

Uafregnet vand

Forstå og arbejd proaktivt med uafregnet vand



Kampen mod uafregnet vand starter med at kortlægge hvordan og hvor godt ens vandressourcer bliver udnyttet

Uafregnet vand er et velkendt globalt problem, der betyder, at store mængder af de i forvejen knappe vandressourcer går tabt. Det er en konkret udfordring, som de fleste vandforsyninger står overfor som følge af øget urbanisering, stigende efterspørgsel, prisstigninger og aldrende distributionsnetværk.

Der er forskellige tilgange til, hvordan man kortlægger problemets omfang, og hvordan man kan reducere det. Ofte sker der dog en undervurdering af områdets kompleksitet pga. de forskellige typer vandspild, som hver især skal bekæmpes forskelligt.

Uafregnet vand vil aldrig kunne elimineres helt, da der vil være et uafregnet, men autoriseret forbrug som realistisk set ikke kan fjernes. Derudover er der en naturlig nedre grænse for, hvor lavt et vandspild det er økonomisk rentabelt at opnå. For at komme så tæt som muligt på denne grænse, er det nødvendigt at kunne prioritere i sin indsats mod vandspild. Det kan gøres ved at kategorisere tabene i distributionsnettet, så man vurderer, hvilke metoder man kan bruge, og hvilke tiltag man kan gøre for at bekæmpe vandspildet mest effektivt.

Et redskab til evalueringen af vandspild er International Water Association's vandbalance, som netop fokuserer på kategoriseringen heraf. I det følgende beskriver vi, hvordan man kan arbejde med de individuelle elementer i vandbalancen, og vi anbefaler brugbare sammenligningsmetoder. Derudover ser vi nærmere på udfordringerne med den traditionelle tilgang til vandspild og fordelene ved at kigge på sit vandspild på en mere nuanceret måde.

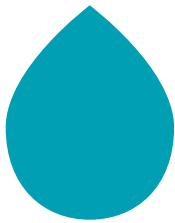


Udnyttelsen af vandressourcer kan kortlægges ved:

- Beregning af vandbalancen
- Opgørelse af vandspildet
- Vurdering af vandspildet



Hvad er uafregnet vand og hvad betyder det?



Uafregnet vand, som internationalt refereres til som Non-Revenue Water (NRW), kan defineres som:

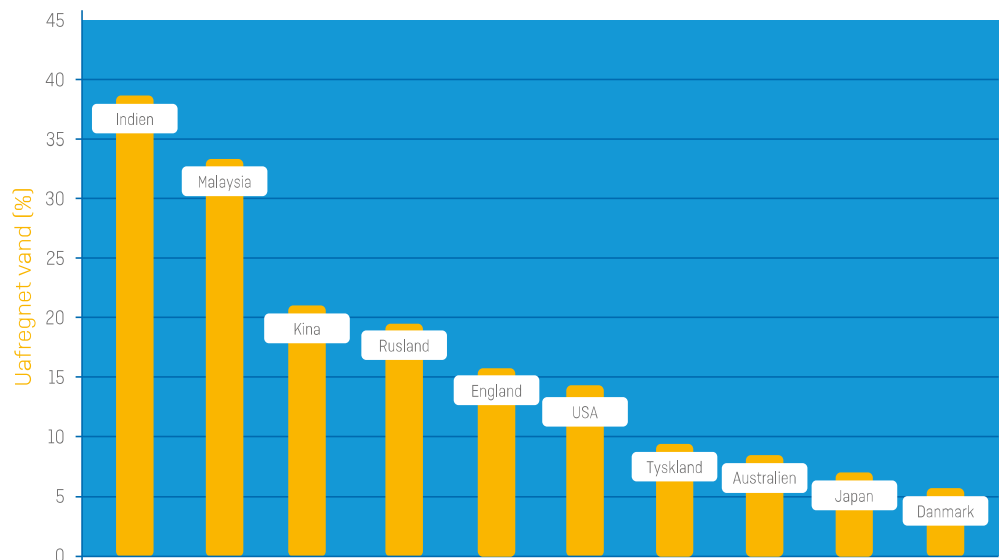
Vand der pumpes ud i distributionsnetværket, men ikke afregnes og derfor ikke giver indtægt til vandværket.

Uafregnet vand er altså forskellen mellem produceret og afregnet vand. Det er vand, der forsvinder pga. brud forårsaget af trykstød, upræcise målinger, mangelfulde aflæsninger fra forbrugerne, lækager som følge af højt driftstryk, aldrende infrastruktur, ulovlige tilslutninger til netværket, tyveri osv.

Konsekvensen af et højt niveau af uafregnet vand er både tabt indtægt og højere driftsomkostninger for vandværket. Det medfører en betydelig økonomisk belastning, som eksempelvis udtrykkes ved, at den energi, der bruges til at udpumpe uafregnet vand, er rent spild. Lækager nødvendiggør desuden omkostningstunge reparationer af infrastrukturen samt potentielt behov for at udvide kapaciteten. I Danmark er der yderligere en økonomisk fordel ved at holde selve vandspildet under den fastsatte grænse på 10 %, som fremgår af 'Bekendtgørelse af lov om afgift af ledningsført vand'.

Ifølge Verdensbanken ligger niveauet af uafregnet vand globalt set på mellem 30 og 35 %. I nogle områder når det dog helt op på 50-60 %.

Oversigt over NRW-niveau i udvalgte lande



(Kilde: IBNET; GWI; Frost & Sullivan)

Vandbalancen

– første trin i håndtering af vandspild



Ved at bryde den vandmængde, der forlader vandværket, op i mindre andele, kan man arbejde mere struktureret og effektivt med uafregnet vand.

International Water Association (IWA) har udviklet en international best practice-metode til beregning af vandbalancen, som er det første trin i praktisk håndtering af vandspild. Skemaet illustrerer, hvordan de forskellige former for vandspild kan kategoriseres, og metoden bruges til at fastslå, hvor man skal sætte ind for at opnå den største effekt.

Vi har lavet en fortolkning af skemaet med det formål at gøre det mere overskueligt og håndgribeligt. I det følgende gennemgår vi de enkelte elementer i skemaet, og hvordan man aktivt kan arbejde med dem.

International Water Association (IWA)

er en selvejende non-profit organisation, hvis mission er at fungere som et verdensomspændende netværk for fagfolk indenfor vandbranchen og at fremhjelpe standarder og best practice indenfor bæredygtig forvaltning af vandressourcer. IWA har ca. 10.000 individuelle medlemmer og 500 erhvervsmedlemmer på verdensplan samt ledelsesmedlemmer i ca. 80 lande.

Læs mere om IWA på www.iwa-network.org/

IWAs vandbalance

Udpumpet vandmængde	Autoriseret forbrug	Afregnet autoriseret forbrug	Afregnet målt forbrug	} Afregnet vand	
			Afregnet umålt forbrug		
		Uafregnet autoriseret forbrug	Uafregnet umålt forbrug		} Uafregnet vand (NRW)
			Uafregnet målt forbrug		
	Vandtab	Tilsyneladende tab	Uautoriseret forbrug	} Uafregnet vand (NRW)	
			Måleunøjagtigheder		
		Reelle tab	Lækager og sprængninger i ledningsnettet		
			Tab fra højdebeholdere		
			Tab fra stik- og jordledninger		

Udpumpet vandmængde

Den mængde vand vandværket pumper ud i netværket i en given periode. Mængden inkluderer både produceret og købt vand.

Den udpumpede vandmængde kan opdeles i hhv. autoriseret forbrug og vandtab.

Autoriseret forbrug udgøres af Afregnet autoriseret forbrug og Uafregnet autoriseret forbrug



Afregnet autoriseret forbrug

Afregnet autoriseret forbrug består af Afregnet målt forbrug og Afregnet umålt forbrug.

Afregnet målt forbrug er det forbrug, der måles af vandmålerne, og som forbrugerne efterfølgende faktureres for.

Dette burde være den simpleste del af skemaet, men afhængig af måden man måler på, er der forskellige fejlkilder. Eksempelvis er års aflæsningskort karakteriseret ved stor usikkerhed og mange fejl. Erfaringsmæssigt er der op mod 15 % af forbrugerne, der aldrig udfylder aflæsningskortet. Jo mere menneskelig involvering der er i aflæsningen, desto større vil fejlrisikoen være. For at have et sandfærdigt sammenligningsgrundlag er det desuden vigtigt, at aflæsningstidspunktet er det samme for alle målere. Moderne fjernaflæsningssystemer gør det muligt at lave synkron aflæsninger helt ned på timeniveau.

Afregnet umålt forbrug relaterer sig typisk til f.eks. byggepladser og boliger uden målere, hvor der faktureres for et estimeret standardforbrug. I mange lande er det fortsat udbredt praksis at afregne vandforbruget til en fast pris og uden måling. Det øger usikkerheden omkring vandforbruget og dermed tabet.

Jo større usikkerhed der er om det faktiske vandforbrug, jo sværere er det at bekæmpe vandspild på et oplyst grundlag.

I boliger uden målere faktureres en standardfamilie f.eks. ofte for 180 kubikmeter pr. år, selvom det reelle forbrug i de fleste tilfælde er væsentligt lavere.

Dermed vil man som vandforsyning tro, at netværket har et mindre vandspild, end det reelt er tilfældet. Ved at sætte målere op i alle boliger flyttes så meget som muligt af den umålte vandmængde op til den målte vandmængde. Gevinsten er, at faktureringen bliver mere korrekt for alle parter.

Uafregnet autoriseret forbrug

Uafregnet autoriseret forbrug består af Uafregnet umålt forbrug og Uafregnet målt forbrug.

Uafregnet umålt forbrug er vand, der bruges til eksempelvis brandslukning, offentlige sprinkleranlæg og gennemskylning af rør, men som ikke bliver målt.

Dette forbrug er autoriseret – og dermed også accepteret. Det er dog vigtigt efterfølgende at registrere vandmængden (som minimum med et overslag). Ellers indgår denne forbrugsmængde i skemaet som vandtab. Ved at udarbejde rutiner og aftaler med det lokale brandvæsen og andre, der har adgang til uafregnet vand, om at de skal estimere deres forbrug, undgår man at bekæmpe et vandtab, der ikke er behov for at bekæmpe.

Uafregnet målt forbrug er vand, der bruges til eksempelvis brandslukning, offentlige sprinkleranlæg og gennemskylning af rør, og som bliver målt.

Vandtab udgøres af Tilsyneladende tab og Reelle tab



Vandtabet er den del af vandbalancen, der normalt fokuseres på, da det er den, der viser, om vandforsyningen overskrider den politisk fastsatte grænse på 10 % vandspild og derfor skal betale strafafgift.

Tilsyneladende tab

Tilsyneladende tab består af Uautoriseret forbrug og Måleunøjagtigheder.

Uautoriseret forbrug er den mængde vand, der forsvinder pga. vandtyveri, ulovlige tilslutninger til netværket, tilfælde hvor måleren er fjernet osv.

Med udviklingen af intelligente målere og udbredelsen af smart metering vil det uautoriserede forbrug blive mindre og mindre pga. større gennemsigthed i vandforsyningen. Risikoen for manipulation er dog højere med ældre mekaniske målere end med moderne elektroniske målere. Moderne målere udsender en alarm i tilfælde af at vandet løber baglæns, ved forsøg på manipulation af måleren, eller hvis måleren er tør, fordi den f.eks. er blevet afmonteret. På den måde opdages tyveri med det samme – ikke først ved årsaflesningen eller i forbindelse med et besøg hos forbrugeren.

Måleunøjagtigheder er det vand, der går tabt pga. bl.a. fejlagtige aflæsninger udført af forbrugeren eller upræcise målere.

Erfaringsmæssigt måler mekaniske målere for lidt over et samlet livsforløb, fordi de med tiden bliver slidte og træge og får et højere og højere startflow. Moderne elektroniske målere har et langt lavere startflow end mekaniske målere. Desuden opretholder de målenøjagtigheden længere, fordi de er statiske og dermed uden mekaniske dele, hvilket gør dem modstandsdygtige overfor slitage og støv. Man skal dog være opmærksom på de statiske måleres evne til at opretholde et korrekt nulpunkt i forhold til flowet, da det kan påvirke deres målenøjagtighed.

Afhængig af hvilke målere man har, kan der ligge et stort potentiale i dette område i form af vand, der kan flyttes fra den uafregnede vandmængde til den afregnede vandmængde, ved at vandværket udskifter sine målere.

Udover målerne hos forbrugeren er det vigtigt, at også de store referencemålere har

Smart meters er en betegnelse for intelligente målere, der er i stand til at give tilbagemelding om driftstilstande hos forbrugeren og i netværket. Derudover kan de fjernaflæses automatisk og opdatere vandværket om situationen i netværket. Smart metering-løsninger giver dermed det fulde overblik over distributionsnetværket og dets tilstand.

Måling i sig selv løser ikke problemet med uafregnet vand, men med smart metering får vandværker en viden om deres netværk, som gør dem i stand til at træffe velbegrundede beslutninger om, hvordan de mest effektivt kan arbejde med netværket og asset management.

høj målenøjagtighed, da det har betydning for usikkerheden af den udpumpede vandmængde. I mange lande er der ikke krav til at udpumpningsmålere er typegodkendte eller re-verificeres.

Digital aflæsning af målerne hos forbrugeren samt de store referencemålere sikrer ikke blot, at aflæsningerne er 100% korrekte, men også at de foretages samtidig.



Reelle tab

Reelle tab består af Lækager og sprængninger i ledningsnettet, Tab fra højdebeholdere og Tab fra stik- og jordledninger.

Lækager og sprængninger i ledningsnettet

er vand, der tabes fra de dele af netværket, der er i dårlig stand som følge af stress, for højt driftstryk og trykstød.

En effektiv måde at udregne tabet fra lækager på er ved at kigge på nattetimeforbruget. Analyser af nattetimeforbruget afdækker vandforbruget i systemet i timerne med den laveste efterspørgsel, og man antager, at denne del kommer fra lækager. Med smart metering kan vandværket komme endnu tættere på det faktiske tal for lækageniveauet, fordi man med smart metering kender det faktiske forbrug. Ved at trække denne værdi fra det samlede nattetimeforbrug kan man beregne vandspildet. Dermed behøver analysen ikke begrænse sig til nattetimerne, men kan foretages når som helst, man ønsker det.

Én ting er at kunne registrere, at man taber vand i ledningsnettet. Noget andet er at kunne identificere hvor det sker, for kun 10 % af lækagerne er synlige, mens langt de fleste er stille underjordiske lækager¹. En afgørende faktor for tabets omfang er, hvor lang tid der går, inden lækagen opdages og udbedres. Lækagesøgning ved hjælp af akustisk måling gør det muligt at lytte sig frem til lækagens placering. Med sektionering bliver lækagesøgningen meget mere effektiv, da man kan minimere det område af ledningsnettet, man skal lede i. Mange steder introducerer man derfor DMA'er (district metering areas), hvor man udover forbrugsmålerne også installerer distriktsmålere, der måler mængden af vand til et isoleret område af ledningsnettet. Dermed kan man løbende sammenholde den mængde vand, der pumpes ind i hver sektion, med den mængde vand, der er aftaget af forbrugerne i sektionen.

Et af de mest omkostningstunge elementer i arbejdet med at nedbringe lækager og rørsprængninger er reparation og udskiftning af dårlige rør. Udover materialeomkostningerne er der også ressourcer forbundet med opgravning af gader, omlægning af trafik og genetablering af infrastruktur. Det er derfor afgørende for vandforsyningen, at prioritere sin indsats efter, hvor det giver mest værdi at sætte ind ift. at reducere antallet af fremtidige lækager.

Asset management er arbejdet med at vurdere tilstanden på komponenterne i forsyningens anlæg med henblik på den optimale investeringsstrategi. Det handler med andre ord om at udskifte det rette rør på det rette tidspunkt.

De ældste ledninger er ikke nødvendigvis dem, der er i værst tilstand. Det kan hverken bedømmes ud fra alder eller ledningstype alene. Jo flere parametre (f.eks. rørens alder, trykpåvirkninger, flow, temperatur m.v.) man tager med i sin asset management-analyse, jo mere præcist vil man kunne kortlægge ledningsnettets tilstand fra vandværket og ud mod forbrugerne. Smart metering gør helt automatisk mange af disse parametre tilgængelige, hvilket gør det muligt at vurdere, hvilke dele af nettet man bør renovere først.

I København ligger det årlige gennemsnitlige vandspildsniveau på 8,05 %, til trods for at ca. 20 % af rørene er over 100 år gamle, og 69 % er over 60 år gamle. Resultatet er opnået ved hjælp af indgående kendskab til netværket, så de rør der skiftes, er dem der har brug for at blive skiftet og ikke udelukkende dem, der er ældst.

[Kilde: Allan Broløs og Charlotte Hansen, HOFOR A/S]



Trykstyring gør det muligt for vandforsyningen at reducere antallet af lækager og sprængninger, da et optimalt driftstryk "stresser" rørene mindre. Der er således en direkte sammenhæng mellem driftstryk og mængden af lækager.

En 10 % reduktion af gennemsnitstrykket medfører en lækagereduktion på 10 til 20 %, og vandspildet kan dermed reduceres væsentligt².

Med et øget kendskab til trykket i distributionsnetværket kan man ikke blot optimere trykket og sænke energiforbruget og lækagemængden. Man får også et indgående kendskab til trykstød, der kan føre til rørsprængninger.

Tab fra højdebeholdere er vandtab fra værkets egne beholdere. Antallet af højdebeholdere varierer meget fra land til land. Der er færre muligheder for at regulere trykket end i et pumpestyret system. Dette har en negativ betydning for vandtabet, da man ikke kan tilpasse trykket til det faktiske forbrug.

Tab fra stik- og jordledninger sker ofte før afregningsmåleren og indgår dermed i den årlige vandspildsberegning. Det er sværere at opdage en evt. lækage i denne del af ledningsnettet, da vandforsyningen ofte kun har begrænset adgang til både jordledningen og måleren, der oftest er placeret inde i huset. Reparationen af lækagen kan også være en udfordring, da det er forbrugeren selv, der skal betale for udbedringen af lækagen, og vandværket, der skal dokumentere vandspildet.

Hvis måleren i stedet placeres i en brønd ved skellet, har vandforsyningen nemmere adgang til den, og spild fra jordledningen registreres som forbrug hos kunden. Eventuelle udfordringer med kundens adgang kan løses med et display i huset eller tilgang til vandforbrug via en smartphone app eller lignende.

Vandspild i jord- og stikledninger udgør en betragtelig del af det samlede vandspild i et distributionsnetværk. En opgørelse fra Aarhus Vand for 2010 viser 91 registrerede brud på jordledninger med et beregnet årligt vandtab på 239.312 m³, hvilket udgør ca. 1,5 % af den samlede udpumpede vandmængde. Vandforsyningen havde i 2010 en omkostning på 2,66 kr/m³. Det giver en samlet omkostning på 636.570 kr. pr. år.

Hertil skal lægges de lækager og brud, der ikke er fundet, hvilket vurderes at udgøre en væsentlig del. Aarhus Vand er ikke et enestående tilfælde. Problemet med lækage og brud på stikledninger er udbredt hos store såvel som små vandværker³.

(Kilde: Liselotte Mørk, Aarhus Vand A/S)

Opgørelse af vandspild ift. regulering og benchmarking



Vandspild beregnes traditionelt som en procentdel af den udpumpede vandmængde. Fordelen ved en procentsats er, at den er nem at kommunikere. Der er dog flere u hensigtsmæssigheder forbundet med at sammenligne vandspildet udelukkende som en procentsats på tværs af vandforsyninger, da de ikke har de samme forudsætninger

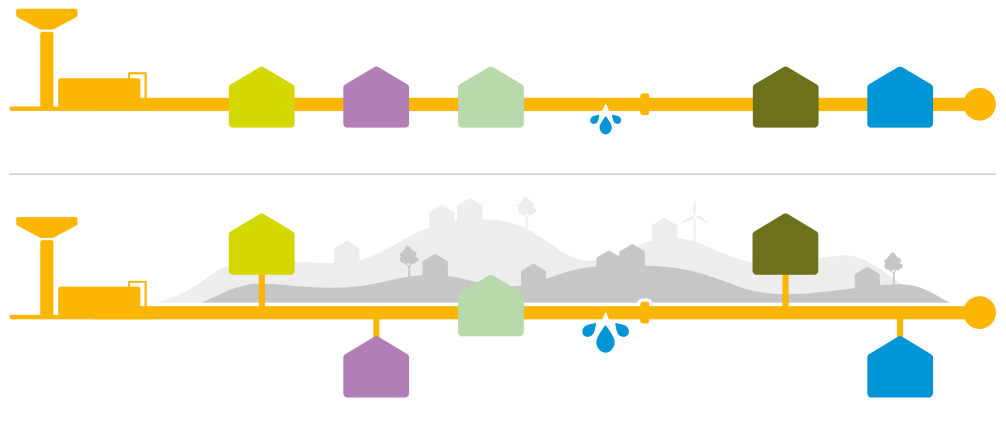
ift. bl.a. driftstryk, forbrugeradfærd m.m., hvilket er illustreret i det efterfølgende.

Dermed er en procentsats hverken egnet til sammenligning af vandspildet på tværs af vandforsyninger eller som trend for det enkelte vandværk.

Driftstryk

Hvis et vandværk f.eks. opretholder et lavt gennemsnitligt vandtryk i netværket, vil det oftest have et relativt lille vandspild, da det

lavere tryk resulterer i mindre lækagetab. Topologiske forhold kan tvinge nogle værker til at opretholde et højere driftstryk end andre værker, hvilket medfører en procentvis højere lækage.

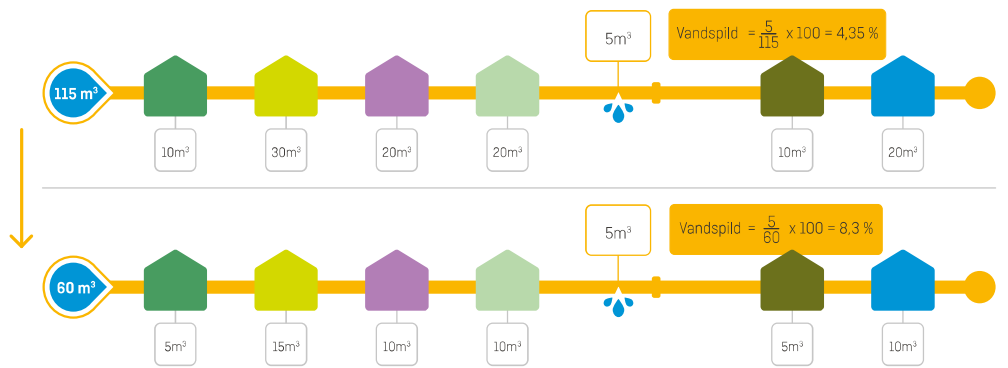




Forbrugeradfærd

Et vandværk, som eksempelvis via kampagner er lykkedes med at nedbringe vandforbruget hos forbrugerne, vil opleve en vandspildsprocent, der stiger i takt med, at

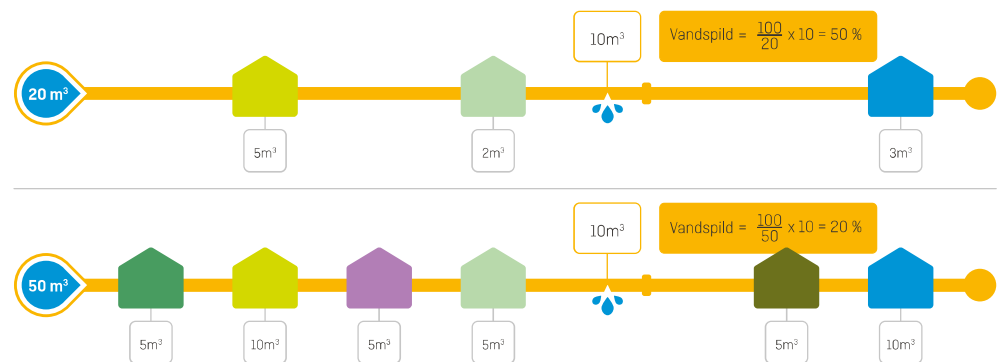
forbrugerne bruger mindre vand. Det skyldes, at lækageniveauet ikke nødvendigvis påvirkes af det mindskede forbrug og derfor vil udgøre en relativt større andel af den udpumpede mængde.



Størrelsen på ledningsnettet i forhold til antal forbrugere

Ledningsnettets størrelse og antallet af forbrugere giver et forskelligt udtryk for vandspildet. Eksempelvis vil et vandværk

med et stort, omfangsrigt ledningsnet og få forbrugere opleve en høj procentvis lækage i modsætning til et vandværk med et lille ledningsnet og mange forbrugere.



Infrastructure Leakage Index giver flere nuancer til vandforsyningens sammenligningsgrundlag



For at få et mere retvisende billede af vandspildet bør man i stedet betragte det ud fra Infrastructure Leakage Index (ILI).

ILI beregnes ud fra vandværkets driftsdata og er et mere nuanceret og retvisende grundlag for benchmarking, da det tager højde for forskellige parametre. Med ILI kan man sammenligne på tværs af bl.a. forbrugeradfærd, befolkningstæthed og

forskellige typer af vandforsyninger. ILI er dog også mere komplekst at beregne, da det forudsætter et større datagrundlag.

Infrastructure Leakage Index (ILI) er et udtryk for vandspildet og udregnes ved at dividere det årlige reelle tab (CARL – Current Annual Real Losses), med det laveste teknisk opnåelige årlige tab (UARL – Unavoidable Annual Real Losses), dvs. det vandtab der er uundgåeligt:

$$ILI = CARL / UARL$$

CARL udregnes ved at trække det uautoriserede forbrug fra det totale vandtab:

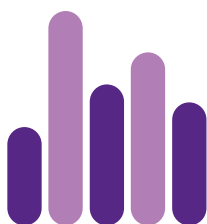
CARL = totale vandtab – uautoriserede forbrug

UARL udregnes på baggrund af:

- **LM:** Længden af ledningsnettet (km)
- **Nc:** Antallet af tilslutninger pr. meter
- **Lp:** Længden af stik- og jordledninger (meter)
- **P:** Det gennemsnitlige tryk (meter vandsøjle)

$$UARL = (18 \times LM + 0,8 \times Ns + 25 \times Lp) \times P / \text{døgn}$$

For yderligere information om ILI se www.leakssuite.com/concepts/uarl-and-ili/



Vurdering af ILI

Men hvad er så et godt ILI? Nedenstående skema viser, at i udviklede lande er et ILI på 1-2 (A) meget godt, og man bør ikke gøre yderligere for at reducere sit vandspild, da det ikke vil være økonomisk hensigtsmæssigt ift. udbyttet. Et ILI på 2-4 (B) er acceptabelt, men der er mulighed for forbedring.

Et ILI på 4-8 (C) er kun acceptabelt, hvis vandressourcerne er både rigelige og billige, og selv da bør man analysere vandspildet nærmere og intensivere indsatsen for at reducere det. Et ILI højere end 8 (D) er tegn på ekstremt ineffektiv brug af vandressourcerne.

En reduktion af vandspildet er derfor ubetinget nødvendig og bør have vandværkets højeste prioritet.

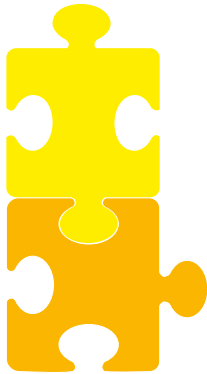
Langt størstedelen af udviklingslandene har et ILI på over 16, så at nå ned på et ILI under 16 vil være målet i første omgang. Herefter vil det fortsatte arbejde med bl.a. reduktion af lækager, måling af flow og tryk, forbedring af datakvaliteten betyde at ILI'et løbende bliver mindre.

Vurdering af ILI-niveau i hhv. udviklede lande og udviklingslande

Teknisk præsentations kategori		ILI
Udviklede lande	A	1-2
	B	2-4
	C	4-8
	D	>8
Udviklingslande	A	1-4
	B	4-8
	C	8-16
	D	>16

[Kilde: Liemberger, 2005, http://www.miya-water.com/user_files/Data_and_Research/miyas_experts_articles/15jun2010/Recommendations%20for%20Initial%20Non-Revenue%20Water%20Assessment.pdf]

Opsummering



Uafregnet vand dækker over forskellige typer vandspild, som skal angribes på hver deres måde. Med udgangspunkt i IWAs vandbalance kan man opdele mængden af uafregnet vand i forskellige kategorier. Med en målrettet indsats er det herefter muligt at reducere det reelle vandtab. Og ved at synliggøre, måle og afregne den mængde vand, der udgør det tilsyneladende tab, vil mængden generere indtægt til vandværket i stedet for at være en udgift.

Dernæst er det ikke muligt for en vandforsyning at forvalte og arbejde proaktivt med sine vandressourcer, hvis den ikke ved, hvor meget vand der går tabt, og hvorhen vandet forsvinder. For at få et retvisende billede af sit vandspild, er det derfor fordelagtigt, at beregne vandspild ud fra ILI i stedet for den traditionelle procentsats.

Kildehenvisninger:

- ¹ www.miya-water.com/facts-and-definitions/facts-about-water-loss
 - ² www.studiomarcofantozzi.it/w/wp-content/uploads/2015/03/Whitepaper_English.pdf
 - ³ www.danva.dk/Admin/Public/Download.aspx?file=Files%2FFiler%2FMoeder+og+kurser%2F-Renovering+af+vandedninger+2011%2F6+Stik+og+jordledninger.pdf
-

Think forward

Kamstrup A/S

Industrivej 28, Stilling
DK-8660 Skanderborg

T: +45 89 93 10 00

F: +45 89 93 10 01

info@kamstrup.dk

kamstrup.com