



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Vandspilddetektering Identificering af vandspild i større ejendomme

Projektrapport

2017



Tekst: EnergiData A/S
ISBN: 978-87-7175-615-9

Ansvarsfraskrivelse:

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter inden for vandteknologi medfinansieret af Miljø- og Fødevareministeriet. Offentliggørelsen betyder, at Miljøstyrelsen finder indholdet af væsentlig betydning for en bredere kreds. Miljøstyrelsen deler dog ikke nødvendigvis de synspunkter, der kommer til udtryk i rapporterne.

Må citeres med kildeangivelse.

Indholdsfortegnelse

1.	Indledning	5
1.1	Succeskriterier	6
2.	Systembeskrivelse	7
2.1	Vandspilddetektorens formål	7
2.2	Fra føler til MinEnergi	8
2.3	Software algoritme	8
2.3.1	Rød markering (vandspild - alarm)	9
2.3.2	Gul markering (måske vandspild - alarm)	9
2.3.3	Grøn markering (ingen vandspild – ingen alarm)	9
2.4	Temperaturfølere	9
2.4.1	NTC10k	10
2.4.2	TSic	10
2.5	Temperaturfølerens ydre påvirkninger	10
2.5.1	Varmetab	10
2.6	Rumtemperatur	11
2.7	Varmeledningsevne	11
2.8	Medietemperatur	11
3.	Projektgennemførelse	12
3.1	Arbejdspakke 2 – Indledende test af systemets prototype	12
3.2	Arbejdspakke 3 – tilpasning af løsning	13
3.3	Arbejdspakke 4 - Anden test af systemet	14
3.4	Arbejdspakke 5 – Design Freeze	14
3.5	Kommende aktiviteter	15
4.	Konklusion	16

1. Indledning

EnergiData har siden 1998 arbejdet med at registrere og analysere energi- og vandforbrug i større ejendomme. Gennem dette arbejde har vi opdaget, at der kan sive 300 – 1000 liter vand i timen uden at man umiddelbart kan identificere hvor vandet løber/siver. Vi har identificeret vandspild i mange typer af ejendomme. Eksempelvis skoler, rådhus, indkøbscentre og udlejningsejendomme. Ofte er spildet vanskeligt at identificere, da det kan skyldes løbende toiletter, utætte installationer eller skjulte sivninger.

Den traditionelle metode til at finde vandspild på, er ved at indskære bimålere. Det er både dyrt og uhensigtsmæssige at indskære i gamle rør, da der kan opstå galvanisk tæring. Vi udviklede derfor på koncept- og prototypeplan i 2014 en vandspilddetektor. Det er en enkelt og billig måde at identificere vandspild på, da den ved at måle overfladetemperaturen på et vandrør, kan afsløre hvor i større ejendomme vandet præcist løber. Denne løsning gør det muligt at finde og stoppe det unødige spild.

To centrale og nyskabende elementer i vandspilddetektoren er: 1) Detektoren kan påmonteres uden at man bryder rør 2) Detektoren finder vandspild ved kun at måle et sted på røret, og bruger altså ingen referencetemperatur. Sidstnævnte er centralt i at nedbringe omkostningen til installation af vandspilddetektoren samt at patentere løsningen.

Da det var en prototype, har dette projekt handlet om at videreudvikle, teste, optimere, patentere og færdiggøre vandspilddetektoren. Vandspilddetektoren består af to hovedkomponenter: A) Hardware (temperaturfølere, dataopsamlingsboks m.m.), som er kendt teknologi vi kø-

ber i markedet. Derudover består den af B) Software (dataopsamling, logiske algoritmer, og brugergrænseflade), som er den del EnergiData selv udvikler, og som er den nyskabende del af projektet. Da hardwaren er kendt teknologi har hovedfokus i dette projekt været på softwaredelen.

1.1 Succeskriterier

Følgende succeskriterier blev, ved projektets start, fastsat som mål:

- **Kosteffektivitet:**

Vandspilddetektoren skal i sin færdige udgave være 50 procent billigere end traditionelle metoder.

- **"Early Warning":**

Kunderne, som bruger systemet, må max opleve vandspild i en time før det detekteres af systemet. Ved større brud, så må kunden max opleve vandspild i 10 minutter før det detekteres af systemet.

- **Fjernelse af vandspild:**

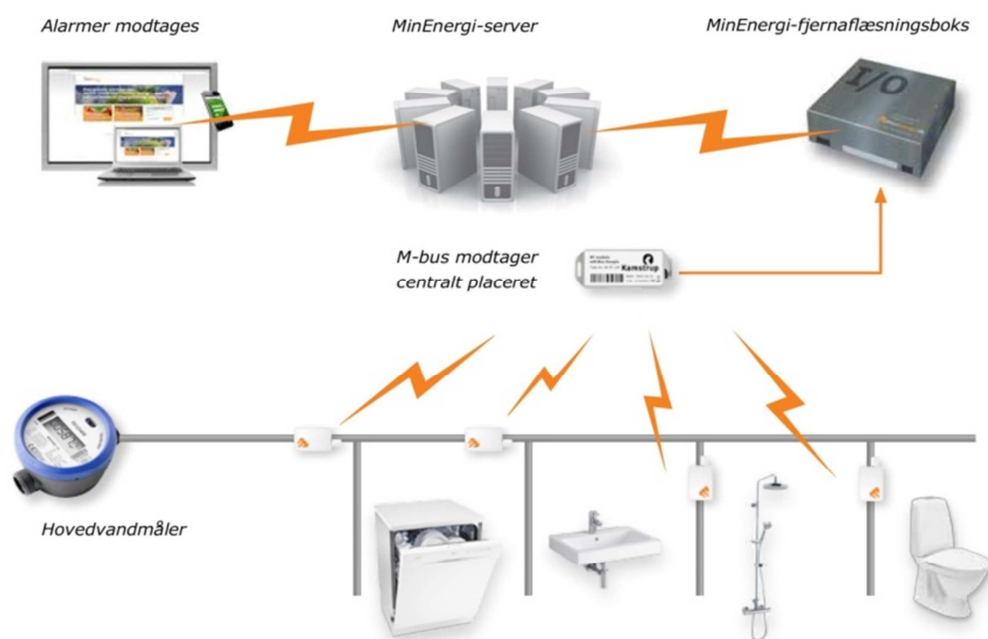
De kunder, der bruger systemet, skal reducere deres tomgangsforbrug fra +300 liter pr. time til 0 liter pr. time.

2. Systembeskrivelse

Dette afsnit har til formål at skabe en forståelse for systemet bag vandspilddetektoren. Herunder hvordan alarmer bliver dannet og de komponenter det består af.

2.1 Vandspilddetektorens formål

EnergiDatas vandspilddetektor er lanceret med det formål, at lokalisere vandspild langt hurtigere og mere præcist end det før har været muligt. Detektoren består grundlæggende af en temperaturføler, der placeres på vandrørets overflade, og en software algoritme. Disse elementer afgør i en kombination, om der er flow i vandrøret beregnet ud fra overfladetemperaturens relative udvikling.



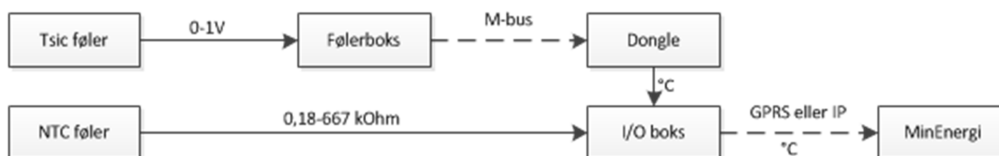
Figur 1: Principtegning for vandspilddetektering

Det faktum, at man ikke behøver at bryde vandrøret for at indsætte en flowmåler, gør installationsproceduren betydelig mere enkel og billig i forhold til montering af en traditionel flowmåler. Det betyder, at der let-

tere kan opsættes langt flere detektorer, hvilket gør det muligt at indkredse en lækage hurtigere og mere nøjagtigt.

2.2 Fra føler til MinEnergi

Værdien, fra de opsatte følere, bliver enten via en kabelforbindelse eller trådløst via M-bus, videreført til en I/O boks og herfra via GPRS eller IP uploadet direkte til MinEnergi-serveren på timebasis. Dette giver mulighed for at afsløre lækager på vandrør, løbende toiletter osv. hurtigt og præcist.



Figur 2: Principskitse fra føler til MinEnergi

2.3 Software algoritme

Grænseværdien for hvornår en alarm skal dannes er fastsat som den laveste temperatur målt på de seneste 7 dage. Dertil lægges en buffer på 2 °C til den lavest registrerede temperatur, således at vandgennemstrømningen vil detekteres selv ved et mindre flow.



Figur 3: Software algoritme og angivelse af markeringer

For hver ejendom bestemmes en tomgangsperiode, som er valgt ud fra hvornår der ikke bør være vandforbrug i bygningen. Således dannes der ikke alarmer ved f.eks. natterengøring. Alarmdannelse sker kun når følertemperaturen ligger indenfor bufferværdien i hele tomgangsperioden. Vandspilddetektoren giver brugeren tre indikationer, som beskrives i følgende afsnit

2.3.1 Rød markering (vandspild - alarm)

Den røde markering fremkommer, hvis der registreres forbrug på vandmåleren og temperaturen på føleren ligger 2 °C over, eller derunder, grænseværdien der er fastsat gennem de 7 seneste dage.

2.3.2 Gul markering (måske vandspild - alarm)

Hvis temperatúrafgivelsen ligger 1 °C over bufferen på 2 °C, så vil markeringen være gul.

Hvis der registreres forbrug, men temperaturen måles over 18 °C, vil den markeres som gul, da vandspild er tvivlsomt ved en så høj temperatur. Den gule markering er en videreudvikling af den oprindelige prototype, og blev først tilføjet til systemet efter de første tests.

2.3.3 Grøn markering (ingen vandspild – ingen alarm)

Grøn markering fremkommer, hvis den vandmåler hvortil føleren er tilkoblet, ikke registrerer noget vandspild. Uanset temperaturen vil markeringen altid være grøn, hvis der ikke er noget forbrug registreret på vandmåleren. Hvis ingen af forholdene for de andre indikationer opnås, vil markeringen også være grøn

2.4 Temperaturfølere

Der udbydes to følertyper til detektering af vandspild henholdsvis en trådløs og en trådført. Bestemmelse af type sker ud fra de fysiske forhold på installationsstedet, i forhold til hvor følerne ønskes placeret og i forhold til I/O-boksens tilgængelighed.

2.4.1 NTC10k

Til de trådførte løsninger anvendes en NTC10k føler. Føleren monteres på røret med strips og kobles direkte til I/O-boksen, hvor modstanden bliver konverteret til en temperatur og sendt til MinEnergi databasen.

Tolerancen for NTC10k føleren er opgivet af leverandøren til $\pm 1\%$. Dette omregnes til grader celsius ved formlen:

$$Tolerance \text{ i } ^\circ\text{C} = \frac{Usikkerhed}{\alpha} = \frac{1\%}{\alpha\%}$$

Hvor $\alpha(\%)$ findes i databladet for givent materiale(Z).

Arbejdsområdet for føleren forventes aldrig at komme over $30\text{ }^\circ\text{C}$, derfra kan der ud fra databladet beregnes den største unøjagtighed

$$Tolerance \text{ i } ^\circ\text{C} = \frac{1}{4,3} = 0,23\text{ }^\circ\text{C}$$

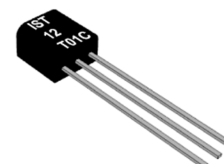
2.4.2 TSic

Til de trådløse løsninger anvendes en TSic føler. Føleren er fra leverandøren forbundet til en "følerboks", som sender signalet til en dogle, som via kabel forbindes til I/O-boksen, der sender den målte temperatur til MinEnergi databasen.

Måleusikkerheden er aflæst i databladet til $\pm 0,3\text{ }^\circ\text{C}$ i måleområde $10\text{--}90\text{ }^\circ\text{C}$.



Figur 4: NTC10k føler



Figur 5: TSic føler

2.5 Temperaturfølerens ydre påvirkninger

Rørtemperaturen bliver som udgangspunkt påvirket af to fundamentale faktorer: medietemperatur fra indersiden og rumtemperatur fra ydersiden. Ved stilstand i røret vil mediet optage energi fra varmen i rummet og dermed bidrage med en temperaturstigning af rørvæggen op mod rumtemperaturen. Da rørvæggen er i væsentlig bedre termisk kontakt med væsken i røret end med den omgivende luft, vil temperaturen ved flow dale mod medietemperaturen. På trods af en grundvandstemperatur på $8\text{--}9\text{ }^\circ\text{C}$ og et tilstræbt mål om en aftapningstemperatur på maksimalt $12\text{ }^\circ\text{C}$, bliver rørtemperaturen ikke altid derefter. Dette skyldes de påvirkninger temperaturføleren bliver berørt af.

2.5.1 Varmetab

Brugsvandsrør, i bygninger, føres af forskelligt materiale og dimension afhængig af bygning og formål. Varmetabet defineres ud fra, hvor meget varme der trænger igennem 1 m² materiale ved en temperaturforskel på 1 °C af den udvendige og indvendige side. Nedenfor er listet u-værdien (varmetabet) for de rørtyper der bruges i rapporten. Som det fremgår af tabellen sænkes u-værdien kraftigt ved isolering.

Varmetab i W/m ² K									
Isolering i mm	0	10	15	20	30	40	50	60	100
Stålrør 3/4 "(28mm)	1,23	0,34	0,28	0,24	0,2	0,17	0,16	0,14	0,1
PVC 22 mm	1,03	0,3	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,08

2.6 Rumtemperatur

Rumtemperaturen i EnergiDatas overvågede ejendomme varierer i tomgangsperioden mellem 15 og 25 °C afhængigt af hvor brugsvandsrørene løber. Rumtemperaturen kan variere fra rum til rum, og er føleren placeret op af en ydrevæg med høj u-værdi kan føleren også blive påvirket herfra.

2.7 Varmedledningsevne

Varmedledningsevnen viser, hvor godt et materiale leder varmen/kulden. Brugsvandsrør i stort set alle bygninger er af rustfrit stål eller PVC, hvorfor der i denne rapport tages udgangspunkt i disse.

Varmedledningsevne:

Rustfrit stål: 18 W/mk

PVC: 0,17 W/mk

2.8 Medietemperatur

Medietemperaturen afhænger af alle ovenstående faktorer: rørets varmetab samt den rumtemperatur hvor brugsvandsrørene løber. Sluteligt afhænger den af mediets flow, der indikerer hvor meget varme der transporteres pr. tidsenhed.

3. Projektgennemførelse

Projektet er opdelt i seks arbejdsplaner:

1. Arbejdsplan 1 - Patentering
2. Arbejdsplan 2 - Indledende test af systemets prototype
3. Arbejdsplan 3 - Tilpasning af løsning
4. Arbejdsplan 4 - Anden test af systemet
5. Arbejdsplan 5 - Design Freeze
6. Arbejdsplan 6 – Udbredelse

I det nedenstående fremgår en sumerisk beskrivelse af projektets arbejde fra arbejdsplan 2-5. Vi har udeladt at beskrive arbejdet med "1. Patentering" og "6. Udbredelse" da vi skønner, at nyhedsværdien for læseren i at beskrive vores arbejde i disse faser er meget begrænset.

3.1 Arbejdsplan 2 – Indledende test af systemets prototype

Som nævnt indledningsvist startede projektet med en tidlig prototype og en simpel brugergrænseflade. Vi testede denne løsning på København Universitet og Roskilde Rådhus.

I begge tilfælde satte vi systemet til at "lytte" efter vandspild i tidsperioden 01:00 – 04:00 om natten. De to cases adskiller sig fra hinanden, da vi på Roskilde Rådhus lavede en ganske omfattende test med opsætning af 44 temperaturfølere, mens vi på Københavns universitet valgte en tilgang, hvor vi blot opsatte 6 temperaturfølere på de største hovedstrenger. Dette var selvom KUs bygning er væsentligt større end Roskilde Rådhus med henholdsvis ca. 60.000 m² og ca. 10.000 m². Systemet virkede og er fortsat i test på de pågældende steder.

På baggrund af disse test blev følgende konkluderet:

- Systemet fandt vandspild i begge ejendomme. Dog var det ved lave vandspild (1-50 L/t) ved kortere tid end 1 time, meget svært for systemet at identificere hvor vandet løb. Systemet kunne ikke i tilstrækkelig grad give rigtige alarmer ved lave sivninger.
- Overraskende var den afgørende faktor for at få fundet og stoppet vandspildet ikke antallet af temperaturfølere. Det var den menneskelige indsats, der følger en alarm i systemet.
- I den forbindelse kunne vi også konkludere, at brugergrænsefladen i softwaren var meget "nørdet" og svær at forstå. Det gjorde det unødigt svært for brugeren af systemet at identificere vandspildet. Det var særligt i Roskilde Kommunes tilfælde. Brugerne holdte ganske enkelt op med at bruge systemet, da det var for svært at anvende, og sivninger fortsatte derfor.

3.2 Arbejdspakke 3 – tilpasning af løsning

Ovenstående tests førte til følgende videreudvikling af prototypen:

- Programmering af helt ny brugergrænseflade. Udover at være mere intuitiv, kan den også aflæses på mobile enheder, således at den bygningsansvarlige kan tage softwaren med ud i bygningen når vandspildet skal findes. Arbejdet med at lave en helt ny brugergrænseflade viste sig ganske omfattende, eftersom kun meget få dele af den oprindelige prototype kunne anvendes.
- Introduktion af "gule alarmer" således, at systemet i tvivlstilfælde udtaler sig om hvor der med størst sandsynlighed er vandspild i bygningen – dog uden endeligt at kunne afgøre det.

3.3 Arbejdspakke 4 - Anden test af systemet

Med det nye system søgte vi at finde et passende testsite. Det var dog en udfordring at finde en passende case inden for projektets tidsramme. Vi fandt dog endnu et testsite hos Københavns Universitet på Panum Institutet.

Det nye system blev taget i anvendelse på retsmedicinsk institut. Efter 2-3 ugers indkøring fandt systemet et hidtil ukendt vandspild på 1.000 L/time, hvilket sparer universitetet for ca. 260.000 kr. pr. år.

Det er primært software, som testes. Det er en væsentlig fejlkilde ved test af sådanne systemer, at brugeroplevelsen er subjektiv. Det er derfor den enkelte brugers oplevelse af systemet der ligger til grundlag for en vurdering af "hvor effektivt" brugergrænsefladen er. Vi modtog god feedback på vores nye system og tilpassede brugergrænsefladen.

Der er dog delte meninger om hvorvidt den "gule" kategori af alarmer er en god ide at introducere eller ej. Dette har udspring i, at den gule markering indikerer, at systemet formoder der er et vandspild. Det er dog behæftet med en vis usikkerhed og entydigheden mindskes derved.

3.4 Arbejdspakke 5 – Design Freeze

I denne arbejdsopgave har vi gjort produktet færdigt og klar til salg. Det indebærer diverse tilretninger og optimeringer af brugergrænsefladen, retning af fejl samt optimering af systemoplevelsen. Endelig indebar det en oversættelse af systemet til tysk og engelsk således, at produktet også kan afsættes til udlandet. Systemet blev officielt frigivet til salg den 7. september 2016.

3.5 Kommende aktiviteter

Til trods for, at systemet nu er frigivet til salg betragter vi det ikke som et færdigt produkt. Vi ser et potentiale for videre udvikling, og især da systemet bygger på software, forudser vi en række forbedringer og tilpasninger af brugergrænsefladen. Et oplagt sted at lave næste udviklingsindsats er algoritmen, der kan afgøre om der er vandspild i et rør eller ej. Målet er her, at øge nøjagtigheden og helt at fjerne gule alarmer.

4. Konklusion

Vandspilddetektoren identificerer vandspild på en hurtig, nem og præcis måde. Derudover gør systemet det mere kosteffektivt end traditionelle metoder, hvorfor det må betragtes som en succes.

Systemets nøjagtighed og gule markeringer må dog betragtes som en udfordring. Det er særligt ved små sivninger, at systemet ikke identificerer vandspildet. Ligeledes opstår der udfordringer i forhold til at leve op til succeskriteriet om at finde spildet indenfor hhv. en time og 10 minutter. Ved mindre sivninger på 100-300 L/time behøver systemet 3 timer for effektivt at identificere spildet, mens der ved større spild bruges ca. en time.

Den grafiske brugergrænseflade i MinEnerg i har en stor betydning for brugerens lyst og evne til at arbejde med systemet og identificere vandspildet. Derfor er systemet intuitivt og let at navigere i, når brugeren skal danne sig et overblik over vandforbruget.

Systemet finder vandspild og gør det på en billigere måde end de traditionelle metoder. Derfor markedsføres produktet også således og må betragtes som en salgsmæssig succes. Systemet har dog fortsat potentiale til at udvikle og forbedre sig..

Vandspilddetektering

Identificering af vandspild i større ejendomme

EnergiData A/S



Miljøstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

www.mst.dk