

## Tracering foutaansluitingen via de ammoniummethode

Foutieve aansluitingen van vuilwater- op  
hemelwaterriolering

M. van der Blom

Korte Ouderkerkerdijk 7  
Amsterdam  
Postbus 94370  
1090 GJ Amsterdam  
T 0900 93 94 (lokaal tarief)  
F 020 608 39 00  
KvK 41216593

[www.waternet.nl](http://www.waternet.nl)

9 augustus 2012

*Waternet is de gemeenschappelijke organisatie van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht  
en de gemeente Amsterdam*

## Colofon

---

### Opdrachtgever

Bedrijf	Waternet
Sector	Afvalwater
Afdeling	Assetmanagement
Projectleider	Rick Nijman
Projectnummer	7621-1

---

### Opdrachtnemer

Sector	TOP
Afdeling	Onderzoek en Advies
Projectleider	M.N.W. Nijman
Kwaliteitsborger	E. Bontjes
Projectnummer	7621-1

---

### Rapport

Rapporteur	M. van der Blom
Versie	01
Rapportnummer	12.091296

---



# Inhoud

<b>1</b>	<b>Aanleiding</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Ammonium als indicator</b>	<b>7</b>
2.1	Waardoor zit ammonium (NH <sub>4</sub> ) in sanitair afvalwater?	7
2.2	Wat is het principe achter de tracering met NH <sub>4</sub> ?	7
<b>3</b>	<b>Ammoniummethode</b>	<b>7</b>
3.1	Kuvetten test	8
3.2	Meting met ionselectieve ammoniumelektrode	8
<b>4</b>	<b>Toepassing</b>	<b>8</b>
4.1	Ammonium concentraties	9
4.2	Werkwijze	9
<b>5</b>	<b>Traceren (huis)aansluitingen</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Voor- en nadelen traceertechnieken</b>	<b>11</b>
6.1	Ammoniummethode	11
6.2	Riosonic	11
6.3	DTS-lint (Distributed Temperature Sensing)	12
6.4	Camera-inspectie	12
6.5	Riotrack	12
6.6	Stuiterbal met huisnummer	13
6.7	Traceervloeistof	13
6.8	Droogijs	13
<b>7</b>	<b>Conclusie</b>	<b>14</b>



## Voorwoord

Foutieve aansluitingen in rioolstelsels vormen een probleem dat zich in heel Nederland voordoet. Uit de eerste onderzoeken (RIONED) blijkt dat het aantal foutaansluitingen van afvalwateraansluitingen op regenwaterstelsels (ca. 2%) kleiner is dan het aantal regenwateraansluitingen op afvalwaterstelsels (ca. 5%). Of deze percentages ook gelden voor onverdachte stelsels is onbekend.

In dit rapport wordt een door Waternet ontwikkelde opsporingsmethode beschreven voor het traceren van vuilwateraansluitingen op hemelwaterstelsels. Met behulp van de ammoniummethode van Waternet kan een groot verdacht gebied snel met ruim 75% worden gereduceerd tot de strengen\* waarop de vuilwaterbron(en) zijn aangesloten.

\* Streng = afstand tussen twee putten.

# 1 Aanleiding

In Amsterdam zijn jaarlijks veel nieuwbouw- en renovatieprojecten, waarbij ook de riolering wordt vernieuwd of nieuw wordt aangelegd. Amsterdam heeft grotendeels (ca. 75%) een gescheiden stelsel, wat inhoudt dat afvalwater en regenwater via een eigen stelsel worden afgevoerd. Helaas blijken bij (huis)aansluitingen op de riolering geregeld fouten te worden gemaakt, waardoor vuilwater terechtkomt in het hemelwaterriool. Een foutieve aansluiting heeft hierdoor direct invloed op de kwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater. Daarom is de afdeling Onderzoek en Advies van Waternet verzocht een makkelijke en werkbare methode te ontwikkelen voor het traceren van foutieve aansluitingen op het hemelwater stelsel.

## 2 Ammonium als indicator

Door de volgende eigenschappen vormt ammonium een geschikte parameter: de verbinding komt niet of nauwelijks voor in de grond, in de lucht of in oppervlaktewater, maar wel in afvalwater, is eenvoudig te analyseren (meetbaar) en breekt niet zomaar af, waardoor hij lang meetbaar blijft.

### 2.1 Waardoor zit ammonium (NH<sub>4</sub>) in sanitair afvalwater?

Bij de afbraak van aminozuren in de lever ontstaat ammonium in ons lichaam. Omdat ammonium toxisch is, wordt dit vrijwel direct omgezet in ureum (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO. Ongeveer 2% van de menselijke urine bestaat uit ureum. Ureum wordt in het riool door bacteriën, in combinatie met de aanwezige zuurstof (onder andere uit drinkwater) omgezet in ammonium. Zuurstof is hierbij de beperkende factor. Als zuurstof beschikbaar is, kan de ureum worden omgezet in ammonium, dat daarna door andere zuurstofverbruikende bacteriën kan worden omgezet in nitraat. Praktisch zal in een riool de stap van ammonium naar nitraat door gebrek aan zuurstof niet of nauwelijks plaatsvinden.

### 2.2 Wat is het principe achter de tracersing met NH<sub>4</sub>?

In de buurt van de vuilwaterbron(en) is het ammoniumgehalte het hoogst (soms wel >60 mg/l). Het afvalwater valt als een prop (een hoeveelheid vuilwater per tijdseenheid) in het hemelwaterriool. Door stroming en regenval wordt de "prop" in de richting van het oppervlaktewater geduwd. Als gevolg hiervan treedt, doorgaans met het toenemen van de afgelegde afstand, verdunning op en mogelijk afbraak door zuurstof. Door het toenemen van de afstand tot de bron wordt de concentratie ammonium lager. Een belangrijk gegeven is dat door de "propstroom" de put met de hoogste concentratie ammonium niet per se de put hoeft te zijn die het dichtst in de buurt van de foutaansluiting zit.

## 3 Ammoniummethode

In samenspraak met stelselbeheer is een gebied (Sporenburg) onderzocht waar meerdere methoden zijn getest. Ter verificatie van de minder bewerkelijke ammoniummethode zijn in het gebied ook temperatuurloggers opgehangen. Omdat vers geloosd afvalwater in temperatuur afwijkt van het ontvangende water in het stelsel is dit een bewerkelijke maar geschikte manier om de

ammoniummethode mee te verifiëren. De temperatuurloggers zijn ook geschikt bij de eindcontrole na herstelwerkzaamheden.

### 3.1 Kuvettentest

Om de ammoniumconcentratie in het afvalwater te meten wordt gebruik gemaakt van kuvetten tests en een spectrofotometer. Ondanks het feit dat enige laboratoriumervaring een pré is voor het uitvoeren van deze analyse zijn de uit te voeren stappen om te komen tot een correct analyseresultaat redelijk eenvoudig. Een groot voordeel van het zelf uitvoeren van deze analyse zijn de relatief lage analysekosten en de snelle meetresultaten in vergelijking met analyse door een laboratorium.

Er is gebruikgemaakt van kuvetten van Hach Lange met een range tussen de 2 en 47 mg/l. Onder en boven de range van deze kuvetten worden de resultaten minder nauwkeurig, maar zijn ze nog prima bruikbaar voor tracerings.

Spectrofotometrie werkt op basis van lichtabsorptie. De chemicaliën in de kuvet zorgen voor een kleuring afhankelijk van de ammoniumconcentratie. De intensiteit van de kleuring bepaalt de uiteindelijk gemeten lichtabsorptie, wat vervolgens vertaald wordt naar concentratie.

### 3.2 Meting met ionselectieve ammoniumelektrode

Hoewel ionselectieve elektrodes al lang op de markt zijn was het tot voorkort lastig om een voldoende betrouwbare meting uit te voeren in "afval"water. Afvalwater bevat veel verschillende zouten in hogere concentraties waardoor verstoring snel kan optreden. Sinds kort is er een ionselectieve ammoniumelektrode op de markt, waarmee relatief eenvoudig metingen kunnen worden verricht in "afval"water. De metingen zijn betrouwbaar genoeg om tracerings zoals via de ammonium kuvetten mogelijk te maken. In vergelijkende testen met de al toegepaste ammoniumkuvetten zijn de resultaten één op één vergelijkbaar.

De monsters hebben voor meting met de ionselectieve elektrode wel een korte voorbehandeling nodig. Deze kan echter eenvoudig ter plaatse worden uitgevoerd. Hierdoor zijn de concentraties aan ammonium binnen een paar minuten bekend waardoor een gebied sneller kan worden uitgekarteerd. Een ander bijkomend voordeel is dat er geen pipetten meer hoeven te worden gebruikt, zodat laboratoriumervaring niet langer noodzakelijk is.

## 4 Toepassing

Tracerings via de ammoniummethode heeft als voordeel dat snel een groot verdacht gebied kan worden gereduceerd tot de strengen waar de eigenlijke lozing(en) plaatsvind(en). De methode is in meerdere gebieden binnen Amsterdam getest. Hieronder volgen enkele voorbeelden:

- Ertskade, 6 km verdacht riool, 133 putten. Na toepassing ammoniummethode onderzoeksgebied gereduceerd tot 300 meter riool in tien gebieden. Dit is een verkleining van het onderzoeksgebied van 95%.



- Joos Banckersweg, 2400 meter verdacht riool, 74 putten. Na toepassing ammoniummethode onderzoeksgebied gereduceerd tot 543 meter in vier gebieden. Dit is een verkleining van het onderzoeksgebied van 77%.

#### 4.1 Ammoniumconcentraties

In verschillende wateren kunnen verschillende ammoniumconcentraties worden teruggevonden. Waternet (O&A) maakt door voortschrijdend inzicht vanuit de praktijk gebruik van de volgende leidraad. Dit is echter enkel bruikbaar als indicatie.

- "normaal" oppervlakte water: ca. 0,75 mg/l N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>
- "schoon" hemelwater: 1,2 mg/l N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>
- freatisch grondwater: < detectiegrens, 0 mg/l N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>
- sanitair afvalwater: >6 mg/l N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

Er zijn natuurlijk omstandigheden waarin de bovengenoemde concentraties sterk afwijken. Het zijn dan ook richtwaarden. In de praktijk maken we voor tracering gebruik van de grens van 5 mg/l N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:

<3 = schoon, 3><5 = verdacht, >5 = foutieve aansluiting.

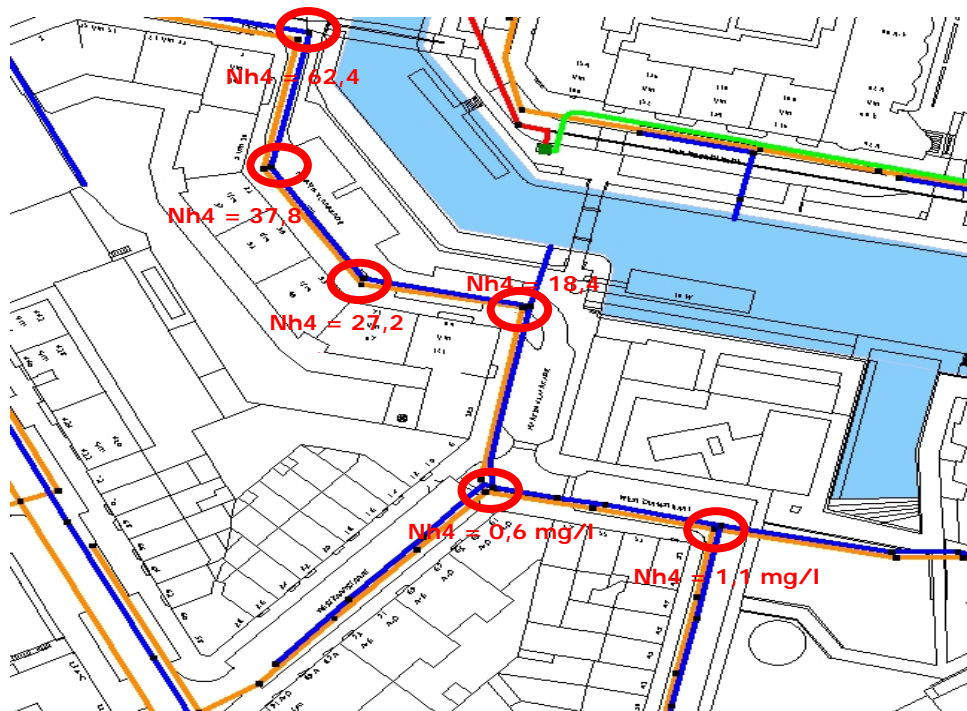
Bekend uit de praktijk is dat bij analyse via fotospectrometrie (kuvetten) bij monsters met een hoog ijzergehalte, de resultaten 2 a' 3 mg/l hoger kunnen uitvallen in monsters waar vrijwel geen ammonium in aanwezig is. Hierdoor kan een locatie onterecht als verdacht worden aangemerkt. Hogere ijzerconcentraties in hemelwater kunnen voorkomen door bijvoorbeeld drainagewater. Ook kan grondwater uit veengronden zorgen voor een concentratieverhoging van ammonium.

#### 4.2 Werkwijze

Om de onderzoeksgebieden efficiënt te reduceren tot de bronnen wordt tijdens de bestudering van het kaartmateriaal een plan van aanpak (PvA) gemaakt. Daarin wordt onder andere gekeken naar de locaties waar het hemelwaterriool uitloopt in het oppervlaktewater en waar overstorten van het vuilwaterstelsel zijn gesitueerd.

## Stelsel

Als een verhoogde ammoniumwaarde wordt gevonden zullen de aangesloten strengen put voor put worden uitgekarteerd. Hieronder een voorbeeld van een duidelijk oplopende ammoniumconcentratie richting de bron(nen).



## 5 Traceren (huis)aansluitingen

Als eenmaal de streng(en) met foutaansluitingen is (zijn) vastgesteld moeten de foutieve huisaansluitingen worden getraceerd. Voor het traceren van foutieve huisaansluitingen kunnen verschillende methoden worden gebruikt. Iedere methode heeft zijn voor- en nadelen. Voor alle methoden geldt grotendeels dat de grootte van het onderzoeksgebied bepalend is voor de kosten. Hoe kleiner het onderzoeksgebied, hoe lager de kosten. De ammoniummethode is dus zeer geschikt voor de eerste stap, namelijk het verkleinen van het onderzoeksgebied.

Voor het traceren van huisaansluitingen kan gebruik worden gemaakt van onder andere de volgende technieken. Welke technieken succesvol kunnen worden toegepast zal gebiedsafhankelijk zijn:

- via geluid, zender en ontvanger (Riosonic)
- via temperatuur, onder andere lint (DTS) of via temperatuurloggers
- via camera-inspectie
- via traceervloeistof
- via stuiterballen met huisnummers
- via stuiterballen met chips (Riotrack)
- via droogijs (CO<sub>2</sub> in vaste vorm). Dit zit nog in een experimentele fase. Voordeel ten opzichte van traceervloeistof is de herhaalbaarheid. Bij gebruik van traceervloeistof in hemelwaterriolen is het water door de lage doorstromingsnelheid lange tijd gekleurd en blijft de kleuring vaak ook zichtbaar bij uiteindelijke uitstroming in het oppervlaktewater.
- via een combinatie van bovenstaande technieken.

## 6 Voor- en nadelen traceertechnieken

Voor het traceren van foutaansluitingen zijn verschillende technieken beschikbaar. Het is niet zo eenvoudig om te bepalen welke techniek of combinatie van technieken het meest geschikt is. In dit hoofdstuk worden per beschikbare techniek de voor- en nadelen op een rij gezet. Per techniek wordt afsluitend het ideale toepassingsgebied geschetst.

### 6.1 Ammoniummethode

Zie hoofdstuk 4.

#### Voordelen

- eenvoudig inzetbaar
- lage kosten
- directe resultaten
- snel reduceren onderzoeksgebied
- kan worden ingezet als controlemiddel bij nieuwbouw of na het herstellen van foutaansluitingen.

#### Nadelen

- tracering van specifieke lozingstoestellen is niet mogelijk
- Niet toepasbaar in lege stelsels
- bij zeer vervuilde stelsels is reiniging vooraf noodzakelijk
- door verdunning/schoonspoelen tijdens perioden met veel neerslag soms niet toepasbaar.

#### Conclusie

De ammoniummethode is ideaal voor het reduceren(verkleinen) en controleren van een onderzoeksgebied bij deels of geheel verdrongen stelsels.

### 6.2 Riosonic

<http://www.riosonic.nl>

#### Voordelen

- geschikt voor tracering van specifiek(e) lozingstoestel(en)
- tracering mogelijk in zowel hemelwater- als vuilwaterstelsel.

#### Nadelen

- bewoners moeten aanwezig zijn (toegang tot lozingsapparaten)
- veroorzaakt tijdelijke geluidsoverlast
- onbruikbare meting bij tegen elkaar geplaatste of verzakte leidingen
- gebied moet pand voor pand worden nagelopen, wat "veel" tijd kost.

#### Conclusie

Riosonic is, in één (of meerdere kleine) gebied(en), ideaal voor de opsporing van foutaansluitingen tot op het niveau van het lozingstoestel.

### 6.3 DTS-lint (Distributed Temperature Sensing)

<http://www.dts-meting.nl/>

#### Voordelen

- een op circa 2 meter nauwkeurige locatiebepaling van de foutaansluiting
- foutaansluitingen zichtbaar in één grafiek
- traceringsmogelijkheid in zowel hemelwater- als vuilwaterstelsel
- kan na gebruik voor traceringsdoeleinden worden ingezet als controlemiddel na het herstellen van foutaansluitingen
- bewoners hoeven niet aanwezig te zijn.

#### Nadelen

- het plaatsen van het DTS-lint neemt relatief veel tijd en middelen in beslag
- reiniging van het stelsel is vooraf noodzakelijk
- het stelsel moet worden leeg gehouden (gepompt)
- traceringsmogelijkheid van specifiek(e) huisaansluiting en lozingstoestel(en) is niet mogelijk.

#### Conclusie

Het DTS-lint is ideaal in hemelwaterriolerings van kleinere verdachte gebieden.

### 6.4 Camera-inspectie

#### Voordelen

- nauwkeurige locatiebepaling van de foutaansluiting op het stelsel
- aansluitingen op het stelsel zijn zichtbaar
- traceringsmogelijkheid in zowel hemelwater- als vuilwaterstelsel
- bewoners hoeven niet aanwezig te zijn.

#### Nadelen

- voor camera-inspectie is reiniging van het stelsel vaak noodzakelijk
- door reiniging is de foutaansluiting niet altijd duidelijk zichtbaar
- camera-inspectie neemt relatief veel tijd en middelen in beslag
- voor inspectie in (deels) verdrinken stelsels moet het aanwezige water worden weggepompt
- traceringsmogelijkheid van specifiek(e) lozingstoestel(en) is niet mogelijk.

#### Conclusie

Camera-inspectie is ideaal in niet al te grote gebieden met vrijvervalstelsels.

### 6.5 Riotrack

<http://www.arcadis.nl/werkvelden/producten/Pages/Riotrack.aspx>

#### Voordelen

- geschikt voor traceringsmogelijkheid van specifiek(e) lozingstoestel(en)
- traceringsmogelijkheid in zowel hemelwater- als vuilwaterstelsel.

#### Nadelen

- netstroom nodig voor detector
- in een (half)verdrinken stelsel moet stroming worden gecreëerd
- bewoners moeten aanwezig zijn (toegang tot lozingsapparaten)
- gebied moet pand voor pand worden nagelopen, wat "veel" tijd kost.

### Conclusie

Riotrack is in één (of meerdere kleine) gebied(en), inzetbaar voor de opsporing van foutaansluitingen tot op het niveau van het lozingstoestel.

## **6.6 Stuiterbal met huisnummer**

Pagina 35, Maandblad Riolering 2010, jaargang 17

<http://www.google.nl/url?sa=t&rct=j&q=stuiterbal>

### Voordelen

- geschikt voor tracering van specifiek(e) lozingstoestel(en)
- tracering mogelijk in zowel hemelwater- als vuilwaterstelsel
- goedkoop.

### Nadelen

- in een (half)verdrongen stelsel moet stroming worden gecreëerd
- bewoners moeten aanwezig zijn (toegang tot lozingsapparaten)
- gebied moet pand voor pand worden nagelopen, wat "veel" tijd kost
- de balletjes moeten actief worden "teruggevist" als het stelsel niet afvoert naar een gemaal.

### Conclusie

Stuiterballen met huisnummer zijn ideaal in kleine gebieden met vrijvervalstelsels die afvoeren naar een gemaal.

## **6.7 Traceervloeistof**

### Voordelen

- geschikt voor tracering van specifiek(e) lozingstoestel(en)
- tracering mogelijk in zowel hemelwater- als vuilwaterstelsel
- goedkoop.

### Nadelen

- per dag per streng is een kleur vaak maar éénmaal bruikbaar (niet herhaalbaar)
- bewoners moeten aanwezig zijn (toegang tot lozingsapparaten)
- gebied moet pand voor pand worden nagelopen, wat "veel" tijd kost.

### Conclusie

Traceervloeistof is ideaal voor de controle van één lozingstoestel of aansluiting.

## **6.8 Droogijs**

Zie Hoofdstuk 5.

### Voordelen

- geschikt voor tracering van specifiek(e) lozingstoestel(en)
- tracering mogelijk in zowel hemelwater- als vuilwaterstelsel
- goedkoop
- herhaalbaar.

### Nadelen

- het vervoer en gebruik van droogijs is niet zonder risico's
- bewoners moeten aanwezig zijn (toegang tot lozingsapparaten)
- gebied moet pand voor pand worden nagelopen, wat "veel" tijd kost
- voor inspectie in verdrongen stelsels moet het aanwezige water worden weggepompt.

### Conclusie

Droogijs is ideaal in kleine gebieden met vrijverval- of deels verdrongen stelsels.

## **7 Conclusie**

Diverse methoden zijn beschikbaar voor het traceren van foutaansluitingen. Voor al deze technieken geldt dat de kosten hoger worden naarmate het te onderzoeken gebied groter is. Een belangrijke reductie van het onderzoeksgebied kan worden bereikt door toepassing van de ammoniummethode. De ammoniummethode is momenteel de goedkoopste en efficiëntste methode voor reductie van het onderzoeksgebied.