



Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Ledelsesmæssige og teknologiske metoder til reduktion af vandtab

2015

Titel:

Ledelsesmæssige og teknologiske metoder til
reduktion af vandtab

Udgiver:

Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø
www.nst.dk

År:

2015

Redaktion:

EnviDan Water A/S
Stine Uhre Kristoffersen
Jesper Hall
Hanne Nicolaysen Trap

ISBN nr.

978-87-92256-28-7

Ansvarsfraskrivelse:

Naturstyrelsen offentliggør rapporter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøministeriet. Offentliggørelsen betyder, at Naturstyrelsen finder indholdet af væsentlig betydning for en bredere kreds. Naturstyrelsen deler dog ikke nødvendigvis de synspunkter, der kommer til udtryk i rapporterne.

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

Forord	5
Konklusion og sammenfatning	6
Summary and Conclusion	9
1. Indledning	12
1.1 Baggrund.....	12
1.2 Formål	12
2. Vandtabets sammensætning	13
2.1 Ikke solgt autoriseret forbrug.....	13
2.2 Ikke solgt uautoriseret forbrug.....	13
2.3 Målerunøjagtighed.....	14
2.3.1 Produktionsmålere.....	14
2.3.2 Forbrugsmålere.....	14
2.3.3 Samlet målerunøjagtighed.....	14
2.4 Fysisk tab.....	15
2.5 Total vandtab	15
3. Opgørelse af vandtab	17
3.1 Datagrundlag til beregning af vandtab	17
3.2 Opgørelsesmetodikker	17
3.2.1 Procentuelt vandtab og specifikt vandtab.....	17
3.2.2 ”Infrastructure Leakage Index” (ILI)	18
3.3 Vandtabsopgørelsesmetodens betydning	19
4. Vandtab hos danske vandforsyninger	21
5. Ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer	23
5.1 Overvejelser vedr. ikke solgt autoriseret forbrug	23
5.2 Lokalisering af ikke solgt uautoriseret forbrug	23
5.3 Kontrol af forbrugs- og produktionsmålere.....	24
5.4 Reduktion af fysisk vandtab	24
5.4.1 Ledningsrenovering	24
5.4.2 Forebyggelse af lækager.....	24
5.4.3 Lækageovervågning	25
5.4.4 Lækagesøgning.....	26
5.5 Værktøjer for vandforsyninger mindre end 200.000 m ³ /år	27
6. Incitamentsstruktur for nedbringelse af vandtab	28
6.1 Økonomiske incitamenter	28
6.2 Tekniske og kvalitetsmæssige incitamenter	29
6.3 Incitamenter ift. service og image.....	29
6.4 Incitamenter ift. miljø og CSR (samfundsansvar/socialt ansvar)	30
7. Analyse af ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer	31
7.1 Analysemetode	31
7.2 Deltagende vandforsyninger	31

7.3	Repræsentation af den danske vandforsyningssektor.....	33
8.	Resultater	35
8.1	Ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer	35
8.1.1	Målsætning for vandtabets størrelse.....	35
8.1.2	Sektionering, lækageovervågning og lækagesøgning	36
8.1.3	Renoveringsplanlægning	40
8.1.4	Vandforsyningernes forklaring.....	41
8.2	Analyse af incitamentet for nedbringelse af vandtabet.....	42
8.3	Analyse af elementer i vandtabet	43
8.3.1	Produktionsmålere.....	43
8.3.2	Ikke afregnet forbrug	44
8.4	Jordledninger.....	45
8.4.1	Brud registreret på stik- og jordledninger	46
8.5	Lokale forhold der gør det vanskeligt at nedbringe vandtabet	47
8.5.1	Forbrugersammensætning	48
8.5.2	Geografiske forhold.....	48
8.5.3	Ledningsnettets alders- og materialsammensætning.....	48
9.	Eksempler på reduktion af vandtab	49
9.1	Case 1: TREFOR Vand A/S.....	49
9.2	Case 2: NFS Vand A/S	50
9.3	Case 3: FFV Vand A/S.....	51
10.	Potentiale for reduktion af vandtab i dansk vandforsyning	54
11.	Referencer	56
Bilag 1:	Præsentation af deltagende vandforsyninger.....	57

Forord

Nærværende projekt ”Ledelsesmæssige og teknologiske metoder til reduktion af vandtab” er udarbejdet for Naturstyrelsen.

Målgruppen er vandforsyninger, offentlige myndigheder og teknologiske virksomheder, som arbejder inden for vandforsyningsområdet.

I forbindelse med projektet har en række vandforsyninger, virksomheder og organisationer været kontaktet, og de har stillet data, oplysninger og erfaringer til rådighed for projektet. Dialogen med disse interessenter har været særdeles givende for projektet. Der rettes hermed en stor tak til alle, der har bidraget med oplysninger til brug for projektet.

Projektet er afsluttet i januar 2015. Det er udført af:

- Stine Uhre Kristoffersen, EnviDan Water A/S
- Jesper Hall, EnviDan Water A/S
- Hanne Nicolaysen Trap, EnviDan Water A/S

Projektet har været fulgt af en følgegruppe med følgende medlemmer:

- Thomas Bo Sørensen, DANVA (Dansk Vand- og Spildevandsforening)
- Pernille Weile, FVD (Foreningen af Vandværker i Danmark)
- Jørn Jespersen, Dansk Miljøteknologi
- Jens Brandt Bering har deltaget på vegne af Dansk Miljøteknologi i den sidste fase af projektet
- Nanet Poulsen, Naturstyrelsen
- Tina Pedersen, Naturstyrelsen
- Martin Skriver, Naturstyrelsen

Konklusion og sammenfatning

Vandtab er defineret som forskellen på den udpumpede vandmængde og den debiterede vandmængde, og er dermed den producerede vandmængde, som vandforsyningerne ikke får betaling for. Vandtab omfatter den vandmængde, der tabes i ledningsnettet pga. brud, uautoriseret forbrug og målerunøjagtigheder, men omfatter også kontrolleret og gavnligt vandforbrug brugt til udskylninger af ledninger ved nyanlæg og reparationer, vand brugt til brandslukning og kontrol af sprinkleranlæg.

28 danske vandforsyningers arbejde med vandtab er belyst igennem interview med særligt fokus på, hvilke ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer vandforsyningerne benytter til understøttelse af deres arbejde. De deltagende forsyninger er primært vandforsyninger med en årlig udpumpning på mere end 200.000 m³/år.

Herudover er der sat fokus på emner, som har betydning for vandforsyningernes vandtab, hvorfor disse ønskes undersøgt nærmere. Emnerne er følgende:

- Målerunøjagtigheder – særligt fokus på produktionsmålere
- Ikke-afregnet vandforbrug – autoriseret og uautoriseret forbrug
- Jordledninger – vandledning på privat grund
- Incitament for nedbringelse af vandtabet
- Lokale forhold, der vanskeliggør yderligere reduktion af vandtabet

Konklusion:

Ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer

- Der er ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer til rådighed til understøttelse af vandforsyningernes arbejde med at nedbringe vandtabet.
- Vandforsyningerne kender generelt de samme værktøjer.
- Alle deltagende vandforsyninger foretager som minimum lækageovervågning ved at overvåge nattimeflowet fra vandværket og reagerer på ændringer i dette.
- En del af vandforsyningerne med lavt vandtab har historisk set altid haft et lavt vandtab, og har ikke brugt særlige ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer til at opnå det lave vandtab. Den anden del af vandforsyninger med lavt vandtab har tidligere gjort en indsats for at nedbringe vandtabet og dermed har de etableret systemer til at kunne bibeholde et lavt vandtab.
- Vandforsyningerne, som har formået at reducere vandtabet, anvender renoveringsplanlægningsværktøjer, aktiv lækagesøgning, sektionering og systematisk lækageovervågning og -søgning for at nedbringe vandtabet.
- Vandforsyningerne med et lavt eller faldende vandtab bruger ikke andre ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer end vandforsyningerne med et højt vandtab. For nogle af vandforsyningerne med højt vandtab vurderes det, at gevinsten ved de igangsatte aktiviteter ikke er slået igennem endnu, eller at der er andre elementer i vandtabet end fysisk vandtab, der udgør en betydelig del af vandtabet. Andre vandforsyningerne med højt vandtab kan igangsætte flere aktiviteter såsom sektionering for at opnå en mere effektiv lækageovervågning.
- Størstedelen af de deltagende vandforsyninger anvender et simpelt renoveringsplanlægningsværktøj. I gruppen med faldende vandtab er der en større andel af vandforsyningerne, som benytter et mere avanceret eller dynamisk værktøj end i gruppen med

lavt vandtab, hvilket indikerer, at anvendelsen af et mere avanceret værktøj har en gavnlig effekt på vandtabet.

- Store forsyninger arbejder ikke betydeligt mere med ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer end de – i denne undersøgelse - mindre vandforsyninger.
- Vandforsyningerne bruger værktøjerne på forskellige niveauer. Lækageovervågningen og renoveringsplanlægningsværktøjer bruges i vid udstrækning på et relativt lavteknologisk niveau. Ud fra analysens resultater vedr. renoveringsplanlægning og lækageovervågning vurderes, at værktøjerne kan optimeres og arbejdet systematiseres yderligere - eksempelvis med mere intelligent lækageovervågning og udvidet renoveringsplanlægning, som kan gavne vandforsyningernes arbejde med at reducere vandtabet yderligere på sigt.
- Arbejdes målrettet med at nedbringe vandtabet, kan det reduceres. Kun få forsyninger har ikke fået nedbragt vandtabet trods brug af de ovennævnte værktøjer.

Målerunøjagtigheder

- Forbrugsmålernes målerunøjagtighed er sikret gennem BEK nr. 1034 af 17/10/2006, hvor målere i drift ikke må overskride det dobbelte af de maksimalt tilladelige fejl ved førstegangsverifikation. Forbrugsmålere bliver typisk produceret med en nøjagtighed på +/- 2 % og en unøjagtighed på +/- 4 % accepteres efter seks år i drift.
- Produktionsmålerne er ikke reguleret i den danske lovgivning, og der er således ingen krav om kontrol af disse.
- Analysen har vist, at vandforsyningerne typisk får udført en årlig service af deres produktionsmålere, hvor elektronikken kontrolleres. Derved sikres, at elektronikken i målerne måler korrekt inden for et givent interval, som ofte er +/- 2 %. Dette er dog ikke ensbetydende med, at måleren måler det korrekte vandflow.
 - Det er et udbredt problem, at produktionsmålerne er installeret ukorrekt eksempelvis placeret umiddelbart efter en manifold, hvilket kan give en upræcis måling grundet turbulens i vandstrømmen.
 - Det er et udbredt problem, at produktionsmålerne er overdimensionerede i forhold til det faktiske flow, hvilket giver upræcise målinger ved lave vandflow.
- Produktionsmålerens nøjagtighed er meget vigtig i forhold til at minimere målerens indflydelse på vandtabets størrelse. Ved mange vandforsyninger er den reelle målerusikkerhed ukendt pga. de ovennævnte forhold.

Ikke-afregnet forbrug

- Det er ikke et udbredt problem med ikke-afregnet uautoriseret forbrug. Det er dog et problem for flere vandforsyninger, at bl.a. slamsugere tapper drikkevand fra brandstandere på ledningsnettet, uden at dette registreres. Dette vandforbrug indgår i vandforsyningernes vandtab og udgør ydermere en væsentlig forureningsrisiko for drikkevandet. Enkelte vandforsyninger løser dette ved at oprette en vandkiosk, hvorfra vand kan aftappes kontrolleret samt blive afregnet.
- Vandforsyninger bruger vand til ledningsudskylninger og brandslukning. Herudover er det et meget begrænset autoriseret forbrug, som ikke afregnes, hvilket ofte kun er en brandstations vandforbrug.

Jordledninger – vandledning på privat grund

- Vandforsyningerne har ikke råderet over jordledningerne, selvom vandtabet fra disse ledninger indgår i vandforsyningernes vandtabsopgørelse (medmindre forbruget måles i en målerbrønd i skel). Vandforsyningerne håndterer dette forskelligt, og problemets omfang vurderes forskelligt fra forsyning til forsyning.
- Data fra 17 danske vandforsyninger viser, at halvdelen af de brud som registreres på jord- og stikledninger sker på jordledningerne /1/. Derfor er det vigtigt, at jordledningerne bliver vedligeholdt, så brudhændelser og utætheder forebygges. Dette kan være en udfordring for forsyningerne, da grundejernens forsikring først dækker en renovering, når et brud er opstået.

- De fleste vandforsyninger har taget stilling til jordledningerne og har igangsat initiativer for at minimere vandtabet fra jordledningerne bl.a. ved at indarbejde krav i deres regulativ om renovering af jordledning ifm. forsyningens renovering af stikledning, opfordre grundejerne til at renovere jordledninger ifm. vandforsyningens renoveringsprojekt, sætte målerbrønde i skel og/eller stille materialer til rådighed ved renovering.

Incitament for nedbringelse af vandtab

- Analysen viser tydeligt, at den økonomiske strafafgift på den del af vandtabet, som ligger over 10 % af den udpumpede vandmængde, skaber et incitament til at nedbringe vandtabet.
- Strafaffigten er dog ikke det eneste incitament. Forsyningerne er opmærksomme på, at omkostningerne til at reducere vandtabet kan overstige udgifterne til strafaffigten, så derfor har andre incitamenter ligeledes betydning for arbejdet – her er tendensen, at det er service og image samt sikring af vandkvaliteten, der ydermere skaber et incitament for at nedbringe vandtabet.
- Der er en tendens til, at vandforsyningerne med et lavt vandtab i højere grad end de øvrige vandforsyninger mener, at miljø og virksomhedens samfundsansvar (CSR) giver et incitament til at nedbringe vandtabet.

Lokale forhold, der kan vanskeliggøre nedbringelse af vandtabet yderligere

- De lokale forhold som kan vanskeliggøre og fordyre arbejdet med at nedbringe vandtabet for nogle vandforsyninger er geografiske forhold såsom jordbundsforhold, naturområder og terrænforskelle, forbrugersammensætning samt ledningsnettet alders- og materialesammensætning.
- Der er ikke umiddelbart forhold, der gør det umuligt at nedbringe vandtabet, men omkostningerne til at nedbringe vandtabet kan være større for nogle vandforsyninger end for andre.
- De gældende udbudsregler kan være en hindring i at anvende de komponenter og materialer, som den enkelte vandforsyning mener, er bedst i deres forsyningsområde.
- Milde vintre og klimaændringer har indflydelse på antallet af brud.

Potentiale for reduktion af vandtab

- Vandforsyningerne med et faldende vandtab har gennemsnitligt reduceret deres procentuelle vandtab med 5 procentpoint fra 14,4 % i 2011 til 9,3 % i 2013, hvilket viser, at vandtabet kan reduceres, hvis der sættes fokus på arbejdet. Med så markante resultater indenfor en kort tidsperiode vurderes det, at det er realistisk, at vandforsyninger, der arbejder fokuseret med vandtab, kan nedbringe vandtabet til det nuværende gennemsnit på 8,2 %.
- Det volumenmæssige potentiale for nedbringelse af vandtabet er beregnet ud fra den forudsætning, at vandforsyningerne, der er repræsenteret i det foreliggende datamateriale, er repræsentative for dansk vandforsyning som helhed i relation til vandtab. Herved er potentialet en reduktion af vandtabet på ca. 3,4 mio. m³/år.

Summary and Conclusion

Water loss is defined as the difference between the pumped water volume and the debited amount of water, and thus the produced water that water supplies are not being paid for. Water loss includes the amount of water that is lost in the network due to leakage, unauthorized consumption and meter inaccuracies, but also controlled and beneficial use of water used for flushing of pipelines after repairs, water used for firefighting and verification of sprinkler systems.

As a part of the project, 28 water suppliers have been interviewed with respect to their work with reducing their water loss. The main focus of the interviews was the managerial and technological methods which were used by the water supply to support their work. Participating suppliers are primarily water supplies with an annual production of more than 200,000 m³ / year.

Following causes can have influence on the water loss of the water suppliers. Because of that, these causes are investigated further during the project. They are as follows:

- Meter Inaccuracies - special focus on production meters
- Non-settled water consumption - both authorized and unauthorized consumption
- Service connections - water pipes on private property
- Incentives to reduce water loss
- Local conditions which complicate the reduction of water loss

Conclusion:

Managerial and technological methods

- There are Managerial and Technological methods available to support water Suppliers work to reduce water loss.
- The water suppliers generally know the same methods.
- All participating water utilities make as a minimum leakage monitoring by monitoring the night flow from the waterworks and respond to changes in this.
- Part of the water suppliers with low water loss have historically always had a low water loss, and have not used special managerial and technological methods to achieve the low water loss. The other part of the water suppliers with low water loss has previously made efforts to reduce water loss and thus they have established systems to maintain a low water loss.
- The water suppliers that have managed to reduce their water loss have used renovation planning tools, active leakage detection, sectioning of the water distribution system and systematic leakage monitoring and leakage detection to reduce water loss.
- The water suppliers with a low or decreasing water loss do not use other managerial and technological tools than water supplies with a high water loss. For some of the water suppliers with high water loss, it is estimated that the benefit of the activities initiated has not been seen yet, or that there are other elements in the water loss than physical water loss, which represents a significant proportion of the water loss. Some water suppliers with high water loss may initiate additional activities such as sectioning of the water distribution system to achieve a more effective leakage monitoring.
- The majority of the participating water suppliers use a simple renovation planning tool. In the group with decreasing water loss is a greater portion of water supplies, which uses a more advanced or dynamic renovation planning tool than in the group with low water loss, indicating that use of a more advanced tool has a beneficial effect on the loss of water.

- Larger water suppliers are not working significantly more with managerial and technological tools than the - in this study - smaller water supplies.
- The water suppliers are using the tools at different levels. Leakage monitoring and renovation planning tools are used widely in a relatively low technological level. Based on the analysis results concerning renovation planning and leakage monitoring is estimated that the tools can be optimized and the work systematized further - for example with more intelligent leakage monitoring and extensive renovation planning that can benefit the water suppliers work to reduce water losses further in the long term.
- When working targeted to reduce water loss, it can be reduced. Few water suppliers have not managed to reduce their water loss despite use of the above-mentioned methods.

Meter Inaccuracies

- The uncertainty of the consumption meters is regulated in Act no. 1034 of 14/10/2006. In here it is stated that consumption meters in operation cannot exceed twice the maximum acceptable error from the initial verification. The consumption meters are typically produced with an accuracy of +/- 2 %. Thereby an inaccuracy of +/- 4 % after six years in operation is accepted.
- Production meters are not regulated in Danish legislation, and there is no requirement for verification of these.
- This analysis has shown that the water suppliers typically are getting an annual inspection of their production meters, where the electronics are checked. This ensures that the electronics of the meters measuring correctly within a given interval, which often is +/- 2 %. This however does not mean that the meter measures the correct water flow.
 - It is a common problem that production meters are installed incorrectly, for example, placed immediately after a manifold, which may provide an inaccurate measurement due to turbulence in the water flow.
 - It is a common problem that the production meters are oversized compared to the actual flow, resulting in inaccurate measurements at low water flow.
- The production meters accuracy is very important in relation to minimizing the influence of the meters on the total water loss. For many water suppliers the real meter inaccuracies is unknown due to the above-mentioned conditions.

Non-settled consumption

- It is not a widespread problem with non-settled unauthorized consumption. However, it is a problem for several water suppliers that e.g. vacuum tanker tabs drinking water from fire hydrants in the distribution system without any registration. This water is part of the water suppliers' water loss and it forms a significant risk of contamination of the drinking water in the pipes. Some water suppliers solve this by creating a station from which water can be drained from at secured tap.
- Water suppliers use water to flush the pipelines and for firefighting. In addition, it is a very limited authorized consumption which is not settled and is often only water consumption from a single fire station.

Private Service connections

- Water suppliers have not rights to access the private service connections, although the water losses from these pipes are part of the water supplies water loss (unless consumption is measured in a meter well in cadastral boundaries). Water suppliers handle this differently and the extent of the problem is assessed differently.
- Data from 17 Danish water suppliers show that half of the breakages which are recorded on service connections is recorded on the private part of the Service connections / 1 /. Therefore, it is important that the private Service connections are maintained so that breakage incidents and leaks are prevented. This can be a challenge for water supplies as property owners insurance only covers a renovation when a breach has occurred.

- Most water supplies have taken steps to minimize water loss from the private Service connections by for instance incorporating requirements in their regulations on renovation of the private service connection when the water supply renovate their part of the service connection, encourage property owners to renovate private service connection when water supply executes a renovation project, set a meter well in cadastral boundaries and/or make materials available for renovation.

Incentive to reduce water loss

- The analysis clearly shows that the economic penalty on the part of the water loss, which reaches 10% of the water volume pumped out, creates an incentive to reduce water loss.
- Penalty tax is not the only incentive. The utilities are aware that the cost of reducing water losses may exceed the cost of the penalty tax, that's why other incentives are also important for their work - here is the trend that it's service and image and ensuring water quality, which furthermore creates an incentive to reduce water loss.
- There is a tendency for water suppliers with a low water loss to a greater extent than the other water suppliers believe that the environment and corporate social responsibility (CSR) provides an incentive to reduce water loss.

Local conditions which complicate the reduction of water loss

- The local conditions which can complicate and increase the cost of the work to reduce the loss of water for some water supplies are geographical constraints such as soil conditions, natural areas and terrain differences, consumer composition and age of the pipelines and material composition of the distribution system.
- There are no circumstances that make it impossible to reduce water loss, but the cost to reduce water loss may be greater for some water supplies than others.
- The applicable procurement rules can be an obstacle in the use of components and materials which the individual water supply think is best in their area of supply.
- Mild winters and climate change have influenced the number of breakages.

Potential for reduction of water loss

- Water suppliers with decreasing water loss has on average reduced their percentage of loss of water by 5 percentage points from 14.4% in 2011 to 9.3% in 2013 which shows that the water loss can be reduced if the focus is on it. With such significant results within a short period of time it is estimated that it is realistic that water supplies that works hard with reducing their water loss, can reduce water loss to the current average of 8.2%.
- The volume potential for reducing water losses are calculated from the premise that water supplies represented in the available data are representative of the entire Danish water supply in relation to water loss. In this way, the potential is a reduction of water loss of about 3.4 million m³ / year.

1. Indledning

1.1 Baggrund

En vandforsynings vandtab er differencen mellem den vandmængde, der udpumpes fra vandværkerne og den vandmængde, der afregnes ved forbrugerne. Det er afgørende for at forstå udviklingen i vandtabet i dansk vandforsyning, at der er en grundlæggende overordnet forståelse for strukturen og udviklingen i vandforsyningsbranchen.

Siden 1994 har den del af vandtabet, der udgør mere end 10 % af den samlede udpumpning været afgiftsbelagt, hvilket har givet den enkelte vandforsyning et økonomisk incitament til at holde vandtabet under 10 %. Siden 1999 har det været lovpligtigt at alle ejendomme i Danmark, der er tilsluttet en almen vandforsyning, skal have installeret en vandmåler. Målingen af det faktiske forbrug har betydet, at der i modsætning til tidligere er opnået viden om det faktiske vandtabs størrelse, hvilket er afgørende for at kunne arbejde effektivt med problemstillingen. Dermed er givet et godt grundlag for at arbejde på at nedbringe vandtabet. Tidligere var vandtabets størrelse ukendt, og der var derfor intet beslutningsgrundlag eller incitament til at reducere vandtabet. Derudover har installationen af vandmålere forårsaget, at forbrugernes vandforbrug er faldet. Siden vandforsyningerne er begyndt at registrere vandtabet, er forskellige teknologier blevet introduceret på markedet med det formål at understøtte vandforsyningernes arbejde med at nedbringe vandtabet.

Der er løbende fokus på at nedbringe vandtabet - særligt til ikke-nyttige formål - hos de danske forsyninger blandt andet pga. energimæssige og miljømæssige forhold. Drikkevandet pumpes op fra grundvandsmagasinerne, behandles på vandværkerne og pumpes videre ud til forbrugerne. I denne proces bruges energi, som er nødvendig primært til at transportere vandet. Tabes vandet efterfølgende i ledningsnettet, er dette ikke alene et spild af vand, men også et spild af den energi, der er blevet brugt til at producere drikkevandet. Endvidere er vandet, som tabes i ledningsnettet, en unødvendig udnyttelse af grundvandsressourcen, som der hvert år bruges mange midler på at beskytte. I nogle områder vil det tabte vand nedsive til grundvandsmagasinerne igen, men der er risiko for at grundvandet forurenes undervejs eller ender i et grundvandsmagasin som ikke anvendes til drikkevandsformål. En del af det tabte vand løber i kloak eller direkte ud i en overfladerecipient, hvorved vandet ikke er til rådighed til drikkevandsformål længere. Dette er primært en problematik i de områder, hvor grundvandsressourcen er sårbar.

1.2 Formål

Formålet med nærværende projekt er, at vandforsyninger med et højt vandtab opnår metoder til at bringe vandtabet ned på niveauet for landsgennemsnittet samt at understøtte brugen og den teknologiske udvikling af disse metoder. Projektet undersøger, hvilke ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer vandforsyninger med et lavt eller faldende vandtab har og benytter for at bibeholde et lavt vandtab eller nedbringe vandtabet. Erfaringerne fra projektet skal derigennem give vandforsyninger med et højt vandtab værktøjer til at reducere deres vandtab. Det er desuden et formål at identificere årsager til, at vandtabet lokalt kan være vanskeligt at nedbringe væsentligt.

2. Vandtabets sammensætning

Der er flere årsager til, at vandforsyningerne ikke sælger alt det drikkevand, som de producerer. Vandtabet kan inddeles i følgende kategorier:

- Ikke solgt autoriseret forbrug
- Ikke solgt uautoriseret forbrug
- Målerunøjagtighed
- Fysiske tab

For at belyse hvor lavt et vandtab der er realistisk at kunne opnå i en typisk dansk vandforsyning, gennemgås hvert element i det samlede vandtab, og størrelsesordenen af hvert element estimeres.

2.1 Ikke solgt autoriseret forbrug

Det autoriserede forbrug, der ikke er afregnet, indeholder bidrag fra f.eks. ledningsudskylning i forbindelse med ledningsarbejde og reparationer, vandforbrug til afprøvning af brandhaner og sprinkleranlæg samt vandforsyning til brandslukning.

Vandforbruget, som er i kategorien ikke solgt autoriseret forbrug, er et vandtab, som har en gavnlig effekt på samfundet ift. drikkevandskvalitet og brandslukning. De seneste års implementering af Dokumenteret Drikkevandssikkerhed (DDS) vurderes at have medført et større fokus på drikkevandskvalitet og dermed muligvis et større vandforbrug til udskylninger af ledninger i forbindelse med renoveringer og nyanlæg.

Det vurderes, at vandforbruget i kategorien ikke solgt autoriseret forbrug ligger i størrelsesordenen 0-2 % af den samlede udpumpede vandmængde. Mængden vil afhænge af eksempelvis omfanget af ledningsrenovering og nyanlæg, samt om der har været brandslukningssituationer.

2.2 Ikke solgt uautoriseret forbrug

Uautoriseret forbrug er forbrug, der kan stamme fra forbrugere uden måler eller deciderede ulovlige tilkoblinger. De ulovlige tilkoblinger kan være alle typer af forbrugere f.eks. drikketrug til kreaturer, der forsynes direkte fra hovedledningsnettet.

Vandmængden, der tabes ved uautoriseret forbrug, vurderes at være minimal i Danmark, da forbrugerne registreres i forbindelse med installation af forbrugsmålere. Vandforsyninger, som forsyner mindre lokale byer, har ofte stort kendskab til de enkelte forbrugere, og antallet af ulovlige tilkoblinger og forbrugere uden måler vurderes derfor at være lille.

Dette betyder ikke, at der ikke er uautoriserede forbrugere. Eksempelvis i forbindelse med udskiftning af målere eller ved ledningsrenoveringer kan forbrugere, hvor der mangler en måler eller der er opsat en måler, som aldrig er blevet registreret i forbrugsafregningssystemet, blive opdaget.

Ikke solgt uautoriseret forbrug vurderes at udgøre 0-1 % af den udpumpede vandmængde.

2.3 Målerunøjagtighed

Vandmålere både på vandværker og hos forbrugerne er behæftet med en målerunøjagtighed. Unøjagtigheden er bl.a. afhængig af målertypen og den fysiske installation. Målerunøjagtigheden kan både resultere i for høje og for lave målinger.

2.3.1 Produktionsmålere

Produktionsmålere er de målere, som måler udpumpningen fra vandværkerne. Der kan være en eller flere produktionsmålere på et vandværk.

Der er ingen lovgivning, som foreskriver udskiftning, kalibrering eller verificering af vandforsyningernes produktionsmålere. Dette betyder, at der kan være en betydelig målerusikkerhed på disse, og dermed kan produktionsmålerens nøjagtighed have stor betydning for størrelsen af en vandforsynings registrerede vandtab.

En typisk ny produktionsmåler har en nøjagtighed på +/- 0,5 %. Ved en efterprøvning af elektronikken i måleren ifm. service accepteres en nøjagtighed på op til +/- 2 %. /1/

For at produktionsmålerne måler korrekt, er det en forudsætning, at målerne er installeret, så der ikke er turbulens i vandstrømmen i måleområdet. Det er et udbredt problem, at produktionsmålerne sidder umiddelbart efter en manifold eller en rørbøjning, hvorved der skabes turbulens i vandet, og målerne derfor ikke måler korrekt. /1/,/2/,/4/

Et andet problem er, at ældre målere ofte er overdimensionerede i forhold til den udpumpede vandmængde, hvorved hele vandmængden ikke bliver målt, da lave flow ikke opfanges af måleren. /1/,/2/,/4/ Den målte udpumpede vandmængde bliver således mindre end den egentlige udpumpning, hvilket viser et mindre vandtab, end der reelt er.

2.3.2 Forbrugsmålere

Forbrugsmålerens målerunøjagtighed er sikret gennem ”BEK nr. 1034 af 17/10/2006 om måleteknisk kontrol med målere, der anvendes til måling af forbrug af varmt og koldt vand”. I denne bekendtgørelse fastslås, at vandforsyninger er ansvarlige for, at deres forbrugsmålere i drift ikke overskrider det dobbelte af de maksimalt tilladte fejl ved førstegangsverifikation. De skal enten foretage periodisk udskiftning af alle målere i et givet parti maksimalt seks år efter partiets opsætning eller etablere et kontrolsystem til overvågning af målerens nøjagtighed.

En moderne forbrugsmåler har typisk en nøjagtighed på +/- 2 % under normale forsyningsforhold. /8//9/ På baggrund af målerbekendtgørelsen accepteres således forbrugsmålere med en nøjagtighed på +/- 4 % efter seks år i drift. Forbrugsmålerne har ikke samme krav til installationen, som produktionsmålerne ift. lige ind- og udløb. /10//11/

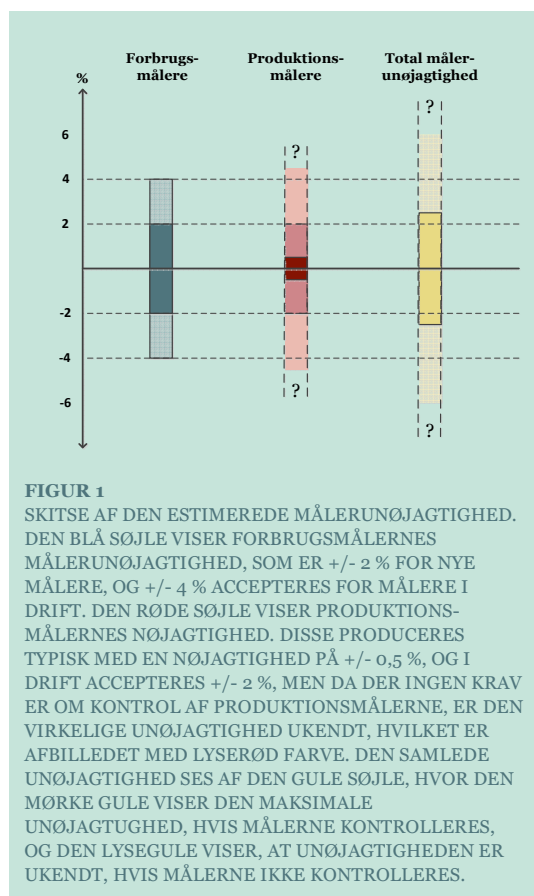
2.3.3 Samlet målerunøjagtighed

Ved nyinstallation af produktionsmålere og forbrugsmålere kan målerunøjagtigheden samlet være op til +/- 2,5 %, og målerusikkerheden vil forventeligt stige over en årrække i brug.

Forbrugsmålerne kan bidrage med op til +/- 4 % af vandtabet, førend målerne skal udskiftes. Der er ingen lovgivning, som regulerer produktionsmålerne, og målerunøjagtigheden kan således være markant større for disse end for forbrugsmålerne. Hertil kommer yderligere unøjagtighed på produktionsmålerne grundet ukorrekte installationsforhold og overdimensionerede målere.

På Figur 1 er skitseret forbrugsmålerens hhv. produktionsmålerens unøjagtighed og deraf den samlede målerunøjagtighed. Den procentuelle målerunøjagtighed for produktionsmålere og dermed for den totale målerunøjagtighed kan i princippet være betydeligt større end angivet, da der ingen

regulering er på området. Den maksimale målerunøjagtighed er dermed reelt ukendt, hvilket på figuren er symboliseret med et spørgsmålstegn.



Sandsynligheden for at forbrugsmålerne alle måler med en nøjagtighed på eksempelvis + 4 % er meget lille. Derimod vil forbrugsmålerne højest sandsynligt måle med forskellige nøjagtigheder i intervallet -4 % til + 4 %, hvorved usikkerhederne til dels udligner hinanden. Vandforsyningerne har få produktionsmålere – typisk 1-3 målere per vandværk - en upræcis produktionsmåler vil derfor have væsentligt større indflydelse på det registrerede vandtab end hvis nogle få partier af forbrugsmålere måler med en stor unøjagtighed.

2.4 Fysisk tab

Det fysiske tab skyldes lækager, som findes i forsyningssystemet mellem måleren på vandværket og forbrugernes målere. Lækager kan således optræde på anlæg placeret på ledningsnettet samt på ledningsnettet, herunder jordledninger, hvor der ikke er en målerbrønd i skel.

Der er som udgangspunkt ikke noget mål for, hvor højt det fysiske vandtab kan blive. Det fysiske tab er meget afhængigt af ledningsnettets materialesammensætning. Nogle materialer, som tidligere blev brugt til rør og komponenter, giver anledning til hyppigere lækager end andre. Hvor stort vandtabet fra lækagerne bliver, afhænger af forsyningstrykket, samt hvor hurtigt lækagerne bliver opdaget og udbedret. Derfor har det også stor betydning, hvornår ledningsnettet renoveres og problematiske materialer udskiftes, da et renoveringsmodent ledningsnet forventeligt vil forårsage et større vandtab end et nyrenoveret ledningsnet.

2.5 Total vandtab

I Tabel 1 ses den anslåede størrelse på hvert element i vandtabet. Det samlede vandtab kan blive negativt grundet målerne unøjagtighed.

Element i vandtabet	Anslået tabsstørrelse (%)
Ikke solgt autoriseret forbrug	0 – 2
Ikke solgt uautoriseret forbrug	0 – 1
Målerunøjagtighed – forbrugsmålere	-4 – +4
Målerunøjagtighed – produktionsmålere	-2 – +2 *
Fysisk vandtab	-
Total	-6 – +9

TABEL 1
VANDTABETS STØRRELSE OPDELT I VANDBALANCENS ELEMENTER

* Under forudsætning af, at produktionsmålerne kontrolleres og der maksimalt accepteres en fejl på +/- 2 %. Det er ligeledes en forudsætning, at målerens størrelse er korrekt dimensioneret, og at installationen er udført korrekt.

3. Opgørelse af vandtab

3.1 Datagrundlag til beregning af vandtab

Hos de fleste vandforsyninger bygger årsopgørelsen af den totale debiterede vandmængde på, at forbrugerne aflæser deres målere. Denne metode giver en usikkerhed i opgørelsen:

- Det kan give en forskel på årsmængden hvornår aflæsningskortene udsendes:
 - Nogle vandforsyninger sender alle aflæsningskort ud ved årsskiftet, hvor især helligdagene og weekendernes placering har indflydelse på aflæsningstidspunktet. Nogle forbrugere aflæser målerne med det samme, og det betyder, at årets sidste forbrug ikke kommer med, men i stedet medregnes det efterfølgende år. /1/
 - Nogle selskaber har rullende aflæsning med flere forskudte opgørelsesperioder hen over året og herudfra opgøres et årsforbrug. /1/
- Ikke alle forbrugere aflæser deres målere, hvorfor vandselskabet efterfølgende tager ud og aflæser forbruget alternativt skønnes et forbrug. Denne værdi justeres oftest til at passe med aflæsningstidspunktet. /1/
- Ikke alle forbrugere aflæser måleren korrekt enten ved en fejl eller bevist for at udskyde betaling - eller for at købe noget vand til "gammel pris", da priserne typisk justeres op ved årsskiftet. /1/

Ovenstående kan betyde, at der er udsving i årsopgørelsen på +/- 3 % fra år til år, hvilket vil have indflydelse på størrelsen af det beregnede vandtab samt give udsving ved den enkelte vandforsyning fra år til år. /1/

For vandforsyninger med fjernaflæste forbrugsafregningsmålere er problemet væsentligt mindre, da hovedparten af alle årsaflæsninger kan udføres på samme tidspunkt.

3.2 Opgørelsesmetodikker

Der er flere metoder til at opgøre vandforsyningernes vandtab. Metoderne har hver især sine fordele og ulemper - og kan bruges i forskellige sammenhænge. Det er altid vigtigt, når flere vandforsyningers vandtab sammenlignes, at holde fokus på, hvordan vandtabet er beregnet, og hvilke konklusioner der kan drages ud fra resultaterne. Følgende måder at opgøre vandtabet kan benyttes:

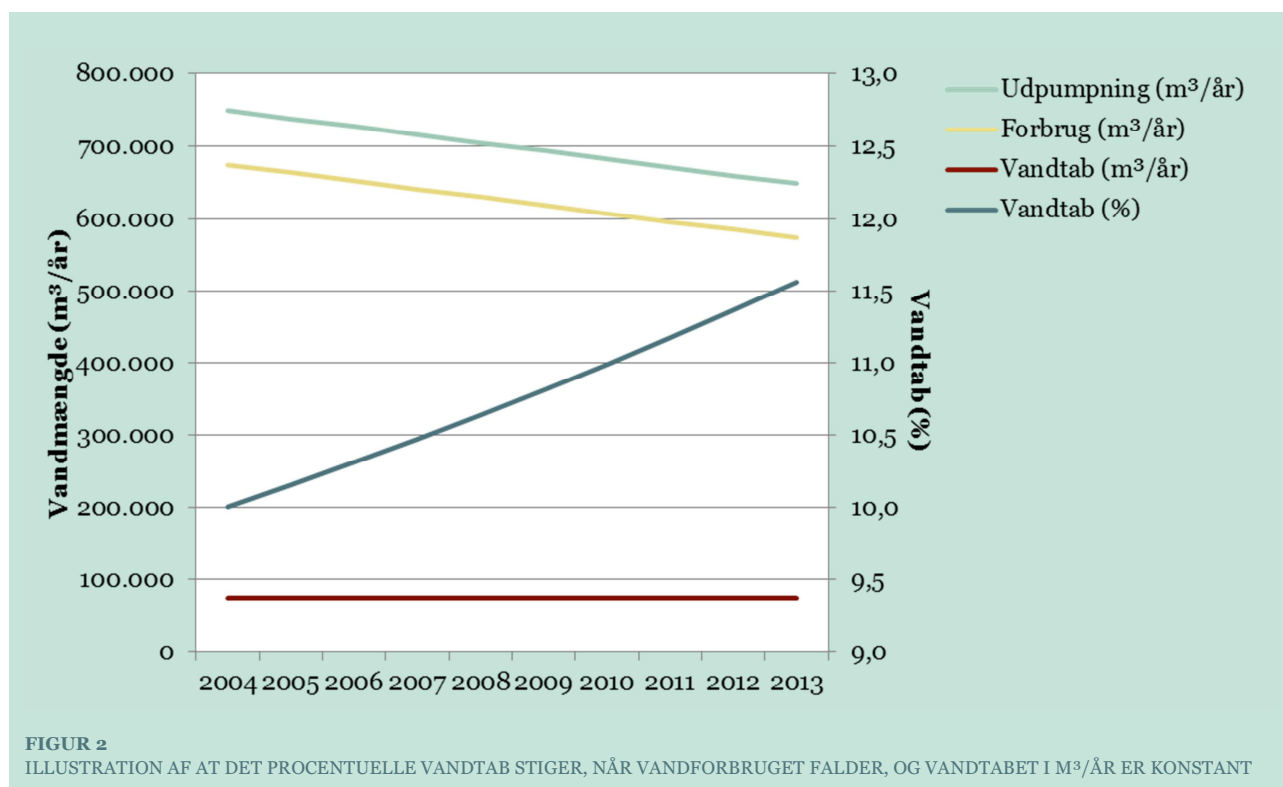
- Vandtab i procent
- Specifikt vandtab (opgjort ift. antal målere eller ledningslængde)
- ILI (Infrastructure Leakage Index)

3.2.1 Procentuelt vandtab og specifikt vandtab

I Danmark er der tradition for at opgøre vandtab, som vandtabet i procent af udpumpet vandmængde, og det er ligeledes det procentuelle vandtab, som anvendes i den danske lovgivning. Det kan dog give et misvisende billede at sammenligne forskellige vandforsyningers procentuelle vandtab, da lokale forhold gør, at vandforsyningerne ikke nødvendigvis har samme forudsætninger for at opnå samme procentuelle vandtab.

De seneste 10 år er husholdningernes vandforbrug faldet med 15 % /7/, hvilket resulterer i, at det procentuelle vandtab er steget, selvom der ikke er sket en stigning i vandmængden, som tabes. Dette er illustreret på Figur 2, hvor der som udgangspunkt er et årligt vandtab på 75.000 m³

svarende til 10 % af udpumpningen. Efter 10 år er vandtabet fortsat 75.000 m³/år, men det procentuelle vandtab er steget til 11,6 % grundet at vandforbruget er faldet med 15 %.



Det procentuelle vandtab kan være en udmærket måde at følge udviklingen i vandtabet over tid for den enkelte vandforsyning, hvis forbruget er nogenlunde konstant.

Der er andre nøgletal, som kan anvendes til at belyse vandforsyningernes vandtab. Det specifikke vandtab, som er vandtabet opgjort ift. antal målere eller ledningslængde, kan give et andet billede, når vandforsyningernes vandtab sammenlignes. Ved disse nøgletal udlignes til dels for, om forbrugerne ligger i land- eller byzone, samt om vandforsyningen eksempelvis er domineret af forbrugere med stort vandforbrug.

Både det procentuelle og de specifikke vandtab beregnes på baggrund af få data, som de fleste vandforsyninger kender.

3.2.2 "Infrastructure Leakage Index" (ILI)

En nuanceret, grundig og anerkendt måde at vurdere en vandforsynings vandtab på er ved at bruge metoden "ILI" (Infrastructure Leakage Index). Metoden bygger på den systematik, som IWA (International Water Association) anbefaler i vandtabsprojekter. Systematikken er opbygget omkring en vandbalanceanalyse, hvor vandtabet opdeles i kategorierne omtalt i afsnit 2.

Vandbalancen er opstillet i Figur 3, hvor det producerede vand opdeles i de relevante kategorier, som enten er indtægtsgivende eller ikke indtægtsgivende.

Produktion	Autoriseret forbrug	Solgt autoriseret forbrug	Målt, afregnet forbrug	Indtægtsgivende vand
			Skønnet, afregnet forbrug	
Import	Uautoriseret forbrug	Ikke solgt autoriseret forbrug	Målt, ikke-afregnet forbrug	Ikke indtægtsgivende vand
			Skønnet, ikke-afregnet forbrug	
Eksport	Uautoriseret forbrug	Tilsyneladende tab	Uautoriseret forbrug	
			Måler unøjagtighed	
Eksport	Uautoriseret forbrug	Fysisk tab	Lækage: Primærledninger	
			Lækage: Beholder overløb	
			Lækage: Stik- og jordledninger	

FIGUR 3
IWA VANDBALANCE

Til beregning af ILI anvendes det fysiske tab, og derfor skal fordelingen af det ikke indtægtsgivende vand mellem de øvrige elementer af vandtabet anslås.

ILI anvender begrebet ”det uundgåelige lækagetab”, UARL (Unavoidable Annual Real Losses), som er et udtryk for, hvor lavt et vandtab det er realistisk for den enkelte vandforsyning at opnå inden for overskuelige arbejdsmæssige og økonomiske rammer. IWA har på baggrund af internationale studier af distributionssystemer udviklet en beregningsformel for det uundgåelige lækagetab UARL. Beregningen er baseret på en vandforsynings sammensætning af ledningsnet, antal kunder (stik), vandforbrug og forsyningstryk.

Et andet begreb benyttet i ILI-termilgien er ELL (Economical Level of Leakage), som er det økonomiske lækageniveau. Lækagesøgning kan være dyrt, og for vandforsyningerne vil der være et lækageniveau, hvor der er en økonomisk balance mellem omkostningerne til lækagereduktion og de fordele, der opstår ved at reducere lækageniveauet.

Beregningsformlerne for ILI er blevet verificeret for vandforsyninger med:

- Flere end 5.000 stik
- Mere end 25 mVs som middeltryk
- Flere end 20 stik/km

Derfor kan ILI-beregningsformlerne ikke anvendes på alle vandforsyninger i Danmark.

Der skal flere data til for at beregne ILI ift. beregning af det procentuelle eller specifikke vandtab, hvilket kan være en af ulemperne ved metoden. Findes derimod et rimelig præcist datasæt, kan der regnes mere nuanceret på vandtabet, og ILI vil give et bedre sammenligningsgrundlag vandforsyningerne imellem. Ofte kendes fordelingen af vandtabet mellem de fire kategorier af vandtabet ikke, og det er nødvendigt at anslå fordelingen, hvilket betyder, at der er en vis usikkerhed ved beregningen af ILI.

3.3 Vandtabsopgørelsesmetodens betydning

I denne rapport og i dansk lovgivning opgøres vandtabet i procent. Det er relevant at gøre opmærksom på, at vandforsyninger, som har et højt vandtab i procent, ikke nødvendigvis har et højt specifikt vandtab opgjort ift. antal forbrugsmålere eller ledningslængde. I Tabel 2 ses eksempler på dette, hvor vandforsyninger, som har en betydelig andel af ledningsnettet i landzone sammenlignes med vandforsyninger, der primært forsyner i byzone. De to vandforsyninger med høj forbrugertæthed har et procentuelt vandtab, som ligger under middel, men et specifikt vandtab pr. kilometer ledning, som ligger over middel. Modsat har de to vandforsyninger med lav forbrugertæthed et procentuelt vandtab, som ligger over middel, men et specifikt vandtab pr. kilometer ledning, som ligger under middel.

	Forbruger- tæthed (indbyggere/km)	Procentuelt vandtab (%)	Specifikt vandtab pr. km ledning (m ³ /km/år)
Middel 2013 - DANVA	108	8,2	552
Vandforsyning 1 - byzone	230	5,8	815
Vandforsyning 2 - byzone	499	7,8	2.230
Vandforsyning 1 - landzone	30	10,2	336
Vandforsyning 2 - landzone	29	13,3	281

TABEL 2

EKSEMPLIFICERING AF BETYDNINGEN AF HVORDAN VANDTABET OPGØRES. FIRE VANDFORSYNINGER ER UDVALGT – TO MED HØJ FORBRUGERTÆTHED OG TO MED LAV FORBRUGERTÆTHED DVS. FORSYNINGER DOMINERET AF BY- HHV. LANDZONE. /7/

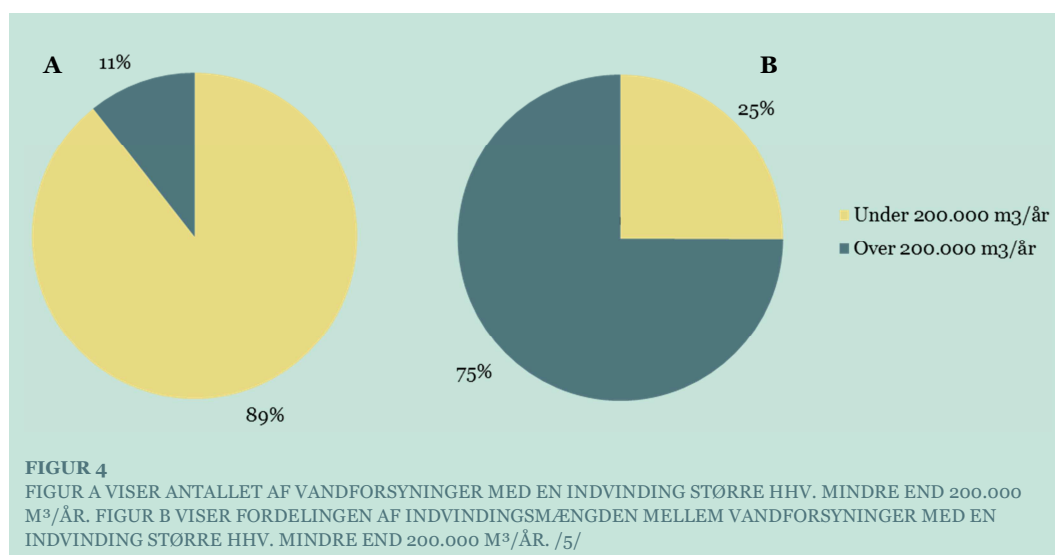
Det har derfor stor betydning for den enkelte vandforsyning, hvordan vandtabet opgøres, og hvilken vandtabsopgørelse afgiftsstrukturen er baseret på.

4. Vandtab hos danske vandforsyninger

Der findes ingen præcis opgørelse over antallet af almene vandværker eller vandselskaber i Danmark, men det vurderes, at der er 2.300-2.400 almene vandforsyninger i Danmark. /1/ Ligeledes findes ingen opgørelse over det samlede vandtab i Danmark.

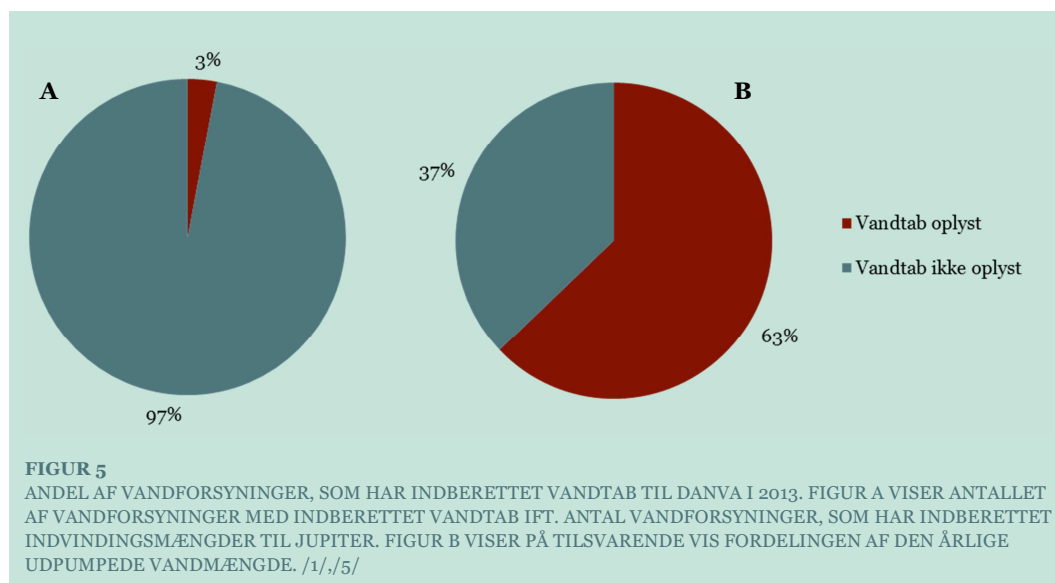
Den bedste mulighed for at få et samlet overblik over vandforsyningen i Danmark er at bruge de indberettede indvindingsmængder fra GEUS' JUPITER-database. JUPITER-databasen er GEUS' landsdækkende database for grundvands-, drikkevands-, råstof-, miljø- og geotekniske data. Datasættet i JUPITER-databasen er ikke komplet, men størstedelen af de almene vandforsyningers indvundne vandmængde indberettes hertil. I 2013 er der indberettet indvindingsmængder større end 0 m³/år for ca. 2.000 almene vandforsyninger. I alt er den indberettede indvinding for 2013 på ca. 315 mio. m³. /5/

På Figur 4 ses, at 75 % af den totale indvindingsmængde, som er indberettet til JUPITER-databasen, indvindes af vandforsyninger med en samlet indvinding på mere end 200.000 m³/år svarende til 11 % af vandforsyningerne. Vandforsyningerne, som indvinder mindre end 200.000 m³/år svarende til 89 % af alle vandforsyninger, som har indberettet til JUPITER-databasen, indvinder 25 % af den samlede årlige indvinding. Ud fra dette ses, at der i Danmark er få store vandforsyningsselskaber og mange små vandværker. Omkring 210 vandforsyningsselskaber indvinder mere end 200.000 m³/år. Der er således ca. 1.800 vandværker, som indvinder mindre end 200.000 m³/år. /5/



I Danmark findes intet samlet sted eller system, hvor oplysninger vedr. vandtab indberettes. Det kan derfor ikke dokumenteres, hvor stort et vandtab der totalt er i den danske vandforsyningsbranche.

DANVA, som er interesseorganisation for vand- og spildevandsforsyninger i Danmark, indsamler årligt data på frivillig basis fra deres medlemmer. Det gennemsnitlige vandtab i 2013 er opgjort til 8,2 % på baggrund af 59 vandforsyningers indberetning, som samlet har en årlig udpumpning på knap 200 mio. m³. /1/



På Figur 5 ses andelen af den danske vandforsyning, hvor vandtabet er kendt i 2013 som andel af det totale antal vandforsyninger hhv. som andel af den samlede årlige udpumpning opgjort ud fra data fra JUPITER.

Det ses, at vandtabet kun er kendt for ca. 3 % af vandforsyningerne i Danmark, men for 63 % af den samlede årlige udpumpning. Dette viser, at det primært er de store vandforsyningers vandtab, der er kendt.

5. Ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer

I dette afsnit gennemgås en række ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer, der er relevante for nedbringelsen af vandforsyningernes vandtab. Afsnittet er ikke udtømmende for mulighederne inden for brug af værktøjer, men giver et overblik over de mest traditionelle og oftest benyttede værktøjer.

Ledelsen for en vandforsyning har mulighed for at sætte fokus på vandtab, udstikke retningslinjer og motivere medarbejderne til at arbejde med problemstillingen. Det er ligeledes en ledelsesmæssig beslutning at afsætte økonomiske midler og bemanding til arbejdet samt at prioritere mellem anlægsmæssige investeringer og driftsmæssige tiltag.

Der findes forskellige former for ledelsessystemer herunder DDS (Dokumenteret Drikkevands-Sikkerhed), ISO-standarder m.fl. Ved at implementere et ledelsessystem har vandforsyningerne mulighed for at fastlægge arbejdsprocedurer, der kan forbedre vandforsyningens præstation herunder at reducere vandtabet. Herudover kan målsætninger udformes ift. brudfrekvens og vandtab. Nedskrives målsætninger om eksempelvis brud og vandtab i et ledelsessystem el. lign., forpligter dette ledelsen til at overvåge udviklingen samt igangsætte handlinger for at kunne overholde målsætningerne. Dette hænger nøje sammen med formulering af en trykstrategi samt servicemål for forsyningstrykket og energiforbrug, da der som udgangspunkt vil være modsatrettede interesser i forhold til energi og lækagetab hhv. minimum servicetryk til forbrugerne. Endvidere vil krav til vandkvalitet og dermed potentielle krav til udskylningsprocedurer også medføre forhøjet vandtab.

5.1 Overvejelser vedr. ikke solgt autoriseret forbrug

En stor del af det ikke solgte autoriserede forbrug er nødvendigt og gavnligt for samfundet. Vand til brandslukning samt efterprøvning af sprinkleranlæg og brandstandere er nødvendigt for sikkerheden i brandslukningssituationer. Vandforbrug til ledningsudskylninger kan ligeledes være nødvendigt for at sikre vandkvaliteten efter et ledningsarbejde. Derfor er det ikke nødvendigvis ønskeligt at nedsætte den vandmængde, der anvendes til disse formål.

I nogle tilfælde kan der foreligge mulige tinglyste aftaler, typisk af ældre dato, vedrørende gratis vandforsyning o. lign. Sådanne aftaler kan vandforsyningerne arbejde på at få udfaset.

5.2 Lokalisering af ikke solgt uautoriseret forbrug

Der kan være forbrugere, som er tilsluttet vandforsyningsledningsnettet uden at have en måler installeret til at måle forbruget. Dette kan skyldes, at vandforsyningernes ledningsregistrering ikke er komplet, og der derfor er stikledninger, som vandforsyningen ikke kender til, og derfor ikke ved at de forsyner. Ligeledes kan der være forbrugere, som laver en tilslutning på jordledningen før måleren.

Disse uautoriserede forbrugere kan være vanskelige at opdage. En gennemgang af ledningsregistreringen sammenholdt med forbrugsafregningssystemet er et muligt værktøj til at lokalisere forbrugere uden forbrugsmålere.

Ved udskiftning af forbrugsmålere og i forbindelse med ledningsrenovering kommer vandforsyningen rundt til de registrerede forbrugere, hvorved installationen kan kontrolleres i forhold til uautoriseret forbrug. Det er ofte i disse sammenhænge at de uautoriserede forbrugere lokaliseres.

Herudover kan der være et mere diffust uautoriseret forbrug pga. aftapning fra brandhaner. Dette kan være mere vanskeligt at opdage og dokumentere, da forbruget ikke er en fast tilkobling. En mulig løsning på dette er at oprette et aftapningssted, hvor relevante køretøjer kan aftappe vand fra ledningsnettet på en kontrolleret måde, og der kan påsættes en afregningsmåler, så det uautoriseret forbrug i stedet bliver til afregnet autoriseret forbrug.

5.3 Kontrol af forbrugs- og produktionsmålere

Forbrugs- og produktionsmålere måler flowet med en unøjagtighed, som påvirker vandtabets størrelse. Forbrugsmålere skal udskiftes eller efterprøves med et lovgivningsbestemt tidsinterval.

Ligeledes kan der foretages en kontrol af produktionsmålerens nøjagtighed enten ved at indsende målerne til akkrediteret laboratorium eller ved at få kontrolleret målerne på vandværkerne. Vandforsyningerne kan sikre, at produktionsmålere er installeret korrekt og er korrekt dimensionerede.

5.4 Reduktion af fysisk vandtab

Der findes en række teknologiske værktøjer, som vandforsyningerne kan tage i anvendelse til forebyggelse af lækager, reduktion af eksisterende lækager, lækageovervågning samt lækagesøgning. Disse kan alle medvirke til en reduktion af det fysiske vandtab.

5.4.1 Ledningsrenovering

Et vigtigt element til at undgå en stigning i vandtabet og potentielt reducere vandtabet er, at renovere ledningerne inden der opstår lækager. Herudover har kvaliteten af det udførte ledningsarbejde stor betydning for, om nye lækager opstår.

I forbindelse med ledningsarbejde og -renovering har vandforsyningernes ledelse mulighed for at fastsætte krav om uddannelse af personer, der skal forestå ledningsarbejder, prioritere renoveringsprojekterne, beslutte indkøb/udvikling af relevante værktøjer til eksempelvis renoveringsplanlægning m.v.

Det er også et ledelsesmæssigt valg, om vandforsyningen udelukkende vil bruge egne medarbejdere eller eksterne firmaer til udførelse af ledningsrenovering og nyanlæg. I begge tilfælde har ledelsen indflydelse på, hvilke krav der stilles til arbejdet og til de personer, som udfører arbejdet. Herunder uddannelse, tilsyn og kvalitetssikring.

5.4.2 Forebyggelse af lækager

Vandforsyningerne har mulighed for at arbejde med forebyggelse af nye lækager samt reduktion af eksisterende lækager ved at nedsætte forsyningstrykket – enten i dele af ledningsnettet eller i hele ledningsnettet. Dette kan gøres ved at regulere trykket vha. trykreduktionsventiler og/eller ved at etablere lokale trykforøgede områder, hvor dette er nødvendigt, for at undgå forhøjet tryk i det resterende ledningsnet.

En anden mulighed er at forsyne med et lavere tryk om natten, hvor forbruget er lavt. Herved reduceres vandtabet fra eksisterende lækager, og der er mindre risiko for opståen af nye lækager.

Som tommelfingerregel gælder følgende forhold vedr. trykoptimering: Det er anlægsteknisk dyrere at holde et generelt lavt tryk på transmissionsnettet og trykforøge ind i trykzoner, hvor trykket er for

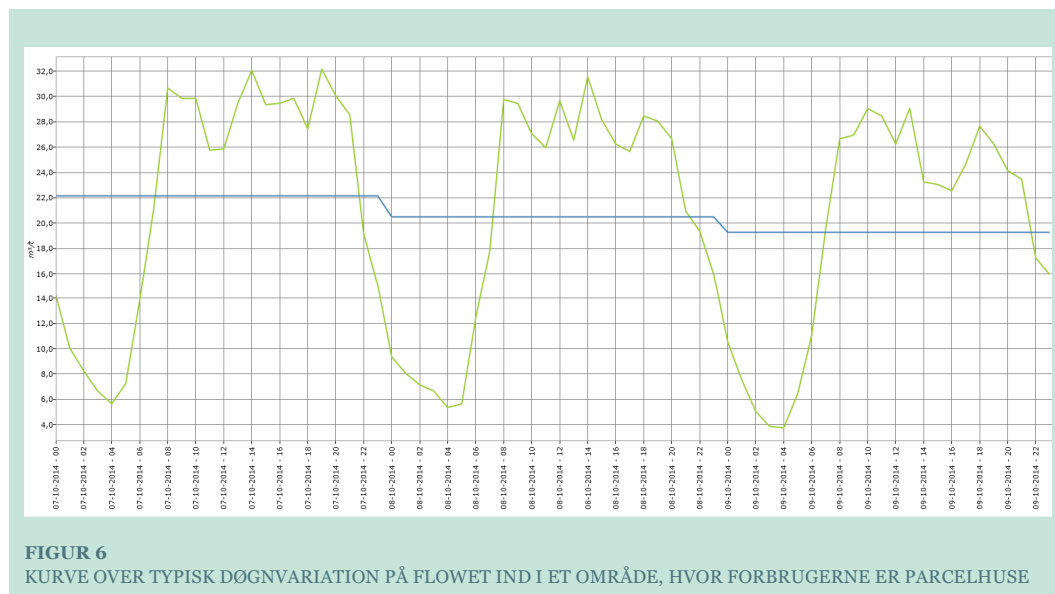
lavt, frem for at holde et tilstrækkeligt højt tryk på transmissionsnettet og trykreducere ind i trykzoner, hvor trykket er unødvendigt højt. Det er energimæssigt og vandtabsmæssigt bedst at holde et generelt lavt tryk og etablere flere trykforøgerstationer. Totaløkonomien ved den nuværende energipris er formentlig generelt lavest ved at forsyne med et tilstrækkeligt højt tryk på transmissionsnettet og trykreducere ind i trykzoner, da anlægsomkostningerne overstiger de lavere energiomkostninger og besparelser ved et lavere fysisk vandtab, som ville være resultatet af den alternative trykoptimeringsstrategi.

Uanset valg af trykoptimeringsstrategi kan man etablere en fast, tidsstyret eller flowmoduleret trykstyring og endda vælge at lade trykstyringen være modelunderstøttet. Sidstnævnte løsning kræver, at der er opstillet en ledningsnettsmodel for den enkelte vandforsyning. Trykoptimering, som er modelunderstøttet, kan sikre det lavest mulige tryk i ledningsnettet i forskellige driftssituationer ud fra nogle foruddefinerede krav til minimumstryk i forskellige trykzoner. Styringen af trykket sikrer, at der forsynes med det mest optimale tryk på alle tidspunkter, og dermed kan lækager forårsaget af unødvendigt højt tryk nedbringes.

IWA-studier af trykoptimering har vist, at der er en klar sammenhæng mellem forsyningstryk og antal opståede lækager samt flowet gennem allerede opståede lækager. /6/

5.4.3 Lækageovervågning

Ved at indføre systematisk lækageovervågning har vandforsyningerne mulighed for at reagere hurtigt på nyopståede lækager i ledningsnettet. På baggrund af lækageovervågningen kan der udføres en kvalificeret lækagesøgning. Lækageovervågning kan gennemføres på forskellige niveauer. En simpel tilgang er at overvåge nattimeudpumpningen fra vandværkerne, hvor der er et minimalt vandforbrug hos forbrugerne. Ligger nattimeflowet højere end forventet vurderet på baggrund af tidligere nætters flow, kan det skyldes en nyopstået lækage. Denne metode giver de bedste resultater for mindre forsyningsområder med ensartet forbrug, da natforbruget vil være nogenlunde forudsigeligt, og dermed kan en stigning i nattimeforbruget grundet en lækage nemmere opdages. På Figur 6 ses et eksempel på en flowkurve over tre døgn, hvor flowets variation over døgnetimer ses.



Overvåges alene udpumpningen fra et vandværk til et større forsyningsområde, kan det være vanskeligt at afgøre, om en ændring i nattimeflowet skyldes en lækage eller et ændret forbrug. For at kunne udføre en mere effektiv lækageovervågning kan ledningsnettet inddeles i sektioner, så områderne, der overvåges, gøres mindre, og lækager bedre kan identificeres ud fra nattimeflowet.

Når en sektion er etableret kan der sættes alarmgrænser for natteflowet for den specifikke sektion. For at bestemme det lavest mulige niveau for natteflowet ind i en sektion kan der gennemføres en lækagesøgning, når sektionen er etableret. Efter lækagerne er udbedret kan det lavest mulige natteforbrug aflæses.

Et SRO-system er et elektronisk system til styring, regulering og overvågning af et givent anlæg. For at indføre lækageovervågning kræves et SRO-system, som opsamler flowdata fra relevante målere. Nogle SRO-systemer indeholder et lækagemodul, som kan anvendes til lækageovervågning.

Forsyningerne kan detaljere lækageovervågningen yderligere ved at installere fjernaflæste forbrugsmålere for en del af eller alle forbrugere. Disse data kan anvendes sammen med data fra flowmålere på vandværket og i sektionsmålerbrønde, hvormed det er muligt at opstille en vandbalance for hele forsyningsområdet og for hver sektion. Der findes forskellige metoder til dataindsamling fra fjernaflæste forbrugsmålere. Data kan indhentes via radiotranseivere eksempelvis påmonteret en skraldebil eller via mobilt netværk el. lign. Metoden til indsamling af data er typisk afgørende for frekvensen af måledata og fleksibiliteten i forhold til indhentning af data. Ved at have en online aflæsning af forbrugsdata kan data mest effektivt bruges til lækageovervågning.

Implementeringen af et datasystem kan hjælpe vandforsyningen med at håndtere og skabe overblik over den store datamængde, ligesom systemet kan understøtte vandforsyningens behov for et beslutningsværktøj, hvor nøgletal beregnes og historiske data gemmes. Ud fra dette kan vandforsyningen hurtigt reagere på nyopståede lækager samt lækager, som udvikler sig over tid.

Lækageovervågningen forudsætter kendskab til forbrugernes placering, type og periodisk forbrug (døgn-, måneds- eller årsforbrug). Endvidere er en digital ledningsregistrering en fordel for at kunne kvalificere målingerne med ledningsbaserede nøgletal.

Modelbaseret lækagedetektering er en avanceret metode, hvor kontinuerte tryk- og flowmålinger valideres i en matematisk model. Den matematiske model kan være statistisk baseret, hvorved den vil give alarmer, hvis der er afvigelser i forhold til "normalen" i et område af ledningsnettet. Den matematiske model kan også være baseret på en fuld ledningsnettsmodel, hvor det forventede tryktab ved de målte flow sammenlignes med målte tryktab. Hvis der lokalt er målt større tryktab end forventet sammenholdt med større regionalt målt flow, vil det indikere en potentiel lækage (eller et konstant forbrug).

Begge ovenstående metoder kræver nøjagtige tryk- og flowmålinger samt en vis grad af kalibrering af modellerne for at give gode resultater.

5.4.4 Lækagesøgning

En mulighed for at afgrænse området, hvor der er detekteret forhøjet natteflow, er at udføre en steptest. Ved en steptest inddeles et område i et antal underområder, hvor vandbalancen måles i hvert underområde. Derved kan en lækage lokaliseres til et af underområderne og dermed afgrænses området, hvor der videre skal søges efter lækagen.

Lækagesøgning kan foretages ved hjælp af forskellige værktøjer herunder sporgas og lytteudstyr. Det mest udbredte værktøj vurderes at være lytteudstyr som enten er mobile enheder eller er fast monterede enheder ude i ledningsnettet. Lytteudstyr findes i mange variationer bl.a. afhængig af, hvilket materiale der søges lækager på.

Aktiv lækagesøgning kan igangsættes på baggrund af et ønske om at reducere niveauet for det fysiske vandtab – indsatsen kan eventuelt målrettes på baggrund af resultater fra et lækageovervågningssystem, hvis ledningsnettet er inddelt i sektioner som overvåges. Aktiv

lækagesøgning er et effektivt værktøj hos vandforsyninger, hvor ledningsnettet ikke er sektioneret, da det kan være vanskeligt for disse forsyninger at opdage lækager ud fra nattimeflowet.

Ved aktiv lækagesøgning gennemses hele eller i dele af ledningsnettet for lækager vha. lækagesøgningsudstyr. Områder kan eksempelvis prioriteres ud fra, hvor der er erfaring for hyppigt opståede lækager eller hvor det er vanskeligt at gennemføre lækageovervågning grundet manglende målinger eller uforudsigelige forbrugsmønstre. Aktiv lækagesøgning kan gentages med en given frekvens, så nyopståede lækager kan opdages og udbedres.

5.5 Værktøjer for vandforsyninger mindre end 200.000 m³/år

I denne analyse er primært repræsenteret vandforsyninger med en årlig udpumpning på mere end 200.000 m³. Vandværkerne med en udpumpning mindre end 200.000 m³/år kan ligesom de større vandforsyninger igangsætte aktiviteter for at nedbringe vandtabet eksempelvis ved at etablere lækageovervågning, som kan sikre vandværkerne mod en stigning i vandtabet. Grundet vandforsyningernes størrelse vil det ofte være tilstrækkeligt at overvåge nattimeudpumpningen fra vandværket og en sektionering af ledningsnettet vil således ikke være en nødvendighed for at opnå en effektiv overvågning. Lækageovervågningen kan implementeres ved at etablere SRO på vandværkets udpumpning, og der kan oprettes alarmer ved passende alarmgrænser, så lækageovervågningen kan udføres med et minimum af arbejdstid for vandværkspassereren.

Har et vandværk et vandtab større end 10 %, skal der gøres en indsats for at komme ned under de 10 %, som udgør grænsen for, hvornår der skal betales strafafgift. For at reducere niveauet for vandtabet kan ledningsnettet systematisk søges igennem for lækager. Ledningsstrækningerne kan prioriteres ud fra materiale og evt. alder samt kritiske områder, som udpeges på baggrund af lokalkendskab.

6. Incitamentsstruktur for nedbringelse af vandtab

Hvis vandtabet hos vandforsyningerne skal reduceres yderligere, vurderes det nødvendigt, at der er incitamenter for vandforsyningerne. Der er i dag flere incitamenter for de danske vandforsyninger til at nedbringe vandtabet. Det vil være forskelligt fra vandforsyning til vandforsyning, hvilke incitamenter der betyder mest i vandforsyningens arbejde med at nedbringe vandtabet.

Incitamenterne kan inddeles i nedenstående punkter:

- Økonomi
- Teknik og kvalitet
- Service og image
- Miljø og CSR
-

6.1 Økonomiske incitamenter

Forsyningerne har et økonomisk incitament til at holde deres vandtab under 10 % af deres udpumpning, da vandforsyningerne skal betale en statsafgift på 5,46 kr./m³ af det tab, der ligger over 10 %. Strafafgiften på 5,46 kr./m³ er gældende i 2013 og 2014, og afgiften stiger de kommende år til 6,18 kr./m³ i 2018.

Uanset om vandtabet ligger over eller under 10 % er der yderligere et økonomisk incitament til at minimere vandtabet, da vandforsyningerne har haft omkostninger ved at producere det tabte vand.

Produktionsomkostningerne er primært energiomkostninger til pumper (indvinding, udpumpning og trykforøgning på ledningsnettet) samt behandling på vandværket, og de marginale driftsomkostninger varierer fra forsyning til forsyning. Nogle vandforsyningers ledningsnet ligger i et kuperet terræn - andre i et fladt terræn. Nogle vandforsyninger henter vandet fra meget dybe grundvandsforekomster – andre fra mere terrænnære grundvandsforekomster. Disse forhold har betydning for, hvor meget energi der bruges til at pumpe vandet fra boring til forbruger. Ligeledes varierer vandbehandlingens omfang og dermed udgifterne til vandbehandlingen, idet nogle vandværker leverer ubehandlet grundvand ud på ledningsnettet, mens andre vandværker er nødsaget til at behandle vandet mere eller mindre avanceret. Den typiske vandbehandling i Danmark er ”simpel vandbehandling”, som omfatter iltning og filtrering.

For vandforsyninger, som ligger under 10 % i vandtab, er der kun de marginale driftsomkostninger til at finansiere aktiviteter til nedbringelse af vandtabet. Det er kun få aktiviteter, der kan gennemføres til under de marginale driftsomkostninger. Hvilke tiltag der kan igangsættes er meget afhængig af vandforsyningens udgangspunkt – eksempelvis om vandforsyningen allerede har implementeret et SRO-system og har en fyldestgørende ledningsregistrering.

For vandforsyninger, der ligger over 10 % i vandtab, er der et større økonomisk råderum, da hver kubikmeter sparet i vandtab betyder en mindre udgift til strafafgift. Der kan eksempelvis igangsættes aktiv lækagesøgning.

Flere af aktiviteterne, som kan igangsættes for at nedbringe vandtabet, eksempelvis ledningsrenovering og sektionering, kan ikke på kort sigt finansieres af besparelser i vandtabet. Til gengæld har aktiviteterne flere gavnlige effekter på forsyningen – eksempelvis sikrer sektioneringen ikke alene en mere effektiv lækageovervågning, men sikrer også, at en eventuel forurening opstået i sektionen ikke spredes til hele ledningsnettet.

Et andet økonomisk incitament er at lokalisere uautoriseret forbrug. Det attraktive ved at gennemføre aktiviteter, der fokuserer på at nedbringe det uautoriserede forbrug, er, at forbruget sandsynligvis kommer til at tælle dobbelt, idet forbruget bliver transformeret fra vandtab til afregnet forbrug.

6.2 Tekniske og kvalitetsmæssige incitament

Forsyningerne er interesserede i, at det tekniske udstyr, rør, samlinger mv. er i drift, så længe som muligt, men ligeledes at delene bliver udskiftet, inden slitage af anlægsdelene forårsager en lækage.

Udfordringen er at finde den optimale levetid på anlægsdelene og dermed finde det optimale udskiftningstidspunkt. En hjælp til denne udfordring er at indføre systematisk vedligehold, som kan implementeres via vandforsyningernes ledelsessystemer.

Et ledningsnet med mange brud giver ikke alene et unødigt højt vandtab, men giver også øget risiko for, at der opstår en forurening i ledningsnettet, eksempelvis når ledningsnettet gøres trykløst i forbindelse med ledningsarbejde, hvorved urent vand kan sive ind i ledningerne pga. brud. Urent vand kan desuden trækkes ind gennem huller i ledningsnettet, hvis der opstår undertryk i ledningsnettet.

Udover den økonomiske gevinst ved at lokalisere uautoriseret forbrug er der ydermere et incitament i forhold til vandkvaliteten. Det uautoriserede forbrug kan foregå fra ulovlige tilkoblinger, som kan udgøre en forureningsrisiko i tilfælde af tilbageløb. Normalt etableres der tilbageløbssikring fra visse typer af forbrugere, hvor der kan være en risiko for forurening af ledningsnettet ved tilbageløb. Ved uautoriseret forbrug vil der ikke være etableret en tilbageløbssikring, hvilket betyder, at en ulovlig tilkobling, ud over manglende indtægt til forsyningsselskabet, desuden udgør en trussel mod drikkevandssikkerheden.

I forhold til at minimere vandtabet kan der være en konflikt i forbindelse med udskylninger efter eksempelvis reparationer. Udskylles ledningsnettet for kort tid, er der øget risiko for en forurening – modsat hvis der udskylles for længe bliver vandtabet unødvendigt højt.

6.3 Incitament i service og image

En vandforsynings ønske om at fremstå professionel og med et højt serviceniveau overfor deres kunder kan være et incitament til at nedbringe vandtabet. Der er flere sammenhænge mellem vandtab og service. Eksempelvis oplever kunderne ringere service, når deres vandforsyning afbrydes – særligt ved ikke-planlagte afbrydelser. Derfor er der et incitament i, at vandforsyninger selv styrer, hvornår ledningerne repareres eller udskiftes, og dermed arbejder forebyggende med renoveringsarbejdet og undgår ikke-planlagte afbrydelser.

Lækage på ledningsnettet udgør en forureningsrisiko for drikkevandet. En forurening kan resultere i et kogepåbud, hvorved kunderne bliver nødsaget til at koge deres vand før brug, hvilket både skader kundernes opfattelse af vandforsyningens serviceniveau og vandforsyningens image.

Kundernes vandforbrug afregnes vha. forbrugsmålere, som har en målerunøjagtighed. Måler forbrugsmålerne et for højt forbrug, bliver vandforsyningens vandtab lavere, og modsat stiger vandtabet, hvis forbrugsmålerne måler et lavere forbrug end, hvad der er reelt. Vandforsyningerne har både et servicemæssigt og et økonomisk incitament til at forbrugsmålerne måler korrekt.

Flere vandforsyninger deltager i en årlig benchmarking, hvor vandtabet offentliggøres og sammenlignes. Dette skaber et incitament, da vandforsyninger ikke ønsker at have det højeste vandtab. Det er frivilligt, at deltage i benchmarking, hvilket er en svaghed ift. at bruge benchmarkingen som et incitament.

Medarbejderne hos vandforsyningerne besidder en faglig stolthed ift. at have en velfungerende og driftssikker vandforsyning, hvilket kan være et vigtigt incitament for den enkelte medarbejder eller den enkelte afdeling.

6.4 Incitamentet ift. miljø og CSR (samfundsansvar/socialt ansvar)

Drikkevandet indvindes fra grundvandsressourcen, som nogle steder i Danmark er begrænset og sårbar, hvor der ydes en stor indsats for at beskytte grundvandet mod forurening og overudnyttelse. Desuden påvirker vandindvindingen nogle steder eksempelvis natur- og vådområder negativt. Disse faktorer gør, at vandforsyningen har et incitament til, at det grundvand der indvindes ender som solgt drikkevand, så der ikke indvindes unødigt meget vand fra grundvandsressourcen.

Et andet miljømæssigt perspektiv er, at vandet, som tabes i ledningsnettet, er blevet pumpet op fra grundvandsmagasinet, behandlet på vandværket og pumpet ud på ledningsnettet, hvorved der er brugt energiresourcer på at producere og distribuere drikkevandet. Fysisk vandtab er dermed også et spild af energi og unødigt udledning af CO₂ (med mindre der anvendes grøn energi).

7. Analyse af ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer

7.1 Analysemetode

De ledelsesmæssige og teknologiske muligheder for at reducere vandtabet i Danmark undersøges ved at gennemføre en interviewrunde med udvalgte danske almene vandforsyninger. Der udvælges primært vandforsyninger, som har indberettet data til DANVA, da disse vandforsyningers vandtab er kendt. Enkelte vandværker, som ikke er medlem af DANVA, medtages ligeledes.

Der udvælges vandforsyninger med:

- **Lavt vandtab** - vandtabet har været under 10 % de seneste fire år.
 - Deltager for at gøre det muligt at undersøge, hvilke ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer disse vandforsyninger anvender, og om der er specifikke forhold, der gør, at disse vandforsyninger ligger med et stabilt lavt vandtab.
- **Faldende vandtab** - der er over de seneste år sket en reduktion af det procentuelle vandtab.
 - Deltager for at undersøge, hvilke ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer disse vandforsyninger benytter for at reducere vandtabet.
- **Højt vandtab** - vandtabet ligger over 10 % og har ikke en faldende tendens.
 - Deltager for at undersøge, om der er lokale forhold, der gør det vanskeligt at reducere vandtabet i nogle områder samt for at undersøge, hvilke ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer vandforsyninger med et højt vandtab eventuelt anvender.

Udviklingen i vandforsyningernes vandtab er vurderet ud fra de seneste fire års data. For enkelte af de deltagende vandforsyninger, hvor vandtabet både er lavt og faldende, har det været nødvendigt at kategorisere vandforsyningen på baggrund af informationer oplyst i forbindelse med interviewet. Baggrundsdata for hver vandforsyning kan ses i Bilag 1.

Til undersøgelse af, hvilke teknologiske og ledelsesmæssige værktøjer vandforsyninger eventuelt anvender eller har anvendt i deres arbejde med vandtabet, gennemføres et interview med hver vandforsyning med udgangspunkt i et spørgeskema. Herudover er udvalgt en række fokuspunkter, som ligeledes belyses gennem interview med de deltagende vandforsyninger.

Fokuspunkterne er:

- Produktionsmålere
- Ikke-afregnet vandforbrug
- Jordledninger
- Lokale forhold, der vanskeliggør yderligere reduktion af vandtabet
- Incitament for nedbringelse af vandtabet

7.2 Deltagende vandforsyninger

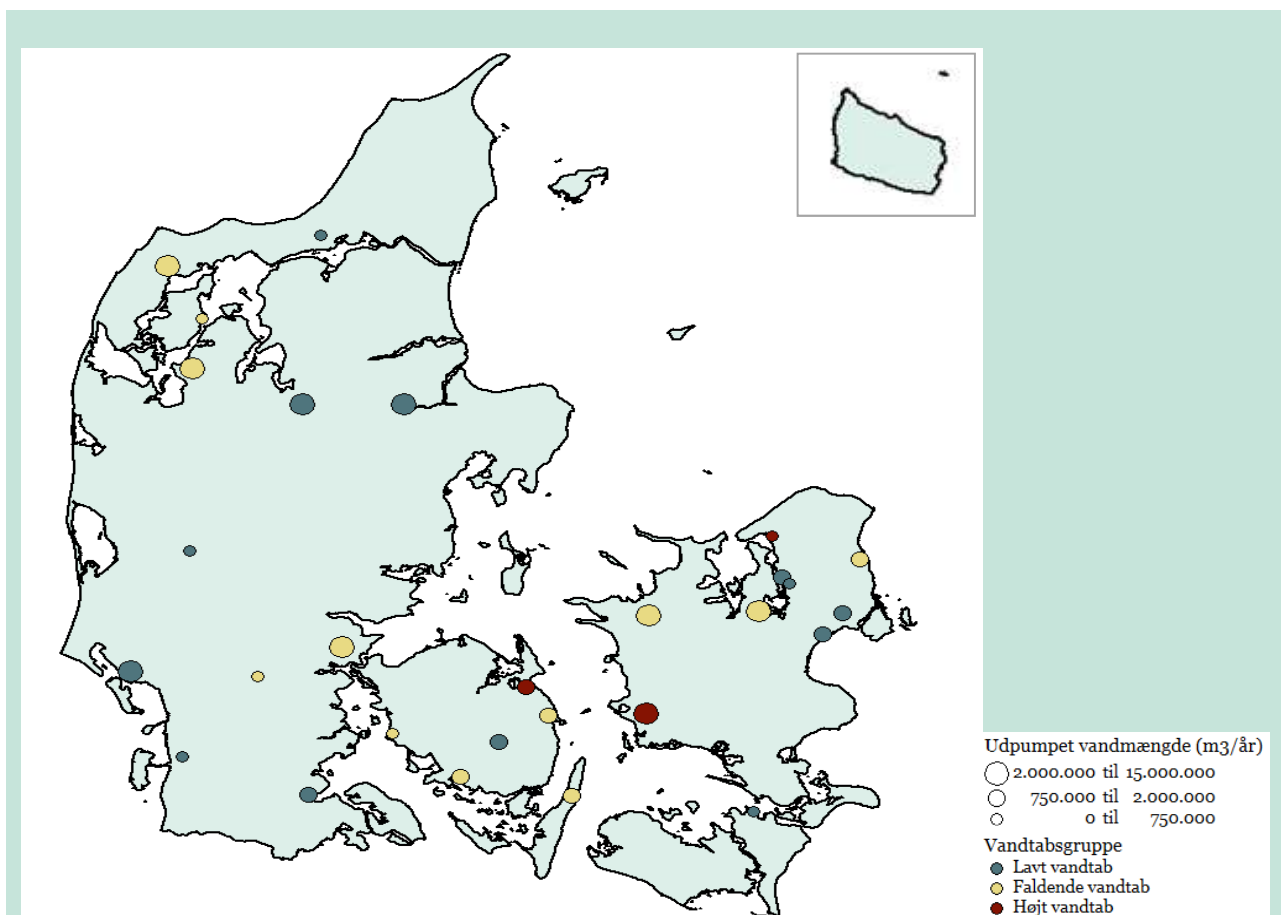
Forsyningerne, som deltager i analysen, er primært vandforsyninger med en årlig udpumpning på mere end 200.000 m³/år. De deltagende vandforsyninger er valgt med en geografisk og størrelsesmæssig spredning, så den danske almene vandforsyning bedst muligt repræsenteres.

De deltagende vandforsyninger er:

1. Arwos
2. Assens Forsyning A/S
3. Energi Viborg Vand A/S
4. Esbjerg Vand A/S
5. FFV Vand A/S
6. Frederikssund Forsyning A/S
7. Furesø Egedal Forsyning
8. Glostrup Forsyning
9. Greve Vandværk A.m.b.a.
10. Halsnæs Forsyning A/S
11. Hørsholm Vand ApS
12. Kalundborg Forsyning A/S
13. Kerteminde Forsyning - Vand A/S
14. Langeland Vand ApS
15. Midtfyns Vandforsyning A.m.b.a.
16. Morsø Vand
17. NFS Vand A/S
18. Nørre Alslev Vandværk a.m.b.a.
19. Roskilde Forsyning A/S
20. Sdr. Felding Vandværk
21. SK Forsyning A/S
22. Skive Vand A/S
23. Skærbæk Vandværk Amba
24. Thisted Vand A/S
25. TREFOR Vand A/S
26. Vandforsyningen Brovst & Omegn
27. Vejen Vand A/S
28. VERDO A/S

På Figur 7 ses de deltagende vandforsyninger på et oversigtskort. Prikkens størrelse viser den enkelte vandforsynings årlige udpumpning og farven på prikken symboliserer, hvilken kategori vandforsyningen er placeret i i forhold til vandtabet - fordelt mellem lavt vandtab, faldende vandtab og højt vandtab.

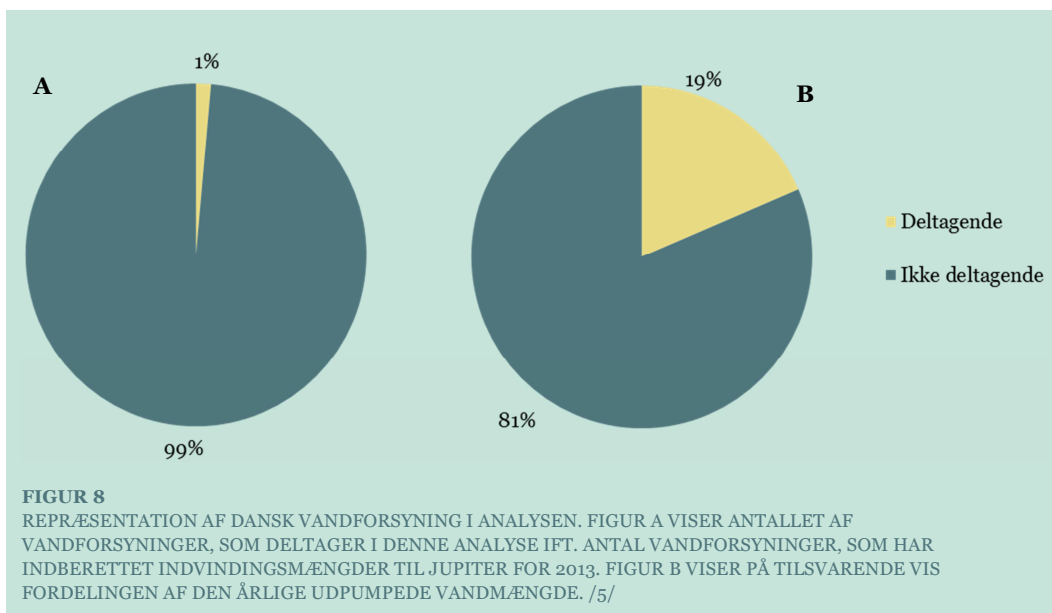
På grund af det begrænsede datagrundlag har det kun været muligt at lokalisere tre vandforsyninger med højt vandtab, der har ønsket at deltage i analysen. Dette er vigtigt at bemærke i forhold til den efterfølgende analyse af interviewbesvarelsenerne. I grupperne med lavt vandtab og faldende vandtab er der hhv. 13 og 12 deltagende vandforsyninger.



FIGUR 7
 DELTAGENDE VANDFORSYNINGER. SIGNATUR VISER ÅRLIG UDPUMPNING OG VANDTABSGRUPPE FORDELT SOM LAVT, FALDENDE OG HØJT VANDTAB.

7.3 Repræsentation af den danske vandforsyningssektor

I analysen af ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer til reduktion af vandtab indgår 28 vandforsyninger med en samlet udpumpning på godt 58 mio. m³/år. På Figur 8A og Figur 8B ses, hvordan den danske vandforsyning er repræsenteret i analysen opgjort på baggrund af data indberettet til JUPITER, som på nuværende tidspunkt udgør den bedste mulighed for at opgøre den samlede danske vandforsyning.



På Figur 8A ses, at antallet af deltagende vandforsyninger i denne analyse udgør 1 % af antallet af vandforsyninger, der har indberettet til JUPITER. På Figur 8B ses, at de deltagende vandforsyningers samlede udpumpede vandmængde udgør 19 % af den totale udpumpede vandmængde beregnet ud fra indberettede indvindingsmængder fra JUPITER under antagelse af, at 2 % af den indvundne vandmængde anvendes til filterskyl o. lign.

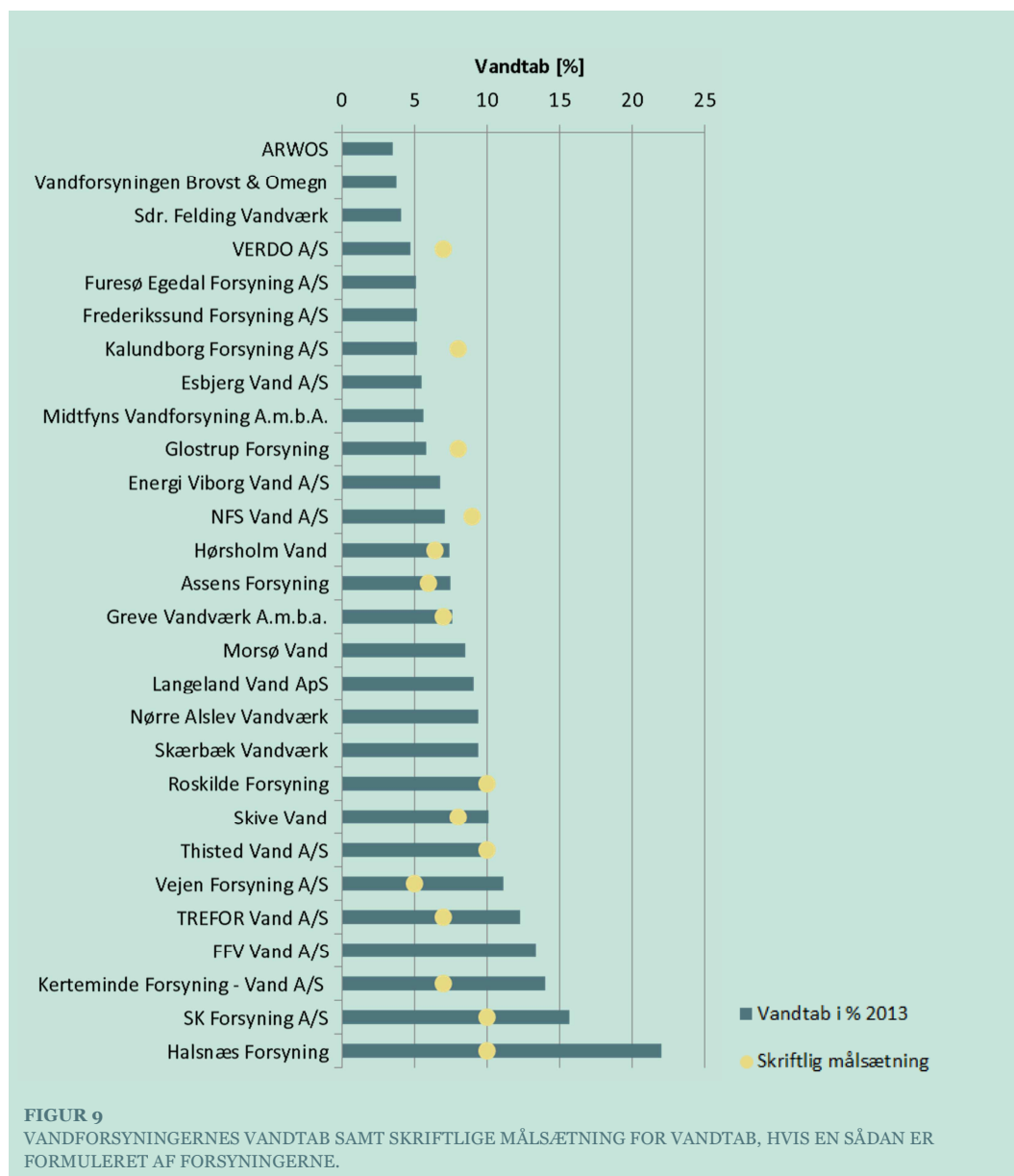
8. Resultater

Resultatafsnittet inddeles i flere underafsnit, som omhandler ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer samt de udvalgte fokuspunkter.

8.1 Ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer

8.1.1 Målsætning for vandtabets størrelse

En vandforsynings ledelse kan fastsætte en målsætning for vandtabets størrelse. Målsætningen afspejler ledelsens ambitionsniveau på området, og signalerer til medarbejdere og forbrugere, hvad ledelsens ønsker er ift. vandtabet.



FIGUR 9
VANDFORSYNINGERNES VANDTAB SAMT SKRIFTLIGE MÅLSÆTNING FOR VANDTAB, HVIS EN SÅDAN ER FORMULERET AF FORSYNINGERNE.

På Figur 9 ses vandforsyningernes vandtab i procent i 2013 sammen med deres målsætning for vandtabet, hvis denne er skriftlig konkret formuleret.

Vandforsyningerne med et vandtab større end 10 % i 2013 har stort set alle en skriftlig formuleret målsætning for, hvilket niveau vandtabet ønskes reduceret til. Vandforsyningerne med et vandtab mindre end 10 % i 2013 har i mindre omfang en skriftlig formuleret målsætning for vandtabet.

Det ses, at alle vandforsyninger med en skriftlig formuleret målsætning minimum ønsker et vandtab på maksimalt 10 %, hvilket sandsynligvis skyldes, at der skal betales strafafgift for den del af vandtabet, der ligger over 10 % af den udpumpede vandmængde.

Det kan desuden ses af Figur 9, at der er forskel på, om den skriftlig formulerede målsætning ligger højere eller lavere end det faktiske vandtab. En målsætning for vandtabet, som ligger højere end det faktiske vandtab, kan betyde, at ledelsen er tilfreds med niveauet for vandtabet, og at ambitionsniveauet ikke er at reducere vandtabet yderligere. Det kan også skyldes, at målsætningen ikke er blevet revideret, efter at målsætningen er nået.

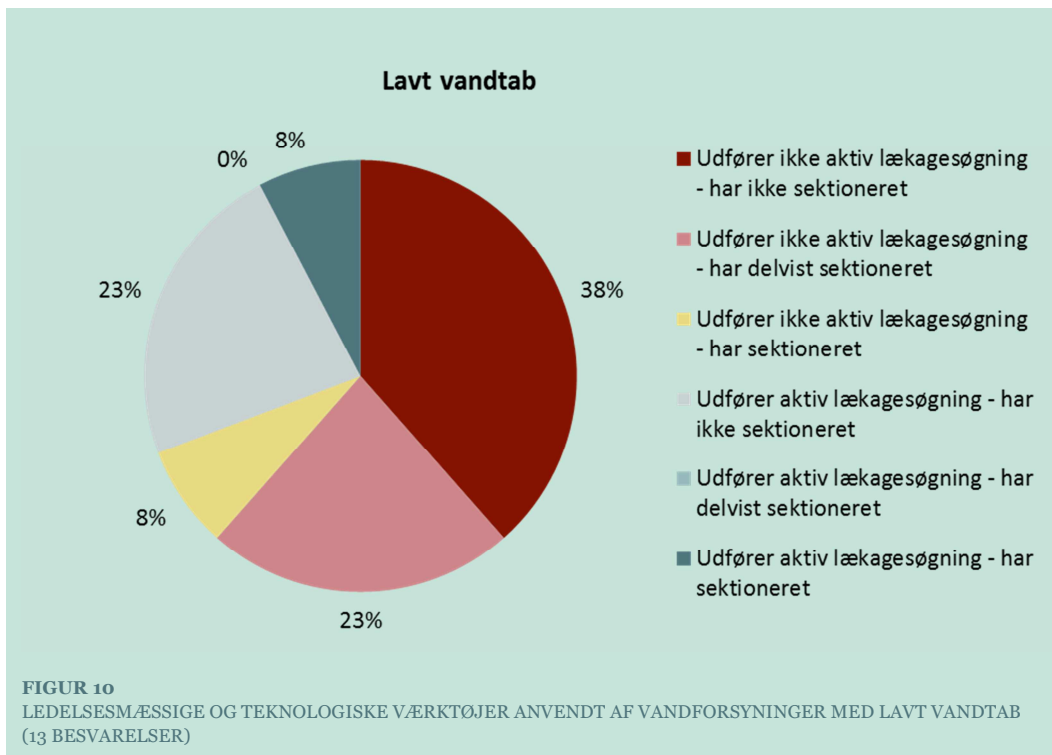
Halvdelen af de deltagende vandforsyninger har ikke en skriftlig formuleret målsætning for vandtabet, men hovedparten af disse har en målsætning, som ikke er skriftlig formuleret. Det er i overvejende grad de mindre vandforsyninger, som ikke har en nedskrevet målsætning. Det oplyses, at målsætningerne ikke er beskrevet i vandforsyningernes ledelsessystemer, men oftere er beskrevet i en strategiplan eller en handlingsplan for vandforsyningen, hvilket kan være årsagen til, at de mindre vandforsyninger ikke i samme omfang har en skriftlig formuleret målsætning, da de ikke - som de større vandforsyninger - har en strategi- eller handlingsplan.

8.1.2 Sektionering, lækageovervågning og lækagesøgning

Alle deltagende vandforsyninger overvåger nattimeudpumpningen fra vandværkerne og foretager lækagesøgning på baggrund af overvågningen.

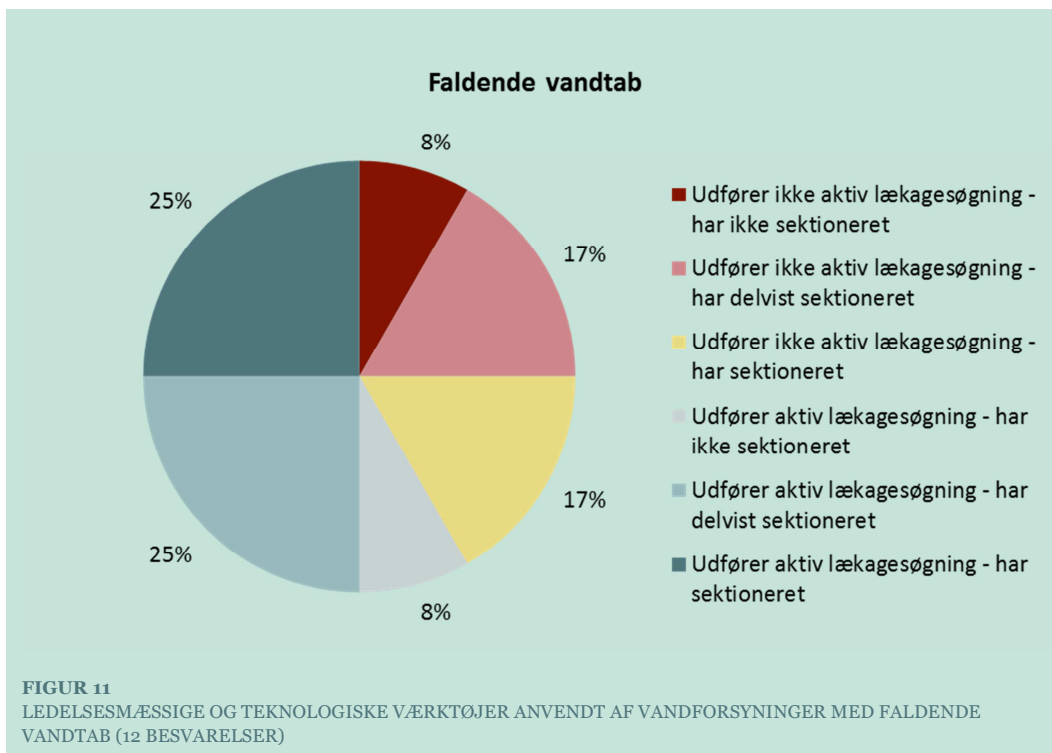
På Figur 10, Figur 11 og Figur 12 ses, om vandforsyningerne bruger sektionering og aktiv lækagesøgning som værktøj for at nedbringe vandtabet eller bibeholde et lavt vandtab.

På Figur 10 ses opgørelsen for vandforsyningerne i kategorien lavt vandtab. Det ses, at en stor del af vandforsyningerne i gruppen med lavt vandtab ikke benytter sig af sektionering eller aktiv lækagesøgning, og disse værktøjer derfor ikke kan forklare vandforsyningernes lave vandtab. En mindre andel af vandforsyningerne i gruppen med lavt vandtab benytter sig af værktøjerne.

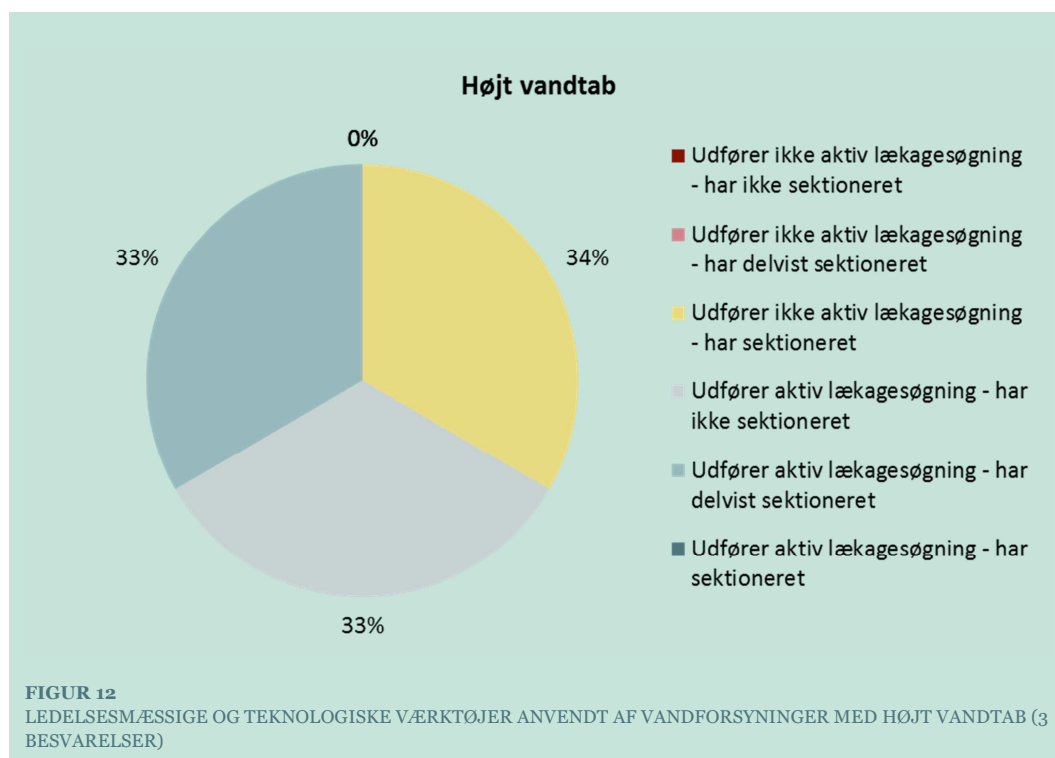


På Figur 11 ses opgørelsen for vandforsyningerne i kategorien faldende vandtab.

Over halvdelen af vandforsyningerne med faldende vandtab udfører aktiv lækagesøgning og knap halvdelen har et fuldt sektioneret ledningsnet, og kun ganske få har ikke igangsat sektionering af ledningsnettet.



På Figur 12 ses opgørelsen for vandforsyningerne i kategorien højt vandtab, hvor der indgår tre vandforsyninger i analysen. 1 ud af 3 vandforsyninger har sektioneret ledningsnettet, og 2 ud af 3 udfører aktiv lækagesøgning.



Det ses, at vandforsyninger med faldende vandtab og højt vandtab i markant større omfang benytter sig af sektionering og aktiv lækagesøgning end vandforsyninger med et lavt vandtab.

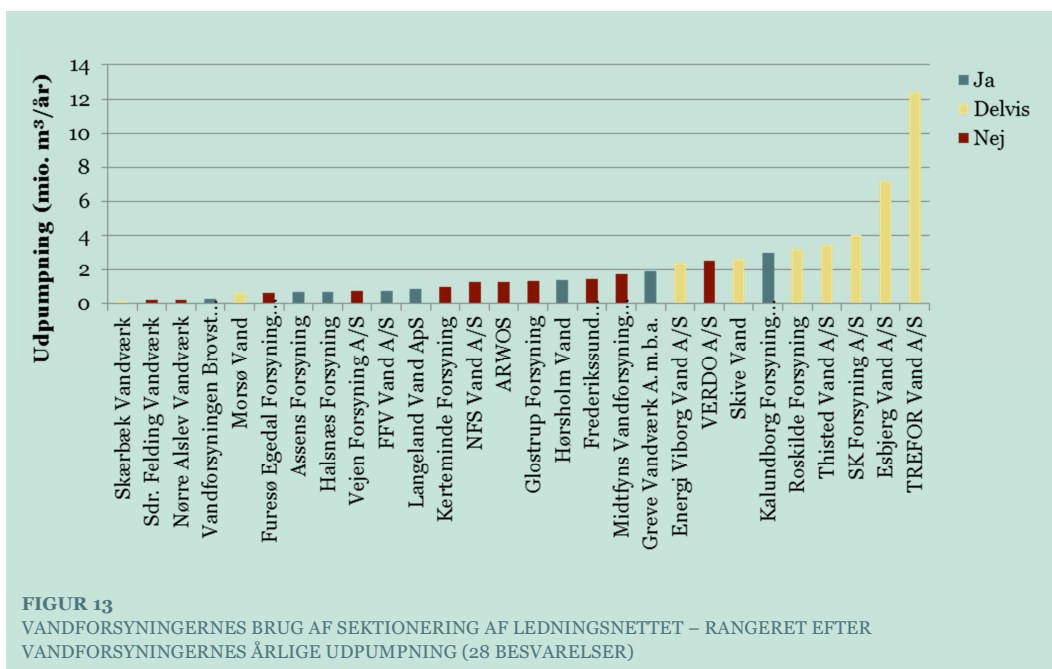
Vandforsyninger med et lavt vandtab kan umiddelbart deles i to grupper – en gruppe som benytter sig af sektionering og aktiv lækagesøgning for at opnå et lavt vandtab og en gruppe, som af andre årsager har et lavt vandtab. Typisk har disse vandforsyninger historisk set altid haft et lavt vandtab.

Ud fra vandforsyningernes besvarelser ses, at lækageovervågningen primært udføres ved at kigge på natteflowet fra vandværket på SRO-systemet. Dette er umiddelbart et simpelt teknologisk værktøj med brug af et minimum af data. Der er muligheder for at anvende værktøjer med mere avanceret anvendelse af data, der eksempelvis beregner nøgletal samt sammenkører relevante data, som beskrevet i afsnit 5.4.3, men det er ikke udbredt hos de deltagende vandforsyninger.

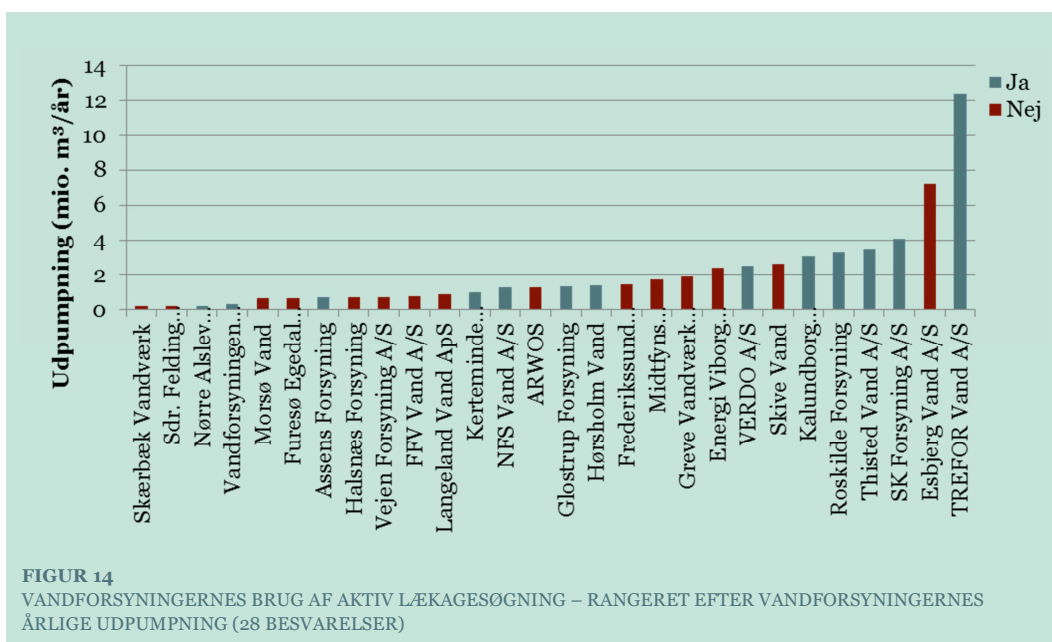
8.1.2.1 Værktøjer ift. vandforsyningernes størrelse

På Figur 13 og Figur 14 ses, hvilke vandforsyninger der hhv. har sektioneret ledningsnettet og udfører aktiv lækagesøgning. Vandforsyningerne er rangeret efter størrelse ift. årlig udpumpning.

På Figur 13 ses, at både store og – i denne analyse - mindre vandforsyninger arbejder med sektionering. De største vandforsyninger har et delvist sektioneret ledningsnet, hvilket skyldes, at sektioneringen er i gang med at blive gennemført.



På Figur 14 ses ligeledes, at både store og mindre vandforsyninger benytter sig af aktiv lækagesøgning som værktøj for at reducere vandtabet.



8.1.2.2 Lækagesøgningsudstyr

For at kunne søge efter lækager i ledningsnettet skal vandforsyninger have adgang til udstyr til at foretage lækagesøgningen. Alternativt kan et eksternt firma udføre lækagesøgningen.

Ud fra de forespurte vandforsyningers interviewsvar kan det opgøres, at:

- 75 % af vandforsyningerne har lytteudstyr i form af bl.a.
 - Håndlytter
 - Korrelator
 - SoundSens
 - Jord- og spindelmikrofon.

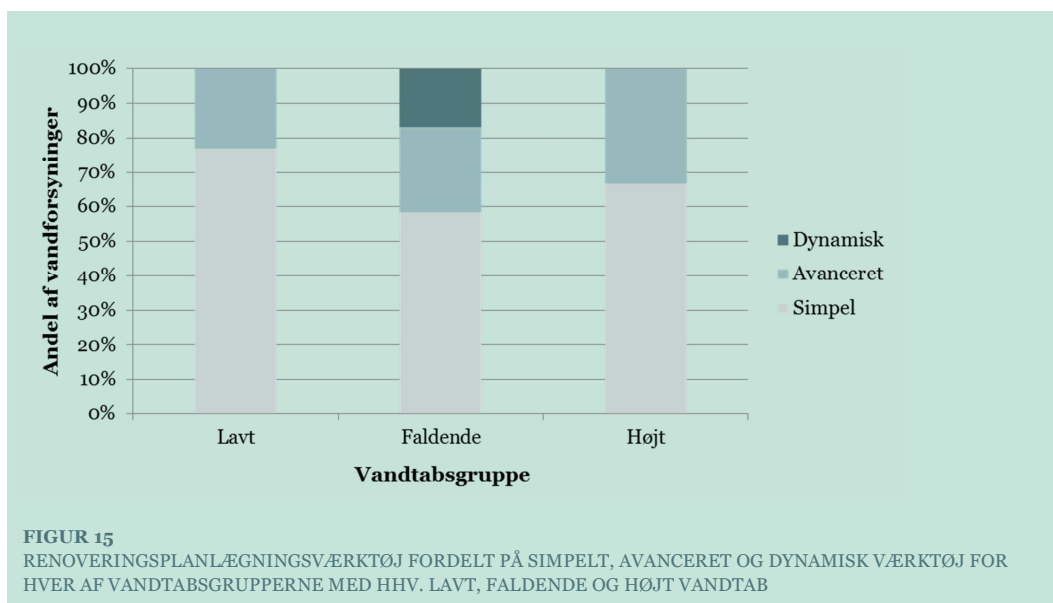
- 10 % af vandforsyningerne har fastmonterede lækageloggere ude i ledningsnettet, som er placeret i områder, hvor der hyppigst opstår lækager.
- 15 % af forsyningerne bruger primært eksternt firma – en del af vandforsyningerne med eget lytteudstyr benytter også periodevis eksternt firma.
- 10 % af forsyningerne har ikke udstyr – benytter visuel lækagesøgning

Flere vandforsyninger bemærker, at det kræver en vis rutine at kunne bruge lytteudstyret effektivt, hvorfor nogle i stedet benytter et eksternt firma.

8.1.3 Renoveringsplanlægning

En effektiv renoveringsplanlægning er vigtig for at renovere de ledninger, som er de mest kritiske i forhold til at forebygge nye lækager på ledningsnettet. På Figur 15 ses, hvilket type værktøj vandforsyningerne bruger - inddelt i simpelt, avanceret og dynamisk værktøj.

Et simpelt planlægningsværktøj kan være et excelark, ledningsregistrering og/eller brudregistrering. Et mere avanceret værktøj kan være et GIS-baseret program, hvor der er taget stilling til tilstandsbaserede, strukturelle og koordinerede projekter. Et dynamisk værktøj kan være et værktøj, hvor forskellige parametre vægtes ift. vigtigheden af parametrene. Parametrene kan eksempelvis være ledningens materiale, alder og brudfrekvens. Vægtningen kan løbende redigeres og flere parametre kan inddrages, hvorved renoveringsplanen ændres, hvilket gør værktøjet dynamisk.



Det ses, at vandforsyningerne med et lavt vandtab i større grad end de øvrige vandforsyninger bruger et simpelt renoveringsplanlægningsværktøj. En større andel af vandforsyningerne med et faldende vandtab bruger dynamiske og avancerede værktøjer.

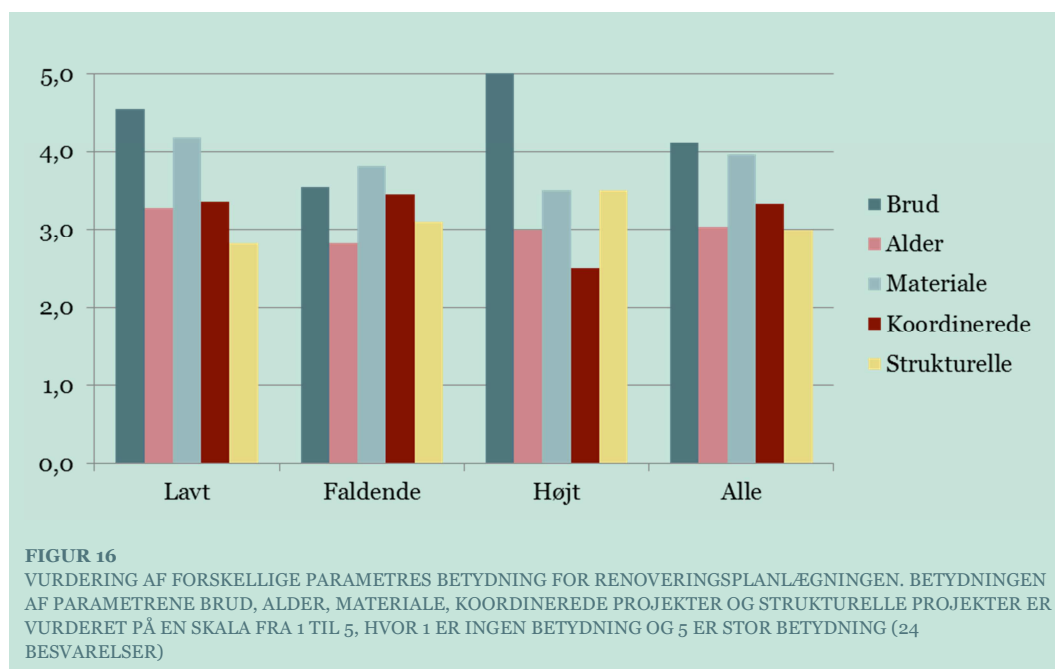
Samlet set bruger størstedelen af de deltagende vandforsyninger et simpelt planlægningsværktøj.

Hos nogle vandforsyninger kan der være andre parametre end ledningernes tilstand, alder og materiale, der er vigtige i forhold til, hvilke ledninger der renoveres først – dette kan være strukturelle projekter eller koordinerede projekter. Ved strukturelle projekter forstås projekter, som eksempelvis udføres for at gennemføre en sektionering af ledningsnettet. Koordinerede projekter er projekter, som vandforsyningen gennemfører sammen med andre forsyningsarter eksempelvis spildevandsforsyningen.

På Figur 16 ses, hvordan de deltagende vandforsyninger har vurderet betydningen af hhv. brudfrekvens, ledningernes alder, ledningernes materiale, koordinerede projekter og strukturelle projekter for renoveringsplanlægningen på en skala fra 1 til 5, hvor 5 betyder, at parameteren har stor betydning.

Koordinerede projekter er projekter, hvor renoveringsarbejdet koordineres med andre forsyningsarter, hvorved der foretages samgravning og udgifterne til gravearbejdet reduceres for den enkelte forsyningsart og beboerne i et givent område kun påvirkes en gang, da flere ledningstyper renoveres samtidigt.

Strukturelle projekter er projekter, som ønskes gennemført eksempelvis pga. at der ønskes gennemført en sektionering af ledningsnettet, hvorved forsyningsstrukturen ændres.



Det ses, at brudfrekvens og ledningens materiale har størst betydning for renoveringsplanlægningen, og de to parametre er også tæt sammenhængende, da det typisk påpeges, at brud opstår på støbejernsledninger og aluminiums-anboringsbøjler på PVC-ledninger.

En del vandforsyninger tildeler koordinerede projekter stor betydning for renoveringsplanlægningen, og dette kan betyde, at det ikke er de mest kritiske ledninger ift. lækager, der renoveres først. De koordinerede projekter vægter ikke højt for forsyningerne med højt vandtab. For disse vandforsyninger har strukturelle projekter større betydning, da en sektionering af ledningsnettet er påbegyndt.

Udover en optimal renoveringsplanlægning påpeger flere vandforsyninger, at renoveringsfrekvensen ligeledes er meget vigtig. Renoveres for få kilometer ledning årligt, opstår et renoveringsefterslæb, som kan forhøje vandtab pga. at den gennemsnitlige ledningsalder bliver højere, hvilket kan være kritisk ift. nogle ledningsmaterialer.

8.1.4 Vandforsyningernes forklaring

Vandforsyningerne er adspurgt om deres egen forklaring på udviklingen i den enkelte vandforsynings vandtab.

Vandforsyninger med et lavt vandtab mener, at følgende årsager forklarer det lave vandtab:

- Vedvarende fokus på vandtabet.
- Lækageovervågning og hurtig reaktion på nye brud.
- Har et godt renoveret ledningsnet.
- Renoverer efter brudstatistik.
- Støbejernsledninger skiftes konsekvent.
- Konsekvent renovering af strækninger med aluminiums anboringsbøjler.
- Har brugt egne folk til ledningsarbejder i en meget lang årrække.
- Alt renoveres fra hovedledning til jordledninger (alternativt sættes målerbrønde i skel).

Vandforsyninger med et faldende vandtab mener, at følgende årsager forklarer det faldende vandtab:

- Prioritering af og fokus på arbejdsopgaverne vedr. vandtab
- Sektionering af ledningsnettet og overvågning vha. sektionsmålerbrønde. Lækager opdages hurtigere end tidligere, og det er nemmere at udføre lækagesøgning.
- Øget lækageovervågning og hurtigere reaktion på nye brud.
- Aktiv lækagesøgning.
- Indkøb af nyt lækagesøgningsudstyr.
- Bedre ledningsnet pga. renovering.
- Øgede investeringer og øget renoveringsindsats.
- Gamle støbejernsledninger er blevet renoveret.
- Fokus på datagrundlag.
- Konstatation af og udbedring af et enkelt stort brud.
- Har ikke haft hårde vintre, og dermed har der været færre brud.
- Ændret klima - lange perioder med hhv. tørt og vådt vejr.
- Ændret målerprincip.

Vandforsyninger med et højt vandtab mener, at følgende årsager forklarer det høje vandtab:

- Nye IT-systemer, som ikke spiller optimalt sammen med det gamle - deraf følgende forringet datakvalitet (SRO og forbrugsafregningssystem).
- Mange lækager - og finder primært de synlige lækager.
- Opdager ikke ikke-synlige lækager pga. at store områder overvåges. Mangler sektionering.

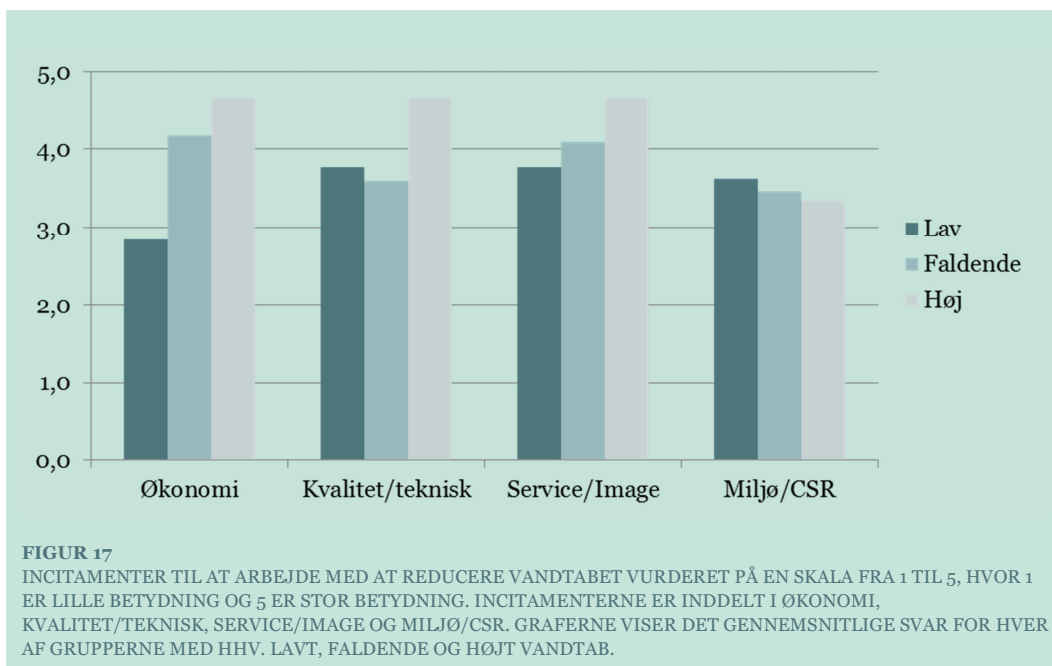
8.2 Analyse af incitamenter for nedbringelse af vandtabet

Der er flere potentielle incitamenter for vandforsyningerne til at arbejde med at nedbringe vandtabet. Incitamenterne er gennemgået i afsnit 6. På Figur 17 ses, hvordan vandforsyninger vægter forskellige incitamenter på en skala fra 1 til 5, hvor 1 er et ubetydeligt incitament og 5 er incitamenter med stor betydning. Incitamenterne er ikke rangeret, hvilket vil sige, at den samme karakter kan gives til flere incitamenter.

Det ses, at det økonomiske incitament har lavest betydning for vandforsyninger med lavt vandtab, hvilket sandsynligvis skyldes, at disse vandforsyninger ikke betaler strafafgift af deres vandtab. For vandforsyninger med et faldende vandtab eller højt vandtab betyder det økonomiske incitament betydeligt mere.

Kvalitet, hvor vandforsyninger fremhæver forebyggelse af forureningssituationer, er også et vigtigt incitament sammen med service og image, hvor vandforsyningerne fremhæver benchmarking, image ift. egen organisation samt faglig stolthed, som vigtige parametre.

Der er en tendens til, at incitamentet ift. miljø og CSR vægter højere, når vandtabet reduceres.



8.3 Analyse af elementer i vandtabet

I afsnit 2 er gennemgået, hvad det totale vandtab består af. Ud over fysisk vandtab indgår bl.a. ikke-afregnet forbrug og målerunøjagtigheder. Forbrugsmålerne bliver kontrolleret jf. lovgivningen, og det er derfor produktionsmålerne, der er fokus på i denne analyse, da disse ikke er underlagt nogen lovgivningsmæssige krav.

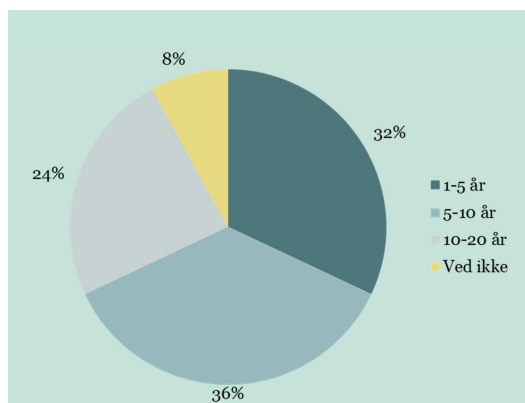
8.3.1 Produktionsmålere

I analysen er der hos vandforsyningerne spurgt ind til, hvorvidt de får kontrolleret deres produktionsmålernes nøjagtighed.

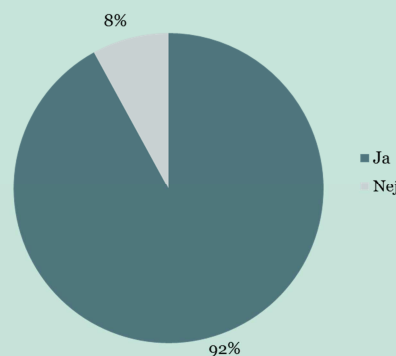
På Figur 18 ses produktionsmålernes alder. Produktionsmålernes alder er inddelt i tre intervaller 1-5 år, 5-10 år og 10-20 år. På figuren ses, at ca. 25 % af vandforsyningerne har produktionsmålere, som er mere end 10 år gamle. Det skal bemærkes, at vandforsyningers forbrugsmålere godt kan være mere end 10 år gamle og stadig have en tilfredsstillende nøjagtighed.

Godt 30 % af vandforsyningerne har produktionsmålere, som maksimalt er 5 år gamle. Der er forskellige grunde til, at vandforsyningerne får skiftet produktionsmålere – en af grundene er, at målerne kan være blevet for store, da vandværket udpumper mindre vand i dag end tidligere.

På Figur 19 ses, hvorvidt vandforsyningerne får foretaget en kontrol af deres produktionsmålere. 92 % af vandforsyningerne får udført en kontrol af deres produktionsmålere.



FIGUR 18
PRODUKTIONSMÅLERNES ALDER



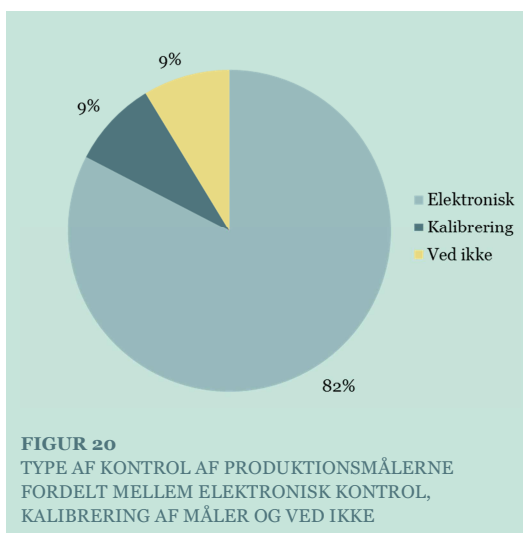
FIGUR 19
OM PRODUKTIONSMÅLERNE KONTROLLERES

På Figur 20 ses, hvilken kontrol vandforsyningerne får udført af deres produktionsmålere.

82 % får kontrolleret elektronikken af producenten af måleren, og dette udføres oftest hvert år.

9 % - svarende til to vandforsyninger – får kalibreret produktionsmålerne hvert 6. år, hvilket svarer til frekvensen for forbrugsafregningsmålere.

Det ses af besvarelserne, at de fleste vandforsyninger får produktionsmålerne kontrolleret af producenten til trods for, at der intet lovmæssigt krav er herom. Kontrollen sikrer, at elektronikken i målerne måler korrekt, men dette sikrer ikke, at måleren er installeret optimalt eller er dimensioneret korrekt.



8.3.2 Ikke afregnet forbrug

Et andet element i vandtabet er det ikke afregnede forbrug, som kan inddeles i to kategorier:

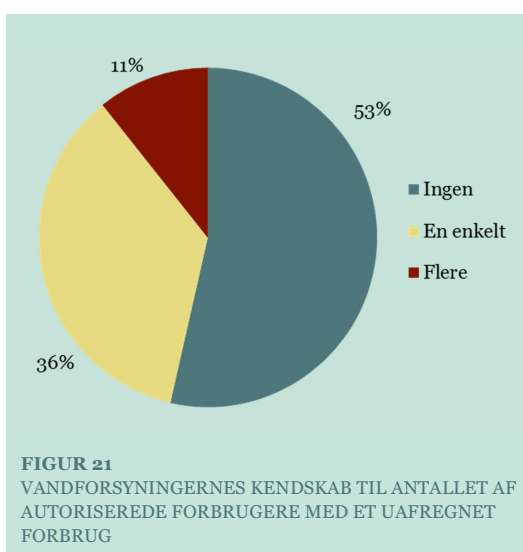
- autoriseret forbrug
- uautoriseret forbrug

På Figur 21 ses vandforsyningernes svar på, om de har kendskab til ikke-afregnet autoriseret forbrug udover forbrug til ledningsudskylninger og brandslukning.

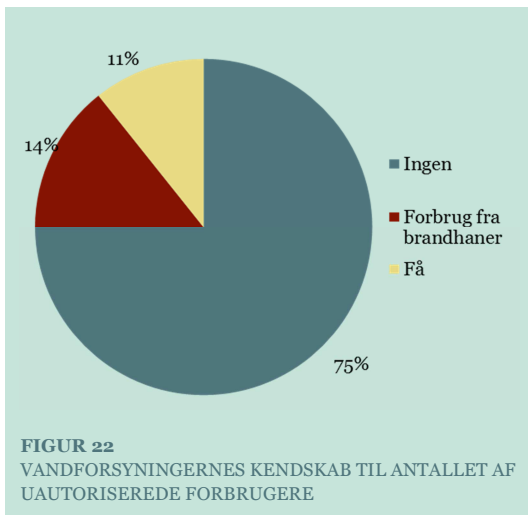
Enkelte vandforsyninger har flere forbrugere, som har gratis vandforsyning, hvilket skyldes tinglyste aftaler.

36 % af vandforsyningerne har en enkelt forbruger, som har gratis vandforsyning. Dette er typisk brandstationer.

De vandforsyninger, der indgår i denne analyse, mener generelt ikke, at det er et udbredt problem med ikke-afregnet autoriseret forbrug.



På Figur 22 ses vandforsyningernes svar på, hvorvidt de har kendskab til ikke-afregnet uautoriseret forbrug i deres forsyningsområde. 75 % af vandforsyningerne har ikke kendskab til eksisterende uautoriseret forbrug. Når de opdager forbrugere uden målere eller lignende, bringes forholdene i orden, så der ikke længere sker uautoriseret forbrug.

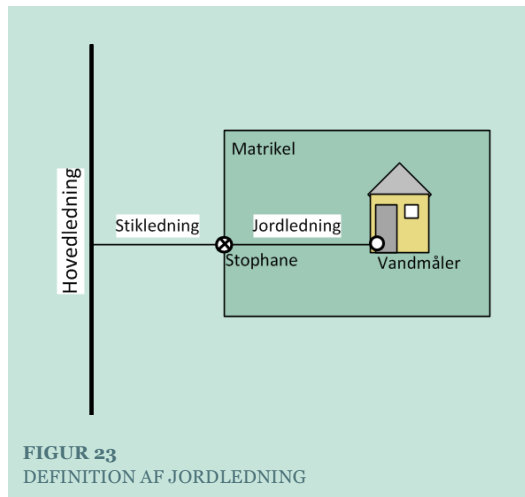


Flere vandforsyninger nævner, at der er en problematik vedr. at eksempelvis slamsugere tapper vand fra brandhanerne. Det primære problem ved dette er, at det udgør en alvorlig forureningsrisiko – sekundært er, at vandforbruget indgår i vandtabet. Enkelte vandforsyninger har – eller har planlagt – at etablere en såkaldt vandkiosk, hvor eksempelvis slamsugere kan aftappe vand kontrolleret samt afregne for forbruget.

De vandforsyninger, der indgår i denne analyse, mener overordnet set ikke, at det er et udbredt problem med ikke-afregnet uautoriseret forbrug.

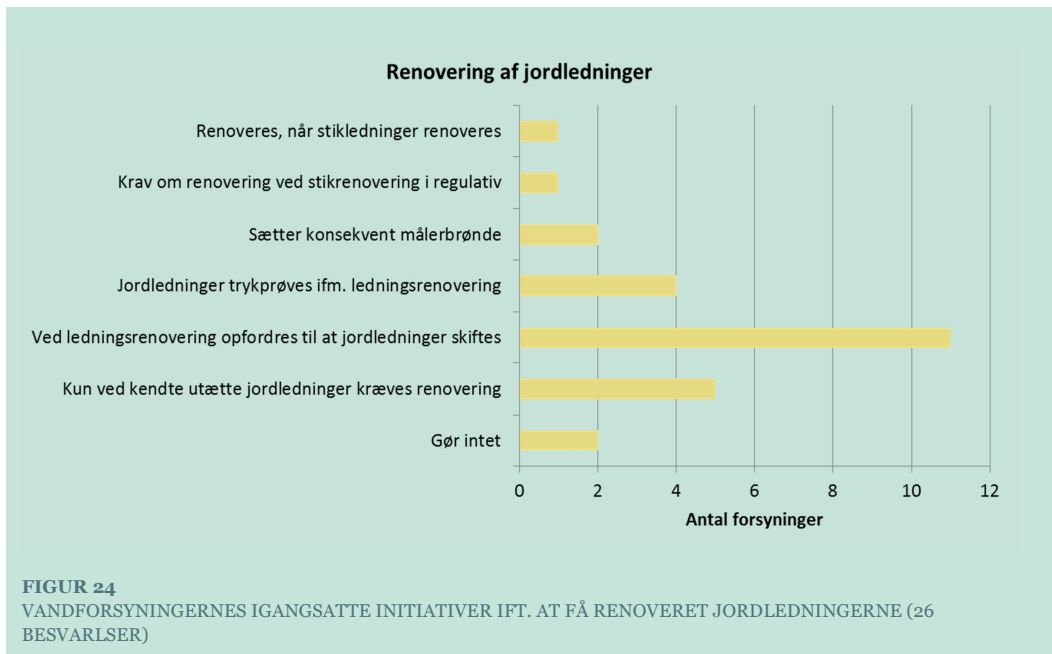
8.4 Jordledninger

Jordledninger er den del af forsyningsnettet, som ligger på privat grund jf. Figur 23. Jordledningen er ejet af grundejeren. Oftest er forbrugsmåleren placeret inde i husene, hvor forbrugsmåleren er let tilgængelig. Dette betyder, at et vandtab på en jordledning medregnes i vandforsyningens samlede vandtab. Det har derfor stor betydning for vandforsyningerne, at jordledninger har en god tilstand og reoveres, når der er brud på disse – og gerne før brudene opstår. Udfordringen for vandforsyningerne er typisk, at jordledningerne ikke er deres ejendom, og de derfor ikke kan reovere jordledningen tilsvarende det resterende ledningsnet.



I analysen er vandforsyningernes indflydelse på reoveringen af jordledningerne undersøgt. Forsyningerne har forskellige tilgange til problematikken, som det kan ses af Figur 24.

De fleste vandforsyninger informerer grundejerne om kommende reoveringsprojekter og opfordrer til, at grundejerne får reoveret jordledningen samtidig med vandforsyningens reoveringsprojekt. Andre vandforsyninger trykprøver jordledningerne enten i forbindelse med udskiftning af forbrugsmålere eller før ledningsreovering og kræver reovering af jordledninger, såfremt de ikke godkendes ved trykprøvningen. Utætte jordledninger kan desuden blive lokaliseret i forbindelse med forsyningens lækagesøgning. Vandforsyningernes erfaringer med, hvorvidt grundejerne får reoveret jordledningerne er meget forskellige, men de fleste vandforsyninger oplyser, at hovedparten af grundejerne får udbedret utætte jordledninger, når forsikringen dækker. Det er vanskeligere at få grundejerne til at skifte en gammel jordledning, hvis der ikke er dokumenteret et brud på den, da forsikringen ikke dækker i sådanne tilfælde.



Nogle vandforsyninger giver et økonomisk tilskud til renovering af jordledninger eller stiller den nye jordledning til rådighed for at give grundejerne et incitament til at gå med i et renoveringsprojekt. Flere vandforsyninger vælger at opsætte en målerbrønd i skel, hvis ikke grundejerne renoverer jordledningerne. To vandforsyninger har valgt konsekvent at sætte målerbrønde i skel, når de renoverer hoved- og stikledningerne i et område.

To vandforsyninger har indskrevet i deres regulativ, at vandforsyningen ejer jordledningen og derved frit kan renovere jordledningen hhv. at grundejeren er forpligtet til at renovere jordledningen, når vandforsyningen renoverer stikledningen.

Ud fra ovenstående gennemgang ses, at de fleste vandforsyninger forholder sig til jordledningernes tilstand og er opmærksomme på problematikken. Den mulighed, som vandforsyningerne typisk har, hvis ikke grundejerne ønsker at renovere jordledningerne, er at opsætte en målerbrønd i skel. En målerbrønd i skel gør, at et eventuelt vandtab på jordledningen måles af forbrugsmåleren og dermed ikke indgår i vandforsyningens vandtabsopgørelse. Ulempen ved målerbrønde er, at måleren er vanskeligt tilgængelig, og at forbrugerne derfor ikke har samme adgang til måleren til kontrol af eget forbrug løbende og i forbindelse med måleraflæsning.

8.4.1 Brud registreret på stik- og jordledninger

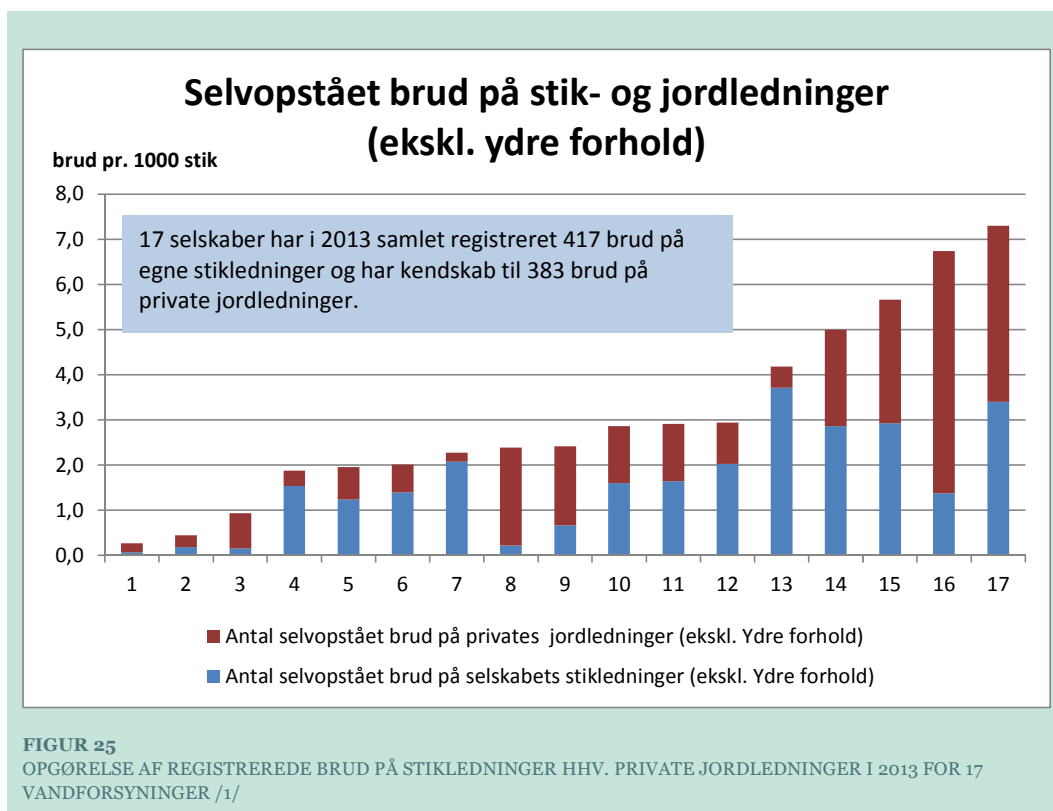
I 2013 har 17 vandforsyninger indberettet data vedr. brud på stikledninger hhv. private jordledninger til DANVA Benchmarking. På Figur 25 ses en oversigt over de registrerede brud på stikledninger og private jordledninger.

Samlet er der registreret 800 brud på stikledninger og jordledninger, som defineres som selvopstået brud. Dette betyder, at brud, som skyldes ydre forhold f.eks. akutte brud pga. overgravning med gravemaskiner o. lign., ikke er med i opgørelsen. /1/

Der er med stor sandsynlighed betydeligt flere brud på private jordledninger end registreret, da vandforsyninger ikke altid får kendskab til et brud på privat ejendom, hvilket skyldes, at grundejerne kan få renoveret jordledningerne uden vandforsyningernes indblanding. Typisk får vandforsyningerne kendskab til brud på jordledninger, når grundejerne ikke kan finde stophanen i forbindelse med reparation af jordledningen, når grundejerne søger rådgivning hos

vandforsyningen, eller når grundejerne tror, at det er vandforsyningen, der skal renovere jordledningen.

På Figur 25 ses, at fordelingen mellem brud på stik- hhv. jordledningerne er nogenlunde ligelig. Det vil sige, at halvdelen af brudene registreres på jordledningerne. Der er således et betydeligt antal brud på jordledningerne, der forårsager et vandtab, som vandforsyningerne ikke umiddelbart har nogen mulighed for at forebygge, da jordledningerne ikke er deres ejendom.



8.5 Lokale forhold der gør det vanskeligt at nedbringe vandtabet

En del af formålet med denne analyse er at klarlægge, hvilke lokale forhold, der kan gøre det vanskeligt for nogle vandforsyninger at nedbringe vandtabet yderligere.

De forhold vandforsyningerne nævner er:

- Jordledninger er ikke tilgængelige for reovering
- Sandet undergrund, så lækager ikke kommer op til jordoverfladen
- Vand fra lækager løber i kloakken
- Svært tilgængelige naturområder
- Havledning
- Ældre ledningsnet med mange støbejernsledninger
- Renoveringsefterslæb, da der tidligere har været fokus på nybyggeri
- Usikker ledningsregistrering pga. ældre forsyning
- Store terrænforskelle, som gør, at der forsynes med et højt tryk nogle steder
- Mister snart storforbruger, hvorfor udpumpningen fremadrettet bliver lavere, hvorved vandtabet i procent kommer til at stige.
- Udbudsregler kan give problemer ift. nye komponenter, som ikke nødvendigvis er optimale i den enkelte forsyning pga. vandkemi og forskellige jordbundsforhold.

Ovenstående forhold kan inddeles i forbrugersammensætning, geografiske forhold og ledningsnettets alders- og materialesammensætning. De nævnte forhold er ikke umiddelbart

forhold, der gør det umuligt at nedbringe vandtabet, men omkostningerne til at nedbringe vandtabet kan være større for nogle vandforsyninger end for andre.

8.5.1 Forbrugersammensætning

For nogle vandforsyninger kan en storbruger eksempelvis aftage 30 % af den samlede vandmængde, og et tab af eller tilslutning af en sådan forbruger kan betyde meget for det procentuelle vandtab.

Vandforsyningerne kan være meget afhængige af en eller flere storforbrugere, og storforbrugerne kan have stor betydning for det beregnede vandtab.

Mistes en storforbruger som eksempelvis aftager 1/3 af den solgte vandmængde, vil vandforsyningens vandtab sandsynligvis stige markant. Det anbefales derfor, at vandforsyninger, hvor en storforbruger aftager en betragtelig del af den udpumpede vandmængde, ligeledes forholder sig til vandtabet beregnet uden storforbrugerens forbrug. På denne måde sikres, at vandtabet ikke bliver overraskende højt, hvis en storforbruger mistes.

8.5.2 Geografiske forhold

Der er naturområder, hvor det er vanskeligt at komme fysisk ned til ledningsnettet, eller hvor lækagerne ikke bliver synlige på jordoverfladen. Disse områder kan i stedet overvåges ved hjælp af SRO.

Herudover er der geologiske forskelle i Danmark. I områder med sandjord kommer lækagerne ikke op til jordoverfladen, hvilket oftere er tilfældet i områder med lerjord. Lækagesøgningen vil være mere omkostningstung i områder, hvor lækagerne ikke bliver synlige på jordoverfladen end i områder, hvor vandet kommer op til jordoverfladen. Et udbredt problem for de fleste af de deltagende vandforsyninger er, at vand fra ledningsbrud løber i kloakken, og dermed er bruddene meget vanskelige at opdage.

Herudover har vandforsyningerne forskellige terrænforhold at forsyne under. Store terrænforskelle gør det mere vanskeligt at undgå høje tryk i dele af ledningsnettet, hvorimod i flade områder er trykreguleringen mere simpel.

8.5.3 Ledningsnettets alders- og materialesammensætning

De gældende udbudsregler bevirker, at vandforsyningerne ikke selv kan vælge, hvilke fabrikat af komponenter og materialer de vil anvende i forbindelse med ledningsreovering og -udskiftning. Dette på trods af at de har erfaring med, at bestemte typer holder bedst hos dem under deres lokale forhold - eksempelvis jordbundsforhold og vandkemi.

Således oplever nogle vandforsyninger flere lækager grundet komponenter og materialer, der ikke har en optimal holdbarhed under deres forhold set i forhold til, hvis de frit kunne vælge de komponenter og materialer, som de har erfaring med, har en god holdbarhed.

Afhængig af vandforsyningernes alder er ledningsnettet sammensætning af materialer forskellig, og nogle vandforsyninger kan have et større reoveringsefterslæb end andre grundet for lav reoveringsfrekvens tidligere. Der kan også være forskel på, hvor fuldstændig en ledningsregistrering vandforsyningerne har – dette kan forårsage, at der ligger ledninger i jorden, som forsyningerne ikke kender til, eller at ledningsmaterialer ikke er kendt.

9. Eksempler på reduktion af vandtab

9.1 Case 1: TREFOR Vand A/S

TREFOR Vand A/S udpumper årligt godt 12 mio. m³. Vandforsyningen har 1.400 km ledningsnet og leverer drikkevand til ca. 47.000 forbrugere i Kolding, Vejle, Middelfart og Fredericia.

TREFOR Vand skiftede i årene 2009-2011 forbrugernes afregningsmålere og oplevede efterfølgende en stigning i forsyningens samlede registrerede vandtab, hvilket resulterede i et vandtab på 14,2 % i 2011. TREFOR Vand lå tidligere på et vandtab på ca. 8 %. Udviklingen i TREFOR Vands vandtab fra 2005 til 2013 ses på Figur 26.

I 2009 og 2010 var der desuden nogle hårde vintre, som kan have forårsaget flere brud end i de tidligere år. Herudover var der nogle usikkerheder i forbindelse med indførelse af de nye fjernaflæste forbrugsmålere, bl.a. ændredes afregningsperioder og -rutiner.

TREFOR Vands ledelse opstillede en målsætning om, at vandtabet skulle reduceres til mindre end 10 % senest i 2014, og derfor igangsatte ledelsen hos TREFOR Vand i 2012 udarbejdelsen af en lækagehandlingsplan, hvor relevante aktiviteter for at nedbringe vandtabet blev beskrevet og prioriteret. Lækagehandlingsplanen omfattede alle elementer i vandtabet.

Den første aktivitet, der blev igangsat, var opsætning af et system, hvor SRO-data på en intelligent måde bliver anvendt til at overvåge allerede etablerede sektioner og øvrige driftsområder i ledningsnettet. De nye afregningsmålere er fjernaflæste, hvorved forbrugsdata kan anvendes dynamisk i lækageovervågningen. Data for forbruget, forbrugertyper samt ledningsregistrering sammenholdes med SRO-målinger fra vandværker og målerbrønde på ledningsnettet, hvorved områder/sektioner effektivt overvåges. Områder/sektioner med et højere nattimeflow end forventet ud fra de opsamlede data kan hermed udpeges.

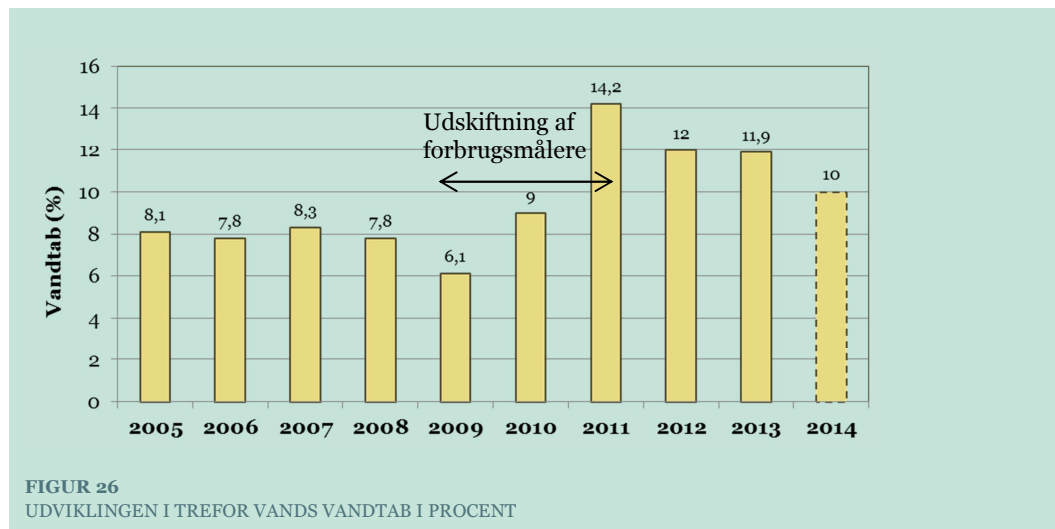
Andre aktiviteter der blev igangsat til nedbringelse af vandtabet er:

- Øget renoveringsindsats med særlig fokus på støbejerns- og eternitledninger.
- Sektioneringsplan ajourført og gennemførelse af sektionering intensiveret.
- Diverse aktiviteter for at lokalisere og minimere den ikke-solgte vandmængde bl.a. ved etablering af målere til måling af vandforbrug på havne, gennemgang af forbrugerregistrering og ledningsregistrering mv.
- Trykprøvning af transmissionsledninger (store hovedledninger).
- Midlertidig underinddeling af områder/sektioner for at måle nattimeflowet i mindre områder.
- Analyse af muligheder for sænkning af trykket om natten.
- Arbejde med tryktilpasning.

Ved opgørelsen af vandtabet i 2013 blev det erkendt, at det store gennembrud i forhold til at reducere vandtabet markant stadig udeblev. Der var mange planer for aktiviteter, som skulle gennemføres, men mandskabet til gennemførelse af aktiviteterne har været svært at fastholde til projektet, da daglige driftsopgaver ofte blev opprioriteret i forhold til opgaverne for at reducere

vandtabet. I foråret 2014 blev der derfor nedsat et lækagesøgningsteam, som havde til opgave at udføre lækagesøgning i områder, hvor nattimeforbruget var for højt, og hvor ledningsnettet bestod af særligt kritiske materialer.

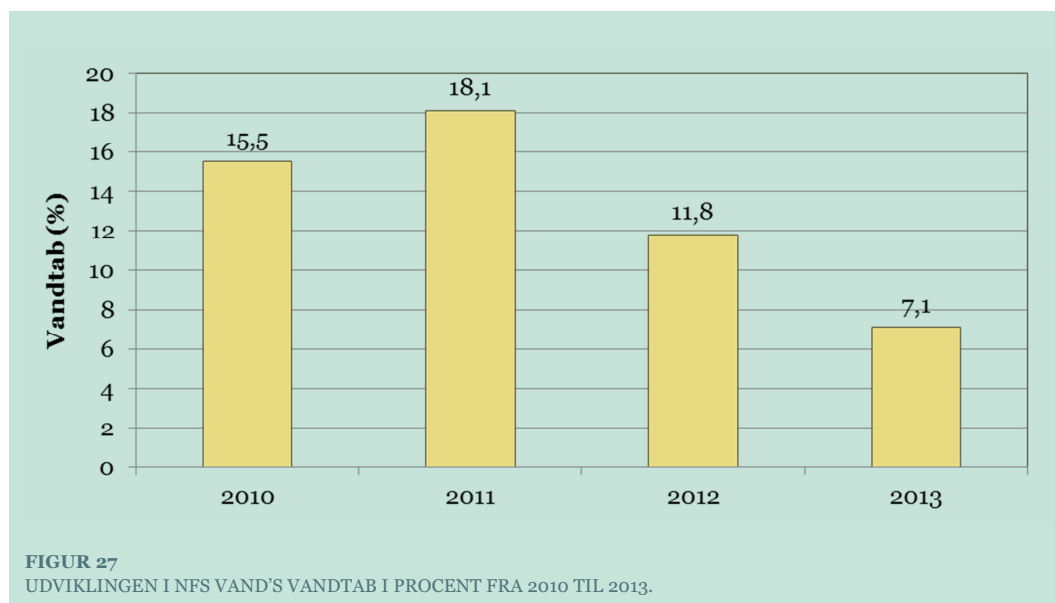
I december 2014 vurderes det, at det samlede vandtab for 2014 vil være omkring 10 % af den udpumpede vandmængde, når året er omme.



9.2 Case 2: NFS Vand A/S

NFS (Nyborg Forsyning & Service A/S) er en multiforsyning med vand-, varme-, renovations- og spildevandsforsyning. NFS Vand A/S udpumper årligt ca. 1,3 mio. m³. Vandforsyningen har 180 km ledningsnet og leverer drikkevand til ca. 7.500 forbrugere i Nyborg og omegn.

På Figur 27 ses udviklingen i NFS Vand's vandtab. Vandtabet lå i 2011 på 18,1 %, og NFS Vand skulle derfor betale strafafgift af ca. 120.000 m³ svarende til en omkostning på 625.000 kr. Dette gav et betydeligt incitament til at nedbringe vandtabet.



NFS Vand's bestyrelse vedtog i 2013 en målsætning om, at vandtabet skulle reduceres til under 9 % inden 2015, hvilket betød, at vandforsyningen var nødsaget til at igangsætte nogle målrettede

aktiviteter for at reducere vandtabet. Tidligere var der ikke blevet lavet en målrettet indsats for at finde lækager. Det var kun de udpumpede vandmængder, der blev overvåget.

Der blev igangsat et projekt, hvor en ledningsnettsmodel blev opstillet, som efterfølgende skulle bruges til at udarbejde en sektioneringsplan for ledningsnettet. Dette projekt var mere langsigtet, og derfor blev igangsat andre aktiviteter, som hurtigere skulle få vandtabet nedbragt.

NFS Vand indkøbte nyt lækagesøgningsudstyr i form af lytteudstyr, digital spindel- og jordmikrofon og korrelator og igangsatte en systematisk lækagesøgning af hele ledningsnettet. En medarbejder hos forsyningen fik som sin primære arbejdsopgave i 2012 at udføre aktiv lækagesøgning. Hele ledningsnettet blev gennemgået, og der blev bl.a. fundet et enkelt meget stort brud, hvor vandet ikke kom op af jorden, men i stedet løb i den nærliggende kloak. Der var meget støj at høre på hovedventilen i gaden. Efter reparation af dette brud kunne der ses et fald i den udpumpede vandmængde på vandværket. Utætheder på jordledninger bliver ligeledes lokaliseret ved den aktive lækagesøgning, og på baggrund af dette udbedres ligeledes jordledninger med dårlig tilstand.

Da NFS er en multiforsyning, har der været stor fokus på koordinerede projekter, og vandforsyningen er således afhængig af andre forsyningsarter, når renoveringsprojekter planlægges. Dette medfører, at renoveringsopgaverne bliver koordineret således, at hvis spildevand skal separere regn og spildevand i en gade, vurderes det, om vandledningerne også skal udskiftes, så nogle af udgifterne bliver fordelt mellem flere. NFS' erfaringer viser, at der opstår mange brud på vandledninger, når der har været gravet tæt på dem eksempelvis i forbindelse med, at spildevandsledninger er udskiftet, og vandledningerne ikke er blevet skiftet i samme projekt.

NFS erkendte desuden i 2012, at deres produktionsmålere var overdimensionerede til den nuværende udpumpning, og produktionsmålerne blev derfor udskiftet til målere af passende størrelse.

Allerede i 2013 er målsætningen om at nedbringe vandtabet til under 9 % i 2015 opfyldt, da vandtabet er reduceret til 7,1 %. I 2015 igangsættes etableringen af sektioneringen, som skal understøtte arbejdet med at bibeholde det lave vandtab, da lækageovervågningen af ledningsnettet bliver betydelig bedre og lækagesøgningen kan målrettes de sektioner, hvor overvågningen viser en potentiel lækage. Der påbegyndes også et projekt med fjernaflæste vandmålere fra 2015 og årene derefter.

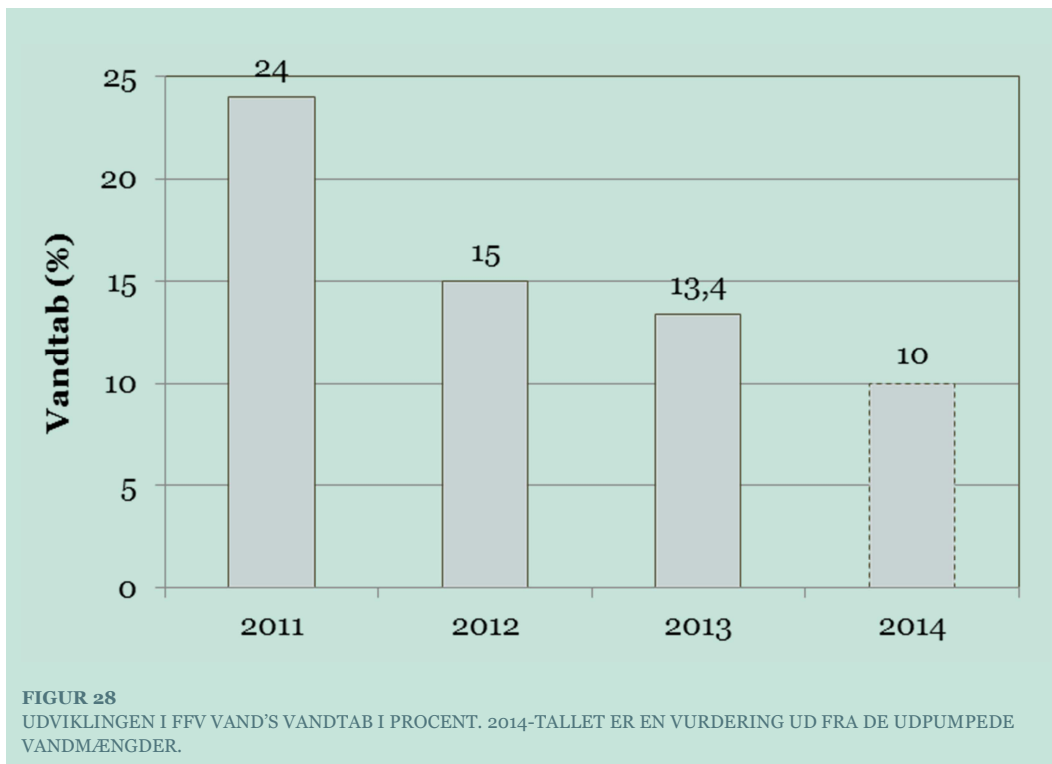
9.3 Case 3: FFV Vand A/S

FFV Energi og Miljø A/S er en multiforsyning med vand, el, varme, renovation og spildevand. FFV Vand udpumper årligt ca. 750.000 m³. Vandforsyningen har 200 km ledningsnet og leverer drikkevand til godt 5.000 forbrugere i Faaborg og omegn.

FFV Vand har ikke en skriftligt formuleret målsætning for vandtabets størrelse, men arbejder internt med at opnå et vandtab lavere end 10 %.

Før 2008 lå vandtabet typisk på 12-20 %, hvorefter vandtabet faldt til ca. 6-9 % i årene 2008-2010. På Figur 28 ses udviklingen i FFV Vand's vandtab fra 2011-2013.

Vandtabet i 2011 steg til 24 %. Årsagen til det høje vandtab var bl.a., at to vandværker blev ombygget, og pga. dette blev målingen af udpumpningen, som vandtabet beregnes ud fra, ikke målt korrekt. Herudover fandt forsyningen én stor lækage, som havde forårsaget et vandtab på ca. 20 m³/time i en periode på 3-4 måneder. Vandtabet lå det efterfølgende år på 15 %.



Erkendelsen af at FFV Vands vandtab ligger over 10 %, har igangsat adskillige projekter hos forsyningen. Først og fremmest ønskede forsyningen at sektionere ledningsnettet, så lækageovervågningen og -søgningen kunne blive mere effektiv. Terrænforskellen i FFV Vands forsyningsområde er 240 m fra boring til den højest beliggende forbruger, og ledningsnettet var derfor i forvejen inddelt i 17 trykzoner. I forbindelse med sektioneringen blev ledningsnettet inddelt i i alt 28 sektioner. Ikke alle sektioner er opkoblet til SRO-systemet endnu, men de målerbrønde, som ikke er på SRO-systemet, aflæses ugentligt og indgår dermed også i lækageovervågningen. Før 2010 havde FFV Vand intet SRO-system og dermed ingen mulighed for at foretage en systematisk lækageovervågning.

Forsyningen har systematiseret lækageovervågningen. Der er fire medarbejdere ansat i vandafdelingen, og alle er med til at overvåge ledningsnettet, så dette arbejde ikke er afhængigt af en enkelt person. Sektioneringen gør, at mindre variationer i natteflowet opdages, og forsyningen udfører selv lækagesøgningen. Natteflowet tjekkes hver mandag morgen, og ud fra overvågningen udvælges sektioner, som ønskes gennemført for lækager.

FFV Vand har selv lækagesøgningsudstyr i form af lytteudstyr og benytter sig af steptest, hvor sektionerne underinddeles i mindre områder. Lækager på helt ned til 150 l/t er blevet lokaliseret på denne måde, og forsyningen har generelt gode erfaringer med at benytte lækagesøgningsudstyret.

Udover etablering af sektioner blev igangsat udarbejdelse af en online ledningsnettsmodel, som på sigt skal hjælpe forsyningen med at nedbringe vandtabet yderligere.

FFV Vand har en renoveringsstrategi om, at alle støbejernsledninger skal være udskiftet med PE-ledninger inden år 2024. Ledningsnettet er af ældre dato, og forsyningen har et renoveringsefterslæb grundet et tidligere fokus på nybyggeri. Forsyningen har desuden haft et ønske om at kunne sikre, at ledningsnettet blev fuldt renoveret fra hovedledning til jordledning, når et renoveringsprojekt er blevet igangsat. I 2014 har forsyningen derfor fået indarbejdet i dens regulativ, at jordledninger skal renoveres, når stikledninger renoveres. Alternativt sættes en

målerbrønd i skel. Forsyningen har valgt at yde et tilskud til grundejerne til renovering af jordledningerne.

FFV Vand forventer, at vandtabet i 2014 vil være omkring 10 % - og har en forventning om, at vandtabet vil fastholdes under 10 % bl.a. ved at opretholde fokus på lækageovervågning og -søgning.

10. Potentiale for reduktion af vandtab i dansk vandforsyning

Den samlede konklusion på analyserne er, at der kan identificeres et væsentligt potentiale for at nedbringe vandtabet i dansk vandforsyning.

- De tekniske analyser viser, at der er et antal tekniske værktøjer og metoder, som er effektive i forhold til at nedbringe vandtabet.
- Hovedparten af de vandforsyninger, der har arbejdet fokuseret med eksisterende værktøjer og metoder, har været i stand til at nedbringe vandtabet væsentligt.
- Incitamentsanalysen viser, at vandtabet er en vigtig parameter, der har et ledelsesmæssigt og ikke mindst økonomisk fokus. Den nuværende afgiftsstruktur, hvor der betales afgift for et vandtab over 10 %, er et effektivt incitament, der både har effekt økonomisk og på den faglige stolthed i forhold til sammenligningen med andre forsyninger.

Ovenstående konklusioner understøttes bl.a. af analysen af, hvilke ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer vandforsyningerne benytter sig af, og som har vist sig effektive ift. at reducere den enkelte vandforsynings vandtab. Eksemplerne beskrevet i kapitel 9 har vist, at de vandforsyninger, som sætter fokus på arbejdet for at nedbringe vandtabet og dermed igangsætter relevant aktiviteter, kan nedbringe vandtabet.

I analysen indgår 12 vandforsyninger med et faldende vandtab. Disse vandforsyninger har gennemsnitligt reduceret deres procentuelle vandtab med 5 procentpoint fra 14,4 % i 2011 til 9,3 % i 2013 (2010 ikke medtaget pga. ukomplet datasæt), hvilket viser, at vandtabet kan reduceres betragteligt, hvis der sættes fokus på arbejdet. Med så markante resultater indenfor en kort tidsperiode vurderes det, at det er realistisk, at vandforsyninger, der arbejder fokuseret med vandtab, kan nedbringe vandtabet til det nuværende gennemsnit på 8,2 %.

Det volumenmæssige potentiale for nedbringelse af vandtabet beregnes ud fra den forudsætning, at vandforsyningerne, der er repræsenteret i det foreliggende datamateriale, er repræsentative for dansk vandforsyning som helhed i relation til vandtab.

På baggrund af ovenstående antagelser beregnes potentialet for reduktion af det samlede vandtab i Danmark til 3,4 mio. m³/år, hvilket svarer til 9,4 mio. liter/døgn. Det gennemsnitlige vandforbrug i de danske husholdninger er 107 liter per person per døgn /7/, og besparelsen i vandtabet svarer således til at godt 88.000 personer dagligt kunne forsynes med drikkevand - hvilket dækker mere end forsyning af Esbjerg – Danmark's 5. største by – hvor der pr. 01.01.2014 er 71.618 indbyggere /12/.

Det estimerede potentiale for nedbringelse af vandtabet er behæftet med en række usikkerheder, som det er vigtigt at forholde sig til, da:

- vandtabet er ukendt for ca. 97 % af alle danske vandforsyninger, som står for 37 % af den årlige samlede udpumpning.

- vandforsyningerne har et uundgåeligt vandtab i ledningsnettet, som bl.a. afhænger af ledningsnettet længde og trykforhold i ledningsnettet, hvorfor det uundgåelige tab ikke er ens for alle forsyninger.
- betingelserne for de enkelte vandforsyninger, det uundgåelige tab samt de i denne analyse fremhævede usikkerheder gør det vanskeligt at fastlægge et fælles mindste niveau for vandtabet, som alle vandforsyninger bør kunne opnå.

11. Referencer

- /1/ Thomas Sørensen, DANVA, Dansk Vand- og Spildevandsforening
- /2/ Erik Sørensen, Siemens Flow Instruments
- /3/ Insatech
- /4/ John Frederiksen, Teknologisk Institut
- /5/ www.geus.dk, udtræk af data pr. 1. september 2014
- /6/ Leakage Reductions: The Fundamental Role of Pressure Management, Allan Lambert
- /7/ Vand i tal 2014
- /8/ Kamstrup, datablad for Multical® 62
- /9/ Brunata, datablad for HYDRUS DN15-20
- /10/ Kamstrup, Installationsvejledning, Multical® 62
- /11/ Brunata, Installations- og betjeningsvejledning, Optuna W
- /12/ www.statistikbanken.dk, folketal 1. januar efter byområde, 851-10938 Aalborg

Bilag 1: Præsentation af deltagende vandforsyninger

I Tabel 3 ses data for vandforsyningerne i kategorien "lavt vandtab".

Forsyning	Udpumpet 2013 (m ³ /år)	Ledningsnet 2013 (km)	Målere 2013 (stk.)	Vandtab 2010 (%)	Vandtab 2011 (%)	Vandtab 2012 (%)	Vandtab 2013 (%)
Esbjerg Vand A/S	7.193.693	993	32.778	7,0	6,0	6,9	5,5
VERDO A/S	2.489.158	340	11.064	6,0	6,0	5,9	4,7
Energi Viborg Vand A/S	2.386.040	553	14.591	5,9	4,0	5,7	6,8
Greve Vandværk A.m.b.a.	1.894.737	238	9.985	9,9	8,9	6,0	7,6
Midtfyns Vandforsyning A.m.b.A.	1.708.146	429	7.511	4,3	5,0	5,6	
Frederikssund Forsyning A/S	1.446.255	325	10.692	4,8	9,0	8,9	5,2
Glostrup Forsyning	1.344.471	96	3.868	3,9	6,6	6,5	5,8
ARWOS	1.281.147	258	6.993	1,8	10,3	9,5	3,5
Furesø Egedal Forsyning A/S	659.723	152	5.685		4,0	4,0	5,1
Vandforsyningen Brovst & Omegn	285.605	-	2.155	3,7	2,4	2,7	3,8
Nørre Alslev Vandværk	220.000	109	1.800	-	8,7	9,8	9,4
Sdr. Felding Vandværk	210.000	107	-	6,9	4,2	2,3	4,1
Skærbæk Vandværk	183.957	65	1.740	4,1	2,6	4,8	9,4

TABEL 3
STAMDATA FOR VANDFORSYNINGERNE I KATEGORIEN "LAVT VANDTAB"

I Tabel 4 ses data for vandforsyningerne i kategorien "faldende vandtab".

Forsyning	Udpumpet 2013 (m ³ /år)	Lednings-net 2013 (km)	Målere 2013 (stk.)	Vandtab 2010 (%)	Vandtab 2011 (%)	Vandtab 2012 (%)	Vandtab 2013 (%)
TREFOR Vand A/S	12.407.463	1.424	47.160	9,0	14,0	12,0	12,3
Thisted Vand A/S	3.469.134	1.058	12.359	21,0	13,0	15,7	10,2
Roskilde Forsyning	3.255.315	371	12.318	8,0	16,0	14,3	9,9
Kalundborg Forsyning A/S	3.030.462	278	4.160	9,6	9,5	7,8	5,2
Skive Vand	2.586.601	700	13.704	13,0	12,0	10,7	10,1
Hørsholm Vand	1.395.504	148	7.068	12,8	12,6	7,7	7,4
NFS Vand A/S	1.257.500	183	7.528	15,5	18,1	11,8	7,1
Langeland Vand ApS	874.887	337	7.452	17,6	11,9	11,2	9,1
FFV Vand A/S	758.870	201	5.067	-	24,0	15,0	13,4
Vejen Forsyning A/S	734.140	177	5.142	12,8	13,7	12,5	11,1
Assens Forsyning	686.092	130	3.760	10,1	14,4	8,9	7,5
Morsø Vand	626.138	115	4.168	-	13,4	8,4	8,5

TABEL 4
STAMDATA FOR VANDFORSYNINGERNE I KATEGORIEN "FALDENDE VANDTAB"

Tabel 5 ses data for vandforsyningerne i kategorien "højt vandtab".

Forsyning	Udpumpet 2013 (m ³ /år)	Lednings-net 2013 (km)	Målere 2013 (stk.)	Vandtab 2010 (%)	Vandtab 2011 (%)	Vandtab 2012 (%)	Vandtab 2013 (%)
SK Forsyning A/S	4.068.200	732	20.470	8,0	10,0	11,9	15,7
Kerteminde Forsyning - Vand A/S	991.823	197	7.188	-	12,0	15,0	14,0
Halsnæs Forsyning	710.833	243	5.444	12,8	20,7	18,5	22,0

TABEL 5
STAMDATA FOR VANDFORSYNINGERNE I KATEGORIEN "HØJT VANDTAB"

Arbejdet med vandtabsreduktion i dansk vandforsyning

Mange danske vandforsyninger arbejder målrettet med at reducere vandtabet i vandforsyningen. Der er primært fokus på det fysiske vandtab ude i ledningsnettet. I denne rapport undersøges, hvilke ledelsesmæssige og teknologiske værktøjer vandforsyninger har og benytter i deres arbejde for at nedbringe vandtabet. Herudover undersøges forhold vedr. produktionsmålere, jordledninger og ikke-afregnet forbrug samt incitamenter til at nedbringe vandtabet.



Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

www.nst.dk