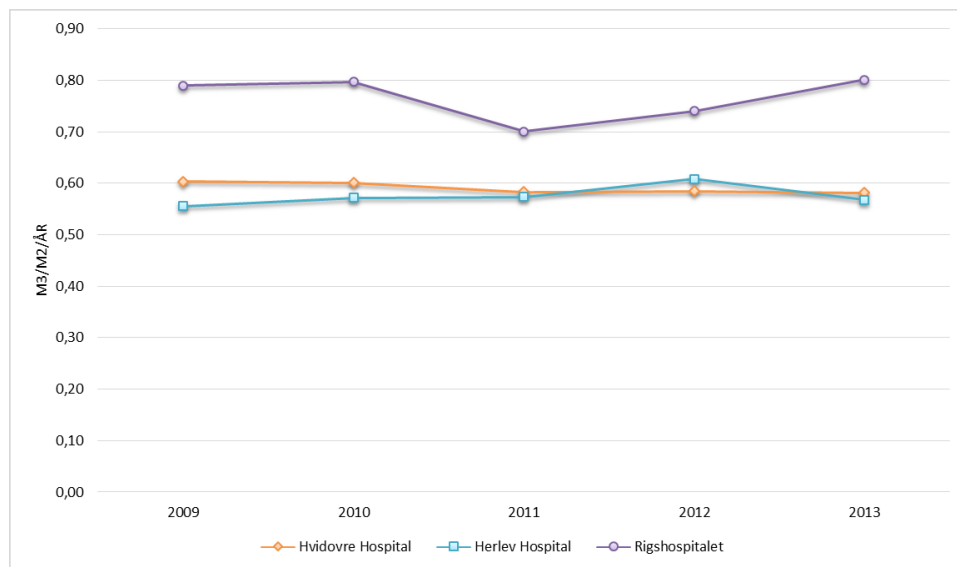
- Hvidovre Hospitals vandeffektivitet er ringest i forhold til DRG+DAGS produktionsværdi, sengedage, ambulante besøg og sengepladser
- Rigshospitalets vandeffektivitet er ringest i forhold til udskrivinger og kvadratmeter
- Herlev Hospitals vandeffektivitet er generelt god sammenlignet med Hvidovre Hospital og Rigshospitalet
- Der er generelt en tendens til en forbedret vandeffektivitet på de tre hospitaler i perioden 2009-2013



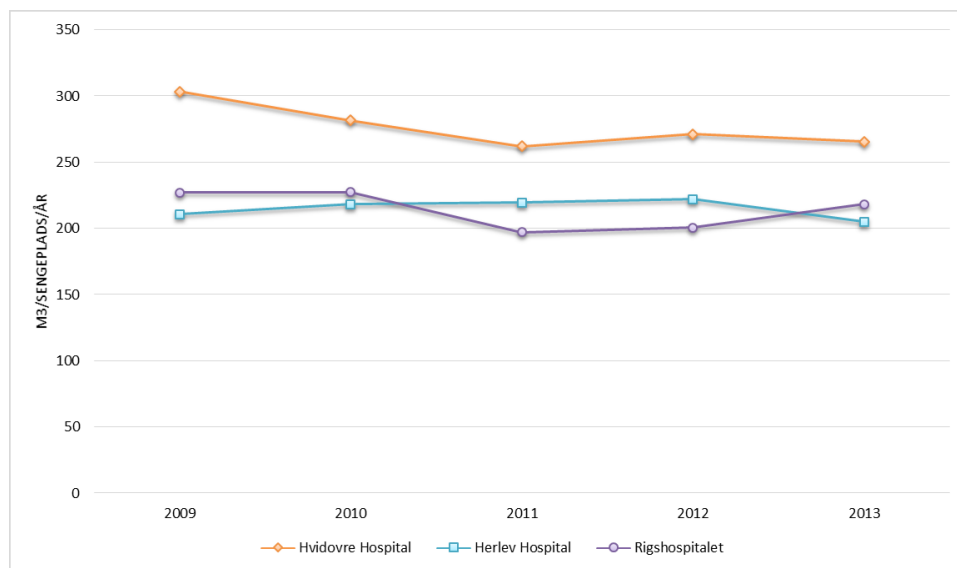
FIGUR 2.9 UDVIKLINGEN I VANDFORBRUGET PÅ HVIDOVRE HOSPITAL, HERLEV HOSPITAL OG RIGSHOSPITALET UDTRYKT I FORHOLD TIL DRG+DAGS PRODUKTIONSVÆRDIEN (M<sup>3</sup>/MIO. KR/ÅR).



**FIGUR 2.10** UDVIKLINGEN I VANDFORBRUGET PÅ HVIDOVRE HOSPITAL, HERLEV HOSPITAL OG RIGSHOSPITALET UDTRYKT I FORHOLD TIL ANTAL UDSKRIVNINGER ( $M^3/UDSKRIVNINGER/\text{ÅR}$ ).



**FIGUR 2.11** UDVIKLINGEN I VANDFORBRUGET PÅ HVIDOVRE HOSPITAL, HERLEV HOSPITAL OG RIGSHOSPITALET UDTRYKT I FORHOLD TIL KVADRATMETER ( $M^3/M^2/\text{ÅR}$ ).



**FIGUR 2.12** UDVIKLINGEN I VANDFORBRUGET PÅ HVIDOVRE HOSPITAL, HERLEV HOSPITAL OG RIGSHOSPITALET UDTRYKT I FORHOLD TIL ANTAL SENGEPLADSER ( $M^3/SENGEPLADS/\text{ÅR}$ ).



## 2.9 Sammenligning med internationale hospitaler

De deltagende hospitalers årlige vandforbrug ligger på 0,54-0,80 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, 205-247 m<sup>3</sup>/sengeplads eller 0,57-0,71 m<sup>3</sup>/sengedag, svarende til niveauet for de øvrige hospitaler i Region Hovedstaden. På Hillerød Hospital (som bl.a. også har dialyseafdeling) er vandforbruget dog helt nede på 0,53 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, 121 m<sup>3</sup>/sengeplads eller 0,35 m<sup>3</sup>/sengedag.

Internationale erfaringer viser et lavere vandforbrug pr. sengeplads i Tyskland (107-142 m<sup>3</sup>/sengeplads), Østrig (middel 157 m<sup>3</sup>/sengeplads) og England (middel 0,33-0,41 m<sup>3</sup>/sengedag), jf. Tabel 2.7. Erfaringer fra USA viser et betydeligt højere vandforbrug på 2,4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> og 641 m<sup>3</sup>/sengeplads. Dette skyldes formentlig, at der i højere grad anvendes vand til havevanding og køling.

Forbruget på Hvidovre Hospital, Herlev Hospital og Rigshospitalet svarer til dårlig eller meget dårlig i forhold til kategorierne i England, hvilket giver et potentiale for vandbesparelser på hospitalerne.

**TABEL 2.7 SAMMENLIGNING AF VANDFORBRUG PÅ HVIDOVRE HOSPITAL, RIGSHOSPITALET OG HERLEV HOSPITAL SAMMENLIGNET MED VANDFORBRUG RAPPORTERET I INTERNATIONAL LITTERATUR.**

Land (årstal)	Data-grundlag	Hospitalstype	Nøgletal	Reference
Danmark (2013)	3 hospitaler	>250.000 m <sup>2</sup> 550-1.180 sengepladser >60.000 udskrivninger/år	0,54-0,80 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> 205-247 m <sup>3</sup> /sengeplads 0,57-0,71 m <sup>3</sup> /sengedag	Dette projekt
Danmark (2013)	8 hospitaler	Hospitaler i Region H, ekskl. Helsingør, Hvidovre, Herlev og Rigshospitalet	0,4-0,75 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> 121 m <sup>3</sup> /sengeplads (Hillerød Hospital)	Region Hovedstaden, 2013
Østrig (2008)	Ukendt	Alle	Mid: 157 m <sup>3</sup> /sengeplads Min: 44 m <sup>3</sup> /sengeplads Max: 303 m <sup>3</sup> /sengeplads	Lebensministerium, 2010
Tyskland (2008)	>150 hospitaler	I: 0-205 sengepladser II: 251-450 sengepladser III: 451-650 sengepladser IV: 651-1.000 sengepladser V: >1.000 sengepladser	I: 117 m <sup>3</sup> /sengeplads II: 107 m <sup>3</sup> /sengeplads III: 121 m <sup>3</sup> /sengeplads IV: 108 m <sup>3</sup> /sengeplads V: 142 m <sup>3</sup> /sengeplads	EnergieAgentur. NRW, 2009
England (1993)	Ca. 300 hospitaler	>25.000 sengedage/år	God: <0,33 m <sup>3</sup> /sengedag Middel: 0,33-0,41 m <sup>3</sup> /sengedag Dårlig: 0,41-0,69 m <sup>3</sup> /sengedag Meget dårlig: >0,69 m <sup>3</sup> /sengedag	Department of Health, 2013
USA (2007)	157 hospitaler	<93.000 m <sup>2</sup>	2,4 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> 641 m <sup>3</sup> /sengeplads	US EIA, 2007

## 2.10 Omkostninger til vand og vandbehandling

Hospitalernes omkostninger til vandforbrug indebærer ud over vand- og vandafledningspris også omkostninger til opvarmning og behandling af de forskellige typer vand. Det drejer sig bl.a. om omkostninger til drift (energi, kemikalier), service og vedligehold af anlæggene.

Hospitalernes omkostninger til vand, vandbehandling og afledning er vist i Tabel 2.8, Tabel 2.9, Tabel 2.10, Tabel 2.11 og Tabel 2.12 for henholdsvis koldt brugsvand (HOFOR), nødvand (egne boringer), varmt brugsvand, centralt afsaltet vand i RO-anlæg og centralt enkelt ionbyttet vand (kun Hvidovre Hospital). Der er ikke medtaget omkostninger til decentral behandling af vand, da

hospitalet typisk har mange forskellige mindre anlæg og sjældent har målinger/oprørelser over energi- og kemikalieforbrug, service og vedligehold m.m. for de enkelte anlæg.

Alle tre hospitaler modtager vand fra HOFOR og har desuden egen nødvandsboring. Hospitalerne afleder al spildevand til offentlige renseanlæg.

**TABEL 2.8** OMKOSTNINGER TIL KOLDT BRUGSVAND PÅ HOSPITALERNE. ALLE PRISER ER 2016 PRISER OPGIVET I KR/M<sup>3</sup> EKSKLUSIV MOMS (HOFOR, 2016).

Koldt brugsvand	Hvidovre Hospital	Herlev Hospital	Rigshospitalet
Vand	17,0	19,1	16,1
Vandaflledning	26,7	26,6	13,9
<b>Total</b>	<b>43,7</b>	<b>45,7</b>	<b>30,0</b>

**TABEL 2.9** OMKOSTNINGER TIL NØDVAND PÅ HOSPITALERNE EKSKLUSIV OMKOSTNINGER TIL OPPUMPNING (ENERGI, VEDLIGEHOLD). ALLE PRISER ER 2016 PRISER OPGIVET I KR/M<sup>3</sup> EKSKLUSIV MOMS (HOFOR, 2016).

Nødvand	Hvidovre Hospital	Herlev Hospital	Rigshospitalet
Vand	6,3	6,3	6,3
Vandaflledning	26,7	26,6	13,9
<b>Total</b>	<b>33,0</b>	<b>32,9</b>	<b>20,2</b>

**TABEL 2.10** OMKOSTNINGER TIL PRODUKTION AF VARMT BRUGSVAND PÅ HOSPITALERNE. ALLE PRISER ER 2016 PRISER OPGIVET I KR PR. PRODUCERET M<sup>3</sup> EKSKLUSIV MOMS.

Varmt brugsvand	Hvidovre Hospital	Herlev Hospital	Rigshospitalet
Vand	17,0	19,1	16,1
Vandaflledning	26,7	26,6	13,9
Energiforbrug	36,3 <sup>1</sup>	36,3 <sup>1</sup>	36,3 <sup>1</sup>
<b>Total</b>	<b>80,0</b>	<b>82,0</b>	<b>66,3</b>

<sup>1</sup> Baseret på en fjernvarmepris på 600 kr./MWh, inkl. effektafgift og en opvarmning fra 10 °C til 62 °C ((1.000 kg x 1 m<sup>3</sup> x (62-10 °C) x 4,2 kJ/kg °C)/3.600.000 x 600 kr/MWh)

**TABEL 2.11** OMKOSTNINGER TIL PRODUKTION AF CENTRALT RO-BEHANDLET VAND PÅ HOSPITALERNE. ALLE PRISER ER 2016 PRISER OPGIVET I KR PR. PRODUCERET M<sup>3</sup> EKSKLUSIV MOMS.

RO-behandlet vand	Hvidovre Hospital	Herlev Hospital	Rigshospitalet
Vand	17,0	19,1	16,1
Vandaflledning	26,7	26,6	13,9
Rejektvand (se Afs. 5.1)	13,9	12,3	7,2
Energiforbrug	1,7 <sup>1</sup>	3,2 <sup>2</sup>	2,0 <sup>1</sup>
Service og vedligehold	3,0 <sup>1</sup>	3,0 <sup>1</sup>	3,0 <sup>1</sup>
Kemikalier	0,26 <sup>1</sup>	0,26 <sup>1</sup>	0,26 <sup>1</sup>
<b>Total</b>	<b>62,6</b>	<b>64,4</b>	<b>42,5</b>

<sup>1</sup> Baseret på beregninger fra Rigshospitalet: 1,29 kWh/m<sup>3</sup>; 1,55 kr./kWh (Rigshospitalet); 1,35 kr/kWh (Hvidovre Hospital); ekstern service 150.000 kr./år; internt 0,5 time/døgn; 0,004 liter antiscalingvæske pr. produceret m<sup>3</sup>. (Rigshospitalet, 2015)

<sup>2</sup> Baseret på beregninger fra Herlev Hospital: 2,0 kWh/m<sup>3</sup>; 1,6 kr./kWh. (Herlev Hospital, 2015a)

Hvidovre Hospital opvarmer ca. 35% (ca. 6.700 m<sup>3</sup>/år) af det centralt RO-behandlede vand til ca. 60 °C til brug i forskellige vaskemaskiner (sengevask, tunnelvaskemaskiner, bækkenkogere m.m.).

Det koster ca. 34,9 kr./m<sup>3</sup> i energiforbrug at varme det RO-behandlede vand op til 60 °C. Samlet koster det varme RO-behandlede vand således ca. 98 kr./m<sup>3</sup>.

På Hvidovre Hospital produceres ca. 17.000 m<sup>3</sup> centralt blødgjort vand via enkel ionbytning. Omkostningerne til dette er opgjort i Tabel 2.12.

**TABEL 2.12** OMKOSTNINGER TIL PRODUKTION AF CENTRALT ENKELT IONBYTTET VAND PÅ HVIDOVRE HOSPITAL. ALLE PRISER ER 2016 PRISER OPGIVET I KR PR. PRODUCERET M<sup>3</sup> EKSKLUSIV MOMS.

Enkelt ionbyttet vand	Hvidovre Hospital
Vand	17,0
Vandaflledning	26,7
Rejektvand	0,70 <sup>1</sup>
Energiforbrug	0,65 <sup>1</sup>
Service og vedligehold	1,2 <sup>1</sup>
Kemikalier	1,0 <sup>1</sup>
<b>Total</b>	<b>47,3</b>

<sup>1</sup> Baseret på målinger fra Hvidovre Hospital i oktober 2015: Udnyttelsesgrad >98%; 0,48 kWh/m<sup>3</sup>; 1,35 kr./kWh; service 22.000 kr./år og 0,1 time/døgn; 0,58 kg salt pr produceret m<sup>3</sup> (Hvidovre Hospital, 2015)

Alle tre hospitaler har vandbehandlingsanlæg til produktion af dialysat på dialyseafdelingerne. Estimerede omkostninger til produktion af dialysevand er vist i Tabel 2.13.

**TABEL 2.13** OMKOSTNINGER TIL PRODUKTION AF DIALYSEVAND PÅ HOSPITALERNE. ALLE PRISER ER 2016 PRISER OPGIVET I KR/M<sup>3</sup> EKSKLUSIV MOMS.

Dialysevand	Hvidovre Hospital	Herlev Hospital	Rigshospitalet
Vand	17,0	19,1	16,1
Vandaflledning	26,7	26,6	13,9
Rejektvand (se Afs. 5.5.1)	17,1	22,4	14,7
Energiforbrug <sup>1</sup>	15,9	18,9	18,3
Service og vedligehold <sup>2</sup>	9,5	9,5	9,5
Kemikalier	2,9	2,9	2,9
<b>Total</b>	<b>89,1</b>	<b>99,4</b>	<b>75,4</b>

<sup>1</sup> Baseret på målinger fra Hvidovre Hospital: 7,9 kWh/m<sup>3</sup>; 1,35 kr./kWh (Hvidovre Hospital, 2014b); 1,55 kr./kWh (Rigshospitalet, 2015); 1,6 kr./kWh (Herlev Hospital, 2015a)

<sup>2</sup> Baseret på anslået forbrug til service og vedligehold for dialysevandbehandling på Herlev Hospital: 2,5 time/uge (intern) og 40 timer/år (ekstern) service (Herlev Hospital, 2015b)

I Tabel 2.14 er vist en samlet oversigt over omkostningerne til produktion af de forskellige typer vand på Hvidovre Hospital, Herlev Hospital og Rigshospitalet. Af tabellen fremgår, at især varmt RO-behandlet vand, dialysevand, varmt brugsvand og RO-behandlet vand er omkostningstunge vandtyper.

TABEL 2.14 SAMLET OVERSIGT OVER OMKOSTNINGER TIL PRODUKTION AF FORSKELLIGE VANDTYPER PÅ HOSPITALERNE. ALLE PRISER ER 2016 PRISER OPGIVET I KR/M<sup>3</sup> EKSKLUSIV MOMS.

Vandtype	Hvidovre Hospital	Herlev Hospital	Rigshospitalet
Nødvand	33,0	32,1	21,3
Koldt brugsvand	43,7	45,7	30,0
Varmt brugsvand	80,0	82,0	66,3
RO-behandlet vand	62,6	64,4	42,5
Varmt RO-behandlet vand	97,5	-	-
Enkelt ionbyttet vand	47,3	-	-
Dialysevand	89,1	99,4	75,4

Hospitalernes samlede omkostninger til vand, vandbehandling og vandafledning er vist i Tabel 2.15.

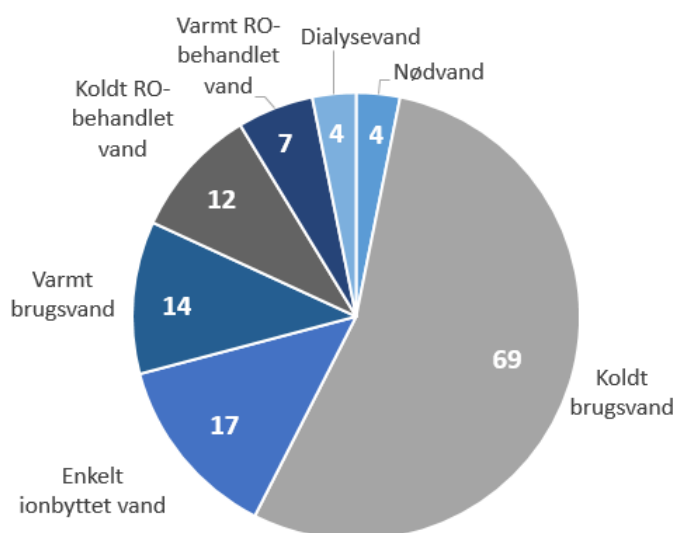
TABEL 2.15 OMKOSTNINGER TIL VAND OG VANDBEHANDLING PÅ HOSPITALERNE. ALLE PRISER ER 2015 PRISER OPGIVET I KR/M<sup>3</sup> EKSKLUSIV MOMS.

Enhed	Hvidovre Hospital		Herlev Hospital		Rigshospitalet	
	1.000 m <sup>3</sup> /år	1.000 kr./år	1.000 m <sup>3</sup> /år	1.000 kr./år	1.000 m <sup>3</sup> /år	1.000 kr./år
Koldt brugsvand	69	3.020	80	3.660	127	3.810
Varmt brugsvand	14	1.120	13	1.070	30	1.990
Centralt RO-behandlet <sup>1</sup>	19	1.430 <sup>2</sup>	29	1.870	42	1.790
Centralt enkelt ionbyttet <sup>1</sup>	17	804	0	0	0	0
Dialyse <sup>1</sup>	4	356	8	795	12	905
Nødvand	4	132	4	130	8	170
<b>Total</b>		<b>6.860</b>		<b>7.530</b>		<b>8.670</b>

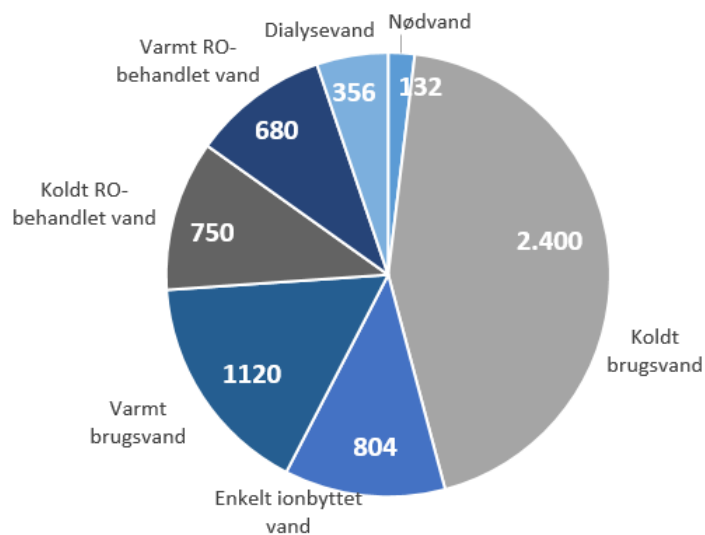
<sup>1</sup> m<sup>3</sup> produceret vand

<sup>2</sup> Inkl. ca. 6.700 m<sup>3</sup>/år varmt RO-behandlet vand

Fordelingen af vandforbrug og udgifter til vand på de enkelte vandtyper på Hvidovre Hospital er vist i henholdsvis Figur 2.13 og Figur 2.14. Koldt brugsvand udgør ca. 55% af vandforbruget på Hvidovre Hospital, men udgør kun ca. 45% af de samlede udgifter til vand.



FIGUR 2.13 FORBRUG AF VAND FORDELT PÅ DE ENKELTE VANDTYPER PÅ HVIDOVRE HOSPITAL (I 1.000 M<sup>3</sup>/ÅR).



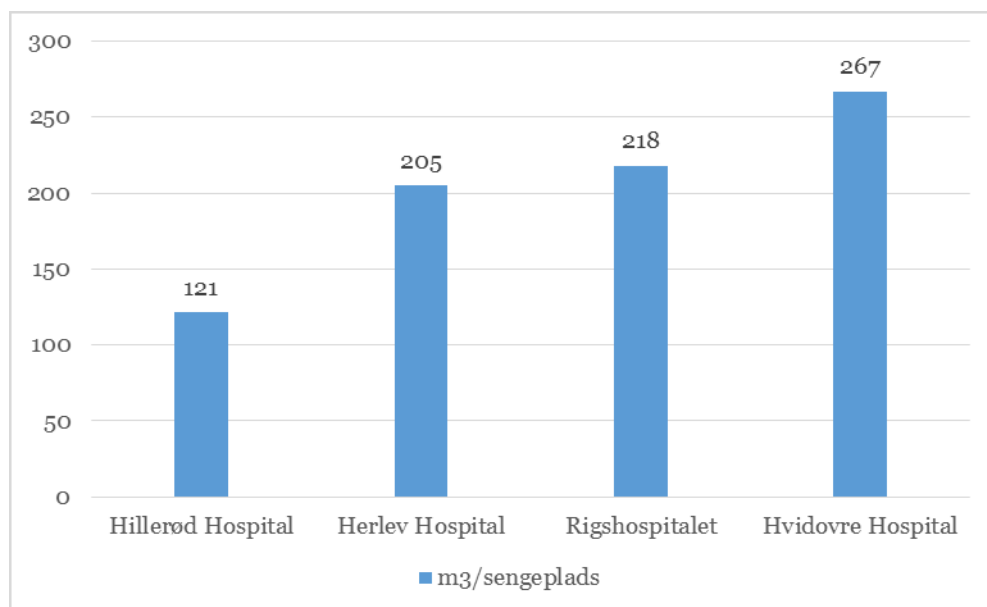
**FIGUR 2.14** UDGIFTER TIL VAND FORDELT PÅ ENKELTE VANDTYPER PÅ HVIDOVRE HOSPITAL (I 1.000 KR./ÅR).

## 2.11 Overslag over potentiale for vandbesparelser på baggrund af nøgletal

Hillerød Hospital har et af de laveste vandforbrug i Region Hovedstaden i forhold til deres produktion og anvender således bare 121 m<sup>3</sup>/sengeplads om året (jf. Figur 2.15) svarende til 0,35 m<sup>3</sup>/sengedag, hvor Herlev Hospital, Rigshospitalet og Hvidovre Hospital anvender mellem 205 og 267 m<sup>3</sup>/sengeplads om året. Hillerød Hospital er mindre end de tre øvrige hospitaler med ca. 520 sengepladser, ca. 1.900 mio. kr. DRG+DAGS produktionsværdi/år, ca. 53.000 udskrivinger/år og ca. 119.000 kvadratmeter. På hospitalet er der ligesom på de øvrige tre hospitaler en hæmodialyseafdeling.

Hvis de tre hospitaler kan opnå samme vandeffektivitet som Hillerød Hospital på 121 m<sup>3</sup>/sengeplads, vil der være en årlig besparelse på ca. 60.000 m<sup>3</sup>/år på Herlev Hospital, ca. 80.000 m<sup>3</sup>/år på Hvidovre Hospital og ca. 105.000 m<sup>3</sup>/år på Rigshospitalet. Sammenlagt vil det svare til en årlig besparelse på ca. 245.000 m<sup>3</sup>/år og ca. 10,8 mio. kr./år på de tre hospitaler, hvis der regnes med en gennemsnitlig procentvis besparelse på udgifter til vand, vandbehandling og afledning (de direkte omkostninger ved vand- og vandafledningspris udgør ca. 9,5 mio. kr./år). Det skal ses i sammenhæng med, at de tre hospitaler i dag anvender ca. 23 mio. kr./år på omkostninger til vand, vandbehandling og vandafledning.

Samme besparelse på 10,8 mio. kr./år opnås ligeledes, hvis der i stedet tages udgangspunkt i Hillerød Hospitals nøgletal på 0,35 m<sup>3</sup>/sengedag. Hvis de tre hospitaler kan opnå samme vandeffektivitet på 0,35 m<sup>3</sup>/sengedag, vil der være en årlig besparelse på ca. 57.000 m<sup>3</sup>/år på Herlev Hospital, ca. 79.000 m<sup>3</sup>/år på Hvidovre Hospital og ca. 112.000 m<sup>3</sup>/år på Rigshospitalet. Sammenlagt vil det svare til en årlig besparelse på ca. 248.000 m<sup>3</sup>/år og ca. 10,8 mio. kr./år på de tre hospitaler.



FIGUR 2.15 SAMMENLIGNING AF NØGLETAL (M<sup>3</sup>/SENGEPLADS) FOR VANDFORBRUGET PÅ HILLERØD HOSPITAL, HERLEV HOSPITAL, RIGSHOSPITALET OG HVIDOVRE HOSPITAL.

Hvis Hvidovre Hospital, Herlev Hospital og Rigshospitalet opnår en vandeffektivitet svarende til Hillerød Hospitals på 0,35 m<sup>3</sup>/sengedag, vil de tre hospitalers vandeffektivitet svare til den engelske kategori for middel vandeffektivitet (0,33-0,41 m<sup>3</sup>/sengedage, jf. Tabel 2.7).

## **2.12 Opsamling**

### **2.12.1 Hospitalernes vandforbrug**

Hvidovre Hospital, Herlev Hospital og Rigshospitalet anvender mellem 145.000 m<sup>3</sup>/år og 227.000 m<sup>3</sup>/år ledningsvand og nødvand fra egen boring. Hospitalernes årlige vandforbrug svarer hver især til mellem 3.500 og 6.000 danskeres årlige vandforbrug. Hertil går mellem 22% og 43% af vandforbruget til teknisk vand, som behandles i en eller anden grad.

Generelt viser vandforbruget på Rigshospitalet og Herlev Hospital en faldende tendens over de seneste 20 år. De deltagende hospitalers vandeffektivitet ligger på 0,54-0,80 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, 205-247 m<sup>3</sup>/sengeplads eller 0,57-0,71 m<sup>3</sup>/sengedag, generelt svarende til vandeffektiviteten på de øvrige hospitaler i Region Hovedstaden. Hvidovre Hospitals vandeffektivitet er dog ringest i forhold til både DRG+DAGS (produktionsværdi), senge dage, ambulante besøg og sengepladser, når der sammenlignes med Herlev Hospital og Rigshospitalet.

Internationale erfaringer viser et lavere vandforbrug pr. sengeplads i Tyskland (107-142 m<sup>3</sup>/sengeplads), Østrig (middel 157 m<sup>3</sup>/sengeplads) og England (middel 0,33-0,41 m<sup>3</sup>/sengedag) end på de danske hospitaler i Hovedstadsregionen. Det tyder således på et betydeligt potentiale for vandbesparelser blandt danske hospitaler.

Den forholdsvis lave vandeffektivitet i forhold til hospitaler i andre europæiske lande bunder formentlig i, at hospitalerne ikke tidligere har arbejdet systematisk med vandbesparelser. De hidtidige erfaringer med vandbesparelser på hospitalerne har typisk været drevet af den teknologiske udvikling hos leverandørerne, fx ved at hospitalerne har udskiftet til mere vandeffektive systemer i forbindelse med indkøb af nyt udstyr.

Hospitalerne mangler generelt et forbedret overblik over fordelingen af vandforbruget til de enkelte slutforbrug og på sengeafdelingerne, før det er muligt at følge udviklingen og træffe beslutning om optimeringsprojekter.

### **2.12.2 Omkostninger til vand**

Hospitalernes omkostninger til vand indebærer ud over vandpris og vandafledningspris også udgifter til den interne behandling af vandet inden brug. Det inkluderer bl.a. udgifter til opvarmning af vandet, service og vedligehold af vandbehandlingsanlæg, kemikalier og energiforbrug til vandbehandling m.m. Ved at se på omkostningerne til de enkelte typer af vand tydeliggøres det, hvilke vandtyper der giver det største besparelspotentiale.

Det er især varmt RO-behandlet vand, varmt brugsvand, dialysevand og RO-behandlet vand, der er omkostningstunge vandtyper.

Hvidovre Hospital, Herlev Hospital og Rigshospitalet anvender henholdsvis 6,9 mio. kr., 7,5 mio. kr. og 8,7 mio. kr. om året på vand, vandbehandling og vandaflledning. Der er stor forskel på prisen for vand- og vandaflledning på de tre hospitaler til trods for, at de alle forsynes af HOFOR. Således betaler Herlev Hospital 45,7 kr./m<sup>3</sup>, Hvidovre Hospital betaler 43,7 kr./m<sup>3</sup>, mens Rigshospitalet betaler 30,0 kr./m<sup>3</sup>. Prisen på vand- og vandaflledning har afgørende betydning for besparelspotentialet og tilbagebetalingstiden på gennemførelse af vandeffektivitetsprojekter, som derfor typisk vil være mest attraktive for Herlev Hospital og Hvidovre Hospital.

### **2.12.3 Potentiale for vandbesparelser**

Hillerød Hospital har et af de laveste vandforbrug i Region Hovedstaden i forhold til deres produktion og anvender således kun 121 m<sup>3</sup>/sengeplads om året.

Hvis Hvidovre Hospital, Herlev Hospital og Rigshospitalet kan opnå samme vandeffektivitet som Hillerød Hospital på 0,35 m<sup>3</sup>/sengedag, vil der være en samlet årlig besparelse på ca. 248.000 m<sup>3</sup>/år, svarende til ca. 10,8 mio. kr./år på de tre hospitaler i udgifter til vand, vandbehandling og vandafledning. Det skal ses i sammenhæng med, at de tre hospitaler i dag anvender ca. 23 mio. kr./år på omkostninger til vand, vandbehandling og vandafledning.

Hvis Hvidovre Hospital, Herlev Hospital og Rigshospitalet opnår en vandeffektivitet svarende til Hillerød Hospitals på 0,35 m<sup>3</sup>/sengedag, vil de tre hospitalers vandeffektivitet svare til den engelske kategori for middel vandeffektivitet.



# 3. Vandaudit på Hvidovre Hospital

Der blev gennemført en vand-tour på Hvidovre Hospital i marts 2014 med deltagelse af driftsfolk fra Hvidovre Hospital samt rådgivere fra DHI. Formålet med vand-touren var at kortlægge vandstrømme, vandbehandlingsanlæg og slutforbrug på Hvidovre Hospital.

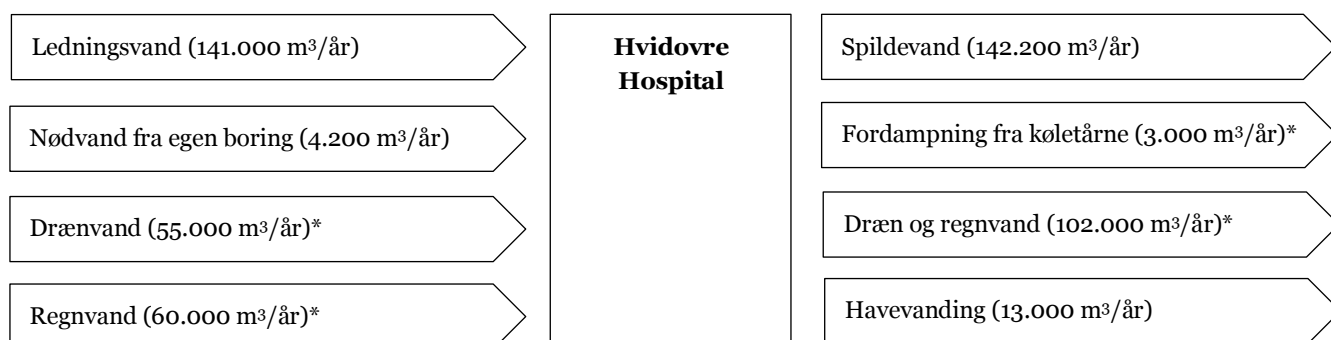
## 3.1 Vandressourcer

Hospitalets drikkevandsforsyning sker fra henholdsvis Hvidovre og Københavns vandforsyning (HOFOR), som via tre adskilte forsyningsveje leverer vand til en fælles ringledning omkring hospitalet. Hospitalet har desuden eget nødvandværk, der er i stand til at levere ca. 50 % af hospitalets normale forbrug. Nøvdvandsforsyningen har ikke drikkevandskvalitet. Alt spildevand afledes i dag via fem kloakpumpestationer til offentlig kloak. Systemet er et separat system, hvor alt spildevand pumpes til kommunens fællessystem. Der er ingen intern rensning af spildevandet inden afledning til det kommunale fællessystem. Spildevandet ledes til det offentlige Renseanlæg Damhusåen.

Regnvand fra ca. 91.470 m<sup>2</sup> befæstet areal fordelt på tage, lysgårde, grønne tage og vejarealer opsamles i fem regnvandsreservoirer beliggende i parkeringskælderen under de fire sengebygninger og hovedbygningen. Herfra pumpes regnvandet til offentlig kloak. Hospitalet genanvender en del af det opsamlede regnvand til vanding af hospitalets haveanlæg.

Omkring kælderen på Hvidovre Hospital er en grundvandssænkning, hvorfra drænvand oppumpes til fire reservoirer under sengebygningerne. Herfra pumpes drænvandet i separate ledninger til offentlige kloak. Rambøll har på baggrund af vandspejlsmålinger i pumpebrøndene estimeret den samlede tilstrømmende vandmængde i drænbrøndene til ca. 4-6 m<sup>3</sup>/time, svarende til ca. 35.000-55.000 m<sup>3</sup>/år. Den primære tilstrømning sker i brønden under sengebygning 1 (Rambøll, 2015).

En vandbalance for Hvidovre Hospital er vist i Figur 3.1.



FIGUR 3.1 VANDBALANCE FOR HVIDOVRE HOSPITAL MED INDGÅENDE OG UDGÅENDE VANDSTRØMME (INKL. ESTIMERET FORBRUG TIL SENGEVASK PÅ 10.000 M<sup>3</sup>/ÅR). \*) ANGIVER ET ESTIMERET ELLER BEREGNET TAL.

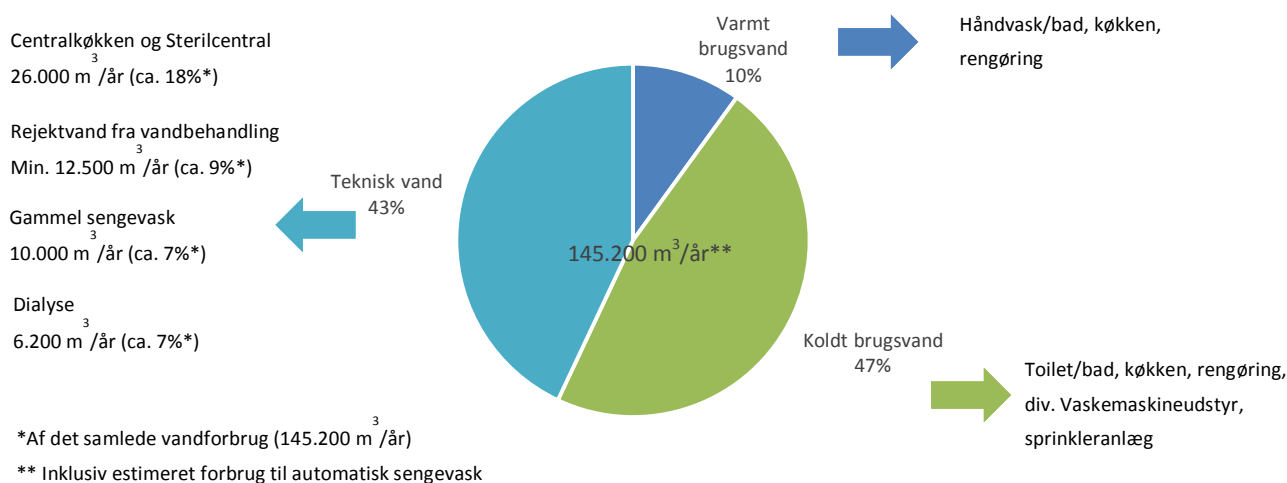
### 3.2 Flowdiagram

Et flowdiagram over Hvidovre Hospitals vandstrømme, vandbehandling og slutforbrug er udarbejdet på baggrund af vandkortlægningen i marts 2014, se Figur 3.3. Måler-ikonerne på flowdiagrammet angiver, at forbruget er målt (dataene er fra 2013), mens de øvrige forbrug er beregnet. Erfaringen fra vandkortlægningen på Hvidovre Hospital er, at der generelt er opsat målere på de forskellige vandbehandlingsanlæg til produktion af varmt vand, omvendt osmose (RO) og enkelt ionbyttet vand både centralt og decentralt til bl.a. dialyse, vaskeri og terapibad. Der er samtidig vandmålere på enkelte slutforbrug bl.a. i Teknisk Central (kedler, køletårne, dampkedler).

Der mangler dog en systematisk opsætning af vandmålere på de større slutforbrug og sengeafdelinger med henblik på at forbedre datagrundlaget. Der kan således ikke redegøres nærmere for ca. 47% af hospitalets samlede vandforbrug, hvilket primært skyldes, at der ikke er vandmålere på det kolde brugsvand til bl.a. sengeafdelinger (til toilet, bad, afdelingskøkkener, bækkenkogere m.m.), Centralkøkken og Centralforsyning (til madlavning, rengøring, opvask) samt personale- og administrationsbygninger (til toilet, bad, rengøring). Samme billede gør sig gældende på Rigshospitalet og Herlev Hospital.

De fleste eksisterende vandmålere på Hvidovre Hospital aflæses løbende af vagten på enten ugentlig eller månedlig basis. Dataene anvendes dog ikke til en systematisk opsamling og vurdering af udviklingen og besparelspotentialet.

Af det samlede årlige vandforbrug på ca. 145.200 m<sup>3</sup> (baseline inkl. forbrug til sengevask) anvendes ca. 43% til teknisk vand (heraf ca. 36% centralt og resten decentralt), ca. 10% til varmt brugsvand og ca. 47% til koldt brugsvand på Hvidovre Hospital, jf. Figur 3.2.



FIGUR 3.2 FORDELING AF VANDFORBRUGET PÅ HVIDOVRE HOSPITAL PÅ TEKNISK VAND (CENTRAL OG DECENTRAL), VARMT OG KOLDT BRUGSVAND.

På Herlev Hospital og Rigshospitalet udgør andelen af teknisk vand til det centrale RO-anlæg og Dialysen henholdsvis 33% og 30% af hospitalets samlede vandforbrug, jf. Bilag 4.



### 3.3 Slutforbrug og vandkategorier

Fødevarestyrelsen opererer med 4 vandkategorier for fødevarerisikoheder, som adskiller sig ved graden af den kontakt, vandet har med fødevarerne, og dermed den betydning, vandets kvalitet har for fødevarerisikoheden. Kravene til behandling og dokumentation vil derfor være strengest i klasse 1 og mindst strenge i klasse 4 (Fødevarestyrelsen, 2005).

Samme princip kan anvendes i forhold til patienternes kontakt på hospitalerne:

1. Vand som indtages af patienter (fx drikkevand, dialysat)
2. Vand med direkte kontakt med patienter (fx badevand)
3. Vand med indirekte kontakt med patienter (fx vand til rengøring, opvask)
4. Vand uden kontakt med patienter (fx teknisk vand til køletårne, kedler, havevanding)

Opdeles hospitalets slutforbrug på de fire kategorier, fås et overblik over, hvor meget vand der kommer i henholdsvis direkte og indirekte kontakt med patienterne, og hvor meget vand der slet ikke har kontakt til patienterne. Hermed kan potentialet for anvendelse af sekundavand med en anden kvalitet end drikkevand kortlægges ud fra, hvor høj en risiko der er for, at patienterne kommer i kontakt med vandet. En konkret vurdering af risiciene ved anvendelse af sekundavand vil dog altid være nødvendig.

TABEL 3.1 SLUTFORBRUG PÅ HVIDOVRE HOSPITAL FORDELT PÅ FIRE KATEGORIER AF VAND AFHÆNGIG AF GRADEN AF KONTAKT MED PATIENTERNE.

Slutforbrug	1. Vand som indtages af patienter	2. Vand med direkte kontakt til patienter	3. Vand med indirekte kontakt til patienter	4. Vand uden kontakt til patienter	Bemærkning
Patient taphaner og bad	10.000				Beregnet
Personale taphaner og bad	10.000				Beregnet
Taphaner i CK/CF, kantiner, afd. køkkener	12.000				Estimeret
Dialyse	6.200				Målt (1. kvartal 2014)
Patient toiletter		23.000*			Beregnet
Terapibad		500			Målt
Vand til rengøring			10.000		Estimeret
Div. opvaskemaskiner i CK/CF, kantiner, afd. køkkener			29.000		Målt (centralt behandlet vand)
Reolvasker og autoclave, COP			350		Målt
Instrumentvaskemaskiner og bækkenkogere			3.100		Målt (centralt behandlet vand)
Vaskeri			850		Målt
Gammel sengevask			10.000		Beregnet (gammel sengevasker)
Dampkedel			1.200		Målt
Personale toiletter				15.000*	Beregnet
Laboratorier				350	Målt
Køletårne				3.850	Målt
Sprinkleranlæg				1.400	Estimeret
Kedler				200	Målt
Centralt RO-anlæg (rejektvand)				7.900	Målt
Havevanding (ledningsvand)				300	Målt
<b>Total</b>	<b>38.200</b>	<b>25.500</b>	<b>54.500</b>	<b>27.000</b>	<b>145.200</b>
<b>% andel</b>	<b>26</b>	<b>18</b>	<b>37</b>	<b>19</b>	<b>100</b>

\* Det er vurderet, at ca. halvdelen af personalets toiletbesøg foregår på toiletter med fælles adgang for patienter og personale

På Hvidovre Hospital er det således ca. 19% af det samlede vandforbrug (svarende til ca. 27.000 m<sup>3</sup>/år), der ikke har kontakt til patienterne og ca. 37% (svarende til ca. 54.500 m<sup>3</sup>/år), der har indirekte kontakt til patienterne. Potentialet for at anvende andet vand end drikkevand på Hvidovre Hospital er således ca. 81.500 m<sup>3</sup>/år afhængigt af vandets kvalitet.

Hospitalet er fuldsprinklet med et traditionelt vandbåret sprinklersystem, som er forsynet via en ringforbundet vandledning. Det nøjagtige potentiale for vandbesparelser på sprinkleranlægget kræver yderligere målinger af vandforbruget i forbindelse med aftapninger og genpåfyldning af systemet, som ofte forekommer i forbindelse med bygningsrenovering. Det er hospitalernes kvalitative vurdering, at der anvendes en del vand til dette formål, men det har ikke været muligt at kvantificere forbruget.

### 3.4 Opsamling

Hvidovre Hospital forsynes af ledningsvand fra HOFOR samt vand fra egen nødboring, der er i stand til at levere ca. 50% af hospitalets normale forbrug. Derudover opsamler hospitalet i dag regnvand fra befæstede arealer og drænvand fra en grundvandssænkning i vandreservoirer under hospitalets sengebygninger. Regn- og drænvandsressourcen udgør ca. 80% af hospitalets samlede vandforbrug og er dermed potentielle sekundavandsressourcer. Hospitalet anvender i dag allerede ca. 13.000 m<sup>3</sup>/år regnvand (og drænvand i tørre perioder) til havevanding.

På Hvidovre Hospital anvendes ca. 19% af det samlede vandforbrug (svarende til ca. 28.200 m<sup>3</sup>/år) til formål, hvor der ikke er kontakt til patienterne, og ca. 37% (svarende til ca. 53.300 m<sup>3</sup>/år) til formål, hvor der er indirekte kontakt til patienterne. Potentialet for at anvende andet vand end drikkevand på Hvidovre Hospital er således ca. 81.500 m<sup>3</sup>/år afhængigt af vandets kvalitet.

På Hvidovre Hospital kan ledningsvand principielt erstattes af andre vandtyper fra enten genanvendelse af vand eller sekundavand ved følgende forbrug:

- Teknisk vand (køletårne, dampkedler, kedler m.m.)
- Personaletoaletter
- Sprinkleranlæg
- Havevanding
- Sengevask, vaskeri, reolvask, bækkenkogere
- Opvaskemaskiner
- Rengøring

Det kræver dog, at vandkvaliteten ikke medfører sundhedsrisici.

Ca. 43% af Hvidovre Hospitals vandforbrug anvendes til teknisk vand, som behandles centralt eller decentralt i vandbehandlingsanlæg (omvendt osmose, enkelt ionbytter el. andet), heraf behandles ca. 36% centralt i Teknisk central, hvor vandet underkastes en avanceret vandbehandling, inden det distribueres til forbrugsstederne. Det giver mulighed for at erstatte ledningsvandet til den Tekniske Central med andet vand, eventuelt suppleret med et yderligere forbehandlingstrin afhængigt af vandkvaliteten af det genbrugte vand/sekundavand.

På Hvidovre Hospital (og andre hospitaler med centralt behandlet vand) er der således mulighed for at anvende det allerede eksisterende distributionsnet til distribution af centralt behandlet vand, da hospitalet allerede har flere distributionssystemer til forskellige vandkvaliteter (fx enkelt ionbyttet vand, RO-behandlet vand, varmt RO-behandlet vand og laboratorievand).

På Herlev Hospital og Rigshospitalet produceres afsaltet vand på centrale RO-anlæg (omvendt osmose). På Herlev Hospital udgør det centralt behandlede vand ca. 25% af det samlede vandforbrug, mens det på Rigshospitalet udgør ca. 22%. Der er således også et potentiale for at

erstatte ledningsvand med andre typer vand på disse hospitaler. På andre hospitaler foregår vandbehandlingen mere decentralt. Således anvender Aalborg Universitetshospital kun ca. 6% af det samlede vandforbrug til centralt behandlet teknisk vand (Rambøll, 2013). Her vil det kræve flere investeringer i rørføring, vandbehandlingsanlæg og opbevaring for at kunne udnytte genanvendt vand eller sekundavand til teknisk vand.

Potentialet kan øges, hvis myndighederne accepterer anvendelsen af vand, uanset oprindelig kvalitet, så længe vandet efterbehandles til drikkevandskvalitet eller bedre. Hermed vil det være muligt at erstatte offentligt forsynet drikkevand til teknisk vand, toiletskyl og andre formål med sekundavand eller genanvendt vand.

I forbindelse med kortlægningen på Hvidovre Hospital blev der identificeret et behov for at forbedre datagrundlaget for at arbejde mere systematisk med vandeffektivitet i organisationen og forbedre beslutningsgrundlaget i forbindelse med optimeringsprojekter.

# 4. Sekundavandsressourcer

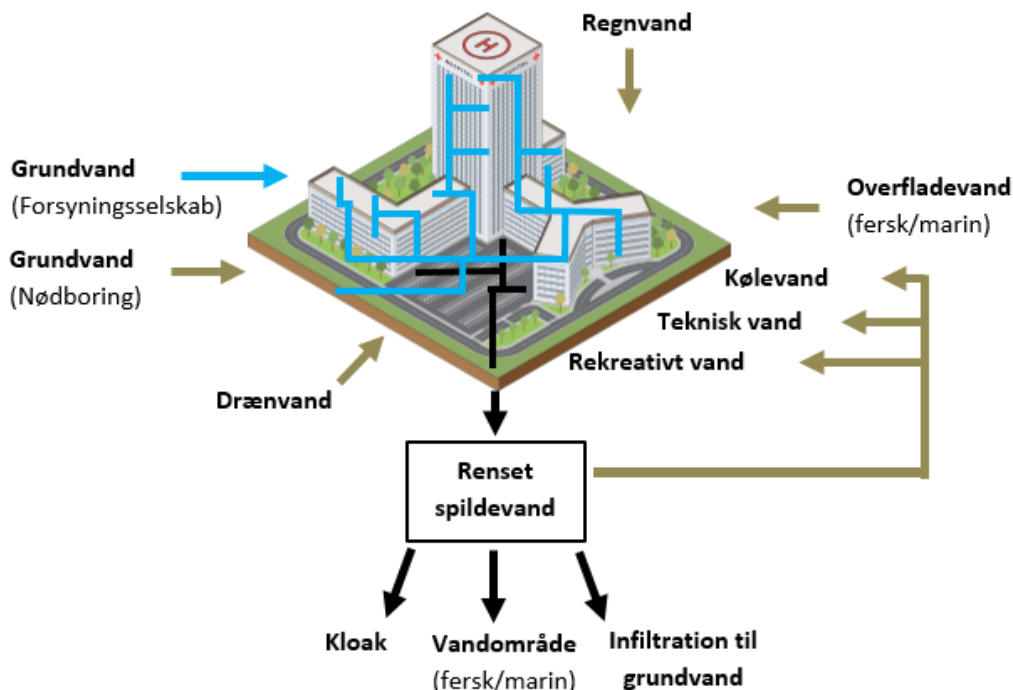
Hospitalet fokuserer i dag primært på udviklingen i totalforbruget af ledningsvand, der afregnes til det lokale forsyningselskab. Men hospitalet har i virkeligheden flere forskellige vandressourcer at trække på, ligesom der er mange brugsmuligheder – også til vand af anden kvalitet end ledningsvand. Det største besparelsespotentiale vil typisk ligge der, hvor hospitalet erstatter almindeligt ledningsvand med sekundavand. Det kræver selvfølgelig, at de sundhedsmæssige og tekniske risici ved brug af sekundavand til de konkrete brugsmuligheder vurderes og håndteres.

I dette kapitel afklares potentialet for brug af sekundavandsressourcer på hospitalet. Via en kortlægning og karakterisering af sekundavandsressourcerne (sources) på Rigshospitalet, Hvidovre Hospital og Herlev Hospital belyses, hvilke mængder og kvaliteter der er til rådighed. Herefter vil brugsmuligheder (sinks) blive evalueret og risikoscreenet i forhold til sundhedsmæssige og tekniske risici.

Kortlægningen og vurderingen af potentialet for brug af sekundavandsressourcer på hospitalet resulterer i forslag til konkrete projekter med brug af sekundavand i Kapitel 5.

## 4.1 Kortlægning af sekundavandsressourcer på hospitalet

Hospitalet har flere forskellige vandressourcer at trække på, ligesom der er mange brugsmuligheder – også til vand af anden kvalitet end ledningsvand. Figur 4.1 viser de sekundavandsressourcer, som kan være tilgængelige på et typisk dansk hospital. Ikke alle vandressourcer vil være tilgængelige på alle hospitalet.



FIGUR 4.1

MULIGE SEKUNDAVANDSRESSOURCER PÅ HOSPITALET.

Det fremgår af Figur 4.1, at hospitaler har flere typer vandressourcer til rådighed. Ledningsvandet fra forsyningsselskabet suppleres typisk også med nødboringsvand. Nødboringsvandet har dog ikke altid en kvalitet, så det kan anvendes som drikkevand, men kan i stedet betragtes som en væsentlig sekundavandskilde. På samme måde har mange hospitaler adgang til store mængder drænvand, som i dag ofte blot pumpes i kloakken. Regnvand i form af overfladeafstrømning er en anden vandressource, som i dag kun udnyttes i mindre omfang. Endelig opstår der en ny vandressource i form af rensset spildevand i takt med, at flere hospitaler indfører spildevandsrensning. Internt på hospitalet behandles en del af ledningsvandet i mere eller mindre centrale vandbehandlingsanlæg (omvendt osmose, RO), hvorfra der forekommer afledning af koncentrat til kloakken. For hospitaler med dialyseafdeling forekommer der desuden afledning af koncentrat fra vandbehandlingen (RO) til dialysen. Koncentratet fra både det centrale RO-anlæg og dialyse RO-anlægget har et potentiale til at kunne genanvendes til forskellige tekniske formål.

I Tabel 4.1 er de tilgængelige sekundavandsressourcer kortlagt på Hvidovre Hospital, Rigshospitalet og Herlev Hospital.

**TABEL 4.1 SEKUNDAVANDSRESSOURCER PÅ HVIDOVRE HOSPITAL, RIGSHOSPITALET OG HERLEV HOSPITAL. DE FORVENTEDE TILGÆNGELIGE ÅRLIGE VANDMÆNGDER (M<sup>3</sup>) ER ANGIVET.**

Sekundavandsressource	Hvidovre Hospital	Rigshospitalet	Herlev Hospital
Nødvand	4.000 (forbrug 2014)	8.000 (forbrug 2014) 50.000 (tilladelse) <sup>1)</sup>	3.500 (tidligere gældende tilladelse)
Regnvand	56.000 <sup>2)</sup>	70.000 <sup>2)</sup>	80.000 <sup>2)</sup>
Renset spildevand	-	-	150.000
Drænvand	45.000	37.000 <sup>3)</sup>	Ikke kortlagt
Overfladevand (fersk/marin)	-	100-1.200 m <sup>3</sup> /time	-
Koncentrat fra centralt RO-anlæg	8.000	10.000	8.000
Koncentrat fra dialyse RO-anlæg	3.000	8.500	5.500
Sum af sekundavandsressourcer	115.000	173.000 (ex søvand)	255.500 (ex drænvand)

- 1) Nuværende indvindingstilladelse fra d. 26. november 1993. Tilladelsen er opdelt i 3 dele: A) 45.000 m<sup>3</sup> til teknisk formål - fremstilling af ionbyttet vand til laboratoriebrug. B) 1.000 m<sup>3</sup> til køleformål i forbindelse med servicering af køleanlæg. C) 4.000 m<sup>3</sup> til friskning af nødvandsanlægget
- 2) Ved en årlig nedbør på 613 mm (klimanormal for København og Nordsjælland 1961-1990) (DMI, 2015) og uden hensyntagen til fordampning
- 3) Estimeret vandmængde

Der er et økonomisk incitament for hospitalerne i at anvende vand fra deres egen nødboring i forhold til almindeligt ledningsvand, da der kun skal betales statsafgift af vandet på 6,5 kr./m<sup>3</sup>. Til sammenligning hermed betales 30,0-45,7 kr/m<sup>3</sup> for ledningsvand. Til gengæld trækker nødboringen på en grundvandsressource, og det kan derfor være mere hensigtsmæssigt at anvende vand, som ellers ville ende i kloakken, fx regnvand, rensset spildevand eller drænvand, som samtidig er gratis (på nær omkostninger til opbevaring, distribution osv).

## 4.2 Aktuel anvendelse af sekundavand

Der anvendes i dag allerede sekundavand af en anden kvalitet end drikkevand til forskellige formål på hospitalerne. Typisk er det til formål som køling og havevanding, hvor vandet ikke kommer i kontakt med plejepersonale eller patienter.

### 4.2.1 Anvendelse af regn- og drænvand til vanding på Hvidovre Hospital

På Hvidovre Hospital anvendes regn- og drænvand til at vande hospitalets 60.000 m<sup>2</sup> haveanlæg. Regnvand fra de befæstede arealer på hospitalet afvander til fem bassiner beliggende i



parkeringskælder under de fire sengebygninger samt ved hovedbygningen. Vand til havevanding tappes fra bassinet under sengebygning 1.

Det befæstede areal på Hvidovre Hospital er i alt ca. 91.470 m<sup>2</sup> fordelt på: Tage, lysgårde, grønne tage samt vejarealer. Ved en årlig nedbør på 613 mm (klimanormal for København og Nordsjælland 1961-1990 (DMI, 2015)) og uden hensyntagen til fordampning resulterer det i en samlet vandmængde på ca. 56.000 m<sup>3</sup>/år. Heraf anvendes der ca. 13.000 m<sup>3</sup>/år til havevanding. Det øvrige vand ledes til offentlig kloak.

I tørre perioder spædes regnvandsbassinet under sengebygning 1 med drænvand fra kældrene, som ligeledes opsamles i bassiner under de fire sengebygninger. Kvaliteten af drænvand fra to pumpebrønde på Hvidovre Hospital under sengebygning 2 og 4 er vist i Tabel 4.3.

#### **4.2.2 Anvendelse af vand fra de indre søer til køling på Rigshospitalet**

Rigshospitalet anvender vand fra Sortedams Sø til køling. Selve køleanlægget er placeret i Øster Sidekælder. Kølesystemet er et lukket system, hvor vandet efter filtreringen anvendes til køling af Rigshospitalets kølekompressor (forår, sommer, efterår), inden det ledes tilbage til Sortedams Sø. Om vinteren er indløbstemperaturen så lav, at Rigshospitalet kan køle deres kølevand direkte via en veksler (frikøl). Der anvendes rørvekslere til veksling, idet der er for mange urenheder i vandet til, at pladevekslere kan anvendes - rørvekslere er knap så følsomme over for snavs og er lettere at rense.

Vandet filtreres gennem et 10 mm filter. På grund af pladsmangel er det ikke muligt at filtrere det yderligere.

Da Sortedams Sø er meget lavvandet, følger kølevandets temperatur udetemperaturen med en ret kort forsinkelse på ca. et døgn. Opvarmningen af vandet i forbindelse med køleprocessen er 3-6 °C alt efter driftsforhold og årstid. Den normale maksimale indløbstemperatur i løbet af sommerperioden er 28 grader, men afhænger af vejret den pågældende sommer. Ved høje indløbstemperaturer bliver kølekompressorerne mindre effektive og anvender en del elektricitet.

Der er ikke måler på vandforbruget, og den cirkulerede vandmængde kan ligge mellem 100 og 1.200 m<sup>3</sup>/h efter behov.

#### **4.2.3 Anvendelse af regn- og drænvand til køling på Herlev Hospital**

På Herlev Hospital anvendes regn- og drænvand som spædevand til køletårnene. Regnvand opsamles fra hospitalets befæstede arealer i et 5.000 m<sup>3</sup> regnvandsbassin beliggende i den sydlige del af hospitalets område. Bassinet fungerer som buffer i tilfælde af voldsomme regnskyl. Regnvandsbassinet modtager desuden drænvand fra hospitalets kældre samt vand fra nødboringen. Der er sandfang på tilgangen til bassinet, og overfladevand fra p-pladser ledes desuden igennem olieudskillere.

Det reducerede befæstede areal på sygehusets matrikel er på ca. 130.140 m<sup>2</sup> fordelt på tage, stier, veje og parkeringspladser. Den årlige nedbør (klimanormal for perioden 1961-1990 (DMI, 2015)) for København og Nordsjælland er 613 mm, svarende til en regnvandsafstrømning på ca. 80.000 m<sup>3</sup>/år (uden hensyntagen til fordampning).

Køletårnene på Herlev Hospital spædes med vand fra regnvandsbassinet, som er rensat i sandfilter og kulfilter. Der suppleres med ca. 5.000-10.000 m<sup>3</sup> vand fra regnvandsbassinet om året<sup>2</sup>. I tørre perioder er det tekniske vand tidligere blevet suppleret med vand fra egen nødboring. Vandet fra nødboringen har et højere indhold af kalk, hvorfor det som udgangspunkt ikke anvendes i

<sup>2</sup> Baseret på målinger foretaget af Herlev Hospital d. 27.5.2014-25.6.2014, hvor forbruget til køletårnet var 3.781 m<sup>3</sup>.

køletårnene. Herlev Hospital har tidligere haft en tilladelse til at indvinde 3.500 m<sup>3</sup>/år fra nødboringen.

Kvaliteten af nødboringsvandet samt det anvendte vand til køletårnene på Herlev Hospital er vist i henholdsvis Tabel 4.2 og Tabel 4.4.

### **4.3 Kvalitet af sekundavandsressourcer**

For at kunne vurdere potentialet for genbrug af vand på hospitalerne er det vigtigt at få kortlagt kvaliteten af de enkelte sekundavandsressourcer.

Der tages jævnligt analyser af hospitalernes nødvandsboringer, mens kvaliteten af de øvrige sekundavandsressourcer på hospitalerne er mindre belyst. Der er derfor i projektet gennemført målinger på drænvand og rejktvand fra RO-vandbehandlingen til dialyse på Hvidovre Hospital samt rensset spildevand og regnvand til køletårnet på Herlev Hospital. Resultaterne er gengivet i nedenstående.

#### **4.3.1 Kvalitet af nødvand**

Kvaliteten af nødboringsvandet kontrolleres med mellemrum på hospitalerne – senest i februar 2012 på Herlev og Hvidovre Hospital og i januar 2009 på Rigshospitalet (GEUS, 2015). Prøverne er udtaget som stikprøver fra afgangens fra nødvandværket. Resultaterne af de seneste analyser for de almindeligste drikkevandsparametre er vist i Tabel 4.2. Der er desuden analyseret for pesticider, chlorerede opløsningsmidler og flygtige stoffer på de tre nødboringer. Alle parametrene blev målt til under detektionsgrænserne (GEUS, 2015). Rigshospitalets nødvandsboring er midlertidigt nedlagt i 2015 og flyttes i forbindelse med flere nybygninger på hospitalet.

TABEL 4.2

KVALITET AF NØDVAND. TIL SAMMENLIGNING ER ANGIVET KVALITETEN AF DRIKKEVANDSFORSYNING FRA HVIDOVRE VANDVÆRK (HOFOR, 2014) SAMT DRIKKEVANDSBEKENDSGØRELSENS GRÆNSEVÆRDIER VED AFGANG FRA VANDVÆRK (MILJØMINISTERIET, 2014). DATA ER HENTET FRA BORINGSDATABASEN JUPITER (GEUS, 2015).

Komponent	Enhed	Herlev Hospital Nødværk afgang d. 3.2.2012	Hvidovre Hospital Nødværk afgang d. 9.2.2012	Rigshospitalet Nødværk afgang d. 26.1.2009	Drikkevands-kvalitet HOFOR 9.7.2014	Værdi ved afgang fra vandværk
Provens farve		Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Farveløs
Provens klarhed		Klar	Klar	Klar	Klar	Klar
Provens lugt		Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
Provens smag		Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
pH	pH	6,8	7,3	6,8	7,2	7-8,5
Inddampningsrest	mg/l	652*	i.a.	i.a.	i.a.	1.500
Ledningsevne	mS/m	93	91	212	135	min 30
Coliforme bakterier 37 °C	MPN/100 ml	< 1	< 1	< 1	< 1	i.m.
Escherichia coli	MPN/100 ml	< 1	< 1	< 1	< 1	i.m.
Kimtal ved 22 °C	cfu/ml	3	< 1	< 1	1	50
Kimtal ved 37 °C	cfu/ml	1	< 1	1	< 1	5
Calcium (Ca)	mg/l	141*	73*	246	160	200**
Magnesium (Mg)	mg/l	18*	39*	33	27	50
Ammoniak+ Ammonium	mg/l	0,91	0,98	0,092	0,006	0,05
Nitrit	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01
Nitrat	mg/l	< 0,5	< 0,5	0,019	4,9	50
Total-P	mg/l	0,008	0,01	0,014	< 0,005	0,15
Chlorid	mg/l	94	71	393	170	250
Fluorid	mg/l	0,45	1,7	0,37	0,51	1,5
Sulfat	mg/l	110	35	247	120	250
Aggressiv kuldioxid	mg/l	i.a.	< 2*	i.a.	< 5	2
Hydrogencarbonat	mg/l	328*	i.a.	313	404	min 100
Jern (Fe)	mg/l	0,73	0,11	0,095	< 0,01	0,1
Kalium (K)	mg/l	3,2*	4*	9,8	6,2	10
Mangan (Mn)	mg/l	0,054	< 0,005	0,11	< 0,005	0,02
Natrium (Na)	mg/l	25*	48*	141	76	175
NVOC	mg/l	2,1	1,2	1,93	2,2	4

\* Resultater fra boringskontrol af grundvand (Herlev Hospital d. 10.12.2008, Hvidovre Hospital d. 25.9.2012)

\*\* Indholdet bør ikke overstige 200 mg/l

I nødboringsvandet fra alle tre hospitaler ligger koncentrationen af én eller flere parametre over drikkevandskravene. Det gælder ammonium, jern, mangan og i mindre grad også calcium, chlorid og fluorid. Der er dog ingen af de pågældende parametre, som udgør en sundhedsmæssig risiko i de målte niveauer. Det er i stedet tekniske aspekter som biologisk vækst og aflejringer, som gør, at koncentrationen bør begrænses.

Nødboringsvandet har på alle tre hospitaler koncentrationer af ammonium (0,092-0,98 mg/l) over grænseværdien på 0,05 mg/l. Et forhøjet indhold af ammonium kan medføre mikrobiologisk vækst og dannelse af nitrit i ledningsnettet. Dog er koncentrationen af fosfor og organisk stof lav i

nødboringsvandet, hvilket vil virke hæmmende på væksten. Koncentrationer på op til 1,5 mg/l kan i reglen fjernes ved normal vandværksbehandling, idet fjernelsesgraden vil afhænge af størrelsen af det sandfilter, der følger efter iltningstrappen. Fjernelse af højere ammoniumkoncentrationer vil typisk kræve anvendelse af et egentligt biologisk filter.

Derudover er koncentrationen af jern på især Herlev Hospital (0,73 mg/l) forhøjet i forhold til grænseværdien for afgang fra vandværk på 0,1 mg/l, men også koncentrationen på Hvidovre Hospital (0,11 mg/l) og Rigshospitalet (0,095 mg/l) ligger tæt på grænseværdien. For højt indhold af jern kan give gener i form af aflejringer i ledningsnet og armaturer, dårlig smag og uklarhed.

Mangan forekommer ofte sammen med jern, og der er således koncentrationer af mangan på henholdsvis 0,054 mg/l og 0,11 mg/l i nødvandet fra Herlev Hospital og Rigshospitalet, hvor grænseværdien ved afgang fra vandværk er 0,02 mg/l. Mangan i ledningsnettet kan vise sig som et sort, lidt olieagtigt fedtet stof.

Koncentrationerne af ammonium, jern, mangan, calcium, chlorid og fluorid er dog umiddelbart så lave, at det ikke er problematisk at anvende nødboringsvandet til forskellige tekniske formål.

#### **4.3.2 Kvalitet af drænvand og koncentrat fra RO-vandbehandling til dialyse**

Kvaliteten af drænvand under Hvidovre Hospital er undersøgt i februar 2015. Der blev udtaget en stikprøve fra drænbrøndene under henholdsvis Center 2 og Center 4 d. 16.2.2015. Stikprøverne blev analyseret for parametrene angivet i Tabel 4.3.

Det fremgår af tabellen, at koncentrationen af ammonium, jern og mangan i drænvandet fra Brønd 4 (under Center 4) ligger over Drikkevandsbekendtgørelsens kravværdier ved forbrugers taphane. Vandets høje turbiditet hænger sandsynligvis sammen med koncentrationen af jern. I Brønd 2 er koncentrationerne af ammonium, jern og mangan lavere, men koncentrationen af ammonium og mangan er stadig over Drikkevandsbekendtgørelsens kravværdi. Der er samtidig målt et kimtal ved 37°C på 59 i Brønd 2, hvor kravværdien ved forbrugers taphane er 20. Drænvandets relativt høje hårdhed kan være et problem i relation til dannelser af belægninger i rør og udstyr. Det har dog ikke en betydelig højere hårdhed end ledningsvandet fra HOFOR til Hvidovre Hospital. Den relativt høje turbiditet i en af drænstrømmene skyldes formentlig det høje jernindhold, hvilket også er et problem i relation til dannelse af kemiske udfældninger. Dette antyder et behov for en simpel vandværksbehandling (iltning og sandfiltrering), før det er egnet til anvendelse til tekniske formål.

Samme dag som prøvetagningen af drænvandet på Hvidovre Hospital blev der udtaget en stikprøve af koncentratet fra vandbehandlingen til Dialyseafsnittet (Nefrologisk Afdeling) på Hvidovre Hospital. Koncentratet fra RO-anlægget afledes til kloak. Vandbehandlingen til Dialyseafsnittet består af et omvendt osmoseanlæg (af fabrikatet Gambro), hvor vandet forinden er filtreret og blødgjort i et aktivt kulfilter og en enkelt ionbytter. Der er desuden et reserveanlæg i tilfælde af svigt på det primære anlæg. Reserveanlægget er en mindre udgave af det primære anlæg. På grund af tekniske problemer ved det primære anlæg på dagen for prøvetagning blev stikprøven udtaget af koncentratet fra reserveanlægget. Analyseparametre og resultater er angivet i Tabel 4.3.

Koncentrationen af inddampningsrest, natrium, chlorid, aggressiv kuldioxid og NVOC i koncentratet er forventeligt alle over kravværdierne ved forbrugers taphane i Drikkevandsbekendtgørelsen. RO-anlægget filtrerer netop disse dele fra i vandbehandlingen. Koncentrationerne af parametrene afgør, hvorvidt det er muligt at anvende koncentratet til forskellige tekniske formål, uden at der opstår problemer med korrosion (chlorid og aggressiv kuldioxid) eller mikrobiel vækst (NVOC). Koncentratet fra dialysevandbehandlingen har en lav koncentration af calcium og magnesium, fordi vandet forinden er blødgjort. Det kan til en række brugsformål være en fordel, fordi det nedsætter risikoen for dannelse af belægninger i rør og udstyr.

Til gengæld har koncentratet et betydeligt indhold af aggressiv kuldioxid, hvilket giver risiko for korrosion af rør og udstyr. Dette kan dog ret nemt afhjælpes ved tilsætning af kalk eller sammenblanding med en anden kalkholdig vandstrøm. Et andet forhold er relativt høje koncentrationer af nitrat og NVOC, hvilket giver et lidt forhøjet biologisk vækstpotentiale, men på den anden side er TP koncentrationen lav, hvilket dæmper vækstpotentialet.

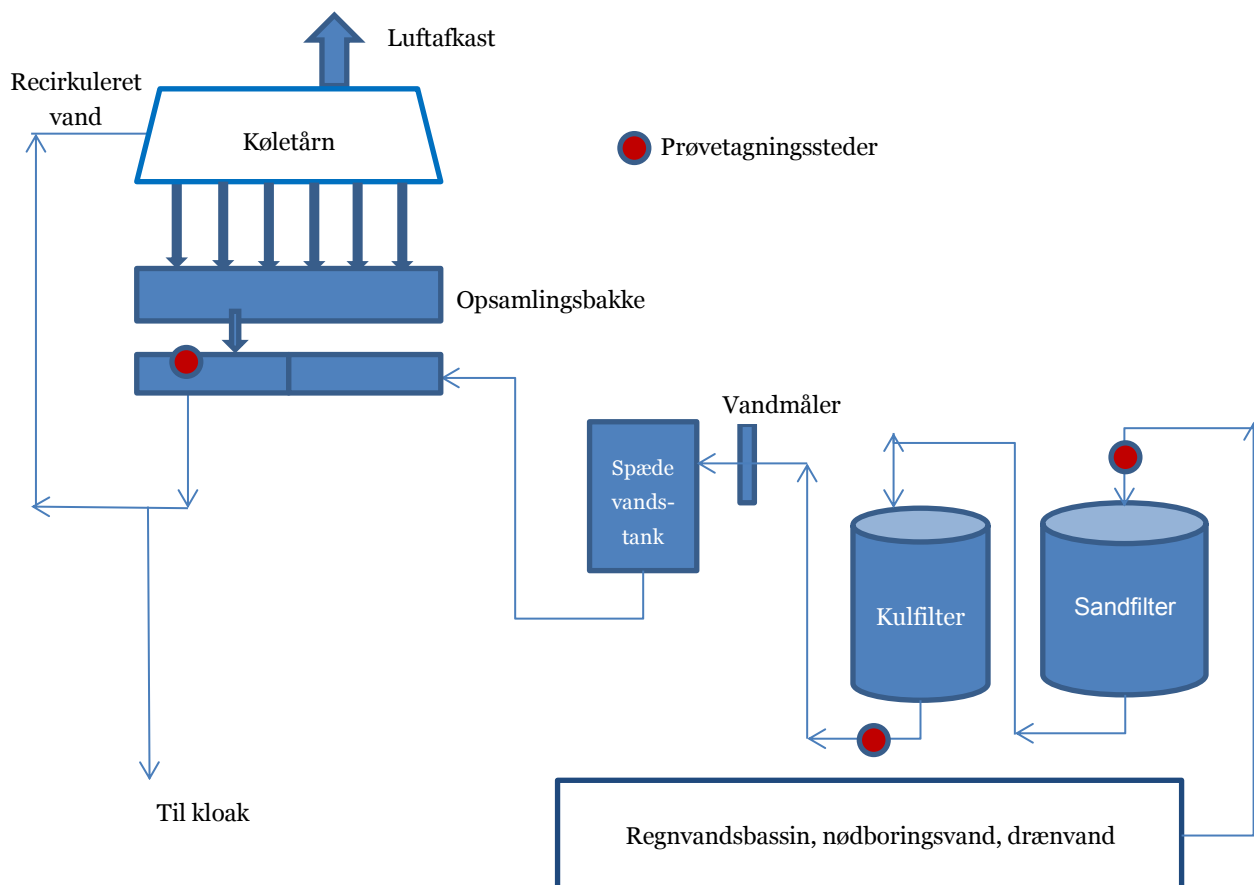
**TABEL 4.3 ANALYSERESULTATER AF MÅLINGER PÅ DRÆNVAND I TO BRØNDE UNDER SENGEBYGNING 2 OG 4 SAMT REJEKTVAND FRA DIALYSEVANDBEHANDLING PÅ HVIDOVRE HOSPITAL 2015. TIL SAMMENLIGNING ER ANGIVET KVALITETEN AF DRIKKEVANDSFORSYNING FRA HVIDOVRE VANDVÆRK (HOFOR, 2014) SAMT DRIKKEVANDSBEKENDSGØRELSENS GRÆNSEVÆRDIER VED FORBRUGERS TAPHANE (MILJØMINISTERIET, 2014).**

Komponent	Enhed	Drænvand Center 4 16.2.2015	Drænvand Center 2 16.2.2015	Dialyse-koncentrat 16.2.2015	Drikkevands kvalitet HOFOR 9.7.2014	Værdi ved forbrugers taphane
Provens farve		Gul	Farveløs	Farveløs	Farveløs	Farveløs
Provens klarhed		Uklar	Klar	Klar	Klar	Klar
Provens lugt		Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
Provens smag		Ej vurderet	Normal	Normal	Normal	Normal
pH	pH	7,3	7,4	8	7,2	7-8,5
Inddampningsrest	mg/l	980	960	1.800		1.500
Iltindhold	mg/l	7,9	8,5	10	9,4	min 5
Ledningsevne	mS/m	140	140	270	135	min 30
Farvetal, Pt	mg Pt/l	1,8	1,7	10	2,1	15
Turbiditet	ftu	8,2	1	< 0,1	0,06	1
Coliforme bakterier 37 °C	MPN/100 ml	< 1	1	< 1	< 1	i.m.
Escherichia coli	MPN/100 ml	< 1	< 1	< 1	< 1	i.m.
Kimtal ved 22 °C	cfu/ml	< 1	65	50	1	200
Kimtal ved 37 °C	cfu/ml	1	59	7	< 1	20
Hårdhed, total	°dH	33	32	0,62	29	5-30
Calcium (Ca)	mg/l	190	190	3,5	160	200
Magnesium (Mg)	mg/l	27	23	0,55	27	50
Ammonium	mg/l	0,18	0,064	< 0,006	0,006	0,05
Nitrit	mg/l	0,01	0,016	< 0,005	< 0,005	0,1
Nitrat	mg/l	0,58	1,7	8,4	4,9	50
Total-P	mg/l	0,021	0,02	0,01	< 0,005	0,15
Chlorid	mg/l	190	180	260	170	250
Fluorid	mg/l	0,32	0,37	1,4	0,51	1,5
Sulfat	mg/l	150	160	220	120	250
Aggressiv kuldioxid	mg/l	< 5	< 5	8	< 5	2
Hydrogencarbonat	mg/l	379	383	1.070	404	min 100
Jern (Fe)	mg/l	1,4	0,18	< 0,01	< 0,01	0,2
Kalium (K)	mg/l	4,9	5,6	7,7	6,2	10
Mangan (Mn)	mg/l	0,088	0,063	< 0,005	< 0,005	0,05
Natrium (Na)	mg/l	57	67	630	76	175
NVOC, ikke flygt.org.carbon	mg/l	2	1,9	6,9	2,2	4

Analyserne af drænvandet og dialysekoncentratet er foretaget på stikprøver, som ikke giver et fuldstændigt billede af vandkvaliteten og eventuelle variationer over tid, men kvaliteten af de to typer af sekundærvand forventes at være forholdsvis konstant.

### 4.3.3 Kvalitet af regnvand og kølevand

På Herlev Hospital anvendes i dag sekundærvand som spædevand til køletårnene. For at belyse kvaliteten af det anvendte regn- og drænvand både inden og under anvendelse blev der d. 23.6.2015 udtaget stikprøver før og efter rensning (sand- og kulfilter) samt efter, at vandet havde recirkuleret over køletårnet, jf. Figur 4.2. Analyseparametre og -resultater er angivet i Tabel 4.4.



FIGUR 4.2 VANDFLOW OMKRING KØLETÅRNET PÅ HERLEV HOSPITAL MED ANGIVELSE AF PRØVETAGNINGSTEDER.

Resultaterne viser et højt antal *E. coli*, coliforme bakterier og kimtal i både det rå regn- og drænvand fra regnvandsbassinet, det filtrerede vand (efter sand- og kulfilter) og det recirkulerede vand. Regnvandsafstrømning fra tage og veje indeholder ofte en høj koncentration af coliforme bakterier på grund af fækal forurening fra fugle og andre dyr (Vand i Byer, 2013). Koncentrationen af *E. coli* er minimum en faktor tre højere i det recirkulerede vand end i det rå regn- og drænvand samt det filtrerede vand. Dette tyder på, at der forekommer yderligere vækst i selve køletårnet.

Koncentrationen af ammonium, natrium, chlorid og mangan er i alle tre prøver højere end Drikkevandsbekendtgørelsens kravværdi ved forbrugers taphane (Miljøministeriet, 2014).

Turbiditet samt koncentration af jern og mangan reduceres med ca. 32-35% efter sandfilter og kulfilter, mens koncentrationen af *E. coli* reduceres med knap 50%. *E. coli* opformerer dog igen, idet vandet recirkuleres over køletårnet. For de øvrige parametre har det eksisterende sand- og kulfilter ingen umiddelbar effekt.

TABEL 4.4

ANALYSERESULTATER AF MÅLINGER PÅ KØLEVAND PÅ HERLEV HOSPITAL: UDGANG FRA KULFILTER, INDGANG TIL SANDFILTER SAMT FRA KØLETÅRNET. TIL SAMMENLIGNING ER ANGIVET DRILLEVANDSBEKENDSGØRELSENS GRÆNSEVÆRDIER VED FORBRUGERS TAPHANE (MILJØMINISTERIET, 2014).

Komponent	Enhed	Sandfilter IND d. 23.6.2015	Kulfilter UD d. 23.6.2015	Køletårn d. 23.6.2015	Værdi ved forbrugers taphane
Inddampningsrest	mg/l	780	780	1100	1.500
Iltindhold	mg/l	8,6	9,2	9,8	Min. 5
Farvetal, Pt	mg Pt/l	14	13	42	15
Turbiditet	FTU	1,2	0,82	4,4	1
Legionella	CFU/l	< 10	< 10	< 10	-
Escherichia coli	MPN/100 ml	83	48	> 200	i.m.
Coliforme bakterier 37 °C	MPN/100 ml	> 200	> 200	> 200	i.m.
Kimtal ved 22 °C	CFU/ml	> 3.000	> 3.000	> 3.000	200
Kimtal ved 37 °C	CFU/ml	> 3.000	> 3.000	> 3.000	20
Hårdhed, total	°dH	10	11	15	5-30
Calcium (Ca)	mg/l	63	67	90	200
Magnesium (Mg)	mg/l	6,1	6,5	8,7	50
Ammonium	mg/l	1,6	1,5	0,023	0,05
Nitrit	mg/l	0,1	0,1	0,06	0,1
Nitrat	mg/l	3,5	3,7	15	50
Total-P	mg/l	0,079	0,072	2	0,15
Chlorid	mg/l	320	320	410	250
Fluorid	mg/l	0,17	0,17	0,26	1,5
Sulfat	mg/l	28	28	39	250
Aggressiv kuldioxid	mg/l	< 5	< 5	< 5	2
Hydrogencarbonat	mg/l	148	148	183	Min. 100
Jern (Fe)	mg/l	0,11	0,072	0,22	0,2
Kalium (K)	mg/l	3,7	3,7	5	10
Mangan (Mn)	mg/l	0,11	0,075	0,013	0,05
Natrium (Na)	mg/l	170	180	230	175
NVOC, ikke flygt.org.carbon	mg/l	3,8	3,7	11	4

#### 4.3.4 Kvalitet af rensed hospitalsspildevand

På Herlev Hospital renses det samlede spildevand i et avanceret renseanlæg med biologiske procestanke, MBR-filtre (Membran BioReaktor), ozon, aktiv kulfiltre og UV (Grundfos BioBooster A/S, 2016). To prøver fra udløbet fra renseanlægget er analyseret for mikrobiologiske parametre (jf. Tabel 4.5) og kemiske drikkevandsparametre (jf. Tabel 4.6).

Der er et generelt lavt indhold af bakterier og kim i det rensede spildevand. Koncentrationen af *E. coli* er i begge prøver <1 MPN/100 ml, mens kintal ved 22 °C på 16-27 CFU/ml er under drikkevandskvalitetskravet på 200 CFU/ml. Kintal ved 37 °C blev i den ene prøve bestemt til 48 CFU/ml, hvilket er over drikkevandskvalitetskravet på 20 CFU/ml ved forbrugers taphane.

TABEL 4.5

ANALYSERESULTATER AF MÅLINGER PÅ RENSET SPILDEVAND FRA HERLEV HOSPITAL (GRUNDFOS BIOBOOSTER A/S, 2016). TIL SAMMENLIGNING ER ANGIVET DRIKKEVANDSBEKENDSGØRELSENS GRÆNSEVÆRDIER VED FORBRUGERS TAPHANE (MILJØMINISTERIET, 2014).

Komponent	Enhed	Renseanlæg udløb d. 27.08.2015	Renseanlæg udløb d. 28.09.2015	Drikkevandskvalitet HOFOR 9.7.2014	Værdi ved forbrugers taphane
Provens farve		-	Farveløs	Farveløs	Colourless
Provens klarhed		-	Klar	Klar	Clear
Provens lugt		-	Ingen	Ingen	None
Provens smag		-	-	Normal	Normal
<i>Escherichia coli</i>	MPN/100 ml	<1	<1	< 1	-
Coliforme bakterier 37°C	MPN/100 ml	<1	<1	< 1	-
Kimtal ved 22 °C	CFU/ml	27	16	1	200
Kimtal ved 37°C	CFU /ml	48	15	< 1	20
Spore-forming <i>Clostridium perfringens</i>	CFU /ml	<1	-	-	-

TABEL 4.6

ANALYSERESULTATER AF MÅLINGER PÅ RENSET SPILDEVAND FRA HERLEV HOSPITAL (GRUNDFOS BIOBOOSTER A/S, 2016). TIL SAMMENLIGNING ER ANGIVET DRIKKEVANDSBEKENDSGØRELSENS GRÆNSEVÆRDIER VED FORBRUGERS TAPHANE (MILJØMINISTERIET, 2014).

Parameter	Enhed	Renseanlæg udløb d. 25.08.2015	Renseanlæg udløb d. 27.08.2015	Drikkevandskvalitet HOFOR 9.7.2014	Værdi ved forbrugers taphane
Inddampningsrest	mg/l	1.000	1.100	-	1.500
Farvetal, Pt	mg Pt/l	11	10	2,1	15
Turbiditet	ftu	0,38	0,16	0,06	1
Hårdhed, total	°dH	18	20	29	5-30
Calcium (Ca)	mg/l	100	110	160	200
Magnesium (Mg)	mg/l	19	20	27	50
Ammonium	mg/l	<0,005	0,005	0,006	0,05
Nitrit	mg/l	0,004	0,005	< 0,005	0,1
Nitrat	mg/l	4,6	6,0	4,9	50
Total-P	mg/l	0,2*	0,2*	< 0,005	0,15
Chlorid	mg/l	300	320	170	250
Fluorid	mg/l	0,42	0,42	0,51	1,5
Sulfat	mg/l	68	74	120	250
Aggressiv kuldioxid	mg/l	<5	<5	< 5	2
Hydrogencarbonat	mg/l	421	453	404	min 100
Jern (Fe)	mg/l	<0,01	<0,01	< 0,01	0,2
Kalium (K)	mg/l	28	33	6,2	10
Mangan (Mn)	mg/l	<0,005	<0,005	< 0,005	0,05
Natrium (Na)	mg/l	230	230	76	175
NVOC	mg/l	6,1	5,8	2,2	4

\* Målt i november 2015 efter, at fosfat-fjernelse var kørt ind på renselanlægget (Grundfos BioBooster A/S, 2016)



Koncentrationen af kvælstof og fosfor i det rensede spildevand kan risikere at medføre en genvækst af bakterier ved opbevaring og distribution af det rensede spildevand i tilfælde af, at det skal anvendes til sekundavandsformål. Koncentrationen af Total-P, chlorid, kalium, natrium og NVOC overholder ikke drikkevandskvalitetskravet ved forbrugers taphane.

Der er desuden analyseret for metallerne bly, cadmium, krom, kobber, kviksølv, nikkel og zink i rensed spildevand fra Herlev Hospitals renseanlæg (Grundfos BioBooster A/S, 2016). Ingen af metallerne er målt i koncentrationer over drikkevandsbekendtgørelsens krav ved forbrugers taphane.

#### 4.4 Potentielle brugsmuligheder

Potentialet for anvendelse af sekundavand på hospitaler afhænger af matchet mellem sekundavandets kvalitet - eller opnåelig kvalitet (inden for en rimelig økonomisk ramme) - den tilgængelige vandmængde og så den vandkvalitet og vandmængde, der er behov for til de enkelte slutforbrug/anvendelser. I mange tilfælde kræver sekundavandsanvendelsen en vandkvalitet, der er lavere end drikkevandskvalitet, uden at det udgør en sundhedsrisiko.

I matricen i Tabel 4.7 er de tilgængelige sekundavandsressourcer, inkl. årlige vandmængder, angivet sammen med mulige anvendelser og de omtrentlige årlige vandmængdebehov for hver enkelt anvendelse. De tilgængelige vandmængder og behov varierer fra hospital til hospital og skal kortlægges nærmere for at kunne vurdere det reelle potentiale i sekundavandsanvendelsen. I matricen er vandmængderne baseret på vandaudit kortlægningen i Kapitel 2 og 3 for Hvidovre Hospital, Rigshospitalet og Herlev Hospital.

De potentielle slutforbrug er opdelt på de fire kategorier (jf Afsnit 3.3):

1. Vand som indtages af patienter
2. Vand med direkte kontakt med patienter
3. Vand med indirekte kontakt med patienter
4. Vand uden kontakt med patienter

Generelt er der tre overordnede risikoelementer i relation til kvaliteten af sekundavand til genanvendelse:

*Hygiejnisk kvalitet:* Det første element vedrører sekundavandets hygiejniske kvalitet, dvs. vandets indhold af sygdomsfremkaldende mikroorganismer eller virus, målt enten direkte som f.eks. specifikke bakteriearter eller som indikatororganismer. Vand, der indtages af patienter, eller er i direkte kontakt med patienter, skal til hver en tid have den højeste hygiejniske standard, hvilket blandt andet vil sige, at der ikke må forekomme coliforme bakterier på noget tidspunkt. Teknisk set kan sådanne krav relativt nemt overholdes ved anvendelse af forskellige typer af vandbehandling af sekundavand.

Der vil imidlertid altid være en vis risiko for tekniske nedbrud af vandbehandlingsprocesser med deraf følgende risiko for overskridelse af hygiejnekravene, og denne risiko vurderes at være uacceptabel i forhold til slutforbrug af kategori 1 og 2. Alene ud fra hygiejniske kriterier anbefales det derfor, at der ikke anvendes sekundavand til disse slutbrugskategorier. For kategori 3 og specielt kategori 4 skal vandet stadig have en god hygiejnisk standard, men tekniske nedbrud med deraf følgende mindre overskridelser af hygiejnekrav er langt mindre kritiske, og med implementering af passende overvågning af vandkvaliteten samt styring af tekniske tiltag vil sekundavand ud fra hygiejniske kriterier ofte kunne bruges til kategori 3 og 4 formål.

*Uorganiske forbindelser i relation til udfældninger/korrosion:* Det andet element er sekundavandets sammensætning af uorganiske forbindelser, dvs. koncentration af salte og metaller, herunder specielt kalk og uorganiske kulstofforbindelser, der er vigtige faktorer i relation til

udfældninger og korrosion. Høje koncentrationer af salte og metaller (som blandt andet udtrykt ved vandets hårdhedsgrad) øger generelt risikoen for afsætning af hårde lag af uorganiske udfældninger i rør og udstyr, der er i kontakt med vandet, og kan i svære tilfælde nødvendiggøre hyppige og besværlige ”afkalkningstiltag”. Høje saltkoncentrationer kan endvidere føre til mindre effektiv drift af vandbehandlingsanlæg. Hvis en sekundavandsstrøm f.eks. skal RO-behandles før slutbrug, vil en væsentlig forhøjelse af den samlede saltkoncentration i fødevandet til RO-systemet enten betyde en forringelse af udnyttelsesgraden (forholdet mellem permeat og koncentrat) eller et højere driftstryk med deraf følgende højere energiforbrug. I de tilfælde, hvor de aktuelle sekundavandstyper har forhøjede saltkoncentrationer, synes der dog kun at være tale om lettere forhøjelser, der næppe vil forårsage væsentlige problemer med øget tendens til udfældninger og forringet driftseffektivitet for vandbehandlingsanlæg, der i forvejen behandler ledningsvand med relativt høj hårdhed.

*Næringssalte og organisk stof i forhold til biologisk vækst:* Det tredje element har at gøre med sekundavandets potentiale til at understøtte biologisk vækst i rør og udstyr. Her er vandets koncentrationer af næringssalte (kvælstof og fosfor) samt organiske kulstofforbindelser (målt som f.eks. NVOC) vigtige faktorer. I forhold til biologisk vækst ser rensset spildevand ud til at være den mest kritiske af de aktuelle sekundavandstyper, idet der er et vist indhold af både kvælstof, fosfor og organisk kulstof, hvorimod de andre typer har meget lave indhold af enten kvælstof eller fosfor (begge dele skal være til stede, for at mikroorganismene kan vokse).

TABEL 4.7

SCREENING AF POTENTIELLE BRUGSMULIGHEDER FOR SEKUNDAVAND. GRØN MARKERING ANGIVER, AT SEKUNDAVANDSRESSOURCEN KAN BENYTTES UDEN YDERLIGERE VANDBEHANDLING. GUL MARKERING ANGIVER, AT SEKUNDAVANDSRESSOURCEN KRÆVER YDERLIGERE VANDBEHANDLING INDEN BRUG. VANDMÆNGDERNE ER ESTIMERET PÅ BAGGRUND AF KORTLÆGNINGEN PÅ HVIDOVRE HOSPITAL, HERLEV HOSPITAL OG RIGSHOSPITALET.

Vandkategori	Sekretavands-ressource	Nødvand	Regnvand	Renset spildevand	Simpelt rensset drænvand	Overfladevand (fersk/marin)	Koncentrat fra centralt RO-anlæg	Koncentrat fra Dialyse RO-anlæg
<b>Slutforbrug</b>	<b>Vandmængde (1.000 m<sup>3</sup>/år)</b>	4-50	56-80	150	40	Ukendt	8-10	2-6
<b>1. Indtages af patienter</b>	35-50							
<b>2. Direkte kontakt med patienter</b>	25-35							
<b>3. Indirekte kontakt med patienter</b>	10-20							
	30-40							
	2-5							
	0,5-1,5							
<b>4. Uden kontakt med patienter</b>	5-15							
	0,5-15							
	0,5-15					#		
	Variierende							
	5-10					#		
	0,5-2							

# Anvendelse af fersk overfladevand

#### 4.4.1 Slutforbrug med indirekte kontakt med patienter

##### **Rengøring (gulvask og generel vask af overflader)**

Kræver højeste hygiejnisk kvalitet. Risiko for forringet kvalitet som følge af nedbrud af vandbehandlingsteknologi kan ikke accepteres. Umiddelbart er det kun nødvand og dialysekoncentrat, der kan siges at opfylde disse krav.

I forhold til drikkevandskvalitet er der for nødvand overskridelser for parametrene jern, mangan og ammonium. Mens ammonium næppe er kritisk for rengøringsformål, kan jern og mangan give misfarvning af vandet, der eventuelt kan smitte af på gulve og overflader.

Det må derfor anbefales, at der foretages en forbedret vandbehandling af nødvandsstrømmene, hvilket kan ske ved en mindre optimering af de eksisterende nødvandsvandværker. Nødvandets hårdhed er en smule lavere end ledningsvandets, og der synes derfor ikke at være risiko for vandkemiske problemer i form af udfældninger og øget sæbeforbrug.

Herudover kan koncentrat fra RO-behandling af vand til dialyse også være en potentiel vandkilde til rengøringsformål. Koncentratet har en meget lav hårdhedsgrad, hvilket er en fordel i relation til sæbeforbrug. De lidt forhøjede koncentrationer af organiske kulstofforbindelser i forhold til ledningsvandet bør ikke være kritisk. Koncentratet har et betydeligt indhold af aggressivt kulstof, men dette kan fjernes ved sammenblanding med en kalkholdig vandstrøm som ledningsvand eller nødvand.

Ved anvendelse af både nødvand og dialysekoncentrat rådes der over en vandmængde i størrelsesordenen 6.000-11.000 m<sup>3</sup>/år, svarende til godt og vel halvdelen af vandforbruget til rengøring, som er anslået til 10.000-20.000 m<sup>3</sup>/år.

##### **Vandbehandling (RO-behandling) til kritiske vaskemaskiner**

De kritiske vaskemaskiner omfatter bækkengogere, sengevask, madrasautoklave, instrumentvask, laboratorieopvask og serviceopvaskemaskiner, hvorfra det vaskede udstyr kommer i direkte kontakt med patienter. Fødevandet til disse maskiner er på Hvidovre Hospital centralt RO-behandlet vand.

Samme forhold gør sig gældende for kritiske vaskemaskiner, som beskrevet ovenfor for vand til rengøring, dvs. at det som udgangspunkt kun er nødvand og dialysekoncentrat, som bør anvendes til dette formål. Hertil kommer det simpelt rensede (i form af iltning og sandfiltrering) drænvand, som efter en afsluttende desinficerende UV-behandling vurderes at være forsvarligt at anvende til dette formål. Drænvandet er ikke fækal forurenet (mikrobiologisk set kun et mindre forhøjet kimal), og et eventuelt nedbrud i desinfektionsteknologien vurderes derfor ikke at være meget kritisk.

Dette skal også ses i lyset af, at sekundavandet kommer igennem en yderligere barriere i form af RO-behandling og desinfektion i form af opvarmning, hvilket giver ekstra hygiejnisk og teknisk sikkerhed. Den noget forhøjede ledningsevne i dialysekoncentrat antyder, at koncentratet kan være lidt vanskeligere at RO-filtrere end ledningsvand og nødvand. Ved fortynding med andre vandtyper før RO-filtrering er dette dog næppe et væsentligt problem.

Ved anvendelse af både nødvand, dialysekoncentrat og simpelt rensede drænvand (UV-behandlet) til kritiske vaskemaskiner synes de 30.000-40.000 m<sup>3</sup>/år ledningsvand, der i dag bruges, at kunne erstattes af sekundavand på Hvidovre Hospital.

### **Vandbehandling til mindre kritiske vaskemaskiner**

De mindre kritiske vaskemaskiner omfatter containervask og vaskeri (vask af klude, mopper m.v.), hvor det vaskede udstyr ikke kommer i direkte kontakt med patienter. På Hvidovre Hospital benyttes RO-behandlet vand til containervask og enkelt ionbyttet vand til vaskemaskinerne.

Pga. af den mindre grad af kontakt til patienter vurderes det, at der til de mindre kritiske vaskemaskiner godt kan anvendes sekundavandstyper med et noget højere kimalt, men hvor der ikke er risiko for fækale bakterier. Ud over nødvand (hvor jern og mangan, der kan give misfarvning på tekstilerne, er fjernet, jf. ovenstående om vand til rengøring) og dialysekoncentrat vurderes det derfor også acceptabelt at anvende simpelt rensset (i form af iltning og sandfiltrering) drænvand. Det skal igen huskes, at der vil være en yderligere barriere i form af RO-behandling og opvarmning af sekundavandet. I den forbindelse skal det påpeges, at drænvandet har en lidt forhøjet hårdhed i forhold til ledningsvandet, hvilket kan resultere i en lettere nedsat effektivitet af RO-processen.

### **Vandbehandling til dampkedler**

Dampkedlerne forsyner bækkenkogere, sengevask, autoklaver etc. med damp til vaskeprocessen. Vandet, som forsyner dampkedler på Hvidovre Hospital, er RO-behandlet.

Den hygiejniske risiko ved brug af sekundavand til dampkedlerne er generelt beskeden, da dampen mindst er 120 °C varmt. Samtidig er der en yderligere barriere i form af RO-behandlingen. Dampen anvendes til at vaske udstyr, som efterfølgende kommer i direkte/indirekte kontakt med patienter, og anvendelsen må derfor alligevel betegnes som kritisk ud fra en hygiejnisk risiko, hvis der skulle opstå svigt i vandbehandling eller opvarmning. Svigt i vandbehandling vil ikke kunne accepteres. Derfor anbefales kun brug af nødvand, hvor jern og mangan er fjernet, så RO-anlægget ikke belastes unødigt.

## **4.4.2 Slutforbrug uden kontakt med patienter**

### **Personalettoiletter og havebassiner/søer**

Vand til personalettoiletter samt havebassiner/søer kræver hverken højeste hygiejniske eller vandkemiske standard. Derfor er der umiddelbart mulighed for anvendelse af alle de nævnte sekundavandstyper til disse brugsformål. Samlet er der tale om et årligt forbrug i størrelsesordenen 5.000-30.000 m<sup>3</sup>/år, og dette vil let kunne dækkes af én af de store sekundavandskilder: Regnvand, rensset spildevand eller simpelt rensset drænvand. Ved brug af regnvand og rensset spildevand til havebassiner/søer skal man være opmærksom på, at Total-P indholdet skal holdes lavt, hvis man ønsker klart vand uden for meget algevækst.

### **Havevanding**

Som for personalettoiletter og havebassiner/søer. Dog kan et forhøjet saltindhold i koncenterater fra RO-behandling give et problem med saltophobning i jordlaget, der kan skade plantevækst. I modsætning til marint overfladevand kan overfladevand i form af søvand i princippet også tænkes brugt til havevanding.

### **Køling**

Større forekomster af overfladevand i nærheden af hospitalet kan tænkes brugt til direkte frikøling via varmeveksler. Det kritiske forhold er her, at vandet skal være godt rensset for partikler for ikke at få en uacceptabelt høj tilsætning af varmerevekslerne. Der vil derfor typisk skulle foretages en eller anden form for filtrering ved vandindtaget.

### **Vandbehandling til køletårne**

For spædevand til køletårne er der fokus på såvel hygiejne, potentiale for biologisk vækst samt saltindhold, men svingninger i kvaliteten kan i nogen grad accepteres. Derfor kan alle de nævnte

sekundavandskilder (undtaget dog marint overfladevand pga. korrosionsrisiko) i princippet anvendes som fødevand til køletårnsystemets vandbehandlingsanlæg. Dog vil man typisk se bort fra kilder med forhøjet saltindhold såsom RO-koncentrater. Køletårnsystemets vandbehandlingsanlæg vil typisk bestå i et sandfilter, dosering af antiscaling kemikalier samt et desinficeringstrin i form af kloring, UV eller tilsætning af biocider. Hver af de relevante sekundavandskilder vil let kunne dække det relativt lille behov for køletårnsspædevand, som er i størrelsesordenen 5.000-10.000 m<sup>3</sup>/år.

### **Sprinkleranlæg**

Det primære fokus er på vandets hygiejniske kvalitet, hvorfor der kun bør anvendes vand med ingen eller meget lille risiko for forekomst af fækale bakterier. Samtidig skal vandet være godt rensat for partikler for at undgå tilstopning. På den baggrund vurderes det, at kun nødvand og simpelt rensat drænvand kan anvendes til sprinklerformål. Ud fra hygiejniske kriterier vil RO-koncentrater i princippet også kunne anvendes, men da koncentraterne typisk indeholder en del aggressiv kuldioxid med deraf følgende risiko for korrosion, kan disse kilder ikke anbefales til brug i sprinkleranlæg.

## **4.5 Lovgivning omkring anvendelse af sekundavand på hospitaler**

Den primære lovgivning omkring anvendelse af vand (herunder sekundavand) på hospitaler er fastlagt i Drikkevandsbekendtgørelsen (Miljøministeriet, 2015), som fastsætter kvalitetskrav til drikkevand. Det er drikkevandsparametrene i bilag 1 a-d i bekendtgørelsen, som definerer drikkevand.

Genbrug af vand i industrien (herunder også på hospitaler) er som udgangspunkt tilladt. Der er på nuværende tidspunkt ingen lovgivning, som forhindrer, at vand genbruges en eller flere gange til forskellige produktionsformål inden for egen virksomhed eller på tværs af virksomheder (Naturstyrelsen, 2016). Dog er der følgende undtagelser/præciseringer i Drikkevandsbekendtgørelsen:

- Genbrug af vand i virksomheder må ikke ske til husholdningsbrug (dvs. vand til konsum, madlavning, personlig hygiejne, toiletskyl, tøjvask m.m.)
- Kun opsamlet regnvand fra tage må som sekundavand anvendes til toiletskyl. Regnvand kan indeholde høje koncentrationer af bakterier og virus på grund af fækalier fra fugle og dyr, hvorfor det af sundhedsmæssige årsager ikke er tilladt at anvende direkte til tøjvask og toiletskyl på hospitaler
- Genbrug af vand i fødevarer virksomheder (inkl. vand til køkkener og kantiner) er kun tilladt, såfremt vandet renses til drikkevandskvalitet, og hvis det samtidig sikres, at vandet ikke indeholder stoffer fra tidligere brug, der kan forurene den endelige fødevarer. Der skal indhentes en forudgående tilladelse fra Fødevarestyrelsen på baggrund af en risikovurdering
- Hvis virksomheden fremstiller lægemidler eller andre produkter, hvortil der stilles særlige sundhedsmæssige krav til vandforsyningen, kan der kun anvendes vand af drikkevandskvalitet, dvs. at brug af vand af ringere kvalitet end drikkevand ikke er mulig
- Der er ingen lovgivningskrav til kvaliteten af vand til tekniske formål, men af hensyn til hygiejne, korrosion og biologisk vækst i vandsystemerne kan det være nødvendigt at fastsætte kvalitetskrav til bl.a. mikrobiologiske parametre, uorganiske forbindelser, næringssalte og organisk stof (jf. Afsnit 4.4)

Potentialet for vandbesparelser og brug af sekundavand på hospitaler kan øges, hvis der åbnes op for anvendelsen af andre sekundavandskilder til fx toiletskyl, tøjvask og rengøring, hvor sekundavandskilderne har en kvalitet, der ikke udgør en sundhedsmæssig risiko.

Lovgivningen omkring anvendelse af sekundavand er desuden diskuteret i Udredning om brug af sekundavand i Danmark (Naturstyrelsen, 2014).

### **Krav til installationer**

Hvis hospitalet anvender flere typer vand (til f.eks. brandslukning, fremstilling af damp, køling og lignende formål), må der ikke være risiko for at forveksle ledningssystemerne til de forskellige typer. Der må heller ikke være risiko for, at der kan ske opblanding af de forskellige typer vandkvalitet. Det vil bl.a. sige, at:

- Der ikke må være risiko for tilbagestrømning af sekundavand til drikkevandssystemerne eller være utætheder i ledningerne
- Sekundavandet skal distribueres og behandles i særskilte installationer, som ikke har tilknytning til ejendommens drikkevandsinstallationer og
- Installationer til sekundavand skal være afmærkede, så det tydeligt fremgår, at installationerne ikke indeholder drikkevand

For at sikre mod forurening af drikkevandet i selve vandinstallationerne og –systemerne i bygningerne skal udførelse af installationerne ske i overensstemmelse med:

- DS 439 Norm for vandinstallationer
- DS 432 Norm for afløbsinstallationer
- DS/EN 1717 Sikring mod forurening af drikkevand i vandinstallationer samt generelle krav til tilbagestrømningsikring
- Rørcenteranvisning 015, Oktober 2009: Tilbagestrømningsikring af vandforsyningssystemer
- Bygningsreglementet BR10
- SBI-anvisning 227 Korrosion i vandinstallationer
- Vejledning om metalliske materialer til vandinstallationer, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 12, 2005

### **Tilladelse til genbrug af vand**

Ved genbrug af vand inden for egen virksomhed kan ombygning af eksisterende bygninger og installationer betyde, at der skal erhverves byggetilladelse hos kommunen, før arbejdet kan udføres. Desuden skal det vurderes, om genbrug af vand medfører ændringer i virksomhedens afledning, udledning eller nedsivning af spildevand i forhold til eksisterende tilladelser. I givet fald skal kommunen ansøges om en fornyet spildevandstilladelse i henhold til § 19 eller § 28 i Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse (Naturstyrelsen, 2016).

Af hensyn til de potentielle sundhedsmæssige risici for medarbejderne ved brug af sekundavand bør der foretages en arbejdsmiljømæssig vurdering af risici og laves forebyggelsestiltag for at beskytte virksomhedens personale mod eventuelle risici ved genanvendelse af vandet (Naturstyrelsen, 2016).

# 5. Behov for udvikling og afprøvning af ny vandeffektiv teknologi

Det primære formål med projektet er at afklare behovet for udvikling og afprøvning af ny vandbesparende teknologi på hospitaler. I projektet er arbejdet ud fra følgende metodik med 7 principper for vandbesparelser til identifikation og eksemplificering af metoder til vandbesparelser. De 7 principper for vandbesparelser er prioriteret efter investeringens størrelse og den forventede vandbesparelse:

1. Ændret adfærd og optimering af eksisterende udstyr
2. Mindre investeringer i nyt udstyr
3. Større investeringer i nyt udstyr
4. Investering i ny "tør teknologi"
5. Direkte genbrug af sekundavand uden rensning
6. Brug af sekundavand efter simpel rensning
7. Brug af sekundavand efter avanceret rensning

Tabel 5.1 viser de 7 principper for vandbesparelser kombineret med eksempler på teknologier til vandbesparelser på hospitaler. Nogle teknologier er allerede kendte på hospitalerne, men er ikke nødvendigvis indført systematisk. Teknologierne samt deres besparelspotentiale og muligheder/barrierer for implementering er beskrevet i de efterfølgende afsnit.

**TABEL 5.1 DE 7 PRINCIPPER FOR VANDBESPAEELSER PÅ HOSPITALER OG EKSEMPLER PÅ VANDEFFEKTIVE TEKNOLOGIER.**

De 7 principper	Eksempler	Beskrivelse Afsnit
1. Ændret adfærd og optimering af udstyr	Installation af onlinemåling af vandforbrug og vandalarmer	5.1.1
	Optimering af central vandbehandling	5.1.2
2. Mindre investeringer	Installation af perlatorer på vandhaner	5.2
	Udskiftning af ældre et-skyls toiletter med vandbesparende to-skyls toiletter	5.2
3. Større investeringer	Udskiftning af automatisk sengevask med sengevask med vandgenbrug eller manuel vask	5.3.1
	Udskiftning af tunnelvaskemaskiner med tunnelvaskemaskiner med vandgenbrug	5.3.2
	Udskiftning af sprinkleranlæg med vandtågeanlæg	5.3.3
4. Ny "tør teknologi"	Brug af engangsbækkener	5.4.1
5. Sekundavand uden rensning	Brug af rejektvand fra dialysevandbehandlingen til personalettoiletter, tøjvask m.m.	5.5.1
6. Sekundavand efter simpel rensning	Brug af simpelt rensset drænvand til teknisk vand	5.6.1
7. Sekundavand efter avanceret rensning	Brug af rensset spildevand til formål uden kontakt	5.7.1



## **5.1 Ændret adfærd og optimering af eksisterende udstyr**

I forbindelse med vandkortlægningen på hospitalerne blev der identificeret behov for et forbedret datagrundlag til at arbejde systematisk med vandeffektivitet i organisationen og forbedre data- og beslutningsgrundlaget for identificerede vandbesparelsesprojekter.

Erfaringen viser, at øget fokus på det reelle vandforbrug på et mere detaljeret niveau fra ledelse og medarbejdere på virksomheden oftest leder til direkte besparelser bl.a.:

- Gennem forbedrede principper for god husholdning
- Ved at sætte fokus på enkelte processer og slutforbrug med et uforholdsmæssigt stort vandforbrug
- Ved at forhindre utilsigtede øgede vandforbrug i forbindelse med ændrede arbejdsrutiner, processer eller nyt udstyr

### **5.1.1 Onlinemåling af vandforbrug og vandalarmer**

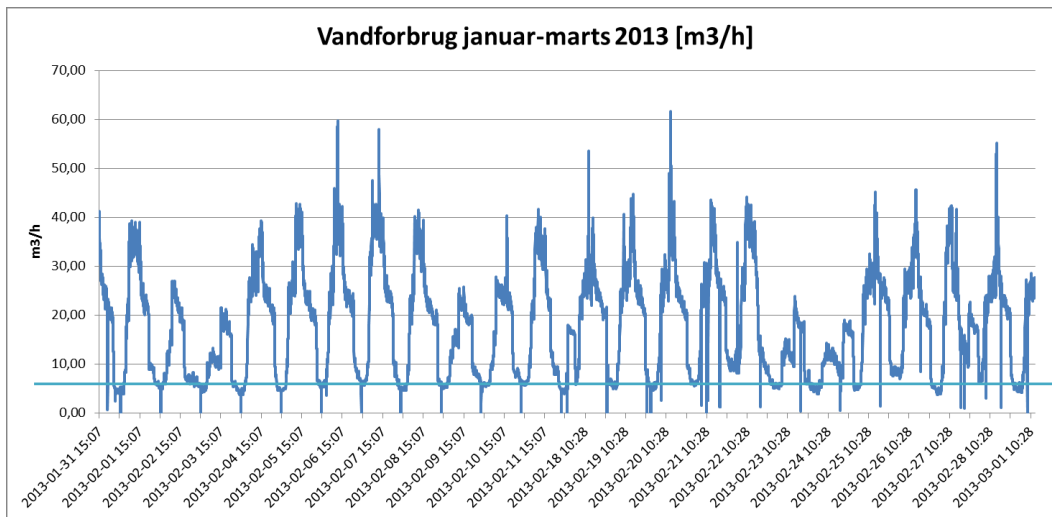
Det er nødvendigt med et bedre datagrundlag for at kunne arbejde mere systematisk med vandbesparelser på hospitalerne. Det anbefales derfor, at der på hospitalerne installeres vandmålere på:

- Hovedvandforsyninger: Ledningsvand, nødvand og sekundavand (fx regnvand, rensset spildevand, rejektvand)
- Større forsyningsforgreninger: Fx på de enkelte bygninger eller etager (afhængigt af hospitalets konstruktion)
- Udvalgte større slutforbrug: Fx sengevask, køletårn, dialyse, centralkøkken

Der findes flere fjernaflæste vandmålere på markedet i dag til industriel brug, hvor data opsamles og bearbejdes automatisk. Fordelene ved disse systemer er, at der anvendes minimal arbejdstid på at aflæse målere samt indsamle og bearbejde data.

Ved at følge forbruget (fx baggrundsflowet om natten) er det muligt at identificere eventuelle utilsigtede forbrug, lækager eller defekte målere. På Herlev Hospital ligger baggrundsflowet om natten på 5-6 m<sup>3</sup>/h, jf. Figur 5.1. Herudfra er det vurderet, at ca. 1-2 m<sup>3</sup>/h skyldes vandforbrug til natlige toiletbesøg og bad. I august 2014 blev der registreret et baggrundsflow på 21-23 m<sup>3</sup>/h, hvilket viste sig at skyldes en defekt vandmåler, som derefter blev udskiftet.

Mulighederne for at benchmarke hospitalernes natflow og identificere utilsigtede forbrug ville øges, hvis flere hospitaler havde online logning af vandforbrug.



FIGUR 5.1 VANDFORBRUG PÅ HERLEV HOSPITAL JANUAR-MARTS 2013 MED ET TYPISK NATFLOW PÅ 5-6 M<sup>3</sup>/H.

### Eksempler på tilgængelige teknologier

Der findes allerede i dag forskellige systemer til opsamling og bearbejdning af forbrugsdata fra vandmålere på markedet. Systemerne er typisk udviklet til overvågning af energiforbruget, men kan også anvendes til overvågning af vand, jf. Bilag 5.

Automatisk opsamling af data fra vandmålerne kræver, at der er opsat fjernaflæste vandmålere på hospitalet. Priserne på elektroniske fjernaflæste ultralydsvandmålere til industrien ligger på ca. 2.000-6.400 kr. i vejl. udsalgspris afhængigt af flow. Har hospitalet allerede traditionelle vingehjulsmålere, som ikke er fjernaflæste, kan der opsættes et fjerndisplay på måleren, som aflæser måleren og sender signalet videre. Prisen på en adapter ligger på ca. 900 kr. i vejl. udsalgspris. Det kan blive en stor økonomisk udgift at opsætte vandmålere på samtlige vandstrømme og slutforbrug på hospitalerne. Det kan derfor være relevant at prioritere fjernaflæste målere på de primære vandstrømme, bygninger og slutforbrug og derefter supplere med flytbare clamp-on vandmålere, som kan benyttes til at kortlægge forbrugene mere præcist.

Automatiske systemer til registrering af vandforbrug er ikke udbredt på danske somatiske hospitaler. I dag fjernaflæses typisk kun vandmålere på vandforsyningen fra vandværket og eventuelt på nødvandsforsyningen. I Psykiatrien har Region Hovedstaden dog i 2009 valgt MinEnergi som energistyringsprogram til registrering af energiforbrug for sine ca. 60 lokationer. Brugen af energistyringsprogrammet har bl.a. resulteret i, at Psykiatrisk Center Ballerup identificerede en defekt hovedvandmåler, som registrerede et for højt vandforbrug (Region Hovedstadens Psykiatri, 2015).

For at hospitalerne skal få optimal værdi af systemet skal det være muligt, at:

- Integrere det med det eksisterende SRO-system på hospitalerne
- Addere og subtrahere vandstrømme i systemet

### Potentiale for vandbesparelser

På Hvidovre Hospital er der allerede en del vandmålere på det behandlede vand, det varme brugsvand og på enkelte slutforbrug (ny sengevask, havevanding, dialyse, vaskeri, terapibad, køletårne, kedler, laboratorie m.m.). Der mangler dog et overblik over forbruget af især det kolde brugsvand i sengebygningerne og i Centralkøkken/Centralforsyning. Cirka halvdelen af Hvidovre Hospitals årlige vandforbrug (ca. 70.000 m<sup>3</sup>) kan der således ikke redegøres for.

Kun målerne på de tre hovedvandforsyninger, nødvandværket og dialysevandbehandlingen er fjernaflæste. Resten aflæses manuelt af vagten. Skal vandforbruget følges nærmere, og eventuelle læk og utilsigtede forbrug afdækkes, bør der som supplement til de eksisterende vandmålere opsættes 20-22 ekstra fjernaflæste målere, mens 11 eksisterende vandmålere tilføjes en adapter, så forbruget kan følges på fjerndisplay, jf. Tabel 5.2. Herved vil de væsentligste delstrømme og slutforbrug kunne følges online.

**TABEL 5.2 NØDVENDIGE EKSTRA VANDMÅLERE PÅ HVIDOVRE HOSPITAL.**

<b>Antal målere og adaptere</b>	<b>Lokalitet</b>
16 fjernaflæste vandmålere (eller evt. 4 fjernaflæste vandmålere)	Koldt brugsvand: Hver etage i de fire sengebygninger (kontoretage, to sengeetager og ambulatorietage)
2-4 fjernaflæste vandmålere	Koldt brugsvand: Forsyning til Centralkøkken, Centralforsyning og Teknisk Central
2 fjernaflæste vandmålere	Blødt vand: Afgang fra central enkelt ionbytter til Centralkøkken og Centralforsyning Varmt behandlet vand: Afgang fra vandbehandlingsanlæg til Centralkøkken og Centralforsyning
5 adaptere med fjerndisplay	Varmt brugsvand: På de eksisterende vandmålere i hver sengebygning samt på tilgangen til Teknisk Central (herunder Centralkøkken-/Centralforsyning)
3 adaptere med fjerndisplay	Centralt RO-behandlet vand: Tilgang og afgang fra det centrale RO-anlæg Centralt enkelt ionbyttet vand: Tilgang til det centrale anlæg
3 adaptere med fjerndisplay	RO Koldt: Spædevand til køletårne, spædevand til dampkedel, forsyning til Centralkøkken/Centralforsyning

Udgifterne til installation af ekstra vandmålere og adaptere beløber sig til min. 50.000-100.000 kr. ekskl. moms. Hertil kommer udgifter til installation af dataopsamlingssystemet.

Erfaringen viser, at øget fokus på det reelle vandforbrug på et meget detaljeret niveau fra ledelse og medarbejdere på virksomheden oftest leder til direkte besparelser – ofte i størrelsesordenen 10-20% af det samlede vandforbrug<sup>3</sup> – enten gennem forbedrede principper for god husholdning eller ved at sætte fokus på enkeltprocesser med et uforholdsmæssigt stort vandforbrug. Succesen med installation af ekstra vandmålere m.m. afhænger af, at der udpeges en ansvarlig for opsætning af paradigmer for vandmålere og opfølgning på vandforbruget.

Med installation af et system og efterfølgende opfølgning på forbruget forventes det, at Hvidovre Hospital kan spare min. 10% af det samlede vandforbrug, svarende til ca. 15.000 m<sup>3</sup>/år. Dette svarer til en årlig besparelse i vand- og vandafledningspris på ca. 650.000 kr/år. Hertil kommer besparelser på opvarmning og vandbehandling.

### **Behov for udvikling og afprøvning af ny teknologi**

Der er behov for, at systemer til registrering og overvågning af vandforbruget installeres og afprøves på eksisterende hospitaler med henblik på at eftervise potentialet for vandbesparelser ved en øget opmærksomhed på vandforbruget. Der er på nuværende tidspunkt ingen konkrete erfaringer med kontinuerlig automatisk overvågning af vandforbrug på somatiske hospitaler i Danmark.

<sup>3</sup> Wafeer case study: Success Story for Industrial Water Saving, Food Processing:  
[http://www.wafeer.net/resources/1/cases/case\\_sad.pdf](http://www.wafeer.net/resources/1/cases/case_sad.pdf)

En af de største barrierer for installation af et overvågningssystem er de økonomiske omkostninger til installation af de mange nødvendige fjernaflæste vandmålere og adaptore. Udviklingen af mere prisbillige, nøjagtige vandmålere og adaptore er derfor også nødvendig for en større udbredelse af systemerne.

Hospitalet efterspørger dataopsamlingsystemer, der kan integreres med hospitalernes eksisterende SRO-system således, at alle data for hospitalets drift er samlet ét sted.

### 5.1.2 Optimering af centralt RO-anlæg

I forbindelse med vandkortlægningen på Hvidovre Hospital, Herlev Hospital og Rigshospitalet blev vandforbrug og produktion af afsaltet vand på de centrale RO-anlæg på hospitalerne kortlagt, jf. Tabel 5.3. Kortlægningen afslørede en væsentligt lavere udnyttelsesgrad på RO-anlægget på Hvidovre Hospital på 71% i forhold til anlæggene på Herlev Hospital og Rigshospitalet, som havde en udnyttelsesgrad på henholdsvis 79% og 81%. Den lavere udnyttelsesgrad på Hvidovre Hospital kan hænge sammen med, at ledningsvandet her er helt op til 30 °dH. Kan udnyttelsesgraden på det centrale RO-anlæg på Hvidovre Hospital alligevel hæves til 80%, kan mængden af rejktvand reduceres til ca. 5.400 m<sup>3</sup>/år, hvorved den samlede udgift til produktion af RO-behandlet vand kan reduceres med ca. 100.000 kr./år ekskl. moms (ved en produktion på 19.000 m<sup>3</sup>/år).

**TABEL 5.3** TYPER OG UDNYTTELSESGRADER AF DE CENTRALE RO-ANLÆG PÅ HERLEV HOSPITAL, HVIDOVRE HOSPITAL OG RIGSHOSPITALET.

Centralt RO-anlæg	Hvidovre Hospital	Herlev Hospital	Rigshospitalet
Leverandør	BWT	BWT	Krüger
Beskrivelse	Ingen forudgående blødgøring. Tilsætter anti-scaling middel til RO-anlægget	Ingen forudgående blødgøring. Tilsætter anti-scaling middel til RO-anlægget	Ingen forudgående blødgøring. Tilsætter anti-scaling middel til RO-anlægget
Ledningsvandets hårdhed (°dH)	21-30	18-20	18-24
Vandforbrug (m <sup>3</sup> /år)	27.200	36.800*	52.000
Produktion (m <sup>3</sup> /år)	19.300	29.000*	42.000
Rejktvand til kloak (m <sup>3</sup> /år)	7.900	7.900*	10.000
Udnyttelsesgrad (%)	71	79	81
Total pris på RO-vand (kr. ekskl. moms)**	53,7	64,4	42,5
Udgift til rejktvand (kr. ekskl. moms)	425.000	510.000	425.000

\* Estimeret på baggrund af målinger i 39 dage i november-december 2014.

\*\* Jf. Tabel 2.11.

I løbet af de kommende 1-2 år vil HOFOR levere blødgjort vand på ca. 10 °dH som ledningsvand til Hvidovre Hospital. Dette forventes at reducere driftsudgifterne til enkelt ionbytning og RO-behandling betragteligt på Hvidovre Hospital, som i dag modtager meget hårdt vand på ca. 30 °dH.

### Behov for udvikling og afprøvning af ny teknologi

Der har ikke tidligere været gennemført benchmarking af hospitalernes vandforbrug på enkelte slutforbrug og centrale vandbehandlingsanlæg. Der er behov for:

- Benchmarking af vandforbrug på de væsentligste slutforbrug og centrale vandbehandlingsanlæg blandt sammenlignelige hospitaler med henblik på at optimere det eksisterende udstyr
- Erfaringsudveksling omkring optimering og valg af vand- og energibesparende løsninger, fx i en ERFA-gruppe

## 5.2 Mindre investeringer i nyt vandbesparende udstyr

Mindre investeringer i nyt udstyr omfatter blandt andet installation af perlatorer (luftblandere) og vandbegrænsere på vandhaner og brusere, nye toiletter med lavtskyl og automatiske vandhaner. Perlatorer/vandbegrænsere, toiletter med lavtskyl og automatiske vandhaner er allerede kendte og anvendte teknologier på hospitalerne.

Der er generelt ikke noget overblik over det præcise forbrug til taphaner, brusere og toiletter på hospitalerne. På Hvidovre Hospital kan der således ikke redegøres for cirka halvdelen af det årlige vandforbrug (ca. 70.000 m<sup>3</sup>), som udgøres af koldt brugsvand i sengebygningerne og i Centralkøkken/Centralforsyning. Det er dermed ikke muligt at opgøre det præcise potentiale for vandbesparelser ved installation af perlatorer/vandbegrænsere, toiletter med lavtskyl og automatiske vandhaner.

### Perlatorer med indbyggede vandbegrænsere

Mange vandhaner har et vandforbrug på 16-18 liter/min., når de åbnes helt. Med en perlator og vandbegrænsere kan vandforbruget reduceres helt ned til 2 liter/min. (Energitjenesten, 2016). På hospitalerne, hvor hygiejnen er i højsædet, er det dog vigtigt, at der er en tilstrækkelig vandgennemstrømning. På Hvidovre Hospital er der derfor installeret ca. 4.000 perlatorer med et vandforbrug på 6-9 liter/min., hvilket giver en besparelse på ca. 50% på vandforbruget til taphanerne. En perlator med vandbegrænsere koster fra få kroner til 80 kr. pr. styk (Energitjenesten, 2016).

Der er identificeret en risiko for vækst af *P. aeruginosa* i perlatorer, herunder specielt tilkalkede perlatorer og perlatorer af plast (Miljøstyrelsen, 2016). På Hvidovre Hospital rengøres og afkalkes perlatorerne løbende af rengøringspersonalet. Der anvendes et simpelt farvekodesystem med forskellige farver perlatorer, så rengøringspersonalet kan se, hvilke perlatorer der trænger til rengøring.

Point-of-use filtre (POU) til vandhaner og brusere med 0,2 µm filtrering har vist sig effektive over for *P. aeruginosa*. POU filtrene har samtidig et reduceret vandforbrug på 7-8 liter/min. Udfordringen med POU filtrene er udgiften på ca. 300 kr. for et filter/bruseenhed, der skal udskiftes hver eller hver anden måned (Miljøstyrelsen, 2016).

### Automatiske håndfri armaturer

Automatiske håndfri armaturer nedsætter brugstiden væsentligt og dermed vandforbruget. Der spares typisk 30% på vandforbruget i forhold til traditionelle etgrebs-armaturer.

Flere internationale referencer har de seneste 10-15 år påpeget, at vand fra automatiske armaturer har en øget forekomst af specielt *P. aeruginosa* og *Legionella* i forhold til traditionelle armaturer. Daglige hygiejneskyl har vist sig som en effektiv måde at reducere både *Legionella* og andre bakterier til baggrundsniveauet i det umiddelbart bagvedliggende ledningsnet både i det kolde og det varme vand (Miljøstyrelsen, 2016).

Central Enhed for Infektionshygiejne på Statens Serum Institut anbefaler fortsat håndfri armaturer, men hospitalernes infektionshygiejniske enhed skal vurdere risikoen ved opsætning og brug af elektroniske vandhaner - herunder skal det sikres, at man har et kontrolprogram til overvågning af vandkvaliteten (Miljøstyrelsen, 2016).

### Lavtskylstoiletter

De ældre toiletter på hospitalerne (hvor cisterne og wc-kumme er bygget sammen) bruger ca. 9 liter pr. skyl – nogle en del mere. Toiletter med 2-skylsknap bruger typisk 3 liter til lille skyl og 6 liter til stort skyl, mens de nyeste 2-skyls toiletter bruger henholdsvis 2 liter til lille skyl og 4 liter til stort

skyl (Energitjenesten, 2016). I forhold til de gamle toiletter kan der således spares mere end 50-75% af vandforbruget ved installation af lavtskylstoiletter.

De gamle afløbsinstallationer på hospitalerne er begrænsende for, hvor der kan installeres lavtskylstoiletter på grund af risikoen for tilstopning. Det er således ikke alle steder og på alle hospitaler, at det har været muligt at installere dem. Generelt er hospitalerne opmærksomme på at installere lavtskylstoiletter, hvor det er muligt, og i alle nybygninger og renoveringer bliver lavtskylstoiletter installeret som standard.

På grund af de reducerede muligheder for at installere lavtskylstoiletter på de eksisterende hospitaler giver det mening at se på mulighederne for at anvende andre vandressourcer end ledningsvand til toiletskyl.

### **Behov for udvikling og afprøvning af ny teknologi**

Der er forskellige udfordringer ved anvendelse af simple teknologier som perlatorer/vandbegrænsere, automatiske håndfri armaturer og lavtskylstoiletter på de eksisterende hospitaler, som beskrevet ovenfor. For at disse teknologier skal blive udbredt på de eksisterende hospitaler, er der behov for:

- Afklaring af det nærmere vandforbrug på taphaner, bad og toiletter på hospitalerne
- Udvikling af perlatorer/luftblandere, som ikke (eller i begrænset omfang) koloniseres med biofilm, se også (Miljøstyrelsen, 2016)
- Udvikling af prisbillige point-of-use filtre til vandhaner og brusere, som dokumenteret renser effektivt, holder længere end 1-2 måneder og ikke forurenes udvendigt, se også (Miljøstyrelsen, 2016)
- Udvikling af automatiske skylregimer for vandhaner. Jævnligt skyl (dvs. dagligt) er effektivt til at holde kimtallet nede i brugsvandet og kan derfor gennemføres for de vandhaner, som ellers benyttes sjældent, se også (Miljøstyrelsen, 2016)
- Udbredelse af andre vandressourcer (sekundavand) til toiletskyl, se Afsnit 5.5.1

### **5.3 Større investeringer i nyt vandbesparende udstyr**

Større investeringer i nyt vandbesparende udstyr omfatter blandt andet udskiftning af ældre vaskemaskiner, fx automatisk sengevask, industrielle tunnel- og kabinetvaskemaskiner, reol- og containervaskemaskiner til nyere maskiner med indbygget vandgenbrug. Den nyeste generation af vaskemaskiner er mere effektive både i forhold til vand-, energi- og kemikalieforbrug end de ældre generationer. Det er i denne henseende vigtigt, at der i forbindelse med indkøb stilles krav til maskinernes forbrug af vand på lige fod med forbruget af energi- og kemikalieforbrug.

#### **5.3.1 Sengevask**

Sengevasken på hospitalerne er et sted, hvor der potentielt anvendes meget vand (op mod 10.000 m<sup>3</sup>/år) afhængigt af den benyttede metode og teknologi. Sengevask kan foregå på følgende måder:

- Central maskinel sengevask (fx automatiske vaskekabinetter med termisk eller kemisk deinfektion)
- Decentral maskinel rengøring (fx desinfektion med damprensere)
- Decentral manuel rengøring (fx mikrofiberklude opvredet med vand og rengøringsmiddel, desinfektion med damprensere)
- Central manuel rengøring (fx spuling med vandslanger og rengøringsmiddel)

Der er fordele og ulemper ved både manuelle og automatiske metoder i forhold til investeringsudgifter, driftsudgifter og rengørings-/desinfektionseffektivitet, hvor de automatiske løsninger typisk er de mest effektive, men også kræver de største investeringer i både indkøb, drift (energi-, vand- og kemiforbrug) og vedligehold (øget nedslidning af materiel). Ved en central

løsning skal der desuden bruges væsentligt mere tid på transport af senge mellem sengestuerne og den centrale sengevask.

Ved manuel rengøring spiller personalets grundighed/ressourcer, uddannelse og viden en afgørende rolle for, om sengens kritiske områder bliver aftørret tilstrækkeligt hver gang, og om personalet anvender de rigtige procedurer til at forebygge spredning af bakterier gennem vand, klude, madras og hansker under rengøringen (Teknologisk Institut, 2013).

Et studie udført af Klinisk Mikrobiologisk Afdeling på Hvidovre Hospital i 2012 sammenlignede effektiviteten af tre forskellige rengøringsprocedurer for hospitalssenge (Mikkelsen *et al*, 2012):

- Manuel rengøring: Aftørring af senge med mikrofiberklude med vand og rengøringsmiddel
- Automatisk sengevask med rengøringsmiddel: Forrens; vask ved 55- 60°C i 5 min.; Slutrens; Tørring. Total procestid 15 min.
- Automatisk sengevask med rengøringsmiddel efterfulgt af termisk desinfektion: Vask ved 60°C i 1,5 min.; Slutrens med vand ved 91 °C i 1,5 min.; Tørring i 1,5 min. Total procestid 5 min.

Undersøgelsen viste, at manuel rengøring med mikrofiberklude ikke er så effektiv som den automatiske procedure, der sikrer et ensartet og tilfredsstillende resultat. Efterfølgende termisk desinfektion ser ikke ud til at forbedre effekten markant for den automatiske sengevask, jf. Tabel 5.4 (Mikkelsen *et al*, 2012).

**TABEL 5.4**      **MIKROBIOLOGISKE RESULTATER AF TEST FORETAGET EFTER MANUEL SENGEVASK, AUTOMATISK SENGEVASK OG AUTOMATISK SENGEVASK EFTERFULGT AF TERMISK DESINFEKTION (MIKKELSEN ET AL, 2012).**

Antal prøver	CFU per m <sup>2</sup>		
	< 2,5	2,5	> 2,5
Manuel sengevask	42 (84%)	5 (10%)	3 (6%)
Automatisk sengevask	49 (98%)	1 (2%)	0
Automatisk sengevask og termisk desinfektion	100 (100%)	0	0
Antal prøver	Log ATP-enheder		
	< 2,4	2,4-2,7	> 2,7
Manuel sengevask	34 (68%)	10 (20%)	6 (12%)
Automatisk sengevask	48 (96%)	2 (4%)	0
Automatisk sengevask og termisk desinfektion	98 (98%)	0	2 (2%)

En undersøgelse på Rigshospitalet viste dog, at besparelspotentialet ved at nedbringe infektionsraten for hospitalserhvervede infektioner hurtigt kan overstige ekstraudgifter ved en øget rengøringsindsats og/eller indkøb af rengøringsteknologi (Teknologisk Institut, 2013).

### Eksempler på tilgængelige teknologier

Der findes leverandører af automatiske sengevaskere til hospitaler, som bl.a. genanvender sidste hold skyllevand, jf. Bilag 5. Central rengøring er i dag udbredt på hospitaler, hvor bygningerne er indrettet på en måde, hvor det logistisk er muligt at transportere sengene. Hvidovre Hospital og Rigshospitalet har automatiske sengevaskere, mens Herlev Hospital rengører sengene manuelt.

Flere hospitaler (herunder Rigshospitalet og Odense Universitetshospital) anvender i dag en kombination af decentral manuel rengøring og central maskinel rengøring, hvor kun de mest snavsede senge transporteres til den centrale automatiske sengevask. Det forventes i fremtiden at blive mere udbredt, at hospitalerne vil kombinere de to løsninger for at sikre, at sengene efter behov

rengøres fuldt ud i en automatisk sengevask, mens der samtidig spares tid, vand og energi ved at klare den daglige rengøring manuelt på sengestuerne.

I den forbindelse er RFID (RadioFrekvens Identifikation) en oplagt teknologi til sporing og logistik ved sengehåndtering, som kan bruges til at skabe overblik over behovet for sengevask og dermed reducere sengevask og vandforbrug.

### Potentiale for vandbesparelser

På Hvidovre Hospital er sengene indtil i 2013 blevet vasket og desinficeret i en tunnelvaskemaskine med et vandforbrug på ca. 150 liter/seng. I 2014 blev der installeret en ny sengevask i bygning 3. Sengevaskeren genanvender sidste hold skyllevand til næste sengevask, hvorved vandforbruget reduceres.



FIGUR 5.2 INTEGRERET SENGE- OG MADRASDESINFEKTIONSSYSTEM FRA SEMI-STAAAL A/S PÅ HVIDOVRE HOSPITAL (SEMI-STAAAL, 2014).

Hvidovre Hospital vaskede i perioden april 2015 til april 2016 ca. 43.000 senge (og 37.000 madrasser), svarende til ca. 117 senge/døgn. Den tidligere sengevasker brugte ca. 150 l vand pr. seng, svarende til et årligt vandforbrug på ca. 6.500 m<sup>3</sup> ved 43.000 sengevask/år, hvor den nye sengevask anvender ca. 15-18 liter pr. seng (ekskl. madrassvaskeren, som anvender ca. 1 liter/madrass), svarende til et årligt vandforbrug på ca. 775 m<sup>3</sup>. Det giver en årlig vandbesparelse på ca. 5.700 m<sup>3</sup>. Registrering af vandforbruget ved manuel sengevask på Herlev Hospital (med vandslange) har vist et vandforbrug på 6-8 liter/seng, hvilket kun resulterer i en yderligere vandbesparelse på ca. 430 m<sup>3</sup>/år, hvis der tages udgangspunkt i Hvidovre Hospitals 43.000 sengevask/år. Der er således en meget lille vandbesparelse ved at anvende manuel vask frem for den nye sengevask. Men sengene bliver mere effektivt vasket i den automatiske vask jf. ovenstående beskrivelse af vaskeeffektivitet.



TABEL 5.5

SAMMENLIGNING AF FORBRUGSDATA FOR MANUEL SENGEVASK (SPULING MED VANDSLANGE) PÅ HERLEV HOSPITAL OG DEN TIDLIGERE OG NYE AUTOMATISKE SENGEVASK PÅ HVIDOVRE HOSPITAL.

	<b>Gammel sengevask (Hvidovre)</b>	<b>Ny sengevask (Hvidovre)</b>	<b>Manuel sengevask (Herlev)</b>
Beskrivelse	Automatisk vask uden genbrug af vand	Fuldautomatisk kemoterisk desinfektion med genbrug af vand	Manuel vask med vandslange og automatisk sæbedosering
Vandforbrug pr. vask (liter)	150	15-18	6-8
Vandforbrug pr. år (m <sup>3</sup> /år)*	6.500	775	345
Årlig besparelse (m <sup>3</sup> )	-	<b>5.700</b>	<b>6.200</b>
Vandudgift pr. år (kr.)	284.000	34.000	15.000
Årlig besparelse (kr.)	-	<b>250.000</b>	<b>269.000</b>

\* Baseret på 43.000 sengevask/år på Hvidovre Hospital

\*\* Baseret på forbrug af koldt brugsvand

### Behov for udvikling og afprøvning af ny teknologi

Der er et behov for videreudvikling af automatiserede vaskesystemer, der kan vaske sengene rene ved lavere temperaturer (45-60 grader) således, at slitage på sengene kan nedsættes yderligere.

#### 5.3.2 Udskiftning af centrale opvaskemaskiner

Industrielle opvaskemaskiner i køkkenerne er ét af de største samlede slutforbrug på hospitalerne. De nyere modeller genanvender vandet ved at bruge en eller flere opbevaringstanke, hvorved de ikke bare sparer vand, men også energi til at opvarme vandet.

På Rigshospitalet planlægges det at udskifte fire centrale vaskemaskiner i køkkenet – alle fra 1995: én tunnelopvaskemaskine, én bakkeopvaskemaskine og to båndopvaskemaskiner. Den forventede vandbesparelse er knap 3.000 m<sup>3</sup>/år ved udskiftning af alle fire maskiner, svarende til en forventet besparelse på 89.000 kr./år, jf. Tabel 5.6. Samlet er besparelsen dog på min. 300.000 kr. årligt, idet maskinerne generelt er mere effektive og anvender mindre energi, skyllemiddel og sæbe end de eksisterende (Rigshospitalet, 2015b).

TABEL 5.6

BEREGNET BESPARELSE VED UDSKIFTNING AF TUNNELVASKEMASKINE, BAKKEOPVASKEMASKINE OG TO BÅNDOPVASKEMASKINER PÅ RIGSHOSPITALET (RIGSHOSPITALET, 2015B).

	<b>Nuværende forbrug</b>	<b>Beregnet fremtidig forbrug</b>	<b>Forventet besparelse</b>
Én tunnelvaskemaskine (m <sup>3</sup> /år)	1.330	210	1.120
Én bakkeopvaskemaskine (m <sup>3</sup> /år)	430	140	290
To båndopvaskemaskiner (m <sup>3</sup> /år)	2.810	1.250	1.560
<b>Total (m<sup>3</sup>/år)</b>	<b>4.570</b>	<b>1.600</b>	<b>2.970</b>
<b>Vandudgifter (kr/år)</b>	<b>137.000</b>	<b>48.000</b>	<b>89.000</b>

### Behov for udvikling og afprøvning af ny teknologi

Der er et løbende behov for udvikling af nye vand- og energieffektive centrale opvaskemaskiner. Denne udvikling sker typisk hos de eksisterende leverandører af disse specialmaskiner. Hospitalerne kan fremme udviklingen ved at stille krav til vand- og energieffektivitet i forbindelse med deres indkøb af nye maskiner.

### 5.3.3 Højtryks vandtågeanlæg

Flere hospitaler, heriblandt Hvidovre Hospital, er opmærksomme på, at der anvendes meget vand til traditionelle sprinkleranlæg i forbindelse med ombygninger og renoveringer, hvor det er nødvendigt at tømme og genfylde sprinkleranlægget i de områder, hvor der bygges. Der er ikke nogen data på, hvor meget vand der anvendes i denne forbindelse, hvorfor det er vanskeligt at bedømme besparelspotentialet.

Et højtryksvandtågeanlæg benytter helt ned til 20% (20-50% afhængigt af anlægstype) af vandforbruget i forhold til traditionelle sprinklere. Dyserne forstøver vandet til en ensartet vandtåge af mikroskopiske vanddråber, som ved brandslukning sprøjtes ud over ilden. Dampen fortrænger luften i området og kvæler dermed også branden. Fordelene ved vandtågeanlæg er primært den reducerede vandmængde, men også begrænsning af vandskader ved brand (bl.a. på de elektriske installationer), besparelser på de bygningsmæssige brandkrav og de betydeligt mindre rørstørrelser og teknikrumsplads giver store fordele i forhold til de traditionelle sprinkleranlæg (MOE, 2012). Et vandtågeanlæg installeres bl.a. med 10-12% færre dysser end i sprinkleranlæg (Ugens Erhverv, 2005).

#### Eksempler på tilgængelige teknologier

Der findes allerede vandtågeanlæg på det danske marked, jf. Bilag 5.

Vandtågeanlæg er ikke udbredt blandt de eksisterende hospitaler, idet det er en forholdsvis ny teknologi til bygninger. Næstved Sygehus har dog installeret vandtåge i nogle sektioner (Ugens Erhverv, 2005). Derimod vinder vandtågeanlæg udbredelse blandt nye hospitalsbyggerier. Bl.a. installeres der vandtågeanlæg på Nyt Psykiatrisk Center og Det Nye Universitetshospital i Aarhus (Building Supply DK, 2015)(Kemp & Lauritzen, 2016).

Der er imidlertid visse udfordringer i forbindelse med fremtidige ombygninger, hvor et vandtågeanlæg er mindre fleksibelt end de traditionelle sprinkleranlæg, hvorfor bl.a. Hvidovre Hospital har fravalgt det i de nye bygninger.

#### Potentiale for vandbesparelser

Potentialet for vandbesparelser er ukendt, idet der på nuværende tidspunkt ikke er noget overblik over vandforbruget til sprinkleranlæg på hospitaler i dag. Dog vil vandforbruget formentlig kunne reduceres med op til 80%, hvis sprinkleranlægget udskiftes med et højtryksvandtågeanlæg.

Omkostningerne ved at udskifte det traditionelle sprinkleranlæg med et højtryksvandtågeanlæg vil formentlig være så store i forhold til vandbesparelsen, at det kun giver mening i forhold til nybygninger og større renoveringer.

#### Behov for udvikling og afprøvning af ny teknologi

Potentialet for vandbesparelser ved udskiftning af sprinkleranlæg til vandtågeanlæg er uafklaret, da der i dag ikke findes målinger på vandforbruget ved tømning og genfyldning af sprinkleranlæg på hospitaler. Der er derfor et behov for:

- Afklaring af vandforbruget til sprinkleranlægget ved tømning og genfyldning af traditionelle sprinkleranlæg i forbindelse med ombygninger og renoveringer. Dette kan bl.a. gøres ved at montere en måler på tapstedet for genfyldning af anlægget
- Udvikling af mere fleksible vandtågeanlæg, der nemt kan ombygges i forbindelse med ombygninger/bygningsrenoveringer

## 5.4 Investering i ny ”tør teknologi”

### 5.4.1 Brug af engangsbækkener

Erstatning af stålbækkener med engangsartikler kan give vand- og energibesparelser. Stålbækkener vaskes i de traditionelle bækkenkoger, som anvender væsentlige mængder vand og energi til vask og skyl med temperaturer mellem 80 og 90 °C. På Herlev Hospital er der udarbejdet en nærmere undersøgelse af mulighederne for at erstatte stålbækkener med engangsartikler (Herlev Hospital, 2015a og 2015b).

Ud fra Herlev Hospital-undersøgelsen kan det estimeres, at bækkenkogerne på Herlev Hospital (167 kørsler dagligt) årligt anvender i størrelsesordenen 4.400 m<sup>3</sup> vand (61.000 kørsler à 72,2 l) og 160 MWh (61.000 kørsler à 2,62 kWh).

I Herlev Hospital-undersøgelsen testede og vurderede man tre forskellige alternativer til stålbækkener og bækkenkoger:

- Papbækken og macerator, hvor engangspapbækkener efter brug kværnes i en macerator og afledes til kloak
- Papbækken og dagrenovation, hvor engangspapbækkener efter brug bortskaffes med dagrenovation
- Plastbækken og dagrenovation, hvor engangsbækkener af plast efter brug bortskaffes med dagrenovation

Konklusionen fra Herlev Hospital var, at undersøgelserne ikke gav et entydigt billede med hensyn til fordele/ulemper i forhold til arbejdsgange, hygiejne, miljø og økonomi. Projektets arbejds- og styregruppe valgte at vægte hensyn til god hygiejne, arbejdsgange og miljø tungt, og anbefalede på denne baggrund en løsning med papbækkener og bortskaffelse via macerator til kloak til hovedstadens hospitaler (Herlev Hospital, 2015b).

Løsningen med papbækkener og macerator vurderes på baggrund af en livscykluscreening af fremstillings-, drifts- og bortskaffelsesfase at forårsage et samlet vand- og energiforbrug i størrelsesordenen henholdsvis 18,7 l og 0,13 kWh pr. bækken (Herlev Hospital, 2015a). Dette giver et samlet årligt vand- og energiforbrug på henholdsvis 1.140 m<sup>3</sup> (61.000 bækkener à 18,7 l) og 7,9 MWh (61.000 bækkener à 0,13 kWh). Dette resulterer i en potentiel årlig vand- og energibesparelse på Herlev Hospital på henholdsvis 3.300 m<sup>3</sup> (4.400 – 1.140 m<sup>3</sup>/år) og 152 MWh (160 – 7,9 MWh).

### Behov for udvikling og afprøvning af ny teknologi

Der er fortsat behov for at udvikle egnede engangsartikler til immobile patienter i form af bækkener og urinkolber. Herlev Hospital-undersøgelsen viste, at brug af engangsartikler generelt udgør en mindre miljøbelastning end stålbækkener/bækkenkoger, men at der fortsat er behov for udvikling af brugsegne engangsbækkener. De tilgængelige papbækkener og -kolber er ofte ikke stabile nok til at give gode arbejdsgange – ligesom plastbækkenerne har problemer med stabiliteten i den praktiske håndtering i og omkring hospitalssengen.

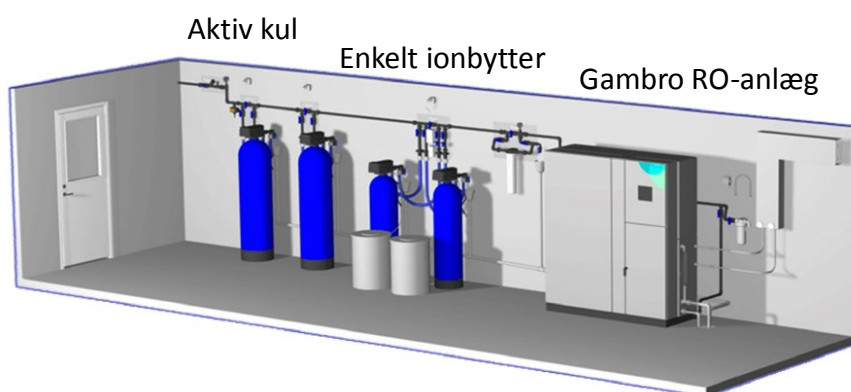
Samtidigt er der behov for at udvikle affaldsbortskaffelsessystemer, som er placeret så tæt på patienterne som muligt, således at intern transport/håndtering af bækkener minimeres med deraf følgende reduktion af smitterisici. Bortskaffelse af engangsartiklerne via fast affald er også en mulighed, hvis der kan udvikles systemer, hvor risikoen for smitte fra fæces/urin ved håndtering af engangsbækkener i affaldsbortskaffelseskæden fra patient til affaldsforbrændingsanlæg er minimal.

## 5.5 Direkte genbrug af sekundavand uden rensning

### 5.5.1 Anvendelse af koncentrat fra dialyse

Hæmodialyse på hospitalers dialyseafdelinger er et af de enkelte slutforbrug på hospitalet, der anvender mest vand. På Hvidovre Hospital, Herlev Hospital og Rigshospitalet anvendes tilsammen ca. 36.000 m<sup>3</sup>/år til dialysen. Vandbehandlingsanlæggene er designet med henblik på at producere ultrarent vand, hvilket gør dem meget vandforbrugende og sender mange kubikmeter koncentrat fra RO-vandbehandlingen i kloakken hver dag.

Koncentratet fra RO-anlægget har den fordel, at det ikke indeholder kalk og lav-molekylære forureninger, da det forinden er filtreret i et aktiv kulfilter og en enkelt ionbytter, jf. Figur 5.3. Til gengæld har det et højere indhold af salte og aggressiv kuldioxid, som dog kan afhjælpes ved evt. at sammenblande det med andet kalkholdigt vand, jf. Afsnit 4.3.2. Koncentratet kan blandt andet anvendes til toiletskyl, vaskeri og rekreative formål (havevanding, bassiner).



FIGUR 5.3 PRINCIP-SKITSE FOR VANDBEHANDLINGSANLÆGGENE TIL DIALYSERNE PÅ HVIDOVRE HOSPITAL, HERLEV HOSPITAL OG RIGSHOSPITALET.

### Eksempler på tilgængelige teknologier

Der er ingen leverandører på markedet i dag, som tilbyder standardløsninger til genanvendelse af koncentratet. Genanvendelse af koncentratet fra RO-vandbehandlingen er derfor heller ikke udbredt i Danmark. Sydvest-Jysk Sygehus har tidligere anvendt koncentratet til toiletskyl, indtil Dialysen blev flyttet til en separat bygning, hvor der var for få anvendelsesmuligheder til koncentratet.

I England og Australien findes der flere eksempler på anvendelse af koncentratet til forskellige brugsformål, bl.a. toiletter og tøjvask (Greener Healthcare, 2010)(Ponson et al, 2014). I Australien anvendes koncentratet derudover også til rengøring/vinduespudsning, havevanding og dampproduktion til autoklaver i sterilcentralen (Agar J.W.M, 2015).

### Potentiale for vandbesparelser

På Herlev Hospital er Dialysen beliggende på 11. etage i Sengetårnet. Der er to Gambro vandbehandlingsanlæg samt et reserveanlæg på Dialyseafdelingen. Sammenlagt anvendes der ca. 12.000 m<sup>3</sup>/år til dialysevandbehandlingen på Herlev Hospital. Der er ikke vandmåler på koncentratet, som ledes i kloakken, men der er et estimeret tab på ca. 10% fra aktiv kulfilter og enkelt ionbytter, hvilket resulterer i, at ca. 10.500 m<sup>3</sup>/år anvendes i RO-anlæggene. Gambro Danmark har beregnet, at ca. 50-55% af vandet i RO-anlæggene ledes til kloak som koncentrat, svarende til ca. 5.500 m<sup>3</sup>/år (Gambro Danmark, 2014). Anvendes denne vandmængde derimod til andre formål (fx toiletter), kan en årlig vand- og spildevandsudgift på ca. 250.000 kr. altså spares.

Placeringen på 11. etage er optimal i forhold til at opsamle og genanvende koncentratet, idet koncentratet kan anvendes i toiletterne på etagerne under Dialyseafdelingen, uden at det er nødvendigt at etablere et større pumpe- og rørsystem. Toiletterne på Herlev Hospital er traditionelle toiletter uden 2-skyls funktion med et cirka vandforbrug på 12 liter pr. skyl. På grund af risiko for tilstopning af afløbssystemet er det ikke uden videre muligt at installere vandbesparende 2-skyls toiletter. Det giver derfor mening at se på mulighederne for at anvende andre vandressourcer end ledningsvand til toiletskyl.

Dialysevand anlæggene kører normalt i dag- og aftentimerne i alle ugens syv dage<sup>4</sup>, hvilket sikrer en kontinuerlig produktion af sekundavand fra anlæggene. Der vil skulle investeres i en opsamlingskølle og rørføring fra RO-anlægget til kølleskuffen og derudover videre til brugsformål (i Herlevs tilfælde til toiletter). Opsamlingskøllen suppleres med ledningsvand med henblik på at sikre en tilstrækkelig tilførsel til toiletterne samt udligne koncentratets aggressivitet. Opsamlingskølle og rørføring vurderes at kunne etableres for ca. 100.000-150.000 kr. ekskl. moms. Dertil kommer mindre udgifter til løbende vedligehold af kølle, rør og toiletter.

Den nuværende årlige vand- og spildevandsudgift til de ca. 5.500 m<sup>3</sup> er 251.000 kr. på Herlev Hospital, jf. Tabel 5.7. Tilbagebetalingstiden vil således være mindre end ét år.

**TABEL 5.7 POTENTIALE FOR VANDBESPARELSER PÅ HVIDOVRE HOSPITAL, HERLEV HOSPITAL OG RIGSHOSPITALET VED GENANVENDELSE AF KONCENTRAT FRA RO-VANDBEHANDLINGEN TIL DIALYSEN.**

	<b>Antal RO-anlæg</b>	<b>Koncentrat mængde (m<sup>3</sup>/år)</b>	<b>Vandpris (kr./m<sup>3</sup>)</b>	<b>Årlig besparelse (kr./år)</b>
Hvidovre Hospital	1	Ca. 2.900	43,68	127.000
Herlev Hospital	2	Ca. 5.500	45,67	251.000
Rigshospitalet	3	Ca. 8.500	29,98	255.000
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>16.900</b>	-	<b>633.000</b>

### Behov for udvikling og afprøvning af ny teknologi

Erfaringerne med anvendelse af koncentrat fra RO-behandling er begrænsede, selvom det er teknisk muligt at genanvende koncentratet til forskellige brugsformål, bl.a. toiletskyl, tøjvask og havevanding.

Der er et behov for, at løsningen afprøves og udbredes til hospitaler med dialyseafsnit. Det kan bl.a. gøres ved, at leverandører af vandbehandlingsanlæg til dialysen udvikler en standardløsning til genanvendelse af koncentratet til fx toiletskyl, tøjvask og rekreative formål.

Især ved nybygning bør genanvendelse af koncentratet fra dialysevandbehandlingen tænkes ind fra start, idet investeringsomkostninger til tanke og rørføringer vil være væsentligt lavere end en retrofittet løsning.

### 5.6 Brug af sekundavand efter simpel rensning

Sekundavand, som har en ikke-sanitær oprindelse, vil ofte kunne nyttiggøres efter en simpel rensning. Det drejer sig på hospitaler typisk om drænvand fra bygningsmassen og overfladeafstrømning fra de befæstede arealer (jf. Kapitel 4). Drænvand har i denne sammenhæng den fordel, at vandet normalt ikke er fækkalt forurenet, mens overfladeafstrømning typisk er

<sup>4</sup> Kl. 07:00 til 22:30 (15,5 timer) på hverdage og kl. 07:00 til 15:00 (8 timer) på lørdage og kl. 15:00 til 22:00 (7 timer) om søndagen.

forurenet med dyreekskrementer (jf. Afsnit 4.3.3). Dette åbner mulighed for at drænvandet efter simpel rensning kan nyttiggøres uden væsentlige sundhedsrisici.

#### **5.6.1 Brug af simpelt rensed drænvand**

Hvidovre Hospital pumper årligt omkring 45.000 m<sup>3</sup> drænvand til kloak (jf. Afsnit 4.1). Vandet har mikrobiologisk set drikkevandskvalitet (på nær et svagt forhøjet kimalt i drænvandet fra Center 2, jf. Afsnit 4.3.2), men har et betydeligt okkerindhold, hvilket vanskeliggør direkte anvendelse af vandet til f.eks. personaletoaletter. Men efter en simpel rensning for okker vurderes drænvandet at kunne nyttiggøres til Kategori 3 (Vand med indirekte kontakt til patienter) og 4 (Vand uden kontakt til patienter) slutforbrug på Hvidovre Hospital. Dette drejer sig i alt om ca. 81.500 m<sup>3</sup>/år, og drænvandet vil således kunne forsyne omkring halvdelen af dette forbrug.

Et muligt scenarium kan være at tillede det simpelt rensede drænvand til reservoiret for teknisk vand. Herfra forbruges årligt ca. 46.000 m<sup>3</sup> ledningsvand, som behandles i RO- eller blødgøringsanlæg og slutforbruges i diverse vaskefunktioner på hospitalet. Den simple rensning kan bestå i en beluftning efterfulgt af sandfiltrering til at fange den udfældede okker. Derudover anbefales det at udføre en afsluttende UV-behandling af drænvandet som en desinfektionsbarriere. Det skyldes, at vandet i reservoiret for teknisk vand på Hvidovre Hospital også anvendes til kritiske vaskemaskiner, som vasker udstyr, der anvendes til behandling af patienter (udstyret har altså direkte kontakt med patienter), herunder fx instrumentvask og bækkenkogere. UV-behandling af drænvandet vurderes ikke at fordyre den simple rensning væsentligt.

Den simple rensning, suppleret med UV-behandling, vurderes således at kunne etableres for en investering på 1,5-3 mio. kr., inklusiv rørføring, og med driftsomkostninger til rensning på 1-2 kr. pr. m<sup>3</sup>. De årlige driftsomkostninger vil således være max. 67.500 kr. (45.000 m<sup>3</sup>/år \* 1,5 kr./m<sup>3</sup>) plus afskrivning af investeringen på 75.000 kr. (2,25 mio. kr./30 år), svarende til i alt 142.500 kr. Den nuværende årlige vandudgift til de 45.000 m<sup>3</sup> er ca. 766.000 kr. (45.000 m<sup>3</sup> \* 17,02 kr. (HOFOR, 2016)). Den årlige besparelse vil således være ca. 624.000 kr., hvilket svarer til en tilbagebetalingstid på 3-4 år.

#### **Behov for udvikling og afprøvning af ny teknologi til brug af sekundavand efter simpel rensning**

Der er ikke behov for udvikling af den simple rensning af drænvandet. Det er konventionel teknologi, som blot skal tilpasses. Derimod er der behov for at afprøve og demonstrere, at sekundavandsanvendelsen kan lade sig gøre uden sundhedsrisici i slutforbrugene på hospitalet. Det bør demonstreres, at det samlede teknologitog (udfældning>sandfiltrering>RO/ionbytning) kan fungere i praksis, og samtidig bør sundhedsrisici vurderes ud fra mikrobiologiske målinger før, efter og imellem de enkelte teknologier.

#### **5.7 Brug af sekundavand efter avanceret rensning**

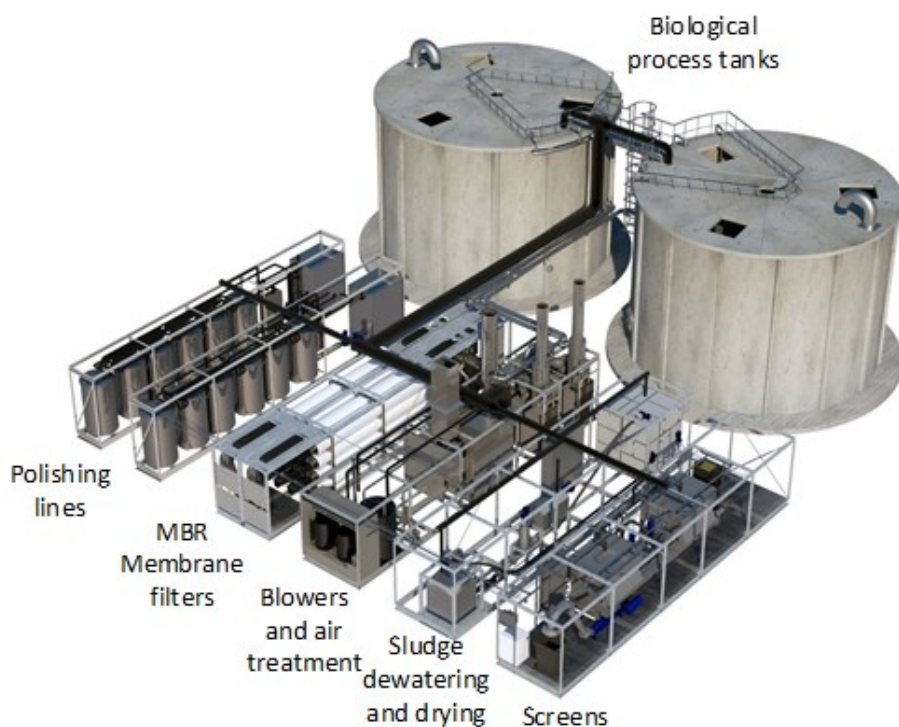
Avanceret vandbehandling, såsom membranfiltrering, ozonering eller inddampning, kan i princippet rense alle vandkvaliteter op til en brugbar kvalitet. Men omkostninger og ressourceforbrug til rensprocesserne kan være betydelige, og det kan derfor i mange tilfælde ikke betale sig at rense mere forurenede vandstrømme, hvis mindre forurenede strømme er til rådighed.

Hospitalerne stilles i dag over for krav om at begrænse deres spildevandsafledning af forurenende stoffer, herunder specielt lægemiddelstoffer. Der er derfor mulighed for at opnå en win-win situation, hvis hospitalerne kan nyttiggøre det rensede spildevand, samtidigt med at forureningsproblematikken løses.

#### **5.7.1 Nyttiggørelse af rensed spildevand og mulige besparelser**

Herlev Hospital har i perioden fra 2012-2015 etableret, testet og indkøbt avanceret spildevandsrensning af den samlede spildevandsstrøm fra hospitalet. Resultaterne viser, jf. Afsnit

4.3.4, at det rensede vand kan opnå en kvalitet tæt på drikkevandskvalitet. Figur 5.4 viser layoutet af den avancerede rensning i Herlev, som består af en membran bioreaktor (MBR) efterfulgt af ozon, aktivt kul (GAC) og UV. Hertil kommer slambehandling og luftrensning. Anlægget er nærmere beskrevet i (Grundfos BioBooster A/S, 2016).



FIGUR 5.4 LAYOUT AF HERLEV HOSPITALS RENSEANLÆG (GRUNDFOS BIOBOOSTER, 2016)

Renseanlægget i Herlev er det første af sin art i Danmark med fuld rensning af spildevandsstrømmen. I Holland og Tyskland eksisterer 3-5 renselanlæg på hospitaler. Flertallet af disse er dog bygget som test-anlæg for vandselskaber og er dermed ikke kommercielt tilgængelige. Hertil kommer, at der med støtte fra Miljø- og Fødevarerministeriets Miljøteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram (MUDP) aktuelt gennemføres pilottests med brug af MBBR og ozonteknologi på Skejby Sygehus.

Med udgangspunkt i erfaringerne fra renselanlægget i Herlev kan der opstilles et overslag over potentialet for besparelser, hvis der afledes til regnvandssystemet og herfra til den lokale å (Kagså). På denne måde kan en årlig potentiel besparelse beregnes ud fra, at der ikke skal betales afledningsbidrag. Nøgletallene fremgår af Tabel 5.8.

TABEL 5.8 OMKOSTNINGER TIL INVESTERING OG DRIFT AF ET RENSEANLÆG SVARENDE TIL RENSEANLÆGGET PÅ HERLEV HOSPITAL (GRUNDFOS BIOBOOSTER, 2016).

Omkostningstype	Kr.
Investering	25 - 35 mio. kr.
Drift & vedligehold	10.87 kr./m <sup>3</sup>
Afledningsbidrag (HOFOR, 2016)	26.59 kr./m <sup>3</sup>

Hvis man antager, at hospitalet helt fritages for afledningsafgift, når der afledes til regnvandssystemet (pt. ikke endeligt afklaret i Herlev, om det bliver en hel eller delvis fritagelse af afledningsbidrag), vil der kunne opnås en besparelse på 16 kr./m<sup>3</sup> (26.59 – 10.87 = 16 kr./m<sup>3</sup>). Dette svarer til en årlig besparelse på omkring 3,2 mio. kr., hvis hospitalet udleder 200.000 m<sup>3</sup> rensset spildevand pr. år.

Hertil kommer en potentiel besparelse, hvis en del af det rensede spildevand genanvendes til køletårnene på hospitalet. Herlev Hospital anvender i dag en blanding af overfladevand, drænvand og nødboringsvand som kølevand (jf. Afsnit 4.3.3). På Hvidovre Hospital anvendes i dag ledningsvand til køletårnet. Hvis man antager, at der anvendes omkring 10.000 m<sup>3</sup> ledningsvand til kølevand pr. år på et hospital, vil den potentielle besparelse på vandprisen være i størrelsesordenen 85.000-170.000 kr. om året (17,02 kr. \* 5.000-10.000 m<sup>3</sup>).

### **Behov for udvikling og afprøvning af ny teknologi til brug af sekundavand efter avanceret rensning**

I forbindelse med rensning af spildevand, som skal genbruges, er det helt afgørende, at det kan dokumenteres, at rensprocesserne resulterer i en stabil høj vandkvalitet. Til dette formål er der behov for udvikling og afprøvning af on-line målemetoder, som kan dokumentere vandkvaliteten. Det er i særlig grad de mikrobiologiske parametre, som er kritiske at dokumentere for at sikre, at genanvendelse sker uden sundhedsrisiko. Eksempler på danske leverandører, som kan levere eller er i gang med at udvikle on-line overvågning eller hurtigmålemetoder af mikrobiologisk vandkvalitet, er vist i Bilag 5.

I forbindelse med genbrug af det rensede vand er det væsentligt at forhindre mikrobiologisk eftervækst i det rensede vand. Til dette formål er der behov for udvikling og afprøvning af desinfektion. Dette kan enten ske ved fysisk-kemisk desinfektion – f.eks. ved UV-bestråling – i tilledningen eller direkte i sekundavandet ved brug, f.eks. ved klorering. Eksempler på danske Leverandører, som kan levere eller er i gang med at udvikle desinfektionsteknologi, fremgår af Bilag 5.

## **5.8 Opsamling**

Behov for udvikling og afprøvning af ny vandeffektiv teknologi er i projektet afdækket ud fra en metode, hvor hospitalernes muligheder for at gennemføre vandbesparelser er grupperet efter syv principper. De 7 principper for vandbesparelser er prioriteret efter investeringens størrelse og den forventede vandbesparelse. Inden for hver af De 7 principper er der beskrevet konkrete case-eksempler på vandbesparelser på hospitaler. På baggrund af case-eksemplerne er der identificeret behov for udvikling og afprøvning af ny vandeffektiv teknologi. De identificerede behov er opsummeret i Tabel 5.9.



TABEL 5.9

OPSUMMERING AF BEHOV FOR UDVIKLING OG AFPRØVNING AF NY VANDEFFEKTIV  
TEKNOLOGI TIL HOSPITALER.

De 7 principper	Behov for udvikling og afprøvning af ny vandteknologi
1. Ændret adfærd og optimering af udstyr	Afprøve og udbrede dataopsamlingsystemer til overvågning af vandforbrug, der kan integreres med det nuværende SRO-system Udvikle prisbillige vandmålere og adaptere Benchmarking og erfaringsudveksling om vandbesparende løsninger i ERFA-gruppe
2. Mindre investeringer	Afklare det nærmere vandforbrug på taphaner, brusere og toiletter Udvikle perlatorer, som ikke koloniseres, prisbillige point-of-use filtre med længere holdbarhed (der ikke forurenes udvendigt) og automatiske skyleregimer til vandhaner, der benyttes sjældent Udbrede anvendelsen af sekundavand til toiletskyl
3. Større investeringer	Videreudvikle automatiserede vaskesystemer, der kan vaske rent ved lavere temperaturer (45-60° C) således, at slitage på materiel nedsættes og samtidigt sikre, at hygiejnisk kvalitet overholdes Aflære vandforbruget til sprinkleranlægget Udvikle mere fleksible vandtågeanlæg, der nemmere kan ombygges Udvikling kan fremmes ved kravformulering til leverandører i forbindelse med større indkøb
4. Ny "tør teknologi"	Behov for udvikling af egnede engangsartikler i form af bækkener/kolber til immobile patienter – fortsat behov for engangsprodukter, som giver bedre arbejdsgange Behov for udvikling af egnede affaldsbortskaffelsessystemer til engangsartiklerne
5. Sekundavand uden resning	Behov for afprøvning af genbrug af koncentrat fra RO-behandling til forskellige slutbrug (fx toiletskyl, kritiske og mindre kritiske vaskemaskiner og rengøring)
6. Sekundavand efter simpel resning	Ikke behov for udvikling på den simple resning (beluftning/udfældning>sandfiltrering>RO/ionbytning), men behov for demonstration, der viser, at det kan lade sig gøre i praksis at anvend, fx i RO-anlæg Behov for at dokumentere mikrobiologisk kvalitet før, efter og imellem teknologier
7. Sekundavand efter avanceret resning	Udvikle og afprøve on-line måling af mikrobiologisk vandkvalitet i sekundavand Udvikle og afprøve desinfektionsteknologi til sikring mod mikrobiologisk genvækst i sekundavand

Projektets identificerede behov for ny vandteknologi bør udvikles, afprøves og demonstreres, så de bedste løsninger kan implementeres i de fremtidige hospitalsbyggerier. Dermed kan risikoen for, at sårbare patienter bliver smittet med vandbårne opportunistiske patogener, minimeres.

### 5.8.1 Scenarie for optimering af vandforbrug og anvendelse af sekundavand på Hvidovre Hospital

I ovenstående Kapitel 5 er enkeltstående case-eksempler på vandeffektiv teknologi og anvendelse af sekundavand på hospitaler beskrevet. Ikke alle teknologier vil være relevante at implementere på alle hospitaler. Det er derfor nødvendigt med en konkret vurdering af potentialet for implementering på de enkelte hospitaler, inkl. en vurdering af konkrete omkostninger til installation og drift.

Et samlet scenarie for anvendelse af sekundavand på Hvidovre Hospital viser, at der via en kombination af de beskrevne case-eksempler er potentiale til samlet at spare ca. 62.750 m<sup>3</sup>/år på hospitalets nuværende årlige vandforbrug på ca. 145.000 m<sup>3</sup> (baselineforbrug 2011-2013). Det svarer til en økonomisk driftsbesparelse på 1.403.500 kr./år. Det mulige scenarie for optimering af vandforbruget på Hvidovre Hospital og anvendelse af sekundavand er vist i Tabel 5.10.

Vandbesparelsen svarer til en besparelse på 43 % i forhold til baselineforbruget i 2011-2013. Vandeffektiviteten på 0,77 m<sup>3</sup>/sengedag reduceres dermed til 0,43 m<sup>3</sup>/sengedag og fra 266 m<sup>3</sup>/sengeplads til 150 m<sup>3</sup>/sengeplads, hvilket vil gøre hospitalet til det mest vandeffektive af

projektets tre hospitaler, men fortsat ikke så vandeffektivt som Hillerød Hospital (0,35 m<sup>3</sup>/sengedag og 121 m<sup>3</sup>/sengeplads).

Dette svarer til det gennemsnitlige vandforbrug i Østrig (157 m<sup>3</sup>/sengeplads), mens det stadig er over det gennemsnitlige vandforbrug i Tyskland (121 m<sup>3</sup>/sengeplads) og svarer til en dårlig vandeffektivitet i England (0,41-0,69 m<sup>3</sup>/sengedag), jf. Tabel 2.7. Der kræves således yderligere optimeringer og vandbesparelser, hvis vandeffektiviteten skal forbedres i forhold til hospitaler i andre europæiske lande. Det kan formentlig opnås ved at øge opmærksomheden på vandforbruget generelt, fx ved at installere online overvågning af vandforbrug og løbende have fokus på at installere ny vandeffektiv teknologi som perlatorer, lavtskyloiletter, højtryksvandtågeanlæg, vaskemaskiner med genbrug af vand m.v.

Scenariet tager udgangspunkt i, at der etableres rensning af den samlede afledning af spildevand fra Hvidovre Hospital. Hvis der opnås tilladelse til udledning af spildevandet direkte til vandområde, kan der potentielt opnås en besparelse på yderligere 2,0 mio. kr. årligt i vandafledningspris. Det skal ses i sammenhæng med, at Hvidovre Hospital i dag anvender ca. 6,9 mio. kr. årligt på vand, vandbehandling og vandafledning.

**TABEL 5.10 SCENARIO FOR ANVENDELSE AF SEKUNDAVAND OG RENSNING AF SPILDEVAND PÅ HVIDOVRE HOSPITAL**

<b>Optimering af vandforbrug og anvendelse af sekundavand</b>	<b>Potentiel besparelse m<sup>3</sup> ledningsvand/år</b>	<b>Potentiel besparelse Kr./år</b>	<b>Kommentar</b>
Forbedret husholdning og fokus på særligt vandforbrugende enkeltprocesser (10% besparelse)	15.000	650.000	Besparelse på vand- og vandafledningspris (43,7 kr./m <sup>3</sup> )
Brug af koncentrat fra dialysevandbehandling til personaletoliletter	2.900	127.000	Besparelse på vand- og vandafledningspris (43,7 kr./m <sup>3</sup> )
Brug af simpelt rensset drænvand til central vandbehandling (RO og ionbytning) til teknisk vand	41.000	561.000	Besparelse på vandpris (17,0 kr./m <sup>3</sup> ) minus driftsomkostninger og anlæg, jf. Afs. 5.6.1. Det årlige forbrug til teknisk vand på 46.000 m <sup>3</sup> er fratrukket 10% besparelse ved forbedret husholdning (5.000 m <sup>3</sup> )
Brug af rensset spildevand til køletårn	3.850	65.500	Besparelse på vand- og vandafledningspris (43,7 kr./m <sup>3</sup> ). Hvidovre Hospital betaler i dag for vandafledning
Udledning af rensset spildevand direkte til vandområde fremfor til kloak	-	1.968.000 (123.000 m <sup>3</sup> /år)	Besparelse på vandafledningspris minus driftsomkostninger (16 kr./m <sup>3</sup> ), jf. Afsn. 5.7.1. Det årlige vandforbrug på 145.000 m <sup>3</sup> er fratrukket besparelsen ved forbedret husholdning (15.000 m <sup>3</sup> ), brug af dialysekoncentrat til personaletoliletter (2.900 m <sup>3</sup> ) og rensset spildevand til køletårn (3.850 m <sup>3</sup> )
Brug af regnvand til havevanding	(13.000)	(221.000)	13.000 m <sup>3</sup> /år regnvand anvendes allerede til havevanding i dag
<b>Total</b>	<b>62.750</b>	<b>3.371.500</b>	

# Referencer

*Miljøministeriet, 2014.* Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. BEK nr. 292 af 26/03/2014

*Agar, J.W.M, 2015.* Reusing and recycling dialysis reverse osmosis system reject water. *Kidney International* (2015) 88, pp. 653–657

*Building Supply DK, 2015.* Wicotec Kirkebjerg udvider forretningen. Artikel i Building Supply DK, d. 16. november 2015: [http://www.building-supply.dk/article/view/228538/wicotec\\_kirkebjerg\\_udvider\\_forretningen#.Vv5eLU3Vy71](http://www.building-supply.dk/article/view/228538/wicotec_kirkebjerg_udvider_forretningen#.Vv5eLU3Vy71)

*Department of Health, 2013.* Health Technical Memorandum 07-04: Water management and water efficiency – best practice advice for the healthcare sector

*DMI, 2015.* <http://www.dmi.dk/vejr/arkiver/normaler-og-ekstremer/klimanormaler-dk/>

*EnergieAgentur. NRW, 2009.* Leitfaden Energieeffizienz für Krankenhäuser. Oktober 2009

*Energitjenesten, 2016.* Vand og vandbesparelser. Energitjenestens hjemmeside d. 18. april 2016: <http://www.energitjenesten.dk/vand.html>

*European Commission (DG ENV), 2009.* Study of water performance of buildings. Report prepared by Bio Intelligence Service and Cranfield University, June 2009

*Europa-Parlamentet, 2004.* Europa-Parlamentets og Rådets Forordning (EF) nr. 852/2004 af 29. april 2004 om fødevarerhygiejne

*Fødevarestyrelsen, 2005.* Procesvand i fødevareromsigheder - vurdering af sundhedsmæssige aspekter ved genanvendelse/recirkulering af procesvand. Juni 2005

*Gambro Danmark, 2014.* Beregning af vandforbrug. Modtaget på mail fra Tender & Technical Sales Manager, Gert Marvin d. 1. september 2014

*GEUS 2015.* Boringsdatabasen Jupiter <http://data.geus.dk/geusmap/?mapname=jupiter>

*Greener Healthcare, 2010.* Green Nephrology: Conserving Water in Haemodialysis, Case study and How-To Guide. Version 1.0, 4th January 2010

*Grundfos BioBooster A/S, 2016.* Full scale advanced wastewater treatment at Herlev Hospital - Treatment performance and evaluation. Rapport udarbejdet af DHI, 2016

*Herlev Hospital, 2014.* Herlev Hospital - Spildevandsteknisk beskrivelse. Rapport udarbejdet af DHI, november 2014

*Herlev Hospital, 2015a.* Miljø- og økonomivurdering af engangsartikler til immobile patienter. Rapport udarbejdet af DHI, marts 2015

*Herlev Hospital, 2015b.* Afregning for dialysen på vand, salt og service. Modtaget fra Dialysetekniker Jesper Dahl, Herlev Hospital d. 14. og 17. august 2015

*Hvidovre Hospital, 2014a.* Spildevandsteknisk beskrivelse for Hvidovre Hospital. Rapport udarbejdet af DHI, januar 2013

*Hvidovre Hospital, 2014b.* Afregning for dialysen på vand og el. Modtaget fra Maskinmester Yaseen Butt, Teknisk Central, Hvidovre Hospital d. 15. september 2014

*Hvidovre Hospital, 2015.* Omkostninger til enkelt ionbyttet vand. Modtaget fra Maskinmesterstuderende Simon Peter Mathiesen d. 9. november 2015

*HOFOR, 2014.* Kemiske undersøgelser af drikkevand på Hvidovre Vandværk d. 9.7.2014:  
<http://www.hofor.dk/vand/vandkvalitet/det-indeholder-drikkevandet/>

*HOFOR, 2015.* Priser på vand 2015: [www.hofor.dk/vand/priser-paa-vand-2015](http://www.hofor.dk/vand/priser-paa-vand-2015)

*Kemp & Lauritzen, 2016.* Det Nye Universitetshospital - Fordelene ved et højtryksvandtågeanlæg er mange. <http://www.kemp-lauritzen.dk/case/det-nye-universitetshospital>

*Københavns Energi, 2011.* Vandspareprojekt - Bispebjerg Hospital, 2011

*Lebensministerium, 2010.* Studie Wasserverbrauch und Wasserbedarf. Teil 1: Literaturstudie zum Wasserverbrauch – Einflussfaktoren, Entwicklung und Prognosen. November 2010

*Mikkelsen et al, 2012.* Decontamination of Hospital Beds: Manual or Automatic - With or Without Disinfection? Mikkelsen R., Klingenberg A.M., Kristoffersen K. & Slotsbjerg T., Department of Clinical Microbiology, Bornholm and Hvidovre University Hospital, Capitol Region, Denmark, 2012

*Miljøministeriet, 2015.* Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. BEK nr. 1310 af 25/11/2015

*Miljøstyrelsen, 2005.* Vejledning om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 3, 2005

*Miljøstyrelsen, 2016.* Vandeffektive hospitaler, Brugsvand på hospitaler – Sundhedsrisici og potentialer for ny teknologi. 2016

*MOE, 2012.* Vandtågeanlæg med mange fordele. Nyhed fra MOE d. 20. november 2012:  
<http://www.moe.dk/Nyheder-og-presse/Nyheder/Arkiv/2012/PharmaScienceCenter.aspx>

*Naturstyrelsen, 2014.* Udredning om brug af sekundavand i Danmark. Revideret maj 2014

*Naturstyrelsen, 2016.* Vand fra industri. Naturstyrelsens hjemmeside d. 19. april 2016:  
<http://naturstyrelsen.dk/vandmiljoe/vand-i-hverdagen/genbrug-af-vand/vand-fra-industri/>

*Ponson et al, 2014.* Toward green dialysis: Focus on water savings. Ponson L., Arkouche W., Laville M., Hemodialysis International 2014; 18:7–14

*Rambøll, 2013.* Forprojekt – Pilotpartnerskab om genanvendelse af vand og brug af sekundavand i industrien. Rapport til Naturstyrelsen, september 2013

*Rambøll, 2015.* Logning af temperatur og vandstand i drænvandsbrønde under sengebygning 1-4 på Hvidovre Hospital i perioden november 2012-juli 2014. Data modtaget af Chefkonsulent Jes Michaelsen, Geofysik og Geohydrologi, Rambøll d. 16.2.2015

*Region Hovedstaden, 2011.* Hospitals- og psykiatriplan 2020. Juni 2011

*Region Hovedstaden, 2012.* Projektorganisationen Nyt Hospital Hvidovre, Nyt Hospital Hvidovre Konkurrenceprogram, Bind 2: Eksisterende forhold og forudsætninger

*Region Hovedstaden, 2013.* Grønt regnskab 2013 - Regionens hospitaler, tværgående virksomheder og koncernstabe. Center For Regional Udvikling, 2013

*Region Hovedstadens Psykiatri, 2015.* Møde med Bygningsingeniør Jais Elvekjær (Projekt og driftsafdelingen) og Driftleder Uffe Dan Henriksen (Psykiatrisk Center Ballerup) d. 26. januar 2015

*Rigshospitalet, 2014.* Spildevandsteknisk beskrivelse af Rigshospitalet. Rapport udarbejdet af DHI, februar 2014

*Rigshospitalet, 2015.* Kalkulation over prisen på afsaltet vand - Bygning 16. Modtaget fra Maskinmester Jens-Ole Hansen, Teknik og Vedligehold, Rigshospitalet d. 24.7.2015

*Rigshospitalet, 2015b.* Omkostningskalkulationer på udskiftning af tunnelvaskemakine, bakkeopvaskemaskine og to bandopvaskemaskiner. Modtaget fra Teknik og vedligehold, Rigshospitalet d. 23. juli 2015

*SEMI-STAAAL A/S, 2014.* Automatiske kundetilpassede vaske- og logistikløsninger til hospitaler og industrien - Automatisk vask og desinfektion af senge og madrasser. PPT-præsentation modtaget fra Salgschef Helle Bugge-Hansen, Mediclean Solutions d. 19. november 2014

*Teknologisk Institut, 2013.* Sengerengøring på danske hospitaler – Kortlægning af praksis og fremtidsplaner. Teknologisk Institut, marts 2013

*U.S. Energy Information Administration (EIA), 2007.* Energy Characteristics and Energy Consumed in Large Hospital Buildings in the United States in 2007, published on: <http://www.eia.gov/consumption/commercial/reports/2007/large-hospital.cfm>

*Ugens Erhverv, 2005.* Vandtåge skal kvæle bygningsbrande. Artikel i Ugens Erhverv d. 9. december 2005: <http://www.ue.dk/byggeri/1619/vandtaage-skal-kvaele-bygningsbrande>

*Vand i Byer, 2013.* Nyttiggørelse af vejvand i Århusgadekvarteret - Karakterisering og modellering af vejvandsafledninger samt test af udvalgte renseteknologier. Rapport udarbejdet af DHI

## Bilag 1: Nøgletal for hospitalernes vandforbrug 2009-2013

TABEL 5.11 NØGLETAL FOR HVIDOVRE HOSPITALS VANDFORBRUG 2009-2013.

Hvidovre Hospital	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Vandforbrug</b>					
Vandforbrug (ledningsvand)	147.235	145.827	142.432	143.037	130.878
Vandforbrug (nødvand)	3.528	4.301	3.299	3.160	4.387
Vandforbrug (total)	150.763	150.128	145.731	146.197	135.265
<b>Indikatorer</b>					
Antal kvadratmeter	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000
Antal disponible sengepladser	497	533	556	539	547
Antal sengedage	198.729	193.276	191.898	185.701	189.320
Antal ambulante besøg	285.684	288.776	300.700	282.195	336.073
Antal udskrivinger	56.483	61.010	62.997	62.844	63.914
DRG+DAGS produktionsværdi (mio. kr.)	2.084	2.151	2.317	2.282	2.467
<b>Vandeffektivitetsindikatorer</b>					
Vandforbrug (m <sup>3</sup> ) pr. kvadratmeter	0,60	0,60	0,58	0,58	0,54
Vandforbrug (m <sup>3</sup> ) pr. liggedag	0,76	0,78	0,76	0,79	0,71
Vandforbrug (m <sup>3</sup> ) pr. sengeplads	303	282	262	271	247
Vandforbrug (m <sup>3</sup> ) pr. ambulante besøg	0,53	0,52	0,48	0,52	0,40
Vandforbrug (m <sup>3</sup> ) pr. udskrivinger	2,7	2,5	2,3	2,3	2,1
Vandforbrug (m <sup>3</sup> ) pr. DRG+DAGS (mio. kr.)	72	70	63	64	55

TABEL 5.12 NØGLETAL FOR HERLEV HOSPITALS VANDFORBRUG 2009-2013.

Herlev Hospital	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Vandforbrug</b>					
Vandforbrug (ledningsvand)	132.086	136.772	143.037	151.900	142.300
Vandforbrug (nødvand)*	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Vandforbrug (total)	136.086	140.772	147.037	155.900	146.300
<b>Indikatorer</b>					
Antal kvadratmeter	244.977	246.102	256.400	256.400	257.800
Antal disponible sengepladser	646	645	670	702	714
Antal sengedage	217.528	219.098	242.520	252.497	255.346
Antal ambulante besøg	418.640	447.030	458.448	467.295	493.176
Antal udskrivinger	55.168	61.079	71.482	75.686	77.306
DRG+DAGS produktionsværdi (mio. kr.)	2.621	2.949	3.313	3.473	3.624
<b>Vandeffektivitetsindikatorer</b>					
Vandforbrug (m <sup>3</sup> ) pr. kvadratmeter	0,56	0,57	0,57	0,61	0,57
Vandforbrug (m <sup>3</sup> ) pr. liggedag	0,63	0,64	0,61	0,62	0,57
Vandforbrug (m <sup>3</sup> ) pr. sengeplads	211	218	219	222	205
Vandforbrug (m <sup>3</sup> ) pr. ambulante besøg	0,33	0,31	0,32	0,33	0,30
Vandforbrug (m <sup>3</sup> ) pr. udskrivinger	2,5	2,3	2,1	2,1	1,9
Vandforbrug (m <sup>3</sup> ) pr. DRG+DAGS (mio. kr.)	52	48	44	45	40

\* Estimeret forbrug

TABEL 5.13

NØGLETAL FOR RIGSHOSPITALET VANDFORBRUG 2009-2013.

<b>Rigshospitalet</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>Vandforbrug</b>					
Vandforbrug (ledningsvand)	229.849	232.127	203.069	209.439	227.261
Vandforbrug (nødvand)*	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Vandforbrug (total)	237.849	240.127	211.069	217.439	235.261
<b>Indikatorer</b>					
Antal kvadratmeter	301.197	301.197	301.197	293.700	293.700
Antal disponible sengepladser	1.048	1.057	1.070	1.084	1.079
Antal sengedage	335.422	343.749	350.272	357.507	352.060
Antal ambulante besøg	526.783	545.507	524.805	529.552	595.984
Antal udskrivinger	82.774	87.110	82.621	83.669	84.310
DRG+DAGS produktionsværdi (mio. kr.)	4.894	5.497	5.729	5.906	6.208
<b>Vandeffektivitetsindikatorer</b>					
Vandforbrug (m <sup>3</sup> ) pr. kvadratmeter	0,79	0,80	0,70	0,74	0,80
Vandforbrug (m <sup>3</sup> ) pr. liggedag	0,71	0,70	0,60	0,61	0,7
Vandforbrug (m <sup>3</sup> ) pr. sengeplads	227	227	197	201	218
Vandforbrug (m <sup>3</sup> ) pr. ambulante besøg	0,45	0,44	0,40	0,41	0,39
Vandforbrug (m <sup>3</sup> ) pr. udskrivinger	2,9	2,8	2,6	2,6	2,8
Vandforbrug (m <sup>3</sup> ) pr. DRG+DAGS (mio. kr.)	49	44	37	37	38

\* Estimeret forbrug

## **Bilag 2: Beskrivelse af aktivitetsindikatorer**

### **DRG og DAGS produktionsværdi**

DRG og DAGS produktionsværdien anvendes som et indirekte mål for produktiviteten på hospitalerne for henholdsvis de somatisk indlagte patienter (DRG) og de ambulante patienter (DAGS):

- DRG (Diagnose Relaterede Grupper), der anvendes for indlagte patienter på somatiske afdelinger
- DAGS (Dansk Ambulant Grupperings System), der anvendes for ambulante patienter på somatiske afdelinger

Tallet for DRG-produktionsværdien fremkommer ved, at alle hospitalernes behandlingstilbud er værdisat som et gennemsnit på landsplan (DRG-takst). DRG-produktionsværdien er summen af alle behandlinger ganget med deres respektive DRG-takst. Det samme er gældende for DAGS for de ambulante behandlinger. Derved fremkommer et tal, som repræsenterer summen af værdien af behandlinger af både ambulante og indlagte patienter på det enkelte hospital.

Ulemperne ved DRG og DAGS er, at taksterne fastsættes hvert år på baggrund af de gennemsnitlige udgifter på landsplan, og produktionsværdien kan derfor stige eller falde, selvom antallet af behandlinger på hospitalet er den samme. Samtidig kan et højt specialiseret hospital (fx Rigshospitalet) have mange omkostningstunge behandlinger, fx strålebehandlinger, som giver en høj DRG/DAGS-værdi, men som har et lavt vandforbrug.

### **Sengedage**

En sengedag er et døgn, hvor en heldøgnspatient har modtaget behandling. Antallet af sengedage for den enkelte patient beregnes ved at trække indlæggelsesdatoen fra udskrivningsdatoen (dog mindst én dag).

I forhold til at anvende antal sengedage i relation til vandforbruget bør sengedagene opgøres ekskl. orlovsdage, hvor patienterne ikke har været fysisk til stede på hospitalet.

Antallet af sengedage giver i forhold til antal udskrivninger et samlet billede af, hvor mange patienter der er indlagt og i hvor lang tid. En lang række af hospitalets vandforbrugende aktiviteter knytter sig til de indlagte patienter (bad/toilet, madlavning, rengøring, operationer m.v.), hvorfor denne parameter kan være nyttig som en af indikatorerne til at opgøre hospitalets vandeffektivitet. Det giver dog mest mening at benytte indikatoren i sammenhæng med antallet af ambulante besøg.

### **Ambulante besøg**

Behandlingen af en patient på sygehus vil altid involvere ambulante besøg og/eller udskrivninger efter indlæggelse. Udviklingen i antal udskrivninger henholdsvis antal ambulante patienter er derfor gode overordnede mål for den samlede aktivitet. Antallet af ambulante besøg har indflydelse på hospitalets vandforbrug i forhold til fx dialysebehandlinger, hvor der anvendes meget vand.

Typisk indgår ambulante besøg ved røntgenafdelinger og klinisk biokemiske afdelinger ikke i opgørelserne, hvorfor indikatoren ikke dækker vandforbruget til blandt andet laboratorierne.

I opgørelsen af ambulante besøg medtages normalt alle registrerede besøg, herunder hjemmebesøg samt besøg af patienter, hvis forløb endnu ikke er afsluttet, men dette vurderes at have marginal betydning. På Rigshospitalet udgjorde hjemmebesøg i 2013 0,3% af det samlede antal ambulante besøg (1.771 hjemmebesøg ud af i alt 595.984 ambulante besøg). Hvis der på en patientkontakt er registreret mere end et ambulante besøg på samme afdeling samme dag, medtages kun ét besøg.



### **Udskrivninger**

Antallet af udskrivninger efter indlæggelser beskriver antallet af indlagte patienter. Det opgøres som udgangspunkt ekskl. raske nyfødte. Udskrivninger er sammen med antal ambulante behandlinger en typisk anvendt indikator på hospitalsaktiviteten.

### **Disponible sengepladser**

Antallet af sengepladser kan opgøres som normerede senge (antal normerede senge i budgettet) eller disponible senge (reelt antal senge i perioden). I denne sammenhæng vil det være mest hensigtsmæssigt at anvende antal disponible senge, da dette tal siger noget om den reelle kapacitet på hospitalet og ikke den budgetterede.

Antallet af både normerede og disponible senge giver et billede af kapaciteten på hospitalet, men siger ikke noget om den reelle aktivitet, da fx overbelægning på afdelingerne ikke indgår i opgørelserne. Derfor vurderes antal sengepladser at være mindre egnet i forhold til at opgøre aktiviteten og vandeffektiviteten på hospitalerne.

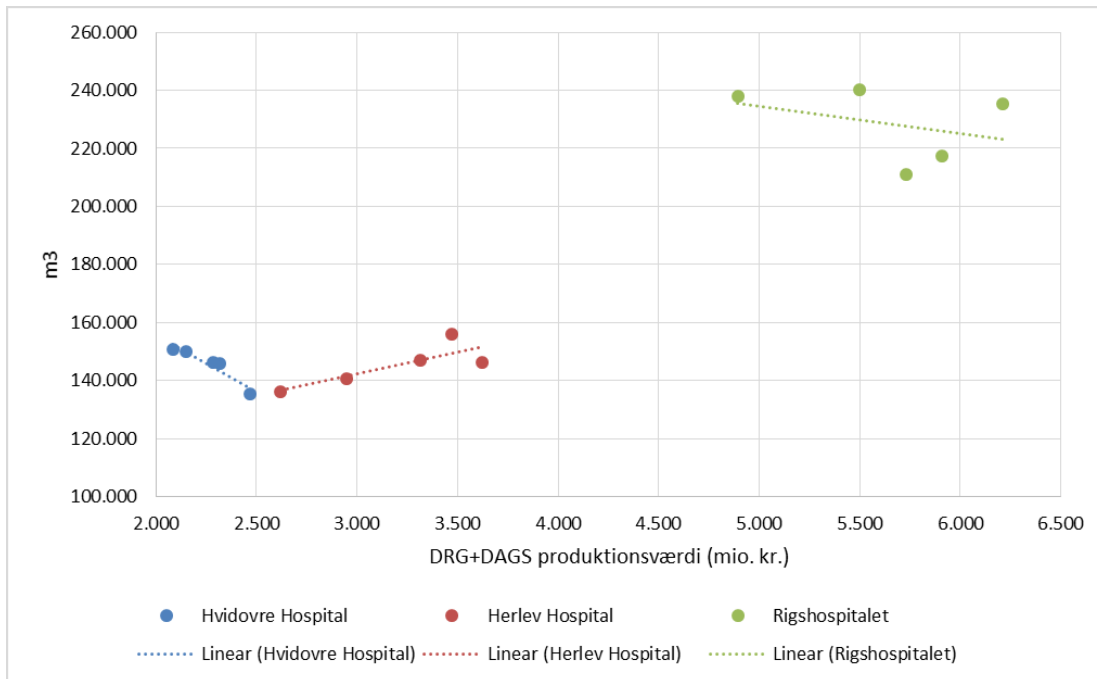
### **Kvadratmeter**

Arealet har generelt en mindre betydning for vandforbruget på hospitalerne, men kan have betydning for vandforbruget relateret til rengøring og i en vis grad for fx vandbehandling, da der ved større afstande på hospitalet kan være behov for flere decentrale vandbehandlingsanlæg og dermed et større spild til kloakken i forbindelse med regenerering.

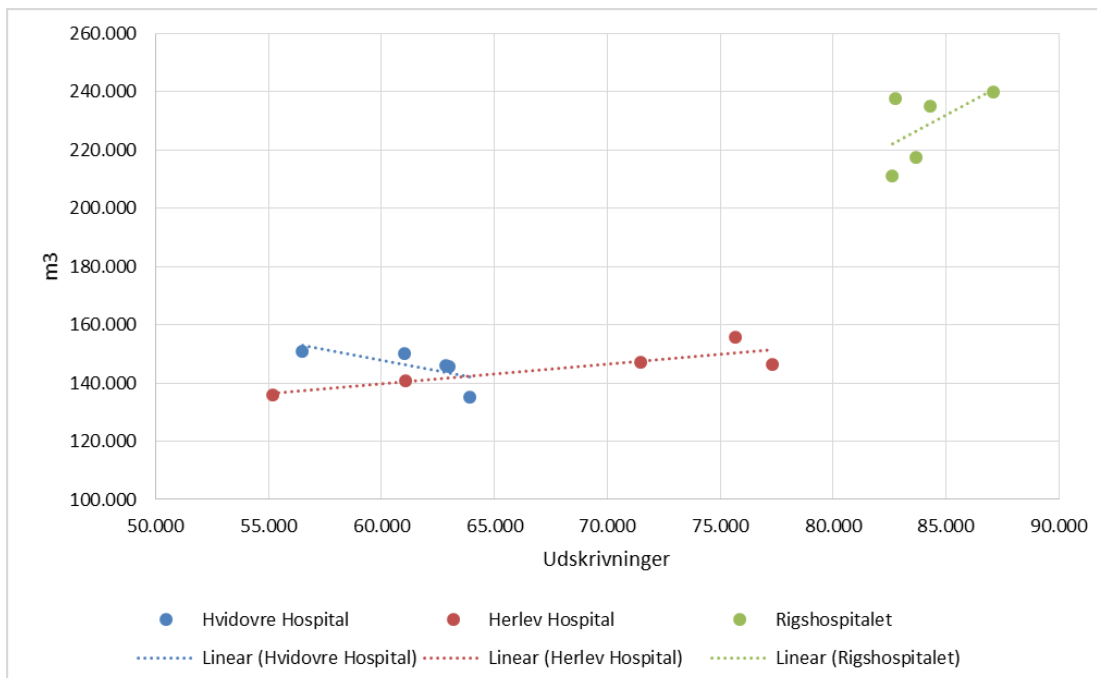
Samtidig er arealet af hospitalet til en vis grad relateret til aktiviteterne på hospitalet og kan derfor give en indikation af aktivitetsniveauet.

Det har traditionelt været almindeligt at benytte arealet som en indikator på vandeffektiviteten. Arealet bør opgøres som bruttoarealet, inkl. kældre og pavilloner, men ekskl. parkeringskældre.

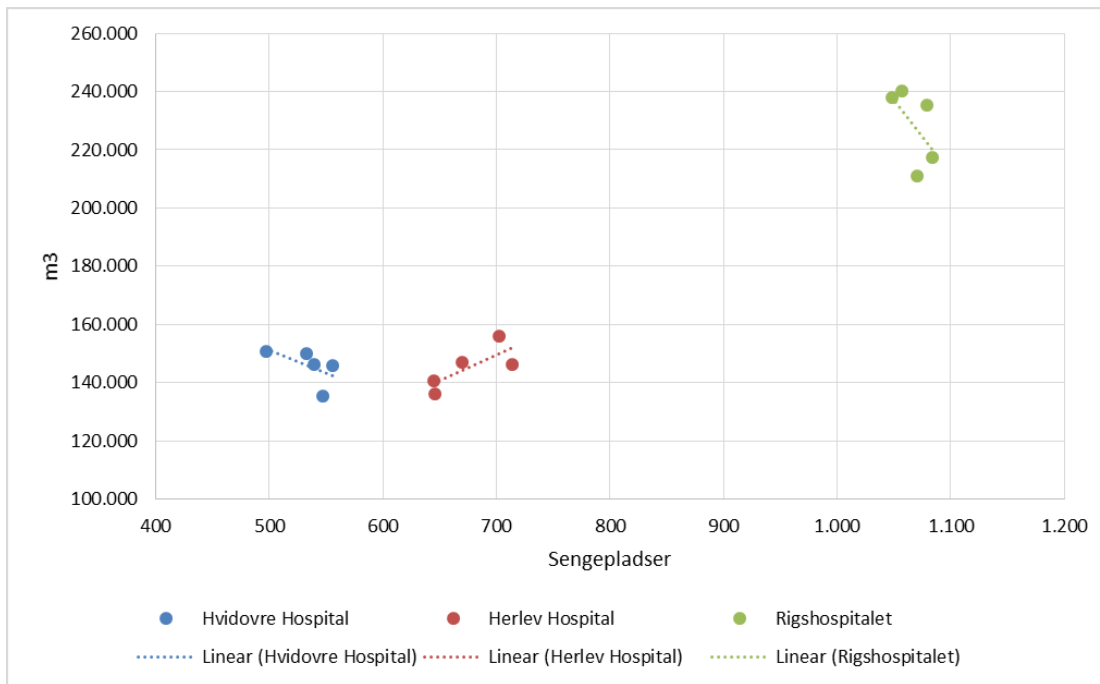
### Bilag 3: Sammenhæng mellem aktivitetsindikatorer og vandforbrug



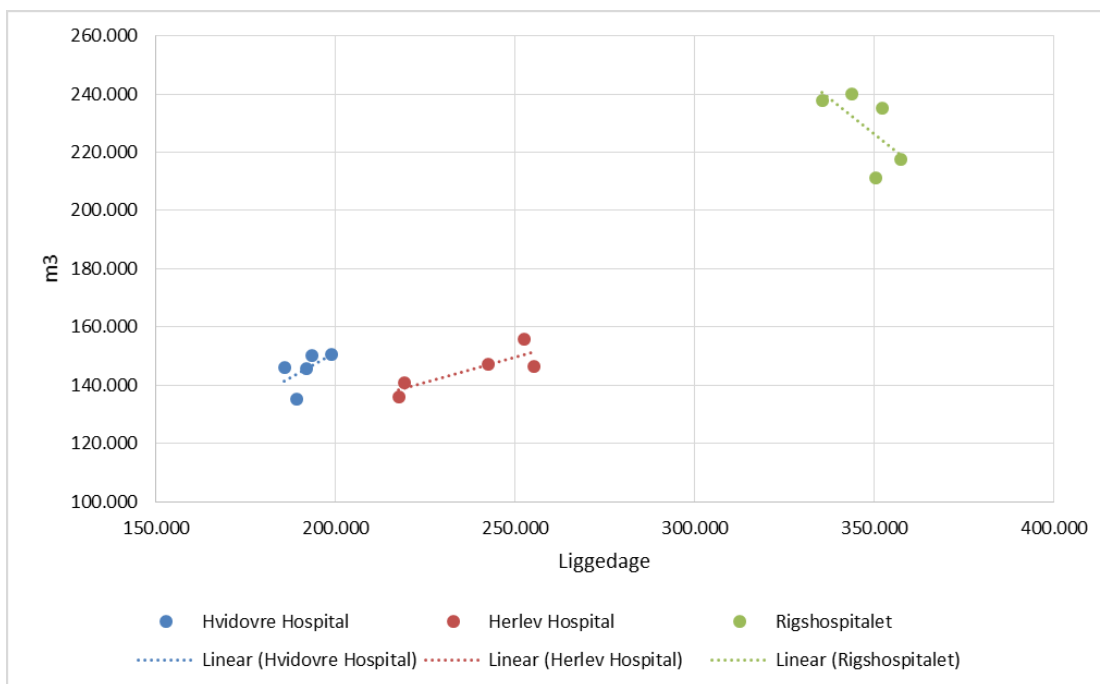
FIGUR 5.5 SAMMENHÆNG MELLEML DRG+DAGS PRODUKTIONSVÆRDI (MIO. KR.) OG DET ÅRLIGE VANDFORBRUG PÅ HVIDOVRE HOSPITAL, HERLEV HOSPITAL OG RIGSHOSPITALET I PERIODEN 2009-2013.



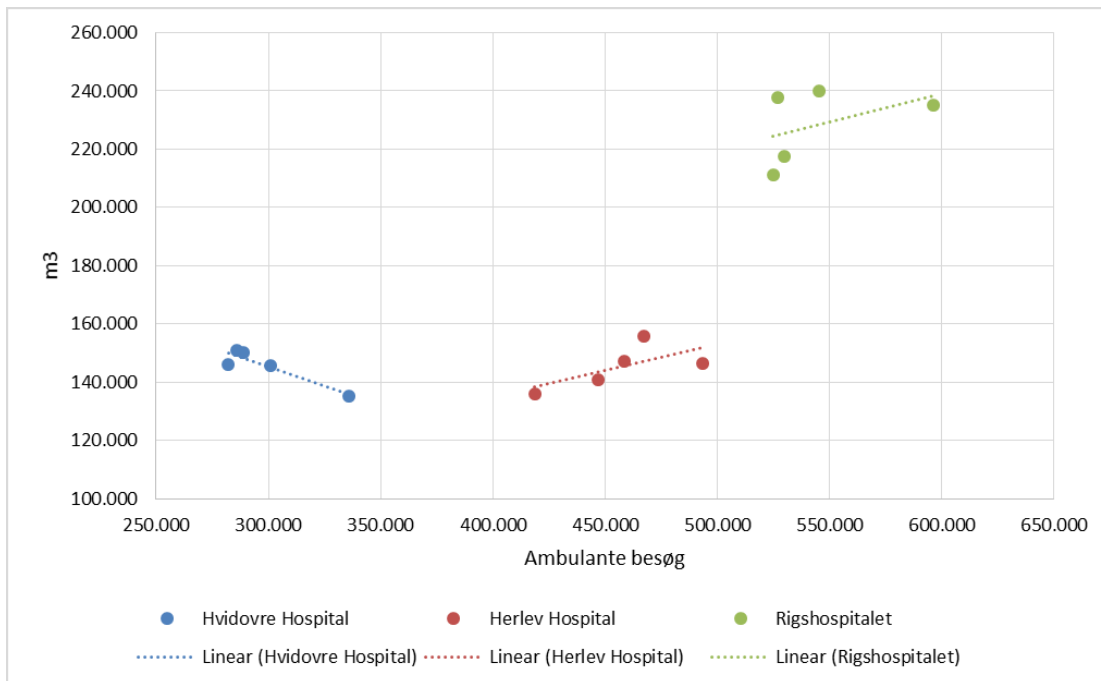
FIGUR 5.6 SAMMENHÆNG MELLEML UDSKRIVNINGER OG DET ÅRLIGE VANDFORBRUG PÅ HVIDOVRE HOSPITAL, HERLEV HOSPITAL OG RIGSHOSPITALET I PERIODEN 2009-2013.



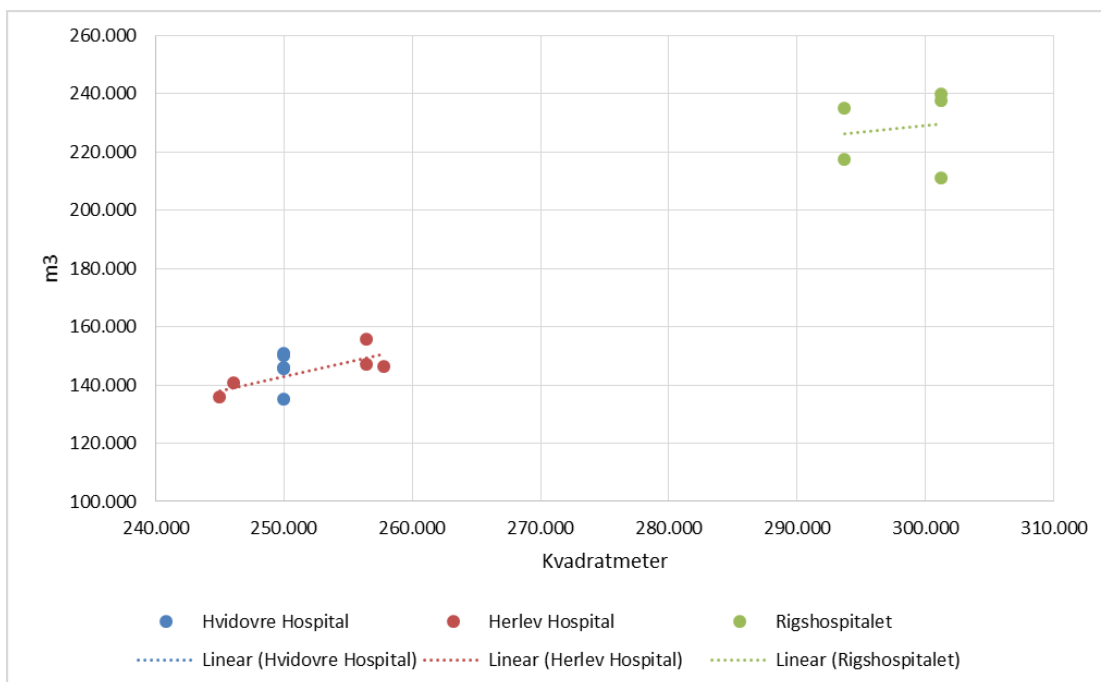
**FIGUR 5.7 SAMMENHÆNG MELLEM SENGEPLADSER OG DET ÅRLIGE VANDFORBRUG PÅ HVIDOVRE HOSPITAL, HERLEV HOSPITAL OG RIGSHOSPITALET I PERIODEN 2009-2013.**



**FIGUR 5.8 SAMMENHÆNG MELLEM LIGGEDAGE OG DET ÅRLIGE VANDFORBRUG PÅ HVIDOVRE HOSPITAL, HERLEV HOSPITAL OG RIGSHOSPITALET I PERIODEN 2009-2013.**



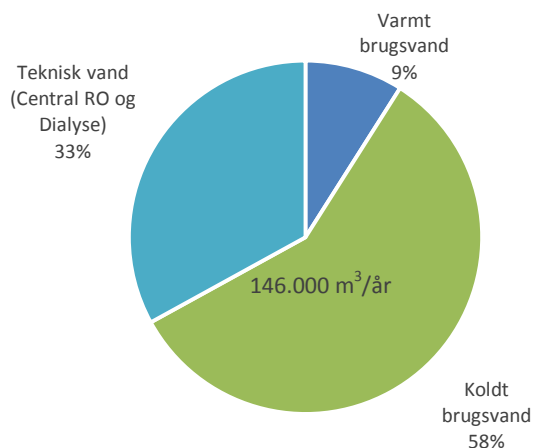
**FIGUR 5.9 SAMMENHÆNG MELLEMBESØG OG DET ÅRLIGE VANDFORBRUG PÅ HVIDOVRE HOSPITAL, HERLEV HOSPITAL OG RIGSHOSPITALET I PERIODEN 2009-2013.**



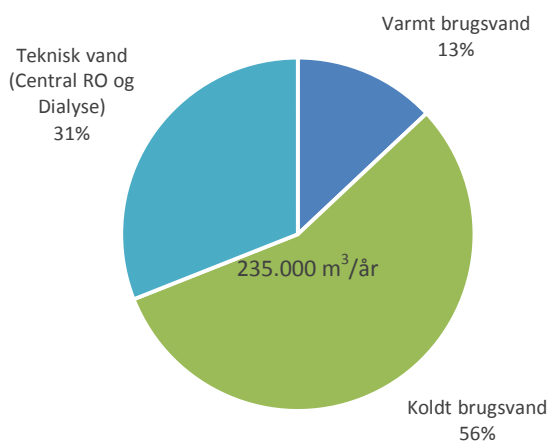
**FIGUR 5.10 SAMMENHÆNG MELLEMBESØG OG DET ÅRLIGE VANDFORBRUG PÅ HVIDOVRE HOSPITAL, HERLEV HOSPITAL OG RIGSHOSPITALET I PERIODEN 2009-2013.**

## Bilag 4: Fordeling af vandforbrug på koldt brugsvand, varmt brugsvand og teknisk vand på Herlev Hospital og Rigshospitalet

Figur 5.11 og Figur 5.12 viser fordelingen af henholdsvis koldt brugsvand, varmt brugsvand og teknisk vand til centralt RO-anlæg og Dialyzen på Herlev Hospital og Rigshospitalet. Ikke al varmt brugsvand er nødvendigvis registreret, da der kan forekomme mindre bygninger/pavilloner, hvor der ikke er målere på det varme brugsvand. En mindre andel (sandsynligvis 1-2%) af det kolde brugsvand udgøres derfor formentlig af varmt brugsvand på Herlev Hospital og Rigshospitalet.



FIGUR 5.11 FORDELING AF VANDFORBRUGET PÅ HERLEV HOSPITAL PÅ TEKNISK VAND (CENTRALT RO-ANLÆG OG DIALYSE), VARMT OG KOLDT BRUGSVAND.



FIGUR 5.12 FORDELING AF VANDFORBRUGET PÅ RIGSHOSPITALET PÅ TEKNISK VAND (CENTRALT RO-ANLÆG OG DIALYSE), VARMT OG KOLDT BRUGSVAND.

## Bilag 5. Leverandører af vandteknologi

I forbindelse med projektets gennemførelse er forfatterne blevet bekendt med nedenstående leverandører af vandteknologi. Listen skal betragtes som eksempler på leverandører på området og er altså ikke en udtømmende liste.

- Adept Water Technologies A/S (kemisk desinfektion)
- Aquaren ApS (spildevandsrensning – specielt koncentrerede miljøfarlige strømme)
- Autronica Fire and Security (AquaSafe® vandtågeanlæg)
- BWT - Best Water Technology (bl.a. RO- og blødgøringsanlæg)
- Danfoss Semco A/S (SEM-SAFE® vandtågeanlæg)
- EnergiData A/S (MinEnergi dataopsamlingssystem)
- Gambro Danmark (vandbehandling til Dialyseafsnit)
- Goloo ApS (Engangsbækkener)
- GreenByte ApS (EnergyMaster dataopsamlingssystem)
- Grundfos BioBooster A/S (bl.a. spildevandsrensning, desinfektion og mikrobiologisk online måling)
- Kamstrup A/S (eButler dataopsamlingssystem og elektroniske batteridrevne vandmålere)
- Krüger A/S (bl.a. leverandør af vandbehandling (RO/blødgøring), desinfektion samt spildevandsrensning)
- Logos Logit A/S (dataopsamlingssystemer til hospitaler)
- MIELE A/S (automatisk sengevaske med genanvendelse af sidste hold skyllevand)
- Mycometer A/S (Baqtiquant-metode)
- SBT Aqua ApS (Flow cytometry)
- SEMI-STAAAL A/S (automatisk sengevaske med genanvendelse af sidste hold skyllevand)
- UltraAqua (UV- og ozonteknologi)
- Wicotec Kirkebjerg A/S (FOGTEC Brandschutz' Water Mist vandtågeanlæg)

### **Vandeffektive hospitaler**

Gennemgang af vandstrømme er gennemført på Hvidovre Hospital, Herlev Hospital og Rigshospitalet. Det er første gang i Danmark, at hospitaler så detaljeret undersøger deres vandforbrug. Vandet er blevet opdelt i 4 grupper alt efter om det kommer i direkte eller indirekte eller ingen kontakt med patienterne. Kortlægningen viser f.eks., at 56 procent af vandet på Hvidovre Hospital kan erstattes med sekundavand – f.eks. ved at rensed drænvand kan bruges til teknisk vand på hospitalet. Samlet set vil der kunne spares 248.000 m<sup>3</sup> vand pr. år på de tre hospitaler. Det svarer til 10,8 mio. pr. år for de tre hospitaler til sammen. Pengene spares ved færre udgifter til vand, vandafledning og vandbehandling. For at opnå besparelserne vil hospitalerne skulle foretage mindre teknologiinvesteringer – i teknologi som danske virksomheder kan levere. Projektets identificerede behov for ny vandteknologi bør udvikles, afprøves og demonstreres, så de bedste løsninger kan implementeres i de fremtidige hospitalsbyggerier. Dermed kan vandeffektiviteten forbedres markant samtidigt med, at man minimerer risikoen for, at sårbare patienter bliver smittet med vandbårne opportunistiske patogener.



Miljøstyrelsen  
Strandgade 29  
1401 København K

[www.mst.dk](http://www.mst.dk)