



Miljøministeriet
Naturstyrelsen

REID til sporing af fejlstilslutninger i kloaksystemer



Kolofon

ISBN nr. elektronisk version:
978-87-7279-156-2

Titel:

RFID til sporing af fejltilslutninger i kloaksystemer

Emneord:

Kloaksystemer, fejltilslutning, sporing.

Udgiver:

Naturstyrelsen

Ansvarlig institution:

Naturstyrelsen

Forfatter:

Thomas Aabling

Sprog:

Dansk

År:

2011

Udgiverkategori:

Statslig

Resume:

Nærværende rapport omhandler forsøg med sporing af fejltilslutninger i kloaksystemer vha. RFID (anvendelse af mikrochips til radiosporing). Metoden blev testet i fem forsøgsopstillinger og i felten i tre kloakoplande. Metoden blev fundet at virke, dog er der problemer med simultanlæsning af tags, der ankommer samtidig til læseren.

Må citeres med kildeangivelse.

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.

Indhold

Indhold	3
Baggrund	4
Fase 1 forsøg – test i laboratoriet.....	5
Formål: 5	
Metode: 5	
Forsøg 1.....	6
Forsøg 2.....	7
Forsøg 3.....	10
Forsøg 4.....	12
Forsøg 5.....	13
Diskussion.....	15
Konklusion – fase 1.....	16
Fase 2 forsøg – forsøg i kloaksystemer	17
Formål 17	
Beskrivelse af oplandene.....	17
Metode og udstyr	19
Resultater - spildevand	23
Resultater – Regnvand	26
Bordtennisbold forsøg i spildevandssystemet	28
Diskussion – fase 2.....	29
Konklusion – fase 2.....	31

Baggrund

Kloaksystemer består ofte af to strenge, spildevand og regnvand, på nær i gamle bydele hvor systemerne ofte er 1-strengede (fællessystem). De to strenge løber parallelt i vejene.

Fejltilslutninger i kloaksystemer er et kendt problem, hvor fx et toilet eller en kloakstreg er tilsluttet regnvandssystemet fra tage og veje, således at regnvand forurenes med kloakvand og kloakvand dermed løber ubehandlet ud i recipienten, ofte et regnvandsbassin eller en naturlig sø/å. Ligeledes kan regnvand være fejltilsluttet kloaksystemet, således at kloakvand fortyndes med regnvand, hvorved den hydrauliske belastning af renseanlæg unødigt forøges med ringere og dyrere rensning til følge i tilfælde af regn.

Undersøgelser i USA viser at gennemsnitlig er 4% af alle tilslutninger forkerte. NIRAS A/S har i Nordjylland været rådgiver på store kloaksepareringsopgaver og skønner at 4% er lavt sat, men at antallet af fejltilslutninger nærmere er 5-10%.

Holder de amerikanske tal for Danmark, er denne skjulte næringsstofbelastning til miljøet, i form af kg N og P, i samme størrelsesorden som den samlede næringsstofbelastning fra renseanlæg.

I dag fejlfindes, når der er mistanke – dvs. grim lugt, vatpinde og andet ristegods, hvor det ikke burde være – og fejlen forsøges lokaliseret vha. tv-inspektion i kloaksystemet eller tracerforsøg med farvestoffer, nummererede bordtennisbolde og lign. Tracerforsøg er meget arbejdskraft- og tidskrævende, mens tv-inspektion ikke altid finder fejlen - ofte en ombytning af regn- og spildevandstilslutningen fra en husstand til hovedledningen - idet denne ikke umiddelbart ses på en skærm (antallet og placeringen af tilslutninger til hovedledningen er korrekt, uanset ombytningen).

Metoden i denne rapport består i at sende RFID-tags ned gennem kloaksystemet – en RFID tag er en mikro-chip som fx kendes fra adgangskort, der passivt - uden batteri - reflekterer et radio-signal tilbage til en sender, med en unik ID-kode. I kloaksystemet skal der i knudepunkter, placeres en læser, der registrer chippens passage. Tags/chips kan fx trækkes ud i toilettet og systemet vil registrere om chippen passerer renseanlægget (hvor den vil blive bortrenset sammen med andet ristegods), eller den vil passere en læser i et knudepunkt i regnvandssystemet og dermed have identificeret en fejltilslutning. En anvendelig standard chip er ca. 2 cm x 2mm og indstøbt i glas - dermed inert i miljøet – og koster ca. 20 kr.

Fase 1 forsøg – test i laboratoriet

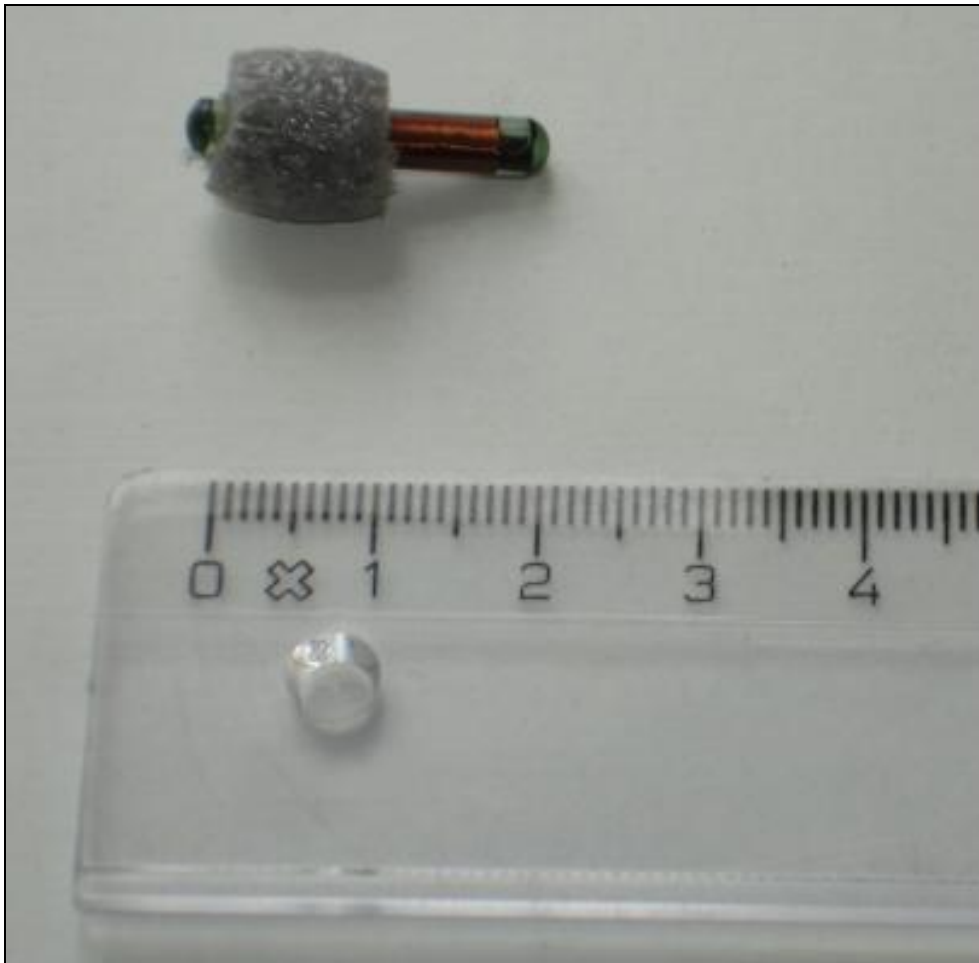
Formål:

Formålet med fase 1 forsøget er en indledende test af metoden i kontrollerede forsøgsomstændigheder. Målet er at fastslå genfindingsprocenten for tag's ved installation i forskellige typer af kloakrør, samt afdække eventuelle problemer.

Metode:

Metoden består af at opsætte RFID-læsere på strategiske placeringer i afløbs-systemet, fx ved udløb af regnvands- og spildevandssystemet. Ved at skylle et tag med en kendt ID ud fx et toiletter eller en vejbrønd, kan det fastslås om installationen - toilettet eller vejbrønden - er tilsluttet regn- eller spildevandssystemet.

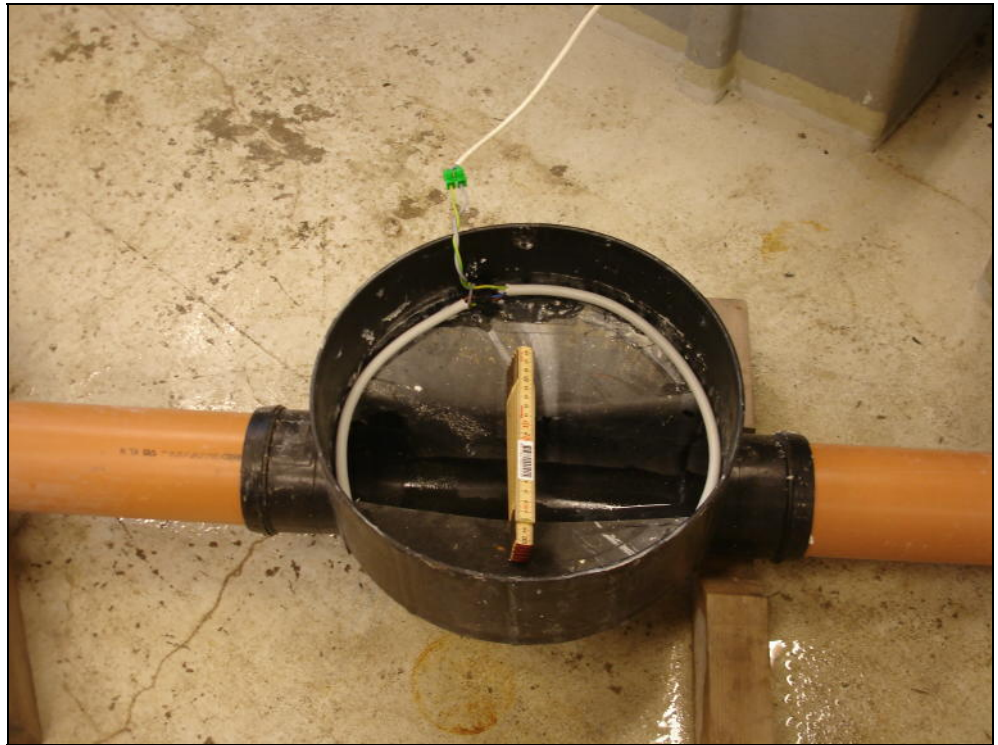
Den maksimale læseafstand er i praksis ca. 30 cm fra antennen. Antennen er som ofte cirkulær. Passerer tag'en igennem antennens cirkel kan tag'en læses på ca. 60 cm kloakstreng (2x30 cm).



RFID-tag med "skum-redningsvest" for at kunne flyde.

Forsøg 1

Almindelig 35 cm brønd, plast. Tag's passerer 15 cm under antennen.



Brønd med antenne. Almindelig 35 cm brønd.

Forsøg 1:

Forsøg	35 cm brønd med Ø100 PVC rør
Antenne type	Cirkulær – 5 ledet installationskabel
Ant. diameter	35 cm
Leder diameter	1 mm
Antal viklinger	5
Hale længde	2 m (to ledet alm. 220V ledning)
Impedans	32 μ H
Max afstand antenne/tag	15 cm (fra loop-plan til tag)
Max mulig måleafstand fra ant.plan	50 cm

Resultat:

Tags sendt afsted	Tags fundet	Genfinding	Bemærkning
30	30	100%	Antenne 15 cm fra bund. Flow: 0,1 l/s
70	69	98,5	Tags sendt tæt af sted, 2 pr. s. Flow: 0,1 l/s
80	80 (82)	100%	Tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s
80	80	100%	Tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s
80	80	100%	Tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s
80	80	100%	Tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s
80	80	100%	Tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,2 l/s
80	80	100%	Antenne 28 cm fra bund, 1 pr sek. Flow: 0,2 l/s
80	80	100%	Tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,2 l/s
80	80	100%	Tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,2 l/s
80	76	95%	Antenne 35 cm fra bund, 1 pr sek. Flow: 0,2 l/s

Forsøg 2

Ø500 betonrør, tag's passerer igennem indvendig antenne.

Forsøg	Ø500 mm beton
Antenne type	Cirkulær – 3 ledet installationskabel
Ant. diameter	50 cm
Leder diameter	1 mm
Antal viklinger	3
Hale længde	2 m (to ledet alm. 220V ledning)
Impedans	32 µH
Max afstand antenne/tag	25 cm (i midten af røret)
Max mulig måleafstand fra ant.plan	50 cm



Ø500 beton med indvendig antenne



Ø500 beton med indvendig antenne og tag-passage i centrum af røret

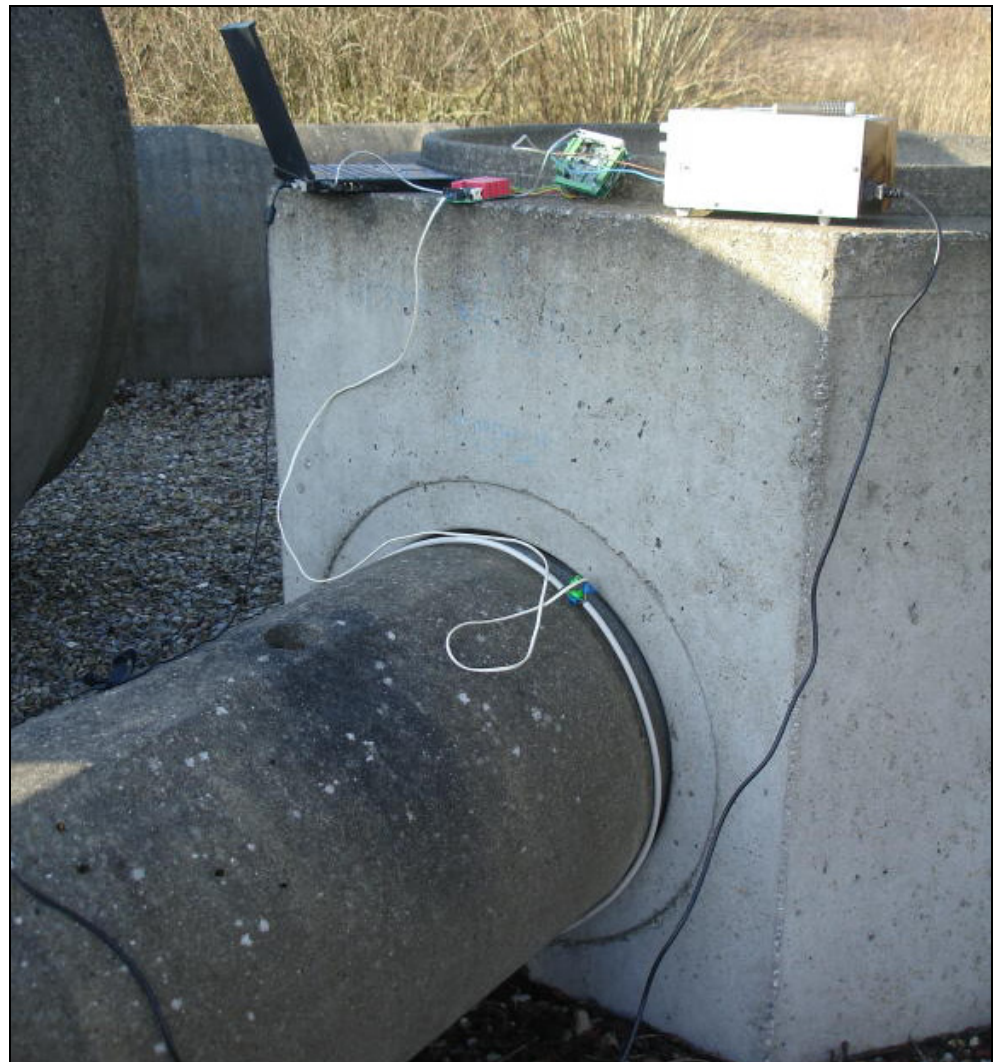
Resultat:

Tags sendt afsted	Tags fundet	Genfinding	Bemærkning
80	80	100%	Rør i bunden, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i bunden, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i bunden, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i midten, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i midten, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i midten, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i midten, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i midten, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	72	90%	Tags sendt 2 ad gangen
80	64	80%	Tags sendt 2 ad gangen
80	61	76%	Tags sendt 2 ad gangen

Forsøg 3

Ø500 betonrør, tag's passerer igennem udvendig antenne.

Forsøg	Ø500 mm beton
Antenne type	Cirkulær – 3 ledet installationskabel
Ant. diameter	60 cm
Leder diameter	1 mm
Antal viklinger	3
Hale længde	2 m (to ledet alm. 220V ledning)
Impedans	31 μ H
Max afstand antenne/tag	30 cm (i midten af røret)
Max mulig måleafstand fra ant.plan	50 cm



Ø500 cm beton med udvendigt antenne.

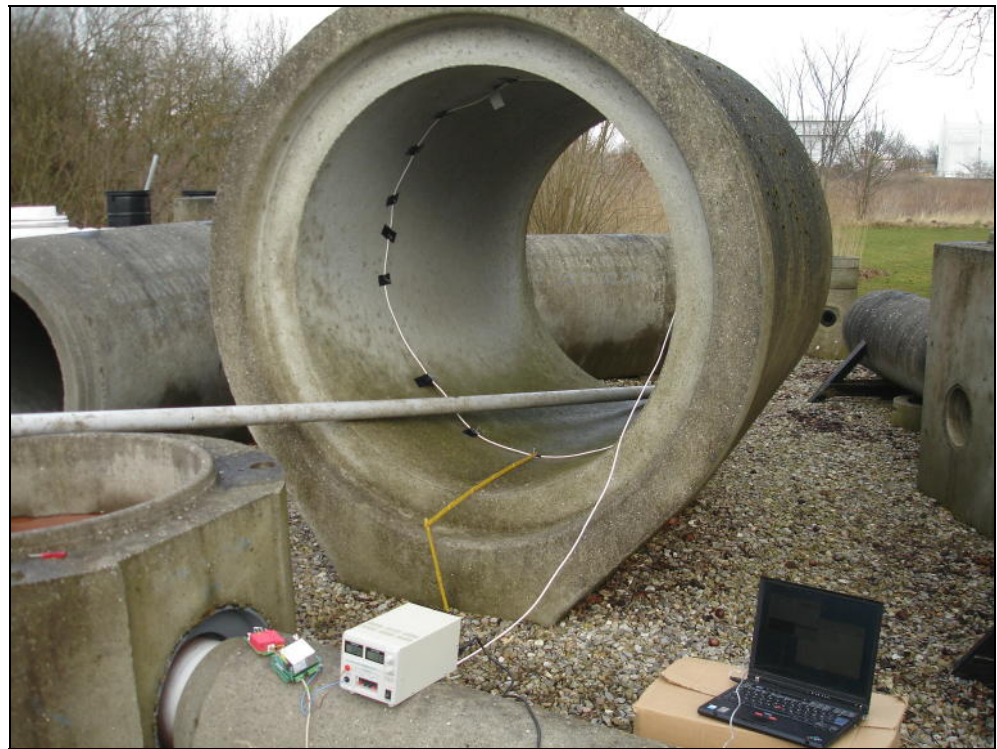
Resultat:

Tags sendt afsted	Tags fundet	Genfinding	Bemærkning
80	80	100%	Rør i bunden, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i bunden, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i bunden, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i midten, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i midten, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i midten, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i midten, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i midten, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	72	90%	Tags sendt af sted 2 ad gangen
80	71	89%	Tags sendt af sted 2 ad gangen
80	69	86%	Tags sendt af sted 2 ad gangen

Forsøg 4

Ø1600 betonrør, tag's passerer igennem indvendig antenne.

Forsøg	Ø1600 mm beton
Antenne type	Cirkulær – 2 ledet 220V ledning
Ant. diameter	160 cm
Leder diameter	0,5 mm
Antal viklinger	2
Hale længde	2 m (to ledet alm. 220V ledning)
Impedans	72 μ H
Max afstand antenne/tag	80 cm (i midten af røret)
Max mulig måleafstand fra ant.plan	70 cm. Med 20 metalskruer på tapen: 60 cm



Ø1600mm beton med indvendig antenne

Resultat:

Tags sendt afsted	Tags fundet	Genfinding	Bemærkning
80	80	100%	Rør i bunden, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i bunden, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i bunden, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i midten, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i midten, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i midten, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i midten, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	80	100%	Rør i midten, tags sendt 1 pr sek. Flow: 0,1 l/s,
80	68	72%	Tags sendt af sted 2 ad gangen
80	59	73%	Tags sendt af sted 2 ad gangen
80	72	90%	Tags sendt af sted 2 ad gangen

Forsøg 5

Samlebrønd, tag's passerer igennem indvendig antenne.

Forsøg	Lille 35 cm brønd med Ø100 PVC rør
Antenne type	Cirkulær – 5 ledet installationskabel
Ant. diameter	35 cm
Leder diameter	1 mm
Antal viklinger	5
Hale længde	2 m (to ledet alm. 220V ledning)
Impedans	32 µH
Max afstand antenne/tag	7,5 cm
Max mulig måleafstand fra ant.plan	50 cm

RFID til sporing af fejltilslutninger i kloaksystemer



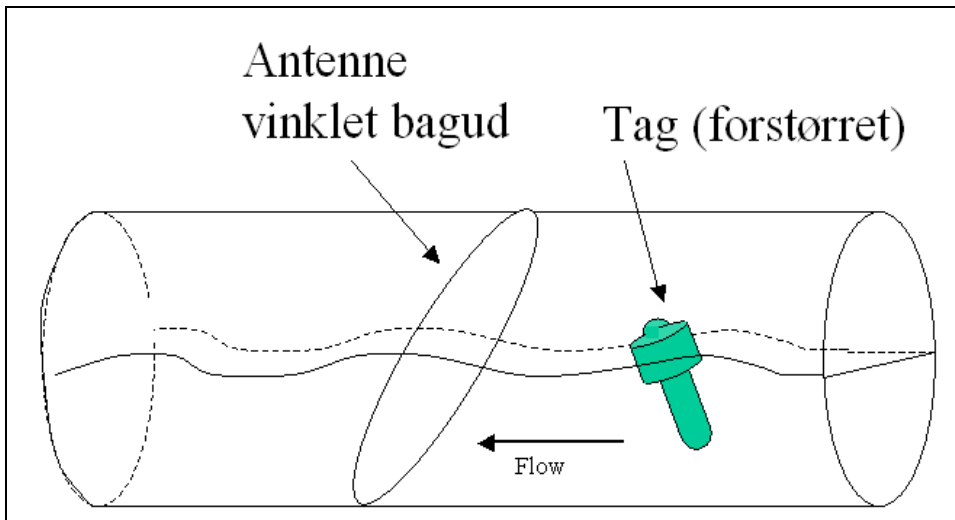
Antenne i samlebrønden, deformeret til at lade tag's passere igennem cirkelantennen

Tags sendt afsted	Tags fundet	Genfinding	Bemærkning
20	20	100%	Tags sendt fra tre forskellige toiletter.
1	0	0%	Antennen lagt oven på cementkanten over røret.

Diskussion

Følgende 3 problemer blev klarlagt:

1. Det er nødvendigt at lade antennen være vinklet ca. 20-45° bagud så tags ikke passerer parallelt med antennen. (Et tag stiller sig ofte lidt fremadvendt i vandet, idet vandhastigheden er højere i overfladen end længere nede i vandsøjlen) I nærværende forsøg var det ikke et problem, idet vanddybden var så lav, at tag'et nærmest lå ned, og dermed havde samme orientering som antennen.



Princip tegning af tag gennem et rør med en bagudrettet antenne. Tag'et vil pga. vandstrømningen have størst sandsynlighed for at stå lidt fremadrettet, som vist. Hvis tag'et under hele passagen har samme vinkel som antennen læses tag'et ikke.

2. Hvis to tags sendes igennem samtidig er genfindingsprocenten omkring 80, idet to eller flere tags interfererer hinanden under læsning. Ved 3 samtidige tags falder genfindingsprocenten til 20.
3. Ved store antenner bliver følsomheden for elektronisk støj meget høj, som fx en transformator til computer. Hvis den slags udstyr står tæt på antennen (50 cm) falder genkendelses hyppigheden til ca. 95%

Problem 2:

Dette vil kunne være et problem i regnvandssystemet, hvor tags vil samle sig og vente på "en ordentlig skylle", men i spildevandssystemet er der normalt et konstant minimums flow, så tags sjældent vil samle sig.

En anden producent end det anvendte Texas Ins. (Ipico) har løst dette problem ved at sende og modtage på to forskellige frekvenser, i stedet det anvendte sy-

RFID til sporing af fejltilslutninger i kloaksystemer

stem Texas Ins, der modtager og sender på samme frekvens. Tags fra Ipico er dog ca. 2 gange så dyre (40 kr./stk.) og udstyret koster ca. 35.000 kr én test-kid. Det anbefales at fortsætte med det anvendte udstyr til nærværende forsøg.

Det ville være optimalt, at fortsætte anden fase med Ipico's udstyr, men det for-dyrer projektet udover budgettet og tidsrammen vil ligeledes skride.

Problem 3:

Man skal være varsom med at installere antennerne i fx en pumpestation eller på renseanlæg.

Konklusion – fase 1

Metoden virker umiddelbart.

Det anvendte udstyr anbefales ikke at blive anvendt i regnvandssystemet, idet tags kan samle sig i "klumper" her og bliver dermed ikke læst pga. interferens.

Eventuelt kan udstyret suppleres med flere antenner, hvormed læsesikkerheden forbedres. Alternativt kan anvendes et HF-system, der anvender en anden frekvens, hvor multi-læsning af flere tags samtidig kan lade sig gøre.

Fase 2 forsøg – forsøg i kloaksystemer

Formål

Formålet med forsøget er at klarlægge, hvor godt metoden virker i kloaksystemer under faktiske forhold, herunder specielt genfindingen af tags.

Metoden og genfindingshyppigheden for tags blev afprøvet på 4 typer af kloaksystemer:

- 1) Et nyt spildevands kloaksystem
Stenløse syd, hvor 14 tags blev ilagt spildevandsystemet
- 2) Et nyt regnvandssystem
Stenløse syd, hvor knap 100 tags blev ilagt vejriste.
- 3) Et spildevandskloaksystem fra 60'erne.
- 4) Et fælles kloaksystem fra før 1940'erne

Beskrivelse af oplandene

Stenløse syd

Stenløse syd er separat kloakeret – dvs. der er ét system for spildevandet og ét system for regnvandet. Derudover er der som noget helt specielt et tredje system, der afvander tagflader, som bliver brugt til toiletskyld, med overløb til faskine – sidstnævnte indgik ikke i forsøget.

Oplandet består af 5 nybyggede kvarterer (2008-2009) med 5 hovedkloakledninger, hvor spildevand og regnvand løber parallelt. Systemet består af i alt godt 4 km gravitations ledninger, der alle mødes nedstrøms – spildevandet i en pumpestation og regnvandet i et forsinkelsesbassin, der afleder videre til recipient. Dele af kloaksystemet er endnu ikke overleveret fra entreprenøren til kommunen, så kort over dele af systemet var ikke tilgængelig.

I oplandet er der mistanke om en fejlforbindelse til spildevandsystemet fra enten regnvandssystemet eller tagvandssystemet – tagvandssystemet indgik ikke i forsøget.

Oplandet i Stenløse syd er det eneste system, hvor metoden er testet og evalueret i et separat regnvandssystem.

Kornvænget – fælleskloakeret

Oplandet er sandsynligvis det ældste i Egedal kommune, hvornår det er kloakeret vides ikke, men flere huse i området er over 100 år gamle. Kloaksystemet er fælles og er tydeligvis vokset med tiden, frem for at være planlagt oprindeligt – det har således mange små forgreninger, samlinger osv. Det kun-

RFID til sporing af fejltilslutninger i kloaksystemer

ne ses i brøndene, at flere af strækningerne var efterfølgende blevet strømpeforret.

Haklærvej – test i spildevandssystem

Oplandet er bebygget i 60'erne og består af ca. 1500 meter ledninger i flere grene. Systemet er kendetegnende for et system fra perioden.

Metode og udstyr

Metoden består i en læser og en datalogger, der læser det 20 cifrede unikke id-nummer på tag'et, når det flyder forbi læseren. Id-nummeret gemmes i en datalogger med et dato- og tidsstempel. Tag'et er forinden blevet ilagt en kendt installation opstrøms i enten spildevands- eller regnvandssystemet. Et tag ilagt fx en regnvandsinstallation skulle derfor gerne genfindes af læseren i afløbet fra regnvandssystemet. Genfindes tag'et af læseren i spildevandssystemet, er det målepunkt, hvor tag'et er lagt i fejltilsluttet. Ligeledes vil tags ilagt spildevandssystemet som genfindes af regnvands-læseren identificere spildevandsinstallationen som fejltilsluttet. Mindst lige så vigtigt vil "korrekt fundne" tags identificere installationen som korrekt tilsluttet.



Batteri samt læser, datalogger og antenneforstærker indpakket i plast i spildevandsbrønd

Antenne i samlebrønd

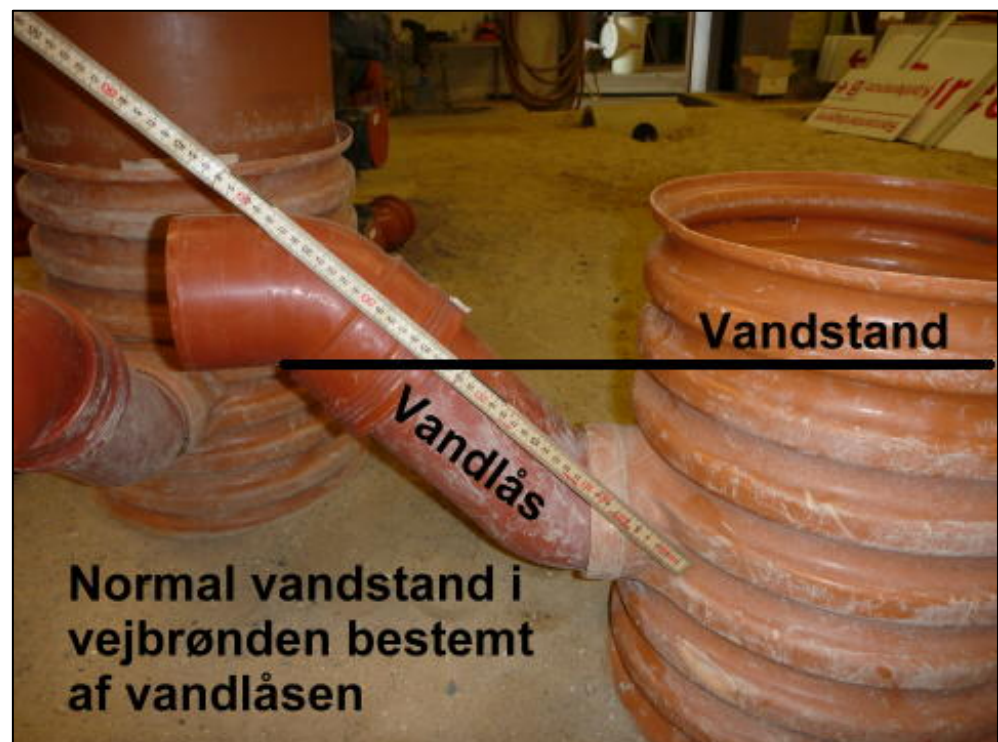
For at holde styr på tags-nummeret, blev disse inden forsøget læst og puttet i små nummererede æsker. Kun lige id-numre blev anvendt i regnvandssystemet, mens ulige numre blev anvendt i spildevandssystemet.

I spildevandssystemet blev tags tilført enten ved at blive ilagt en samlebrønd i vejen opstrøms og i enkelte tilfælde fik interesserede borgere et tag, som de trak ud i deres toilet.

Ilægning af tags i regnvandssystemet.

I regnvandssystemet (Stenløse Syd) blev tags først ilagt vejens samlebrønde. Dette blev dog opgivet - det var meget tidskrævende og vejdækslerne var vanskelige at få af og på. Samtidig ville eventuelle fejlforbundne vejriste til spildevandssystemet ikke ville blive identificeret, medmindre hele regnvandstrengen var fejlforbundet. Derfor blev der igangsat et lille projekt med at fremstille et instrument hvormed tags kan føres forbi vandlåsen nede i vejristbrønden – se foto herunder.

(Smides et tag blot i en vejrist vil det aldrig selv kunne finde forbi vandlåsen, men blive liggende flydende på overfladen.)



Til højre ses den stang, der blev fremstillet, hvormed et tag kan føres forbi vandlåsen uden at risten skal åbnes. Det viste sig mange gange meget vanskeligt at åbne vejristene, på grund af fastkørsel med grus og sand.

Stangen består af et 2 meter metalrør med en gummislange inden i. Til gummislangen er fastgjort et fleksibelt metalbånd, hvormed gummislangen kan skydes 40-50 cm ud af røret og trækkes tilbage igen. I enden er plastslangen er pålimet et lille stykke plastrør af en diameter, som netop passer til at kunne huse et tag.

Når slangen er trukket ind i stangen kan vandlåsen findes ved at søge godt rundt nede i brønden, uden at tag'et tager skade eller falder af. Når vandlåsen er fundet – hvilket tager mellem et par sekunder og ½ minut – skubbes slangen ud af røret, hvorved slangen føres op i vandlåsen og følger denne forbi knækket. Herefter pustes i slangens anden ende og tag'et blæses ud af plastrøret forbi vandlåsen. Til sidst trækkes slangen ind i røret, så enden er beskyttet og ikke sætter sig fast i samlinger eller lignende, når stangen hives op af risten.
vandlås.



Stang til at ilægge tags forbi



Er vandlåsen placeret i brønden, hvor den forventes at være (forbundet i den forventede retning og dybde) tager det ca. 15-20 sekunder at lægge et tag forbi vandlåsen.

Enden af stangen, der føres i vandlåsen med slangen 5-6 cm ude

På trods af, at metoden er ret simpel var der en del udfordringer med udviklingen undervejs – bl.a. satte tidligere versioner af slangen og stangen sig fast i samlinger og i riller i brønden. Forskellige typer plastrør var for bøjelige (i forhold til metalstænger), ligesom vinklen og længden af stagens bøjning havde meget stor betydning for om vandlåsen kan findes. Yderligere er der en del forskellige ristdesign, hvor nogle er med noget smallere spalter end andre, mens andre er med korte riller. Til arbejdet med udviklingen blev indkøbt et lille mini-videokamera som påmonteret på røret var til stor hjælp med at finde ud af, hvorfor præcis de tidligere modeller af ”stangen” ikke virkede, satte sig fast eller tags ikke kunne frigives rigtigt.

Stenløse Syd

For både regn- og spildevandssystemet blev der i den ”længst nedstrøms brønd” opsat en læser med tilhørende batterier og datalogger. I spildevandssystemet blev installeret en Ø 30 cm antenne og regnvandssystemet blev installeret Ø80 cm, som passede til de respektive rørdiametre. Antennerne blev holdt på plads med el-stribs på skruer i kloakrørs-samlingen.

Halkærvej og Kornvænget

Her blev læseren placeret nedstrøms med en 30 cm og 50 cm antenne i hhv spildevandssystemet og fællessystemet.



Udstyr i spildevandsbrønd. Antennen er placeret ca. 6 meter nede i brøndens bund

Udstyret har i Stenløse Syd været opsat i 31 dage i juli og august 2009, en periode hvor der jævnligt har været regnbyger.

Resultater - spildevand

Stenløse Syd- "2008-09-opland"

I spildevandssystemet blev der i brønde helt opstrøms i alle 5 deloplande tilført tags, ligesom der i brønde tilfældige steder i systemet og i borgeres toiletter blev tilført tags. I alt blev 14 tags tilført og alle blev genfundet af læseren efter optil godt en times vandring med strømmen gennem systemet. Genfindingen af tags i spildevandssystemet var dermed 100%.

Tags i spildevandssystemet	Afsendt	Fundet i spildevandssystemet	Genfindingsprocent
Vejbrønde	12	12	100 %
Toiletter	2	2	100 %
Total	14	14	100 %

På den baggrund blev der ikke tilført flere tags i spildevandssystemet.

Kornvænget – ”Før 1940-opland”

Læseren blev sat nedstrøms i systemet og tags blev ilagt i 6 forskellige strenge længst opstrøms, i alt 10 tags.

Tags i fællessystemet	Afsendt	Fundet	Genfindingsprocent
Vejbrønde	10	11*	100 %

** En tag er ikke blevet manuelt nedskrevet som tilført systemet, men er registreret af læseren, hvilket må skyldes en fejl.*

Den længste strækning fra ilagt tag til læser var 130 meter. Den længste tid et tag var om at nå ned til læseren var 5 dage, og skyldes, at der i en brønd, som lå i en hæk, dryssede lidt grenaffald ned, da dækslet skulle af og på. Dette medførte en midlertidig tilstopning af overfladevandet som stoppede tags. En spand vand i brønden på 5. dagen fik dog tilstopningen opløst. Den længste tid et tag var ”naturligt” på vej, var 4 dage – den lange transporttid skyldes muligvis også en delvis tilstopning, som af sig selv blev opløst.

Halkærvej - ”1960’erne-opland”

Læseren blev sat nedstrøms i systemet og tags blev ilagt 7 forskellige strenge opstrøms, i alt 12 tags.

Tags i spildevandssystemet	Afsendt	Fundet i spildevandssystemet	Genfindingsprocent
Vejbrønde	11	11	100 %
Toiletter	1	1	100 %
Total	12	12	100 %

Den længste tid, det tog en tag om at nå til læseren var 4 dage uden at systemet blev skyllet igennem. Den længste strækning et tag skulle rejse var 500 m.

En streng havde kun én husstand tilkøbt, som tog på ferie efter tilførsel af tags – tilfældigvis fik netop denne ejer en tag at skylle ud i toiletet. Ferien medførte at tags’ne fra strengen ikke var nået frem og strengen blev efter 5 dage gennemskyllet manuelt og tagene blev herefter læst nedstrøms. I denne streng var yderligere en delvis tilstopning af røret med en ”kage” af ristegods – vand pipede forbi, mens papir etc. og tags, blev hængende. Hele tilstopningen blev spulet nedstrøms med den manuelle skylling. Se kommende foto.



"Tilstopningskagen", ses til venstre. Kagen fangede tags opstrøms fra. Kagen blev opløst med 8-10 spande vand.

Før eller siden ville kagen ville enten af sig selv have løsnet sig eller medført en total blokering af strengen, hvor en kloakvogn i så fald skulle spule røret rent. I begge tilfælde ville tags først blive læst , når de ikke længere var fanget.

Ifølge en borger har systemet en historie med tidligere tilstopning.

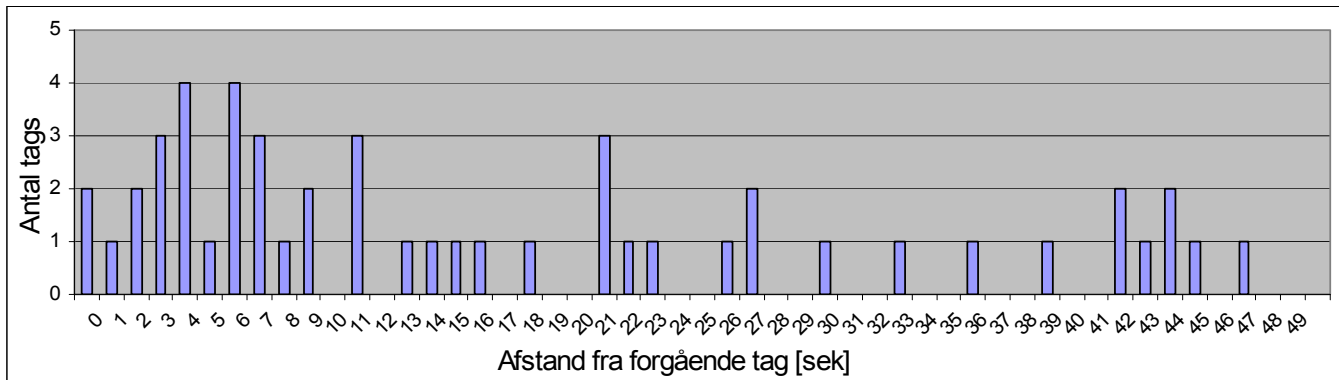
Resultater – Regnvand

I regnvandssystemet blev 93 tags tilført. Ingen af disse blev aflæst af læseren i spildevandssystemet.

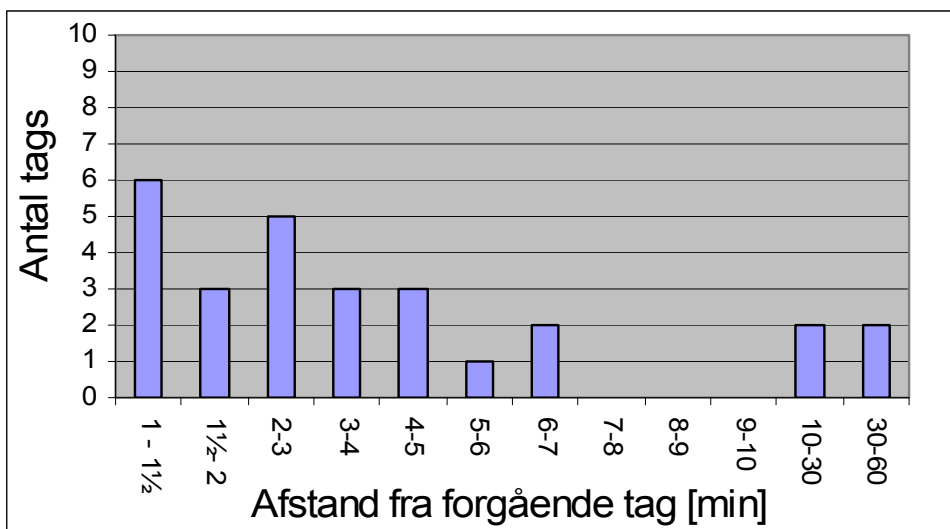
Tags i regnvandssystemet	Afsendt	Læst i regnvandssystemet	Genfindingsprocent
Vejbrønde	13	12	92 %
Vejriste	80	75	94 %
Total	93	87	94 %
Ikke læste tags		6	6%
Fejltilførte (Tabt i brønd før vandlås, tilstoppet vandlås, og lignende).	8	0	--

I regnvandssystemet varierede rejse-tiden fra tilførsel i risten til læsning mellem 1 og 10 døgn. Rejsetiden afhænger af om det aktuelle regnskyl har en tilstrækkeligt intensitet til at føre et tag med strømmen. Der risiko for, at tags bliver ført med samme regnskyl, og tags dermed bliver ført samlet i en "klump" og læst samtidig. Resultaterne af fase 1. forsøgene, som indledning til nærværende feltforsøg, viste, at der var en reduceret læsbarhed, når tags passerede læseren samtidig (en afstand under 20 cm fra hinanden).

På denne baggrund er lavet en analyse af, hvor tæt i tid et tag var fra det foregående tag, ud fra dataloggerens tidsstempel, se nedenstående graf. Det ses, at to tags blev læst inden for samme sekund (0 sek. fra foregående tag), og i alt 13 tags passerede inden for 5 sek. af hinanden. Det er derfor nærliggende at formode, at den manglende læsning af de 6 tags, skyldes, at disse er kommet til læseren samtidig med andre tags med en reduceret læsbarhed til følge og disse er dermed ikke blevet læst.



Afstand i tid mellem læsning af et tag og det efterfølgende tag (0-60 sek.)



Afstand i tid mellem læsning af et tag og det efterfølgende tag (1-60 min)

En gennemgang af data viser, at det synes helt tilfældigt hvilke tags, der "kommer ind samtidig". De kan være fra vejriste fra samme streng, men er lige så ofte fra to helt forskellige dele af regnvandssystemet.

I to riste blev ilagt 2 tags i samtidig, disse blev lidt overraskende læst med henholdsvis 55 min og 12 dages mellemrum. Hvor meget regn der lige netop skal til for at flytte et tag afhænger dermed også af andre parametre end regn-intensiteten, fx præcis hvor og hvordan et tag ender i røret ved indblæsning.

Regnen i perioden var præget af intense sommerbyger og læsningen af tags falder også i "byger". De 93 tags blev tilført i flere omgange. Næsten alle tags tilført blev læst i den første efterfølgende store regn. I 8 tilfælde blev et tag ikke læst i samme regnhændelse som de andre tags, den var tilført med, men i en tidligere eller senere regn. Af disse 8 tags kom 3 tags sammen med grupper af tags ilagt i systemet senere, 4 tags kom alene i en senere regn, og i ét tilfælde kom et tag alene før de andre.

Nedenstående skema viser antallet af tags fra vejriste, der blev læst i én regnhændelse og længden af tidstummet, hvorunder læsningen sker.

Antal tags læst i én regn	Tid fra første til sidste læsning
21	76 min
4	5 min
46	37 min
4	6 min
Resterende tags:	
4	Ankommet til læser alene ved en senere regn
1	Ankommet til læser alene ved en tidligere regn

Bordtennisbold forsøg i spildevandssystemet

Den gængse metode til at identificere fejlforbindinger, er enten at bruge farvestof eller bordtennisbolde påskrevet "adresse". Til sammenligning af metoderne blev der forsøgsvis tilsat 10 bordtennisbolde – to i hver af de 5 opstrøms deloplande. Af de 10 bolde blev 6 genfundet ved at fange dem i et net nedstrøms i samlebrønden. De 4 sidste er enten sluppet forbi fiskenettet eller har sat sig midlertidigt fast et sted i systemet. Metoden er meget besværlig, bl.a. fyldes nettet hurtigt med ristegods og skal vendes ca. hvert minut.

Diskussion – fase 2

Spildevand- og fællessystem

Forsøget viste, at i spildevandssystemer er genfindingen høj, her 100%. Det skyldes sandsynligvis, at der i spildevandssystemerne er et konstant flow og et tilført tag venter dermed ikke med andre tags på et regnskyl, men føres alene til læseren umiddelbart efter det er tilført. Sandsynligheden for at to tags læses samtidig er dermed lille. Ligeledes er spildevandssystemer designet til at føre stof med vandet og der er dermed ingen vandlåse, riste og lignende i systemet, hvorfor tilførsel og transport af et tag er nemt.

Lidt overraskende viser dig sig i gamle systemer, at tags kan være flere dage undervejs – det skyldes muligvis, at klumper med papir og lignende danner små midlertidige propper, eller tags på anden vis er midlertidigt strandet indtil en kraftig vandstrøm sender dem af sted.

Et lidt overraskende problem der opstod, var at der manglede vand i en streng – beboerne på strengen var på ferie.

Regnvand

I regnvandssystemet blev tre problemer klarlagt.

- 1) Samtidig læsning af tags.
- 2) Vanskelig tilførsel gennem vejristens vandlås.
- 3) Besværlig registrering af tags og tilhørende vejbrønd

1)

Den samtidige læsning er et indbygget problem i læseren. En fejlmargen på 6% er relativ lille og skal ses i relation til en fordobling af tag-prisen fra ca. 20 til 40 kr. og fordobling af udstyrsprisen, for læsere og tags, der har en større sikkerhed for samtidig læsning. Som alternativ til et dyrere udstyr og dyrere tags skal ses opgaven med at efter-tilføre tags til de steder, hvor tags ikke blev læst.

Efter som det tager ca. 1 minut at tilføre et tag til en rist er der ikke stor forskel på arbejdsbyrden ved at skulle eftertilføre ét eller fx 5 tags – arbejdsbyrden ligger primært i transport frem og tilbage til området, finde risten på kort, samle udstyr sammen osv. Tænkes det dyrere udstyr og tags anvendt, skal blot ét tag ikke blive læst, for at arbejdsbesparelsen mellem det dyre og billige udstyr forsvinder.

2)

Problemet med den vanskelige tilførsel til vejriste pga. den neddykkede vandlås blev løst med stangen med slange og metalbånd.

3)

En væsentlig del af arbejdet ved metoden, som den er nu på test-stadiet, er at tags skal pre-læses og puttes i æsker med påskrevet id-nummer inden tilførsel, ligesom der skal nedskrives i felten, i hvilken rist, hvilken tag ilægges. Dette er klart en uhensigtsmæssig og tidskrævende proces, men mest af alt er der en væsentlig risiko for at der sker ombytning af tags eller riste under arbejdet.

Hele arbejdsmetoden kunne automatiseres væsentligt, hvis stangen, man i vejristen tilfører et tag gennem vandlåsen med, havde en indbygget læser og GPS, så et tag blev læst og positionen registreret i det øjeblik et tag blev tilført og blæst forbi vandlåsen i vejristen. Dermed ville arbejdet med at pre-registrere tags og vejriste være overflødig. Relativt simpelt kunne data overføres til fx Google-earth eller til kommunes GIS-kort over kloaksystemet, som sammen med resultatfilen fra læseren hurtigt og nemt kunne vise, hvilke installationer, der var korrekt tilsluttede og hvilke der var fejltilsluttede.

Ud over nævnte problemer er der små problemer/udfordringer som:

- Opbevaring af batterier og udstyr i brønd
- Lave udstyret vand- og gastæt
- Lave god fæstnings og støtte manchetter for antennen til forskellige rørdimensioner.

Konklusion – fase 2

Metoden virker i princippet og i praksis. Der er enkelte problemer - og det største er, som fundet under fase 1 forsøgene, at tags kan slippe ulæst forbi læseren, hvis de ankommer og derfor skal læses samtidig.

Et studie af andre fabrikanter af tags vil være en god idé, da udviklingen går hurtigt på området, bl.a. er en ny producent begyndt at lave engangs-tags til bl.a. maratonløb.

Konklusion

Generelt kan metoden, Sporing af fejltilslutninger vha. RFID, siges at virke med en genfinding af tags på 96%. Genfindingen kan forbedres ved at ændre antennedesign og eventuelt ved at anvende en anden RFID teknologi.

Videre arbejde

Metoden er nu på et stadie, hvor den kan testes kommercielt. Et samarbejdsprojekt kører i december 2009 med Avedøre Spildevandscenter, der netop har et "rejsehold", som opsporer fejltilslutninger. Dette hold er ved hjælp af flowmålere nået til at spore uvedkommende vand i spildevandsledninger (ofte regnvand) til deloplande, men har vanskeligt vha. de anvendte flowmålere at identificere den enkelte fejltilslutning.

Yderligere eksperimenteres der med at anvende tre delantennor til én læser, hvilket kan forbedre læse-sikkerheden.

Der er endnu et stykke vej til at udstyret er i en form, hvor det kan sælges som pakke- eller hyldeudstyr.