

Ny effektiv metode til opsporing af uvedkommende vand i kloaksystemet

Fejlkoblinger forekommer hyppigt i separatkloakerede systemer, og resulterer ofte i betydelige mængder af såkaldt ”uvedkommende vand” i rørene. Det er et problem for både kloaksystemets og renselanlæggenes kapacitet. En ny og effektiv metode til opsporing af fejlkoblingerne med DTS (Distributed Temperatur Sensing) er nu blevet udviklet og afprøvet i Danmark, og resultaterne er lovende

METTE NYGAARD RASMUSSEN, MADSGERBY & JØRGEN SKAFTE

Baggrund

Erfaringer viser, at omfanget af fejlkoblinger i separatkloakerede systemer er stort (ofte over 5 %), både i gamle og nye systemer. Det uvedkommende vand reducerer spildevandsledningens kapacitet med risiko for opstuvning og oversvømmelse af kældre og andre lavtliggende områder. Yderligere belastes renselanlægget unødigt, når f.eks. regnvandsledninger er tilsluttet spildevandsledninger.

Indsivning og fejkoblede dræn på hovedledningen kan let ses ved tv-inspektion, mens uvedkommende vand, der kommer sporadisk, er meget vanskeligere at opdage. I denne kategori falder fejkoblede regnvandsledninger

og omfangsdræn, der pumpes ind på en spildevandsledning. Der eksisterer en række traditionelle metoder til sporing af fejlkoblinger, alle med hver sine fordele og ulemper. F.eks. at de betinger adgang til private ejendomme, kun fanger en del af fejlkoblingerne, ikke kan lokalisere bidragene og/eller er ressourcetunge.

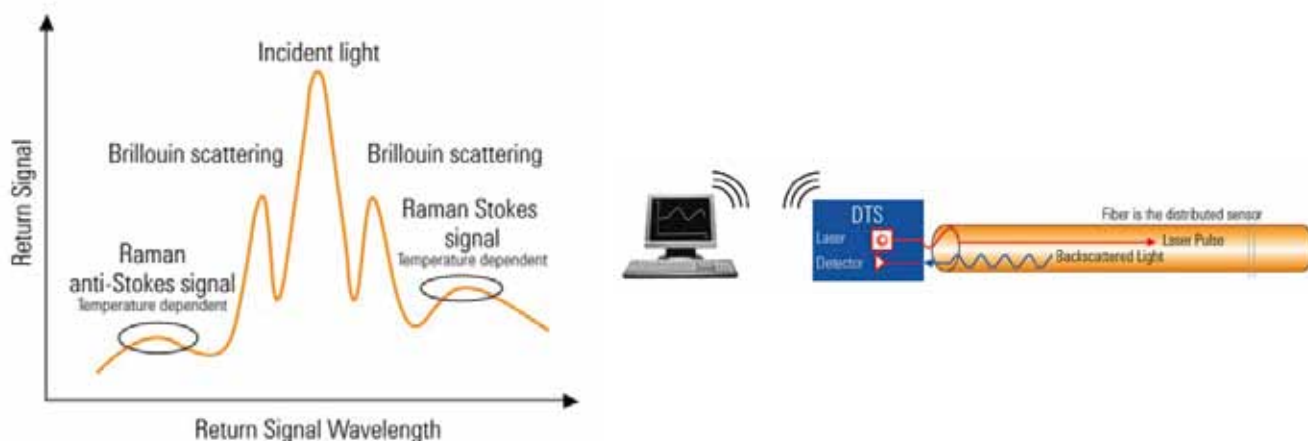
På denne baggrund identificeredes behovet og idéen til udvikling af en ny metode til opsporing af fejlkoblinger, der ikke begrænses af de nævnte ulemper. Således har Aarhus Vand A/S, Aalborg Universitet, EnviDan A/S og Aarslef med støtte fra VTUF gennemført et udviklingsprojekt i perioden 2013 – 2016, hvor en metode til opsporing af fejlkoblinger ved hjælp af temperaturmålinger er blevet udviklet og afprøvet under danske forhold. Metoden kaldes i daglig tale blot DTS, som står for Distributed Temperature Sensing. Målet med

udviklingsprojektet er udbredelse af metoden og derved at bidrage til at afhjælpe de mange gener, der findes som følge af fejlkoblinger i det danske kloaksystem. For EnviDan har projektet givet grundlag for at arbejde videre med metoden, der nu kan tilbydes til interesserede kunder på kommercielle vilkår.

Denne artikel beskriver kort principperne bag målemetoden samt de opnåede resultater og erfaringer, både fra udviklingsprojektet og et efterfølgende opsporingsprojekt i Kalundborg Forsyning.

DTS – Metoden

Den ny metode, der anvender DTS (Distributed Temperature Sensing), udnytter temperaturforskellen på uvedkommende vand og spildevand til detektion af fejlkoblinger. Fordelen ved metoden er bl.a. at temperaturændringer i kloakken forårsaget af fejkob-



Figur 1. Spredning af det reflekterede lys (til venstre) og måleprincippet i DTS (til højre)



Figur 2. Trailer med DTS-computer, dataopsamlings- og kommunikationsudstyr, nedbørsmåler (rød cirkel) mv.



linger, eksempelvis fejkoblet regnvand på spildevandsledningen, kan identificeres med meters nøjagtighed – uden at der kræves adgang til de enkelte ejendomme.

DTS er en velkendt teknologi inden for eksempelvis olie- og gasindustrien til monitorering af temperaturer og trykforhold langs ledninger. Metoden benytter lyslederkabler til at måle temperaturen i spildevandsledninger og virker ved, at forhold som temperatur, tryk og fysisk spænding påvirker lyslederkablers evne til at lede lys, se figur 1. Dvs. når temperaturen ændres i et punkt, sker der en ændret spredning af lyset (Raman scattering). Med DTS-computerens analyse af det reflekterede lys opnås en – i praksis – kontinuert måling af temperaturen langs kablets længde.

Til opsporing af fejkoblinger i afløbssystemer trækkes det optiske kabel i spildevandsledningen og DTS-computeren placeres ved kablets start. DTS-computeren er placeret i en trailer (se figur 2) og på traileren er der installeret en regnmåler. Når det regner med tilstrækkelig intensitet kan fejkoblet regnvand ses som temperaturændringer på den lokalitet, hvor det fejkoblede vand ledes til hoved-

ledningen.

Med DTS analyseres hele hovedledningen i én omgang, hvorfor principielt set alle fejkoblinger afsløres, når blot regnintensiteten er stor nok, og de enkelte fejkoblinger ikke ligger for tæt. De steder, hvor flere stikledninger kobler på spildevandsledningen meget tæt på hinanden, kan det blive nødvendigt at afhjælpe de fundne fejkoblinger og efterfølgende monitorere for yderligere fejkoblinger.

Erfaringer fra Aarhus

I udviklingsprojektet blev et pilotprojekt udvalgt til afprøvning af metoden. I pilotprojektet (Elmehaven, Lystrup) var der kendte fejkoblinger. Yderligere blev der konstrueret en fejkobling, hvor et stiareal anvendes direkte til en spildevandsbrønd.

I projektet viste selve udlægningen af kablet sig udfordrende og tidskrævende. Mange retningskift i ledningerne giver så store modstande, at det var nødvendigt at udvikle særlige værktøjer til kabeludlægning (Kabelguider), se Figur 3. Selvom der anvendtes kabelguider var udlægning af kablet ikke helt problemfrit. Selve kablet er modstandsdygtigt,

men ved for store knæk af kablet er der risiko for, at der opstår brud på de optiske fibre inden i kablet. Dette kræver, at de splidtes sammen igen, og for at gøre dette skal kablet trækkes 'på land', og splidtes i en boks på størrelse med en madkasse (se figur 3). Det er tidskrævende og boksen besværliggør den efterfølgende (gen)brug af kablet.

Databehandling og resultater fra Aarhus

Et eksempel på identifikation af fejkobling er vist i figur 4, hvor koldt vand løber til spildevandsledningen flere steder (markeret med røde cirkler) samtidig med, at der falder nedbør. De spejlvendte sektioner er resultat af, at kablet er trukket ind ad sideveje, og der ved ligger dobbelt. For enden af sidevejene er kablet rinkt op i brønden, og måler temperaturen i brøndatmosfæren. Dette kan ses som lodrette søjler med omtrentlig konstant temperatur på figur 4.

Det var i Aarhus muligt at detektere alle kendte fejkoblinger i løbet af perioden sep.-nov. 2013, hvor resultater for syv større regnhændelser (4 - 9 mm på tre timer) blev analyseret. Foruden registrering af de i forvejen kendte fejkoblinger viste resultaterne en anden mindre fejkobling, der ved traditionelle opsporingsmetoder let kunne overses.

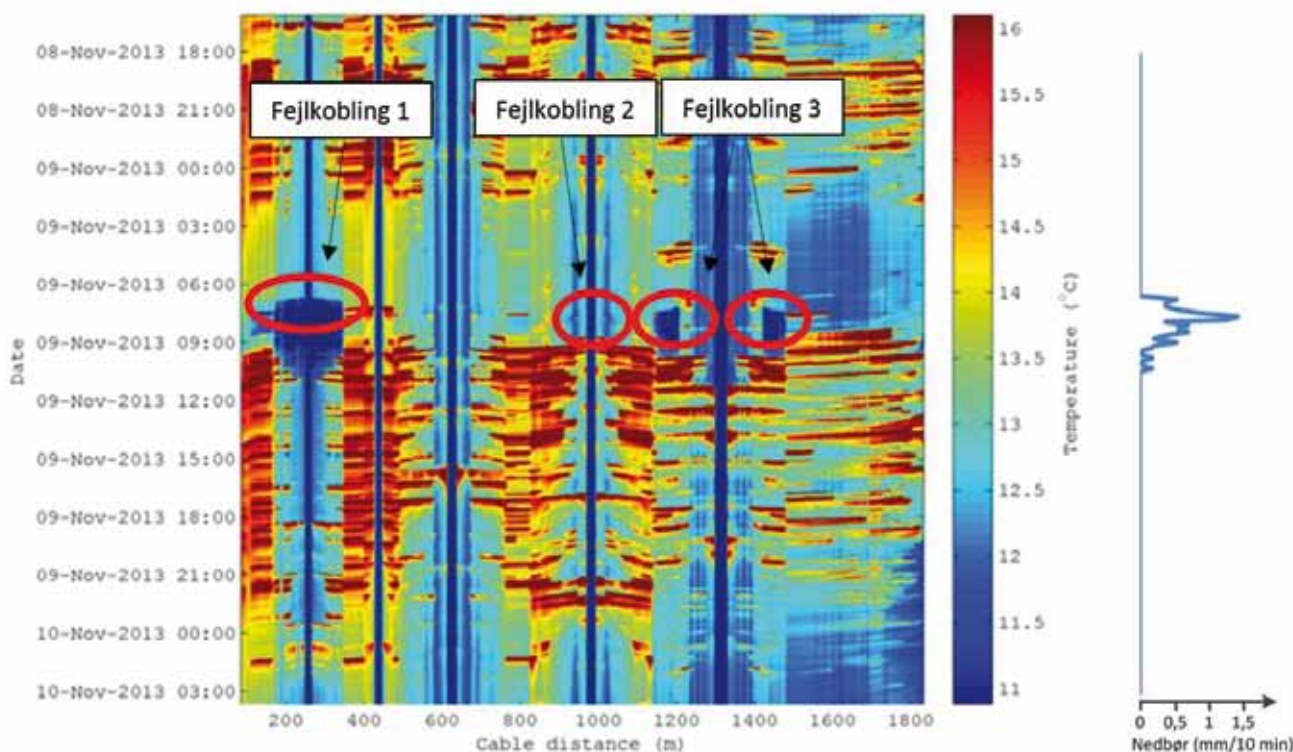
Erfaringer fra Kalundborg

DTS metoden er efter udviklingsprojektet benyttet i Kalundborg Forsyning (Sæby og Rørby), hvor bl.a. problemer med en nedstrøms pumpe, der kørte fem gange mere ved regnvejr end tørvejr, foranledigede projektet. Med DTS-målingerne blev det lokaliseret, hvor dette vand kom fra, og de fleste fejkoblinger er allerede udbedret.

I projektet var der særligt fokus på optimering af fremgangsmåden til udlægning af kablet med øje for tidsoptimering samt at undgå



Figur 3. Kabelguider til at komme omkring skarpe retningsændringer (til venstre) og oprinkning med splidset kabel (til højre).



Figur 4. Eksempel på udpegning af uvedkommende vand i spildevandsledningen ved Elmehaven i Aarhus. Koldt vand løber i kloakken flere steder (markeret med røde cirkler) samtidig med at der kommer nedbør. De lodrette søjler af (tilnærmelsesvis) konstant temperatur repræsenterer oprinkninger for enden af sideveje til hovedledningen, og omkring søjlerne er resultaterne således spejlvendte.

brud på de optiske fibre. Gennem simple ændringer og tiltag er udlægningsmetoden optimeret markant, f.eks. i stedet for at trække kablet fra brønd til brønd, som man gjorde i Aarhus, førtes kablet først igennem hovedstrækningen og blev derefter trukket op ad sidestrækninger. Brud på de optiske fibre undgås helt ved, udover at anvende kabelguider (figur 3) til retningsskifte, bl.a. at anvende kasteblokke, der hvor kablet trækkes fra hovedstrækningen op ad sideveje.

Med den optimerede fremgangsmåde er det nu muligt for Forsynings folk at installere et kabel a 1800 m i løbet af 1 dag og uden brud på fibre.

Resultater og læring fra Kalundborg

Måleperioden i Sæby strakte sig fra marts til august 2016. Den relativt lange måleperiode skyldes, at der det år faldt usædvanligt lidt nedbør i Sæby. Yderligere, var der udfordringer med, at de få regnhændelser faldt uheldigt sammen med høj lufttemperatur. Dette resulterede i at det afstrømmende regnvand havde omtrent samme temperatur som spildevandet og derfor var vanskelig at detektere. Dette bør man være opmærksom ved planlægning af sine undersøgelser, hvor vinterhalvåret som udgangspunkt er den mest optimale måleperiode.

På trods af mangel på regn lykkedes det at detektere 7 forskellige steder med uvedkom-

mende vand i Sæby. Der blev både identificeret private fejlkoblede områder samt et dræn, der pumpes ind på spildevandsledningen.

Metoden er også anvendt i Rørby, hvor man fandt både fejlkoblede tagedløb og vejriste, til trods for at systemet er af nyere dato.

Generelt vil en nøje planlagt kabeludlægning lette selve arbejdet med udlægning af kablet, men det giver også mulighed for at udnytte kablet optimalt. DTS-computeren kan håndtere to kablet a 1800 m ad gangen, og f.eks. ligger kablet nødvendigvis dobbelt i sidestrækninger, så ved at undgå mange sidestrækninger, kan man afdække et større område af gangen.

Yderligere erfarer man i Kalundborg, at det kan være nødvendigt at spule spildevandsledningerne inden installation af kablet, for at sikre, at kablet ligger i bunden af ledningen og ikke ovenpå et tykt lag slam. Enkelte steder kan det også være nødvendigt at spule efter installation af kablet, hvis der samles ophobninger af slam på kablet, da det forårsager nedsat temperaturfølsomhed. En sådan situation ses tydeligt på måledata, da det resulterer i en langsom/mindre reaktion i forhold til den omkringliggende kabelstrækning.

Konklusion

DTS-metoden har vist et stort potentiale og effektivitet til præcis opsporing af fejlkoblet dræn- og overfladevand på spildevandssystemet.

Men effektivitet kræver, at der tages højde for de nævnte udfordringer vedr. sæson, mængden af regnvand kontra spildevand samt slam i ledningen

Både i Aarhus og Kalundborg, og både i nyere og ældre systemer, har metoden konstateret mange fejlkoblinger, der ville have været svære at lokalisere med andre metoder. Og med optimeringen af kabelinstallation i Kalundborg, er metoden samtidig prismæssigt konkurrencedygtig i forhold til andre metoder. Kalundborg Forsyning er nået langt med optimering af installationen og har derfor allerede stor ekspertise omkring installation, som der glædeligt deles ud af til andre forsyninger.

Det næste skridt hos EnviDan A/S er et projekt i Høje Taastrup, hvor metoden skal afdække fejlkoblinger i et større område, som er årsag til overløb under regn ved en spildevandspumpestation.

METTE NYGAARD RASMUSSEN, Projektingeniør, EnviDan A/S.

E-mail: mnr@envidan.dk

MADS UGGERBY, Udviklingschef, EnviDan A/S. E-mail:

mau@envidan.dk

JØRGEN SKAFTE, Projektleder, Kloakmester, Kalundborg

Forsyning. E-mail: josk@kalfordk