



BTO 2015.024 | Juni 2015

BTO rapport

De waarde van klantmeldingen

Alternatieve indicatoren voor
waterkwaliteitsproblemen

BTO

De waarde van klantmeldingen:

Alternatieve indicatoren voor waterkwaliteitsproblemen

BTO 2015.024 | Juni 2015

Opdrachtnummer

400554/093/003

Projectmanager

Stefan Kools

Opdrachtgever

BTO - Thematisch onderzoek - Nieuwe meetmethoden
en sensing

Kwaliteitsborger(s)

Mirjam Blokker

Auteur(s)

Ina Vertommen en Peter van Thienen

Verzonden aan

Dit rapport is verspreid onder BTO-participanten.
Een jaar na publicatie is het openbaar.

Jaar van publicatie
2015

Meer informatie

Msc, Ina Vertommen
T +31(0)611599514
E ina.vertommen@kwrwater.nl

Keywords

Waterkwaliteitsproblemen,
indicatoren, klantmeldingen,
statistische analyse

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl



BTO 2015.024 | Februari 2015 © KWR

Alle rechten voorbehouden.

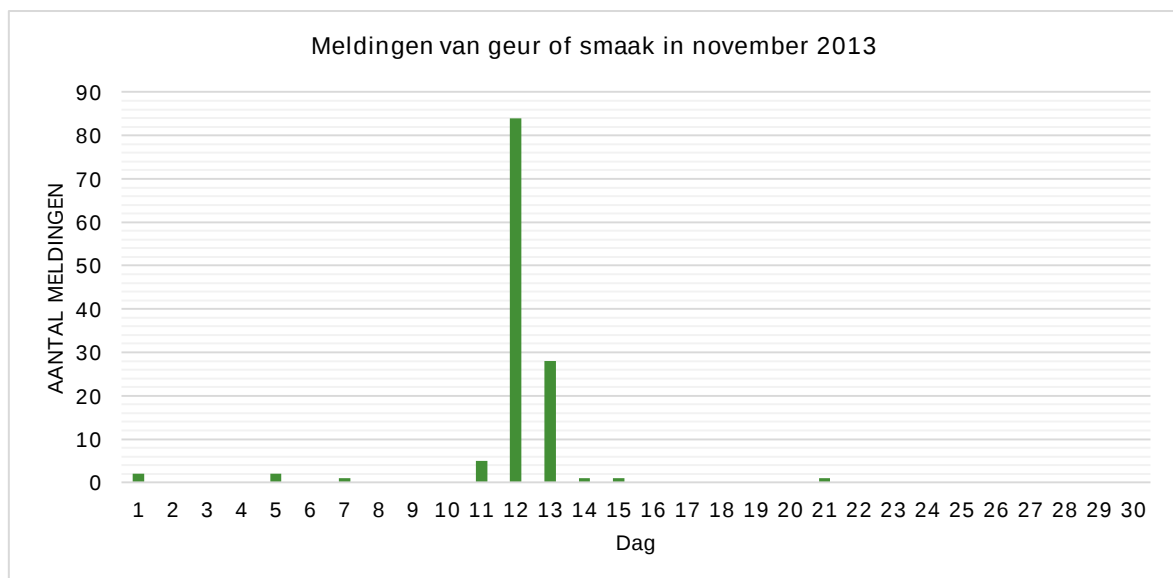
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

BTO Managementsamenvatting

Distributie- en kwaliteitsproblemen sneller detecteren door analyse van klantmeldingen

Auteur(s) Ina Vertommen, MSc en dr. Peter van Thienen

Klanten hebben hoge verwachtingen van de kwaliteit van drinkwater. Drinkwaterbedrijven zetten zich in om hun klanten tevredenstellen én veilig en gezond drinkwater leveren. Toch kunnen waterkwaliteitsproblemen voorkomen. In dergelijke situaties is het van belang zo snel mogelijk op de hoogte te zijn om de gevolgen te kunnen beperken. Naast metingen en labanalyses kunnen alternatieve indicatoren, zoals klantmeldingen, daarbij een belangrijke rol spelen. Klanten bevinden zich op alle punten van het netwerk, gebruiken meerdere keren per dag water, detecteren sommige wijzigingen in kwaliteit en doen daar spontaan melding van. Deze voordelen van klantmeldingen zetten aan om te onderzoeken wat de waarde en bruikbaarheid van klantmeldingen zijn als indicatoren van waterkwaliteitsproblemen. Een analyse van klantcontactgegevens van een Nederlands drinkwaterbedrijf toont een relatie tussen de frequentie en geografische distributie van meldingen en geregistreerde waterkwaliteitsincidenten, bepaalde storingen en kenmerken van het distributienet. Analyse van klantmeldingen biedt daarmee de mogelijkheid om acute en chronische problemen sneller te detecteren. Hierbij is bepaald hoe drempelwaarden voor ingrijpen kunnen worden vastgesteld. Dit onderzoek heeft een eerste aanzet opgeleverd voor de opzet van een nauwkeurige registratie van klantmeldingen, gericht op maximale informatieopbrengst over waterkwaliteitsproblemen en identificeert welke analyses nodig zijn om abnormale afwijkingen in waterkwaliteit sneller te constateren en op te sporen.



Een abnormaal aantal klantmeldingen komt overeen met een incident in een productiebedrijf, dat door metingen is geregistreerd op 12 november 2013. Een analyse van de frequentie van klantmeldingen had het mogelijk gemaakt dit incident al op 11 november te detecteren.

Belang: detectie van waterkwaliteitsproblemen

De tijdige detectie van waterkwaliteitsproblemen is van groot belang om negatieve gevolgen voor gezondheid en klanttevredenheid te beperken. Daarvoor zijn kosteneffectieve monitoringsplannen en technieken nodig. Klanten zijn daarbij ook een bron van waardevolle informatie, omdat zij bepaalde afwijkingen in het geleverde drinkwater op basis van helderheid, kleur, geur en smaak detecteren en bovendien vaak spontaan melden aan hun waterleverancier. Klanten leveren informatie uit alle punten van een distributienet, gebruiken regelmatig water en hun meldingen zijn bijna vrij van kosten. Nauwkeurige registratie en analyse van klantmeldingen kan daardoor een belangrijke rol spelen in de detectie van afwijkingen in waterkwaliteit of andere problemen in het distributienet en meerwaarde brengen voor de bedrijfsvoering.

Aanpak: literatuur, inventarisatie en analyse

Er is literatuuronderzoek gedaan naar de potentiële waarde van klantmeldingen in de detectie van waterkwaliteitsproblemen. Dit is gevolgd door de inventarisatie van aard en wijze van registratie van klantcontacten bij enkele drinkwaterbedrijven in Nederland. Vervolgens is er een statistische en geografische analyse van geregistreerde klantmeldingen uitgevoerd, waarbij is vastgesteld hoe drempelwaardes voor actie kunnen worden bepaald. Hiervoor is gebruikgemaakt van de gegevens van de participerende drinkwaterbedrijven.

Resultaten: duidelijke correlatie tussen klantmeldingen, incidenten en verklaringen

Uit de statistische en geografische analyse van klantmeldingen zijn waterkwaliteitsincidenten, gevoelige sectoren in het leveringsgebied en bepaalde kenmerken van het distributienet duidelijk te herkennen.

Als voorbeeld is een kwaliteitsincident in een productiebedrijf, dat is geregistreerd op

12 november 2013, te herkennen aan een plotse en drastische toename van de frequentie van klantmeldingen van geur en smaak aan het water. De analyse van klantmeldingen had het mogelijk gemaakt om dit incident een dag eerder te detecteren. Een ander voorbeeld is de bruinwatermeldingsdichtheid van de gemeente Bloemendaal, die bijna 5 keer hoger is dan het gemiddelde in andere gemeentes. Bloemendaal heeft relatief veel gietijzeren. De correlatie tussen meldingen en verklaringen toont bijvoorbeeld dat geur- of smaakproblemen sterk gerelateerd zijn aan storingen, werkzaamheden, restchloor en permeatie tussen leiding en grond. Klantmeldingsanalyses geven daarmee waardevolle informatie voor de bedrijfsvoering en het bepalen van onderhoudsplannen.

Implementatie: behandelingssysteem voor klantmeldingen

Om klantmeldingen te gebruiken als indicatoren van waterkwaliteitsproblemen is systematische registratie en analyse van deze meldingen nodig. Daarvoor is het belangrijk klanten aan te moedigen om bij hun drinkwaterbedrijf afwijkingen te melden en te zorgen dat daarvoor ook 24/7 een aanspreekpunt beschikbaar is. Deze meldingen moeten vervolgens op een zorgvuldige en uniforme wijze worden geregistreerd om ze eenvoudig en snel te kunnen gebruiken voor statistische en geografische analyses. Door de resultaten van deze analyses weer te geven op een kaart en in tabellen en grafieken wordt het eenvoudiger en overzichtelijker om waterkwaliteitsproblemen op te sporen en te interpreteren.

Rapport

Dit onderzoek is beschreven in rapport *De waarde van klantmeldingen - Alternatieve indicatoren voor waterkwaliteitsproblemen* (BTO-2015.024).

Jaar van publicatie
2015

Meer informatie

Msc, Ina Vertommen
T +31(0)611599514
E ina.vertommen@kwrwater.nl

Keywords

Waterkwaliteitsproblemen,
indicatoren, klantmeldingen,
statistische analyse

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl



BTO 2015.024 | Februari 2015 © KWR

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoud

Inhoud	1
1 Inleiding	3
1.1 Aanleiding	3
1.2 Doelstelling	4
1.3 Aanpak	4
1.4 Projectgroep	5
1.5 Leeswijzer	5
2 Literatuuronderzoek	6
2.1 Inleiding	6
2.2 Drinkwaterkwaliteit en besmettingsrisico's	6
2.3 Waterkwaliteitsproblemen geïdentificeerd door klantmeldingen	6
2.4 Klantmeldingen als alternatieve indicatoren	9
2.5 Statistische methoden	11
2.6 Conclusies	14
3 Datascan	15
3.1 Inleiding	15
3.2 Inventarisatie van aard en wijze van registratie van klantmeldingen	15
4 Data analyse en statistische onderbouwing	17
4.1 Inleiding	17
4.2 Summiere statistieken	17
4.3 Analyse van frequentie van meldingen en overschrijdingskansen	25
4.4 Relatie tussen meldingen en verklaringen	28
4.5 Geografische distributie van meldingen	33
4.6 Bruikbaarheid en evaluatie of het zinvol is klantmeldingen te stimuleren	37
5 Implementatie	39
5.1 Implementatie	39
6 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek	41
6.1 Vervolgstappen voor toekomstig onderzoek	41
7 Conclusies en aanbevelingen	43
7.1 Algemene conclusies	43
7.2 Aanbevelingen	44
8 Referenties	45

Bijlage I	47
• Aantal waterkwaliteitsmeldingen per maand voor de verschillende geregistreerde jaren	47
Algemene waterkwaliteitsmeldingen	47
Meldingen van bruin of troebel water	50
Meldingen van geur of smaak	54
Meldingen van wit water	57
Bijlage II	61
• Frequentiecurves per categorie	61
Bruin of troebel water	61
Geur of smaak	62
Wit water	64
Bijlage III	66
• Complete kruistabel tussen waterkwaliteitsmeldingen en verklaringen	66
Bijlage IV	67
• Registratie van klantmeldingen	67
Bijlage V	69
• Vragenlijst op klantcontactcentrum	69

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De beschikbaarheid van veilig en gezond drinkwater is essentieel voor de menselijke gezondheid en het welzijn. In ontwikkelde landen hebben klanten van waterbedrijven hoge verwachtingen met betrekking tot de continue levering van drinkwater, met adequate druk en uitstekende kwaliteit. Meer specifieke met betrekking tot waterkwaliteit, oordelen klanten het geleverde water op helderheid, kleur, geur en smaak. Wanneer deze eigenschappen niet aan de verwachtingen voldoen of van de norm afwijken, gaan klanten potentieel klagen. Veranderingen in smaak, geur, kleur en helderheid van het drinkwater zijn symptomen van wijzigingen in de samenstelling van het water of besmettingen met vreemde stoffen.

Waterbedrijven willen hun klanten tevreden stellen, en hun continu voorzien met drinkwater van hoge kwaliteit tegen redelijke kosten. Het risico op besmettingen confronteert waterbedrijven met de uitdaging en verantwoordelijkheid om met vreemde stoffen in bronnen en het geleverde water om te gaan. Dit zet aan om kosteneffectieve monitoringsplannen en technieken te ontwikkelen en gebruiken. In dit kader is het spoedig identificeren van leverings- of kwaliteitsproblemen een cruciaal aspect. Bemonstering en het gebruik van waterkwaliteitssensoren zijn de bekendste aanpakken voor dit aspect. Een “all-inclusive” waterkwaliteitssensor lijkt ideaal (States, Scheuring et al. 2003). Echter bestaat een dergelijke waterkwaliteitssensor nog niet en geen enkele sensor kan alle mogelijke stoffen die het drinkwater kunnen besmetten detecteren. Bovendien vereist het gebruik van waterkwaliteitssensoren hun aankoop, installatie, kalibratie en onderhoud. Hun aanwezigheid in het distributienet is dan ook vooralsnog beperkt en kosten kunnen enorm hoog zijn. Daarnaast is bemonstering geografisch en in de tijd ook sterk discontinu.

Het distributienet heeft echter een andere latente monitoringsbron: de klanten. Klantmeldingen verstrekken nuttige informatie aan waterbedrijven, zoals leidingbreuken, verlies aan water en/of druk, wijzigingen in temperatuur, kleur, helderheid, geur en smaak van het geleverde drinkwater. Deze meldingen kunnen als indicatoren dienen voor besmettingen of andere problemen in het distributienet, en bevatten potentie om monitoringsystemen aan te vullen en te verbeteren: klanten bevinden zich namelijk op alle punten van het netwerk, gebruiken water meerdere keren op een dag, het hele jaar rond, en hun feedback komt zonder kosten (afgezien van die van het callcenter van het waterbedrijf). In feite kunnen klanten optreden als goedkope en real-time waterkwaliteitssensoren. De huidige stand van technologie maakt het ook mogelijk om eenvoudig en snel afwijkingen te melden. Klanten kunnen gebruik maken van de telefoon, e-mail, Sms-berichten, twitter, of andere sociale media, om meldingen te doen bij hun waterleverancier. Een mooi voorbeeld hiervan is het project “The Human Sensor” (Worm and Levelt 2014), waarin real-time informatie over storingen in het distributienet, klantmeldingen aan het waterbedrijf (per telefoon, e-mail, post, etc.) en gefilterde berichten op twitter geografisch worden weergegeven op een kaart. De implementatie van dit project heeft opgeleverd dat er minder tijd nodig is om gegevens te verwerken en dat door de gecentraliseerde en op kaart weergegeven informatie de communicatie tussen klanten, callcenters en technicus verbeterd is. Zo is de duur van de telefoongespreken tussen klant en callcenter met 50% gedaald (geldt alleen voor gesprekken die gaan over storingen/lekken/kwaliteit- en drukklachten ~ 6% van het aantal telefoontjes).

Klantmeldingen zijn op zich niet voldoende om problemen in het distributienetwerk te identificeren. Meldingen zijn gebonden aan subjectiviteit die vooringenomenheid kan induceren in een dergelijke analyse. Toch is informatie uit klantmeldingen, in combinatie met een geschikte statistische analyse, waardevol om waterbedrijven snel te helpen reageren op storingen en waterkwaliteitsproblemen, en om kwetsbare of verslechterde sectoren in het distributienet te identificeren. Dergelijke informatie kan verder worden gebruikt om beter gerichte monitoringsplannen, inclusief bemonstering en locatie van waterkwaliteitssensoren te bepalen.

1.2 Doelstelling

De doelstelling voor het huidige project was om:

- een overzicht te krijgen van bruikbare alternatieve indicatoren zoals meldingen van klanten met betrekking tot waterkwaliteit en sensormetingen;
- de waarde van alternatieve indicatoren in brede zin als functie van het aantal en verspreiding bepalen met behulp van een statistische model, zodanig dat de kans dat er daadwerkelijk iets aan de hand is geschat is op basis van het aantal binnengekomen meldingen;
- aanbevelingen te maken om de bruikbaarheid van alternatieve indicatoren te vergroten en voor implementatie van de opbrengsten in de bedrijfstak.

1.3 Aanpak

Om de waarde van alternatieve indicatoren voor waterkwaliteitsproblemen te onderzoeken is de volgende benadering gevolgd:

1. **Focus op klantmeldingen:** meerdere alternatieve indicatoren voor waterkwaliteitsproblemen kunnen in aanmerking komen, zoals onder andere twitterberichten, heatmapping, verkoop van medicijnen en bezoek aan artsen. De betrouwbaarheid van deze indicatoren is echter minder evident en onderzoek daarnaar vereist een extra inspanning. Samen met de projectgroep is besloten om het huidige project te richten op klantmeldingen, waarvan wordt verwacht dat deze in eerste instantie tot snellere en meer toepasbare resultaten kunnen leiden;
2. **Literatuurstudie:** in de literatuurstudie is gezocht naar de potentiële waarde en bruikbaarheid van klantmeldingen als indicatoren voor waterkwaliteit, en hoe de huidige stand van zaken is in dit onderwerp. De bevindingen uit deze literatuurstudie geven aanzet voor een beter gericht vervolg van het project;
3. **Datascan:** de datascan bestaat uit de inventarisatie en categorisatie van aard en wijze van registratie van alternatieve indicatoren van waterkwaliteitsproblemen bij verschillende waterbedrijven. Deze datascan is belangrijk om een overzicht te krijgen over hoe klantmeldingen worden geregistreerd en gebruikt, welke informatie eruit te verkrijgen is, en of er ruimte is om deze aan te passen en te verbeteren;
4. **Statistische onderbouwing:** voor de uiteindelijke toepassing van alternatieve indicatoren is alleen real-time data interessant. Echter, moeten eerst achtergrondcondities worden bepaald door een analyse van historische data. De volgende punten zijn onderzocht, uitgaande van de PWN-data van technische klantcontacten en de prioritering van de projectgroep:
 - a. **Type waterkwaliteitsmeldingen en summiere statistieken:** hierin is gekeken naar de categorisering van meldingen en in welke mate bepaalde meldingen voorkomen. Voor de meest voorkomende meldingen is er verder gekeken of deze variaties kennen over de tijd en over de verschillende leveringsgebieden van PWN;

- b. **Frequentie van waterkwaliteitsmeldingen en overschrijdingskansen:** hierin is gekeken naar de frequentie waarin bepaalde meldingen voorkomen en zijn er overschrijdingscurves uitgerekend. Deze analyse is een basis om abnormale gebeurtenissen op een objectieve wijze te identificeren;
 - c. **Relatie tussen meldingen en geïdentificeerde problemen/verklaringen:** hierin is gekeken of de verschillende meldingen gerelateerd zijn aan bepaalde problemen, en of deze relatie statistisch significant is.
 - d. **Geografische distributie van waterkwaliteitsmeldingen:** hierin is gekeken naar de distributie van de meest voorkomende meldingen over de verschillende gemeentes van het leveringsgebied van PWN en is er gekeken of hier duidelijke afwijkingen in te onderscheiden zijn.
5. **Bruikbaarheid en aanbevelingen:** de resultaten van de datascan en statistische analyse dienen inzicht te geven in de bruikbaarheid en waarde van klantmeldingen als alternatieve indicatoren voor waterkwaliteit en of het zinvol is deze te stimuleren, registreren en analyseren door de drinkwaterbedrijven. Daarnaast zijn op basis van de resultaten aanbevelingen opgesteld voor de registratie van klantmeldingen om zo goed mogelijk real-time data te generen.

1.4 Projectgroep

Door zowel KWR als de deelnemende drinkwaterbedrijven is erkend dat klantmeldingen waarde krijgen wanneer ze geregistreerd en geanalyseerd worden. De projectgroep bestond uit de volgende externe partijen:

- Jurjen den Besten namens Oasen;
- Henk van Duist namens PWN;
- Bendert de Graaf namens Vitens;
- Ignaz Worm namens PWN (tot januari 2015).

Deze projectgroep heeft een belangrijke rol gespeeld in het bepalen van richtingen en keuzen voor het leiden van het onderzoek. Zo is bijvoorbeeld afgesproken om alternatieve indicatoren buiten klantmeldingen niet in aanmerking te nemen in dit project. De externe partijen hebben ook gezorgd voor het verzamelen en delen van de benodigde klantcontactgegevens voor het uitvoeren van dit project.

Buiten de projectgroep hebben ook Marcel Wielinga, Bas Boers en Peter Schaap, namens PWN, belangrijke toelichtingen verzorgd over de gegevens van klantmeldingen, interpretatie van de verkregen resultaten en interessante ontwikkeling voor de toekomst.

1.5 Leeswijzer

Allereerst biedt dit rapport in hoofdstuk 2 een literatuuronderzoek over waterkwaliteitsproblemen, hoe mensen verschillende wijzigingen aan het water kunnen detecteren, en hoe meldingen daarvan nuttige informatie bevatten voor de drinkwaterbedrijven. In hoofdstuk 3 worden de bevindingen uit de datascan met betrekking tot de inventarisatie van aard en wijze van registratie van klantmeldingen bij verschillende waterbedrijven beschreven. Vervolgens wordt een statistische analyse van klantmeldingen van een waterbedrijf behandeld in hoofdstuk 4, welke ook inzicht biedt op de bruikbaarheid van klantmeldingen. In hoofdstuk 5 volgen ideeën voor vervolgonderzoek en implementatie. Ten slotte volgen in hoofdstuk 6 de conclusies en aanbevelingen.

2 Literatuuronderzoek

2.1 Inleiding

Als eerste stap is een wetenschappelijk literatuurstudie uitgevoerd. Waterkwaliteit, waterkwaliteitsproblemen, watergedragen vreemde stoffen, epidemieën en hun gevolgen voor de volksgezondheid, zijn onderwerpen die vrij veel voorkomen in de wetenschappelijke literatuur. Daarentegen is literatuur met betrekking tot de statistische analyse van klantmeldingen en hun mogelijke toepassing als alternatieve indicatoren voor waterkwaliteit redelijk schaars. Klantmeldingen worden wel herkend als potentiële meerwaarde voor dit soort problematiek en verdere ontwikkelingen op dit vlak worden verwelkomd.

2.2 Drinkwaterkwaliteit en besmettingsrisico's

Leveringsstoringen en waterkwaliteitsproblemen kunnen optreden als gevolg van verschillende factoren: factoren die inherent zijn aan het watervoorzieningssysteem zelf, zoals wijzigingen in het behandelproces, de productielocatie, of in de bron, veroudering van componenten van het leidingnetwerk, spui- en saneringsacties; of externe factoren zoals onopzettelijke of opzettelijke besmetting met vreemde stoffen. Deze problemen kunnen geleidelijk optreden over een langere termijn, of kunnen abrupt optreden. De spoed in het ondernemen van acties is afhankelijk van de ernst van het probleem en risico op gevolgen voor de gezondheid.

Wat betreft drinkwaterkwaliteit komt de onopzettelijke besmetting van drinkwater vaak voor als gevolg van een lekkage van stoffen in de drinkwaterbronnen die afkomstig zijn van de industrie, landbouw, of huishoudens, die niet voldoende in de zuiveringsinstallatie worden verwijderd. Veel van deze stoffen zijn reeds bekend, en methoden voor hun identificatie en verwijdering zijn vastgesteld. Recente ontwikkelingen in de analytische chemie hebben geleid tot de detectie van verschillende opkomende stoffen in drinkwater, waarvan toxicologische informatie vaak nog niet beschikbaar is. Dit leidt tot de vraag of de gedetecteerde concentraties gevolgen kunnen hebben voor de gezondheid, en veroorzaakt bezorgdheid bij waterbedrijven en klanten (Houtman 2010; Schriks, Heringa et al. 2010; Lapworth, Baran et al. 2012).

Opzettelijke besmettingen, met inbegrip van terreuraanslagen, zijn een groeiende zorg sinds de aanslagen van 11 september 2001. Verschillende overheden en gezondheidsdiensten hebben reeds hun bezorgdheid geuit over mogelijke terroristische intenties om drinkwater te besmetten, door chemische of biologische contaminanten te introduceren op productielocaties of in het distributienet (Barthell, Cordell et al. 2002; States, Scheuring et al. 2003; Whelton 2003).

2.3 Waterkwaliteitsproblemen geïdentificeerd door klantmeldingen

2.3.1 Waarneembare veranderingen in waterkwaliteit

Klanten zijn in staat om sommige vreemde stoffen te zien, proeven of ruiken, voordat deze concentraties bereiken die gevolgen hebben voor de gezondheid. Tabel 1 bevat enkele voorbeelden van veranderingen in troebelheid, kleur, geur en smaak van drinkwater veroorzaakt door de aanwezigheid van vreemde stoffen. Als voorbeeld kunnen klantmeldingen over toegenomen troebelheid en kleur, gepaard met een scherpe geur, wijzen op een mogelijke besmetting van het drinkwater met olie.

TABEL 1. WAARNEEMBARE VERANDERINGEN IN TROEBELHEID, KLEUR, GEUR EN SMAAK, DIE KUNNEN WIJZEN OP DE AANWEZIGHEID VAN VREEMDE STOFFEN (WHELTON 2003; WHELTON, DIETRICH ET AL. 2004).

Waarneembare veranderingen				Mogelijke aanwezigheid van
Troebelheid	Kleur	Geur	Smaak	
Nee	Kleurloos	Peper	Scherp, metaal	Cyanogeenchloride
Nee	Kleurloos	Ester	Nee	Diazinon (insecticide)
Nee	Kleurloos	Scherp, prikkelend, irriterend	Zout, zeep	Fluoride
Nee	Kleurloos	Chloor	Adstringent	Chloor
Nee	Kleurloos	Amandel, perzikpitten	Bitter, metaal	Waterstofcyanide
Nee	Geel	mercaptaan, knoflook	Nee	Malathion (insecticide)
Nee	Kleurloos	Amandel, perzikpitten	Bitter, metaal	Kwikchloride
Ja	Kleurloos	Mottenballen	Nee	Naftaleen
Nee	Kleurloos	Vis	Vis	Stikstofmosterd
Ja	Kleurloos	Rotte ui, knoflook	Nee	Parathion (pesticide)
Ja	Varieert	Scherp, koolwaterstof	Nee	Petroleumproducten
Ja	Bruin	Septisch	Zout	rioolwater
Nee	Kleurloos	Fruit, kamfer	Niet gerapporteerd	Soman
Ja	Licht geel	Knoflook, mosterd	Niet gerapporteerd	Zwavelmosterd

In andere gevallen zijn klanten niet in staat om wijzigingen in hun drinkwater te detecteren, maar krijgen gezondheidsproblemen door het drinken van besmet water. Het drinken van besmet water veroorzaakt vaak gelijktijdige gezondheidsklachten bij een aanzienlijke aantal klanten die voorzien worden door hetzelfde distributienet. Tabel 2 bevat enkele voorbeelden van symptomen veroorzaakt door het drinken van chemisch of biologisch besmet water.

TABEL 2. SYMPTOMEN VEROORZAAKT DOOR HET DRINKEN VAN BESMET WATER (WHELTON 2003; WHELTON, DIETRICH ET AL. 2004)

Symptomen	Mogelijke besmetting
Misselijkheid, braken, obstructie van luchtwegen, beroerte	Aldicarb (pesticide)
Convulsies, diepe depressie, degeneratieve veranderingen in de lever	Chlordane (insecticide)

Misselijkheid, braken, koliek, diarree, huidirritatie, hoofdpijn, wazig zicht, trillen	Chloropicrin (insecticide, fungicide)
Misselijkheid, diarree, maagkrampen	<i>Cryptosporidium parvum</i>
Irritatie van huid en luchtwegen	Cyanazine (herbicide)
Diarree, buikpijn, bloederige ontlasting	<i>E. coli</i> 0157:H7
Misselijkheid, diarree, opgeblazen gevoel, hoofdpijn, maagkrampen, gewichtsverlies	<i>Giardia lamblia</i>
Misselijkheid, braken, donkere urine, verlies van eetlust, koorts, gele verkleuring van de huid	Hepatitis A
Misselijkheid, braken, diarree, koorts	Norwalkvirus
Braken, diarree	<i>Salmonella typhimurium</i>
Diarree, snelle uitdroging	<i>Vibrio cholerae</i>

2.3.2 Historische gevallen

Een groot aantal drinkwaterbesmettingsgevallen, meerdere met gevolgen voor de volksgezondheid, is gerapporteerd in de literatuur. In sommige gevallen waren de eigenschappen van het drinkwater veranderd door vreemde stoffen, en werden deze ontdekt en gemeld door klanten. Deze meldingen dienden als waardevolle waarschuwingen om de gevolgen van de besmettingen te beperken. Hieronder worden enkele gevallen kort beschreven.

TABEL 3. OVERZICHT VAN ENKELE HISTORISCHE DRINKWATERBESMETTINGSGEVALLEN GEVORRELEERD MET MELDINGEN VAN KLANTEN.

Wanneer?	Waar?	Wat?	Referentie
1980	Staat Washington (Verenigde Staten)	Klanten meldden een kerosine-insecticidegeur en -smaak, en een melkachtig kleur van het drinkwater. Sommige klanten hadden ook gezondheidsklachten zoals misselijkheid, diarree, hoofdpijn en irritatie van huid en ogen. Met gebruik van informatie over de locatie van de klanten met klachten werden de nodige afsluiters in het distributienet gesloten om de verdere verspreiding van de besmetting te beperken. Nader onderzoek wees uit dat het drinkwater besmet was met pesticiden door een terugstroming via een brandkraan.	(Whelton, Dietrich et al. 2004)
1980	Illinois (Verenigde Staten)	Klanten melden een benzine-achtige geur in het drinkwater. Het werd snel ontdekt dat er brandstof van een nabijgelegen bedrijf in de grond was gelekt. Het aardolieproduct was door de plastic leidingen gedrongen en had het water besmet.	(Whelton, Dietrich et al. 2004)
1986	Connecticut (Verenigde Staten)	Het water van een distributienet dat 127 huishoudens in Connecticut (Verenigde Staten) diende werd besmet met hexafluorkiezelzuur. De besmetting werd veroorzaakt door een overmatige introductie van de stof via een klep die per ongeluk was opengelaten in de zuiveringsinstallatie. Klanten meldden een abnormaal	(Petersen, Denis et al. 1988)

1993	Milwaukee, Wisconsin (Verenigde Staten)	smakend water, met blauwe verkleuring bij contact met zeep, en symptomen van gastro-enteritis en huiduitslag. Het waterbedrijf heeft uiteindelijk de leiding gespoeld. Dit was een van de grootste incidenten met besmet water. Consumenten klaagden over abnormale smaak, geur, troebelheid en kleur van het drinkwater, en meldden ook nog gezondheidsklachten zoals diarree. Twee weken later werd er een uitbraak van de pathogeen <i>Cryptosporidium</i> ontdekt. De besmetting werd overgebracht via het distributienet, en ongeveer 400 000 mensen werden ziek. Indien klantmeldingen met meer aandacht en zorg zouden zijn behandeld, dan zou de uitbraak misschien eerder geïdentificeerd zijn geweest, het verspreiden van de infectie beperkt en minder mensen zouden zijn getroffen.	(Mac Kenzie, Hoxie et al. 1994)
1995	Fife (Schotland)	Consumenten meldden verkleurd drinkwater, en een paar dagen later ook gastro-enteritis. Het geleverde water was besmet door een lokale groenteverwerkende industrie. Nader onderzoek wees op een besmetting met <i>Campylobacter</i> en <i>E. Coli</i> .	(Jones and Roworth 1996)
2002	Barcelona (Spanje)	Het waterbedrijf ontving meerdere klantmeldingen van een aardbei-achtig geur aan het drinkwater. Diacetyl werd geïdentificeerd als de oorzaak van de geur. De locaties van de klantmeldingen werden gebruikt om de bron van contaminatie te ontdekken.	(Martín-Alonso, Devesa et al. 2007)
2003	Zuid-Amerika	Consumenten van een grote distributiesysteem meldden een intense en vieze geur aan het drinkwater, omschreven als olijfvast. Het waterbedrijf besloot om de levering tijdelijk te onderbreken. Later onderzoek onthulde de aanwezigheid van toxische stoffen in het drinkwater die ontstaan waren door een chemische lekkage uit een plastic industrie.	(Bruchet, Hochereau et al. 2007)
2007	Wuxi (China)	Het waterbedrijf kreeg verschillende klantmeldingen in verband met een vieze geur en een geelachtige kleur van het drinkwater. Het waterbedrijf nam noodmaatregelen om het water te analyseren en te behandelen. Het water in het Taihumeer, de bron van het drinkwater, bleek bruin te zijn en een sterke en vieze geur te hebben. Meer uitgebreide analyses toonden een hoge concentratie van vluchtige organische stoffen aan. Deze stoffen werden vrijgegeven door de ontleding van een abnormale hoeveelheid cyanobacteriën. Het afsterven van deze bacteriën werd waarschijnlijk veroorzaakt door een combinatie van warm en droog weer, samen met een nutriëntverrijking van het water veroorzaakt door industriële vervuiling.	(Zhang, Chen et al. 2010).

2.4 Klantmeldingen als alternatieve indicatoren

Drinkwatervoorziening en drinkwaterkwaliteitsproblemen hebben in de afgelopen jaren de aandacht getrokken van verschillende onderzoekers. Met betrekking tot drinkwaterkwaliteit richt het merendeel van het uitgevoerde onderzoek zich op de identificatie van vreemde

stoffen, hun relatie met de esthetische eigenschappen van het drinkwater, effecten op de gezondheid, en methoden voor hun verwijdering. De potentiële waarde van klantmeldingen is erkend, maar hun nut als indicatoren voor drinkwaterkwaliteitsproblemen is nog nauwelijks ontwikkeld.

Tang *et al.* (2013) identificeren een verband tussen verschillende drinkwaterincidenten en een gebrek aan duidelijke en efficiënte rapportagekanalen om klantmeldingen te ontvangen, bij te houden en te interpreteren. Dit gebrek leidt tot vertragingen van de reactie op beheersing van de besmetting, waardoor het risico op gevolgen op de gezondheid en klanttevredenheid toeneemt. Tijdige reacties zijn van essentieel belang om drinkwaterproblemen te beperken en voor het minimaliseren van mogelijke schade en negatieve gevolgen hiervan. De auteurs stellen daarom voor om de robuustheid van drinkwatersystemen m.b.t. incidentenrisico's te verhogen door klantmeldingen beter te gebruiken.

Het concept van consumenten als drinkwaterkwaliteitsbewakers en de integratie van hun meldingen in waarschuwingssystemen tegen besmettingen wordt vermeld als een van de te ontwikkelen thema's in toekomstig onderzoek in verband met veilig drinkwater en menselijke gezondheid (Dietrich 2006). Door Whelton (2003) zijn er interessante richtlijnen beschreven om de controle van drinkwaterkwaliteit te verbeteren door het gebruik van klantmeldingen. Naast andere aspecten suggereren deze richtlijnen de vaststelling van procedures voor de afhandeling van klantmeldingen, de oprichting van een uitgebreide gegevensbank (nuttig voor de identificatie van chronische problemen en gevoelige locaties in het distributienet), de visuele weergave van de gegevens door middel van grafieken, kaarten en tabellen, en het signaleren van klachten die gezondheidssymptomen veroorzaken. McGuire *et al.* (2005) ontwikkelden een eenvoudig en praktisch beslisschema, samengesteld uit een aantal strategisch geordende vragen, om de waterbedrijven te helpen bij het registreren van klantmeldingen, het bepalen van de mogelijke oorzaken van het geïdentificeerde probleem, en het bepalen van de beste procedures om de klacht te behandelen en te zoeken naar oplossingen.

Met een iets minder brede doelstelling dan de voorgenoemde auteurs is ook in Nederland al gesproken over de waarde van klantmeldingen. Uit onderzoek is geconcludeerd dat het aantal waterkwaliteitsklachten in veel gevallen goed overeen komt met de mate van netvervuiling (Koning 2000). Klantmeldingen zijn daarom gezien als een belangrijke informatiebron voor het bepalen van schoonmaakacties, en voor het sturen van bedrijfsprocessen. Het belang van een goede registratie (juiste informatie, volledig en uniform) als basis voor het gebruik van klantmeldingen wordt benadrukt.

Om het voornaamste doel van een monitoringsysteem te bereiken, namelijk de vroegtijdige detectie van vreemde stoffen en besmettingen in het distributienet, moeten er naast deze voorgenoemde richtlijnen ook adequate statistische instrumenten toegepast worden. De analyse van klantmeldingen zelf lijkt nog onderontwikkeld, zowel in de literatuur als in de hedendaagse praktijk. De analyse van klantmeldingen is echter zeer belangrijk, zeker ten opzichte van hun subjectieve aard.

Ten eerste zijn de verwachtingen van klanten en hun perceptie over de veiligheid en kwaliteit van het drinkwater mogelijk anders dan de perceptie van de bedrijven zelf (Kirmeyer, Friedman et al. 2000). Bijvoorbeeld kan een bepaalde resterende concentratie van een ontsmettingsmiddel als aanvaardbaar beschouwd worden door het bedrijf, maar als overmatig beschouwd worden door de klant. Het is daarom belangrijk voor waterbedrijven om hun prioriteiten deels af te stemmen op de verwachtingen van klanten, om hun

tevredenheid over het geleverde water te behouden. Om dit te bereiken is het nodig om controle en onderhoudsacties, gekoppeld aan factoren die bijdragen aan het waargenomen risico door klanten, goed te identificeren en prioriteren (Francisque, Rodriguez et al. 2011). Ten tweede kennen klanten verschillende sensorische drempelwaarden – sommige mensen zijn gevoeliger dan anderen voor verandering van geur of smaak van het water (Lin 1977). Tabel 4 geeft enkele voorbeelden van vreemde stoffen en de geurconcentratiedrempelwaarden die tot hun detectie kunnen leiden. Bijvoorbeeld, gemiddeld detecteert men aceton in het drinkwater wanneer die een concentratie van 24.3 ppm heeft. Sommige mensen kunnen de geur al vanaf een concentratie van 5.07 ppm detecteren, terwijl anderen die pas detecteren als de waarde 81.2 ppm is. Drempelwaarden voor geur en smaak zijn ook sterk afhankelijk van de temperatuur, pH en ionen in het water. Een meer uitgebreide analyse van de manier waarop drempelwaarden worden berekend en hun statistische interpretatie kan worden gevonden in (Bruchet, Hochereau et al. 2007; Hruđey and Hadler 2007).

TABEL 4. GEURCONCENTRATIEDREMPELWAARDEN VOOR MENSEN VOOR VERSCHILLENDE VREEMDE STOFFEN IN DRINKWATER (LIN 1977).

Stof	Geurconcentratiedrempelwaarden (ppm)	
	Gemiddeld	Variantie
Aceton	24.3	5.07 – 81.2
Aërosol OT (emulgator)	14.6	
Benzine	31.1	0.84 – 53.6
Gedeodoriseerde kerosine	0.082	
Dimethylamine	23.2	0.01 – 42.5
Endrin (pesticide)	0.009	
Formaldehyde	49.9	0.8 – 102
Lindaan (pesticide)	0.33	
Parathion puur (pesticide)	0.036	
Petrochemische afval	-	15-100 (ppb)
Fenol	5.9	0.016 – 4.3
Waterstoffen	-	25-50 (ppb)
Sulfoxide	0.091	

Ten derde bestaat er het risico op valse meldingen. Dit brengt een uitdaging voor de integratie van klantmeldingen in monitoringssystemen, die gewenst zijn om efficiënt op lange termijn te functioneren, zonder waterbedrijven te overbelasten.

Deze redenen geven aan dat om klantmeldingen volledig te integreren in monitoringssystemen, het nodig is om hun significantie en omvang te interpreteren door de juiste statistische middelen en mathematische modellen toe te passen. De behoefte aan meer kennis over o.a. de significantie van meldingen, hun verdeling en hun frequentie maakt duidelijk dat de statistische analyse van klantmeldingen meerwaarde biedt.

2.5 Statistische methoden

Met betrekking tot statistische methoden is een benadering de bepaling van het aantal meldingen dat nodig is om een werkelijk probleem te identificeren. Dit kritische aantal meldingen is afhankelijk van het probleem zelf en hoe regelmatig het voorkomt. Als er bijvoorbeeld regelmatig meldingen zijn van hard water, is er een heel groot aantal meldingen van hard water nodig om het als een probleem (afwijking van de normale situatie) te onderkennen. Daarentegen als er een heel ongewone melding is, zal die snel aangezien

worden als een indicatie van een probleem. Dit betekent dat het nodig is om de norm te kennen om een abnormale gebeurtenis te kunnen identificeren. De mate van afwijking van de gebeurtenis kan als indicatie dienen om de nodige urgentie in reactie en maatregelen te bepalen. De analyse van de frequentie van meldingen in een historische context is van belang om de betekenis en mogelijke ernst van meldingen te begrijpen. Een mogelijkheid benadering hiervoor is die gebruikt door Gallagher en Dietrich (2014). Deze auteurs stellen voor om de diversiteit en frequentie van meldingen te gebruiken als indicatoren van kwaliteitsproblemen. Daarvoor benadrukken ze het belang om “typische” en “achtergrond” condities van meldingen te definiëren, zodat deze effectief gebruikt kunnen worden als korte- en langetermijnindicatoren van waterkwaliteit.

De auteurs hebben meldingen van zes verschillende bedrijven in de Verenigde Staten geanalyseerd. De eerste stap van de analyse bestond uit het categoriseren van meldingen op basis van de volgende beschrijvingen:

- Visueel:
 - melkachtig;
 - gekleurd;
 - vliezig/wazig;
 - deeltjes;
 - roestig;
 - anders.
- Smaak (op basis van de *Taste and Odor Wheel Standard Method 2170* (Khiari, Barrett et al. 2002)):
 - zoet;
 - bitter;
 - zout;
 - zuur.
- Geur (op basis van de *Taste and Odor Wheel Standard Method 2170* (Khiari, Barrett et al. 2002)):
 - metaal;
 - muf en/of aarde;
 - septisch en/of zwavel;
 - chemische en/of medicijnen;
 - chloor en/of bleekmiddel;
 - benzine.
- Ziektesymptomen;
- Anders.

De volgende stap bestond uit de berekening van diverse statistieken voor elk bedrijf, dag van de week, seizoen en het totale aantal meldingen. Met wat betreft de statistieken werd er gekeken naar de lag-1 autocorrelatie (mate waarin het aantal meldingen op een dag gerelateerd is met het aantal meldingen op de volgende dag) en het totale aantal meldingen in verschillende tijdspannen. De analyse van de lag-1 autocorrelatie werd uitgevoerd om te bepalen of de meldingen van een dag gebruikt kunnen worden om de meldingen van de volgende dag te voorspellen. De verkregen resultaten verschilden aanzienlijk voor de diverse bedrijven, waardoor het moeilijk was om algemene conclusies te trekken over deze statistiek.

Van het totaal aantal meldingen per dag (weekdag), week en per 4 weken, werden empirische cumulatieve verdelingsfuncties (CVF) en overschrijdingskansen bepaald. De vorm van de verkregen CVF was specifiek voor elk bedrijf, wat aangeeft dat er specifieke klachtpatronen bestonden. Over het algemeen bleek uit de verkregen resultaten dat wanneer

langere perioden worden geanalyseerd het aantal meldingen bij een bepaalde overschrijdingskans hoger is, zoals verwacht was.

De analyse van de diversiteit van meldingen werd gedaan door middel van een aanpassing van de Shannon-index. Deze index wordt vaak gebruikt door ecologen om de diversiteit van soorten op een bepaalde locatie te meten. De diversiteit van meldingen kan belangrijk zijn om significante veranderingen in waterkwaliteit te bepalen: een grote diversiteit betekent dat een groot aantal descriptoren worden gebruikt en er geen duidelijk patroon is, terwijl een lage diversiteit betekent dat meldingen consistent zijn, wat een significante verandering in de waterkwaliteit kan suggereren. De Shannon-index werd op dagbasis berekend. Resultaten waren verschillend voor de diverse bedrijven. Bij één bedrijf nam de diversiteit toe met de frequentie van meldingen, en dus was het niet mogelijk om de verschillende meldingen aan dezelfde oorzaak toe te schrijven. Voor een ander bedrijf waren ook de gerapporteerde beschrijvingen van waterkwaliteitsproblemen erg vergelijkbaar wanneer meldingen een frequentie van 7 meldingen per dag bereikten. Deze combinatie van hogere frequenties met een lagere diversiteit viel samen met een geïdentificeerd probleem. Op basis daarvan suggereren de auteurs dat de combinatie van een hoge frequentie en lage diversiteit van meldingen kan worden gebruikt als indicator van waterkwaliteitsproblemen.

Een ander benadering bevindt zich op het ruimtelijke of geografische vlak. De geografische distributie van klantmeldingen en de detectie van clusters, bijvoorbeeld, zijn cruciale vragen. De analyse van de geografische distributie van meldingen over het netwerk biedt bedrijven informatie over de bron van verontreiniging, en identificatie van gevoeliger delen van het netwerk, die meer kans hebben op problemen. Dergelijke informatie is niet alleen nuttig om betere beslissingen te nemen over welke delen van het netwerk te sluiten om de blootstellingen van consumenten aan verontreinigd water te minimaliseren, maar ook om gebieden te identificeren die mogelijk onderhoud behoeven.

Een eerste voorbeeld van deze soort benadering is die van Proulx et al. (2007), en is gericht op de identificatie van sectoren die behoefte hebben aan onderhoud, op basis van de geografische verspreiding van klantmeldingen en enquête-informatie. De voorgestelde methode is toegepast op een groot distributiesysteem in Québec, Canada, met relatief lange verblijftijden. Informatie van klantmeldingen geregistreerd over een periode van drie jaar, en informatie verkregen door waterkwaliteitsenquêtes, werden samen geanalyseerd met behulp van een geografisch informatiesysteem. Het geleverde gebied werd opgedeeld in verschillende geografische secties, met vergelijkbare aantallen inwoners. Elke sectie werd vervolgens gekarakteriseerd met behulp van verschillende waterkwaliteitscriteria opgehaald uit de geregistreerde klantmeldingen (kleur, smaak en geur) en enquêtes (tevredenheid over kleur, smaak, geur en algemene organoleptische kwaliteit). Een multi-criteria analyse werd toegepast om de gevoeligste secties vast te stellen: een panel van deskundigen rangschikte de verschillende criteria naar relatief belang, en bepaalde zo voor ieder een proportioneel gewicht (verhouding). De prestatie van elk criterium werd voor elk van de secties bepaald. Op basis van deze prestaties, verhoudingen tussen criteria en drie drempelwaarden (voorkeur, onverschilligheid en veto), werden de secties met elkaar vergeleken en geclassificeerd van meest naar minst gevoelig voor waterkwaliteitsproblemen. De auteurs stellen voor om zo geïdentificeerde gevoelige sectoren beter te onderhouden, en zijn er van overtuigd dat de toepassing van de voorgestelde benadering kan bijdragen aan het vaststellen van een betere en meer effectieve onderhoudsplanung vast te stellen.

Andere benaderingen beschreven in de literatuur zijn meer gericht op de zogenaamde *backtrace* algoritmen en zijn ontwikkeld voor het gebruik van signalen van sensoren, niet van klantmeldingen. Een voorbeeld hiervan is beschreven in Propato *et al.* (2010). Een

methode in twee stappen is voorgesteld om de door sensoren gedetecteerde concentraties te gebruiken om besmettingsbronnen te identificeren in het distributienet. De eerste stap van de methode is een lineair input/output-model, waarin concentraties waargenomen door sensoren de uitvoervariabelen zijn, en de potentiële bronlocaties de invoervariabelen. De oplossing van het probleem is de vector van bronlocaties dat de sensorsignalen kunnen verklaren. Aangezien het aantal sensoren aanzienlijk minder is dan het aantal mogelijk bronlocaties, is het voornoemde lineaire systeem onbepaald. De auteurs stellen een aantal lineair-algebraregels voor om sommige potentiële bronlocaties uit te sluiten, en zo de complexiteit van het probleem te verkleinen. De tweede stap bestaat uit een inversiemethode, meer specifiek de relatieve entropie, die de resterende bronlocatievariabelen oplost. Door deze tweede stap is het mogelijk om voor elke potentiële bronlocatie de waarschijnlijkheid dat die de werkelijke bron is te kwantificeren. De voorgestelde methode werd met succes toegepast.

Hoewel deze en andere vergelijkbare beschreven methoden in eerste instantie ontwikkeld zijn voor toepassing met sensormetingen, kunnen zij ook worden toegepast op klantmeldingen. De ontwikkeling van *backtrace* algoritmen valt buiten de scope van dit project, maar vindt zijn plek in reeds afgerond en lopend BTO-onderzoek (Van Thienen en Vries, 2013, Van Thienen, 2014).

Terwijl de methode voorgesteld in Proulx *et al.* (2007) meer gericht is om problemen die de waterkwaliteit geleidelijk aantasten te identificeren en beter gerichte monitorings en onderhoudsplannen op te stellen volgens specifieke prioriteiten, is de methode voorgesteld in Propato *et al.* (2010) meer gericht op de snelle identificatie van verontreinigingsbronnen, van belang in noodsituaties. Beide methodologieën dienen verschillende doelen, maar kunnen worden aangepast en kunnen elkaar aanvullen.

2.6 Conclusies

Sensoren en bemonstering zijn heel nuttig voor identificatie van waterkwaliteitsproblemen, maar klantmeldingen kunnen daar zeker ook een belangrijke rol in spelen. Klantmeldingen kunnen bijdragen aan de waterkwaliteitsbewaking op verschillende manieren:

- een afwijking in frequentie of ruimtelijke verdeling is een aanwijzing voor een potentieel probleem;
- de geur, kleur, smaak kan een aanwijzing voor de aard van de besmetting geven;
- de locatie van de melding kan helpen bij de bronbepaling.

Om hier optimaal gebruik van te kunnen maken is het nodig om:

- klantmeldingen statistisch te analyseren;
- klantafhandeling te verbeteren;
- hydraulisch model te gebruiken.

3 Datascan

3.1 Inleiding

Binnen het project hebben 3 waterbedrijven registraties van klantmeldingen bezorgd aan KWR. De aard en wijze van registratie van klantmeldingen bij de verschillende bedrijven is geanalyseerd.

3.2 Inventarisatie van aard en wijze van registratie van klantmeldingen

De aard en wijze van registratie verschilt aanzienlijk tussen de betrokken bedrijven. De volgende tabel geeft hier een overzicht van.

TABEL 5. OVERZICHT VAN AARD EN WIJZE VAN REGISTRATIE VAN KLANTMELDINGEN.

Water - bedrijf	Lengte registratie (aangeleverd)	Attributen	Categorieën van waterkwaliteits - meldingen
PWN	2496 dagen (huidige vorm van registratie begon in 2008)	Bestand met registratie van klantmeldingen over waterkwantiteit en waterkwaliteit; Uniforme registratie met gebruik van categorieën: Geografische indeling in regio's, plaats, postcode, straat en nummer; Indeling bij klacht (waterkwantiteit en waterkwaliteit) en meer specifieke aard van de klacht; Indeling bij jaar en specifieke datum; Registratie van verklaring/aanleiding voor de klacht. Naast de categorieën wordt ook de gedetailleerde beschrijving van de klacht als gegeven door de klant bijgehouden.	Beestjes; Bruin/troebel; Geur/smaak; Kalk/hardheid; Legionella; Temperatuur; Wit; Ziek.
Vitens	234 dagen (huidige vorm van registratie begon in 2014; eerdere documentatie bestaat in minder uniforme vorm)	Bestand met registratie van alle communicatie met klanten: storingen, waterkwaliteitsproblemen, meldingen over administratie, dienstverlening, rekening, meterstanden, onder vele anderen; Uniforme registratie met gebruik van categorieën: Geografische indeling bij stad en postcode; Registratie van meldingsdatum; Indeling bij storingen, waterkwaliteitsproblemen, meldingen over administratie, dienstverlening, rekening, meterbeheer, meterstanden, onder vele anderen; Geen registratie van verklaringen voor meldingen.	Geur/smaak; Gezondheid; Kalk/zand; Kleur; Samenstelling.
Oasen	1584 dagen	Aparte bestanden: een met registratie van geur- en smaakmeldingen, een met registratie van lekkages. Bestand met registratie van geur- en smaak-	Voor waterkwaliteits - meldingen is door de lange en

		meldingen bevat niet alleen deze categorieën van meldingen maar ook andere notities, onder anderen van druk, geen water, wit of bruin water en ziekteklachten. Deze registratie wordt ingedeeld in verschillende velden (kolommen) maar niet uniform ingevuld: gebruik van lange tekst/beschrijving i.p.v. trefwoorden of korte beschrijving maakt het niet mogelijk om specifieke indeling (datum, locatie, aard van klacht, etc.) te maken of filters te gebruiken om gegevens te behandelen. Dezelfde informatie wordt ook in meerdere categorieën weergegeven (bv. adres van klant wordt twee keer vermeld). Bestand met registratie van lekkages bevat niet alleen klantmeldingen maar ook meldingen van monteurs, politie en andere bedrijven die werkzaamheden verrichten, worden geregistreerd. Dit bestand bevat verschillende velden, ingevuld op uniforme wijze. Analyse van gegevens is voor dit bestand goed mogelijk.	niet uniforme beschrijving het herkennen van categorieën niet mogelijk.
--	--	---	--

De registratie van meldingen is bij de verschillende waterbedrijven erg anders. Bij PWN wordt een uniforme registratie gemaakt, die overzichtelijk en makkelijk te analyseren is en bovendien goed bijgehouden wordt. PWN gebruikt informatie uit de registratie van klantmeldingen, met name over bruin en troebel water, om spuiacties te plannen. De vraag is wel of de categorieën specifiek genoeg zijn en of de verklaring voor meldingen betrouwbaar en voldoende gedetailleerd zijn. Bij Vitens en Oasen is de registratie van meldingen minder overzichtelijk en moeilijker te analyseren, vanwege verschillende redenen, onder anderen, overvloedige informatie en geen uniforme wijze van beschrijving. Dit wil ook zeggen dat het moeilijker is om informatie uit klantmeldingen in deze vorm te verwerken en te gebruiken als indicatoren van waterkwaliteit. Bij Vitens is ook de vraag of de categorieën van waterkwaliteitsmeldingen specifiek genoeg zijn, of dat deze verder kunnen uitgewerkt worden.

4 Data analyse en statistische onderbouwing

4.1 Inleiding

In overleg met de projectgroep is besloten om één van de drie geleverde datasets van klantmeldingen aan een nauwkeurigere analyse te onderwerpen. De resultaten hiervan worden in dit hoofdstuk gepresenteerd. Het betreft data van PWN uit de periode 1-1-2008 t/m 31-10-2014, waarvan bepaalde informatie, zoals de identificatie van de klanten en de gedetailleerde beschrijving van de klacht werden verwijderd.

4.2 Summiere statistieken

4.2.1 Aard van de meldingen

Uit een eerste analyse van deze data is te zien dat er een totaal van 29406 meldingen geregistreerd zijn in de voorgenoemde periode, waarvan 24479 meldingen waterkwantiteit betreffen en 5125 waterkwaliteit. In het kader van dit project zijn er alleen waterkwaliteitsmeldingen geanalyseerd. De geregistreerde waterkwaliteitsmeldingen kunnen verder worden ingedeeld in een meer specifieke aard van de klacht, met name: beestjes, bruin of troebel water, geur of smaak, kalk of hardheid, legionella, temperatuur, wit water, ziek van het water (Tabel 6). De categorie waarin binnenkomende klantmeldingen worden geregistreerd wordt door medewerkers van de afdeling “klant en markt” bepaald op basis van de informatie doorgegeven door de klant. De indeling bij aard van de melding laat zien dat het grootste deel van de waterkwaliteitsmeldingen bruin of troebel water betreft, namelijk ongeveer 72%. Geur- en smaakproblemen zijn verantwoordelijk voor 15.4% van de meldingen, wit water is verantwoordelijk voor 9.5% van de meldingen, kalk of hard water voor 1.6%. Er zijn ook 1.1% meldingen over ziek zijn van het water. Meldingen over beestjes, temperatuur en legionella komen in kleine mate voor. Tabel 6 toont het totaal aantal meldingen voor elke voorgenoemde categorie over de geregistreeerde periode en het bijbehorende percentage van het totaal.

TABEL 6. GEREgistreeerde WATERKWALITEITSMELDINGEN INGEDEELD BIJ AARD VAN DE MELDING.

Aard van melding	Aantal meldingen	%
beestjes	13	0,3%
bruin water, troebel	3690	72,0%
geur / smaak	787	15,4%
kalk / hardheid	79	1,5%
legionella	6	0,1%
temperatuur	8	0,2%
wit water	486	9,5%
ziek van het water	56	1,1%

De gehele waterkwaliteitsmeldingen en de 3 categorieën die het meest voorkomen (bruin water, geur/smaak, wit water) worden hierna in meer detail geanalyseerd.

4.2.2 Indeling bij regio

De geregistreerde waterkwaliteitsmeldingen kunnen verder worden geanalyseerd over het hele leveringsgebied of per regio. Onder regio valt de volgende indeling (en respectievelijke aantal inwoners):

- Noord (605 duizend inwoners);
- Midden (464 duizend inwoners);
- Zuid (607 duizend inwoners).

Tabel 7 bevat een summier statistische analyse van het aantal meldingen over het hele gebied, per regio, en voor de meest voorkomende categorieën van meldingen.

TABEL 7. SUMMIERE STATISTISCHE ANALYSE VAN DE GEREISTREERDE WATERKWALITEITSMELDINGEN OVER 2469 DAGEN.

		aantal meldingen	gemiddelde per dag	maximum op een dag	Aantal meldingen per duizend inwoners en per jaar
Waterkwali- teit (algemeen)	Totaal	5125	2,05	85	0,45
	Noord	1774	0,71	82	0,43
	Midden	831	0,33	11	0,26
	Zuid	2520	1,01	42	0,61
bruin water	Totaal	3690	1,48	43	0,32
	Noord	1105	0,44	27	0,27
	Midden	497	0,20	11	0,16
	Zuid	2088	0,84	42	0,50
wit water	Totaal	486	0,19	12	0,04
	Noord	189	0,08	8	0,05
	Midden	97	0,04	8	0,03
	Zuid	200	0,08	12	0,05
geur smaak	Totaal	787	0,32	84	0,07
	Noord	418	0,17	82	0,10
	Midden	185	0,07	2	0,06
	Zuid	184	0,07	2	0,04

Het aantal meldingen per dag is gemiddeld 2 over het totale leveringsgebied van PWN. Het maximum aantal geregistreerde meldingen op een dag is 85. Dit maximum vond plaats op 12-11-2013, en komt overeen met 82 meldingen van geur of smaak in regio Noord. De verklaring hiervan wordt later in het rapport toegelicht. Het aantal meldingen per duizend inwoners varieert over de voorgenoemde regio's: 47% van de meldingen met betrekking tot waterkwaliteit komen voor in regio Zuid, naast 33% in regio Noord en 20% in regio Midden. Deze verhouding komt overeen met de meest voorkomende categorie van melding: bruin of troebel water, waarvan 54% van de meldingen voorkomt in regio Zuid (**Fout!**

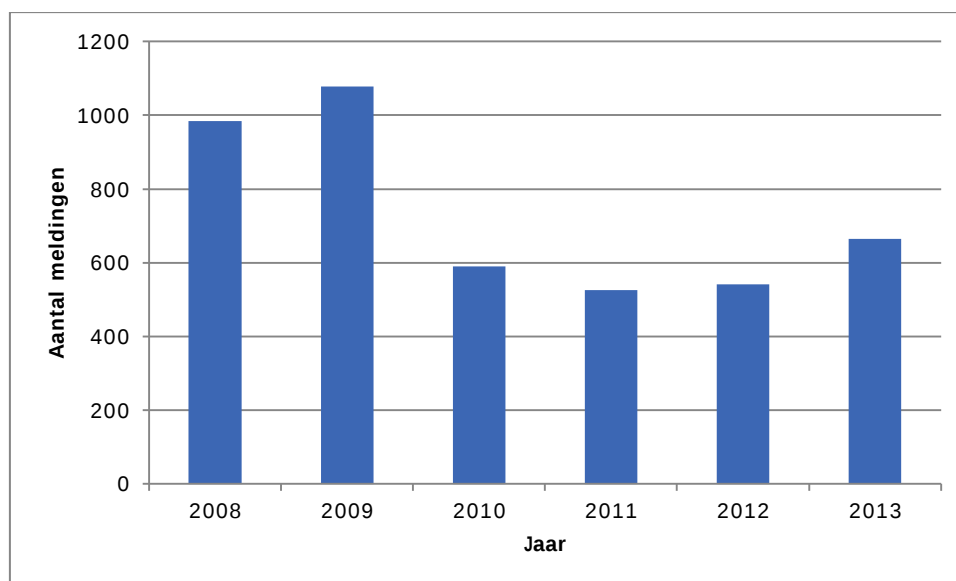
Verwijzingsbron niet gevonden.). In Regio Zuid zijn er veel meer gietijzeren leidingen (een totaal van 490 km in regio Zuid, tegen 100 km in regio Noord en 40 km in regio Midden), wat de meest waarschijnlijke oorzaak is van de bruinwaterproblemen. Deze leidingen worden periodiek schoongemaakt om het aantal klachten van bruin water in de toekomst te beperken. Tijdens het schoonmaken treden wel meer meldingen van bruin water op.

De helft van de meldingen over geur of smaak komen voor in regio Noord. Het distributieleidingnet (met diameters tot 400 mm) is groter in regio Noord (een totaal van 4120 km, tegen 2870 km in regio Zuid en 2160 km in regio Midden). De grotere lengte van het distributienet en bijhorende langere verblijftijden (naar verwachting) kunnen de oorzaak zijn voor het optreden van meer geur- en smaakproblemen.

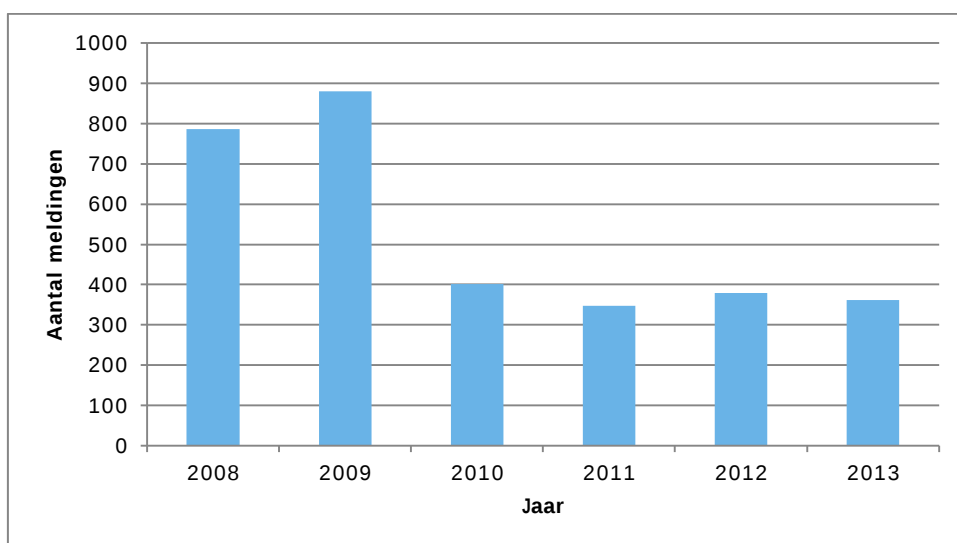
Meldingen over wit water zijn wat gelijkverdeeld over de regio's.

4.2.3 Variatie in de tijd

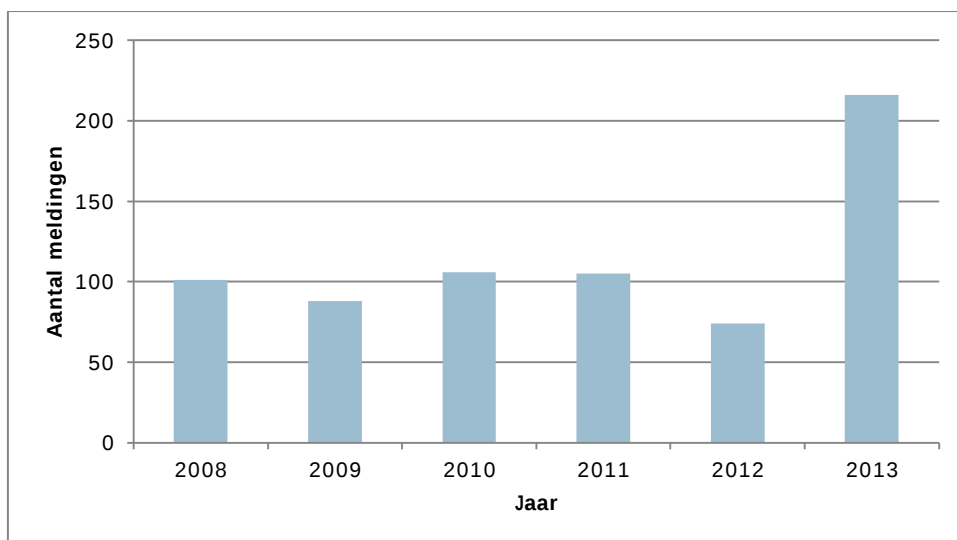
Het aantal waterkwaliteitsmeldingen per jaar is weergegeven in Figuur 1. Het jaar 2014 is uit deze analyse weggelaten omdat de registratie voor dit jaar niet compleet is. Over de geregistreerde periode is het aantal meldingen aanzienlijk lager tussen 2009 en 2011. In 2012 en 2013 is het aantal meldingen wat toegenomen. Meldingen van bruin of troebel water volgen deze trend, behalve voor het jaar 2013, wanneer deze categorie van meldingen terug lager is (Figuur 2). In 2009 is PWN begonnen met een structurele schoonmaak van het leidingnet, wat de afname van bruinwatermeldingen verklaart. Zoals eerder vermeld worden bruinwaterklachten gebruikt voor het bepalen van spuiacties. De afname in meldingen is een teken dat deze benadering goede resultaten oplevert. In 2013 is er een abnormaal aantal meldingen van geur of smaak voorgekomen: 216 in totaal. De variatie van meldingen over geur of smaak over de beschouwde periode is redelijk stabiel tussen 2008 en 2012, en hoger in 2010 en 2011 en kent een abnormaal hoog aantal in 2013 (Figuur 3). Meldingen over wit water zijn redelijk gelijk over de hele periode (Figuur 4).



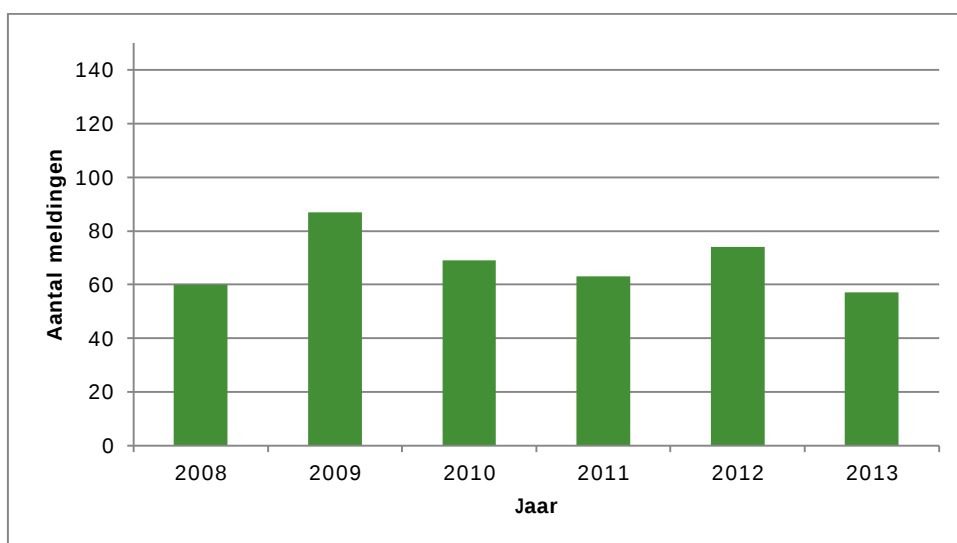
Figuur 1. Totaal aantal geregistreerde waterkwaliteitsmeldingen per jaar.



Figuur 2. Totaal aantal geregistreeerde meldingen van bruin of troebel water per jaar.

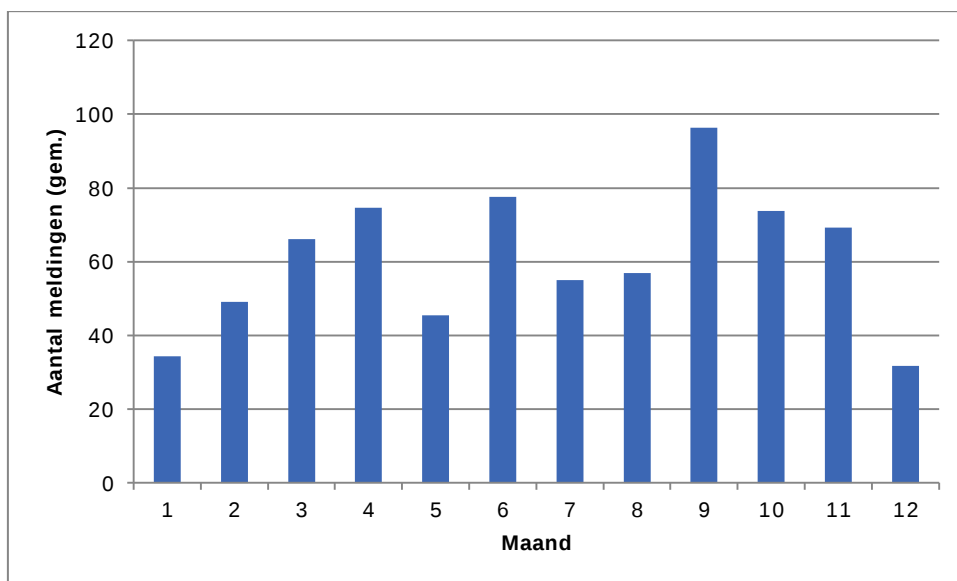


Figuur 3. Totaal aantal geregistreeerde meldingen van geur of smaak per jaar.



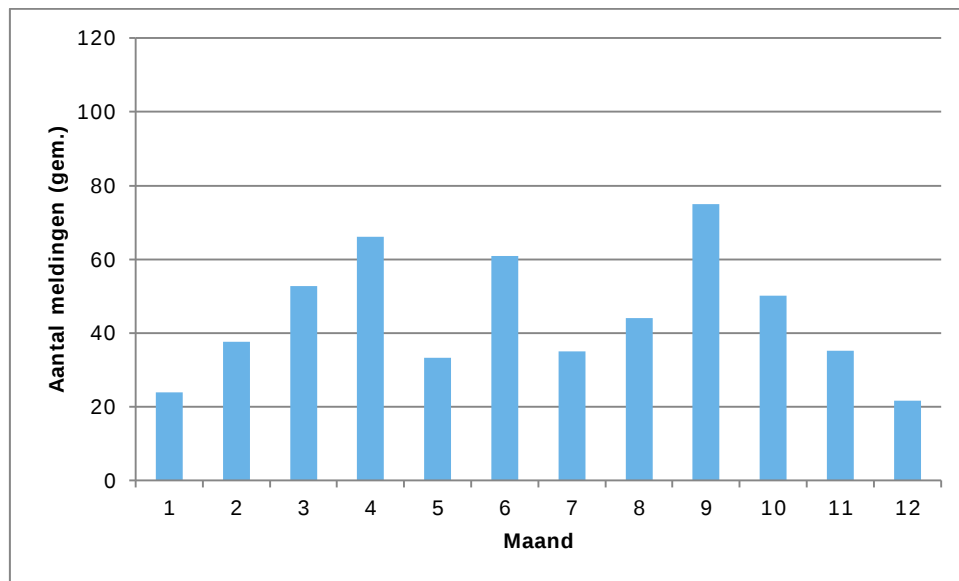
Figuur 4. Totaal aantal geregistreeerde meldingen van wit water per jaar.

Het aantal geregistreeerde meldingen varieert ook per maand. Figuur 5 illustreert het gemiddelde aantal meldingen voor elke maand over de geregistreeerde periode. De variatie van het aantal meldingen over het jaar kan een indicatie zijn dat de kwaliteit van het drinkwater varieert. Het lijkt interessant om verder onderzoek te verrichten om de verklarende factoren voor deze variatie te vinden (weer, vakantieperiodes, etc.) in het algemeen en specifiek voor ieder categorie.



Figuur 5. Gemiddeld aantal geregistreeerde waterkwaliteitsmeldingen per maand.

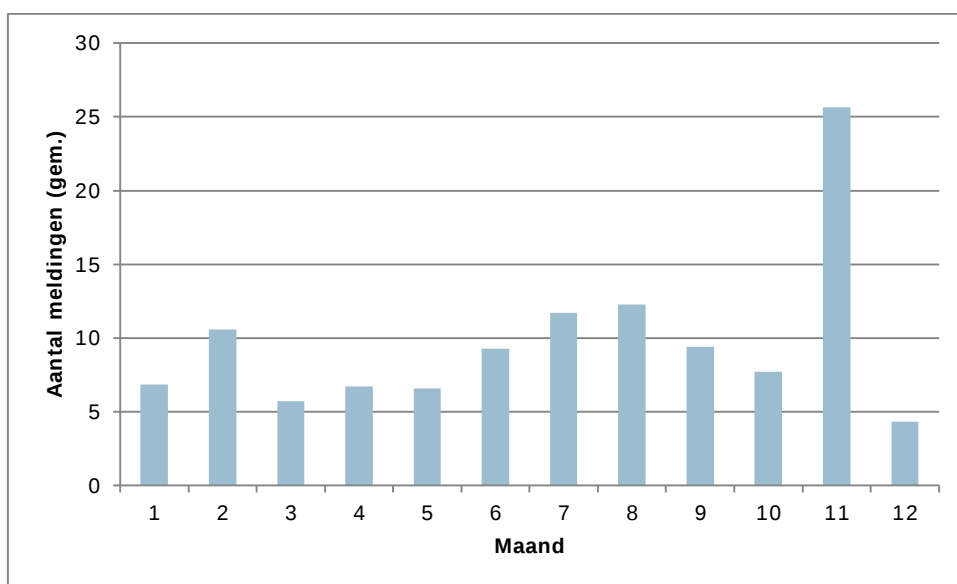
Het gemiddelde aantal meldingen per maand over bruin of troebel water is geïllustreerd in Figuur 6.



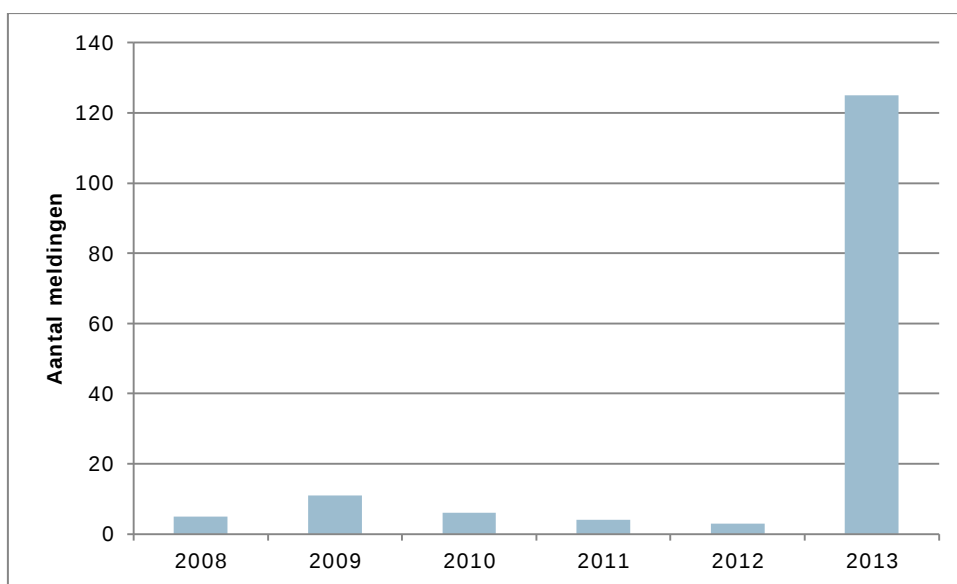
Figuur 6. Gemiddeld aantal meldingen van bruin of troebel water per maand.

December is de maand met de minste waterkwaliteitsmeldingen en meldingen over bruin of troebel water. In januari neemt het aantal meldingen toe, en deze blijven toenemen in de volgende maanden. September is de maand met de meeste meldingen. De maanden mei, juli en augustus lijken deze trend niet te volgen. In de maanden mei, juli en augustus kan deze afwijking gerelateerd zijn aan vakantieperiodes. In vakantieperiodes zijn er minder mensen thuis en is het verwacht dat de meldingsfrequentie daalt. De meldingsfrequentie zou in deze periodes bepaald moeten worden op een lager inwonertal. Daarnaast zijn er minder werkzaamheden door PWN, en is het waterverbruik ook lager, wat tot minder opbouw van sedimenten kan leiden. In september nemen de werkzaamheden toe en is de kans op opwerveling groter.

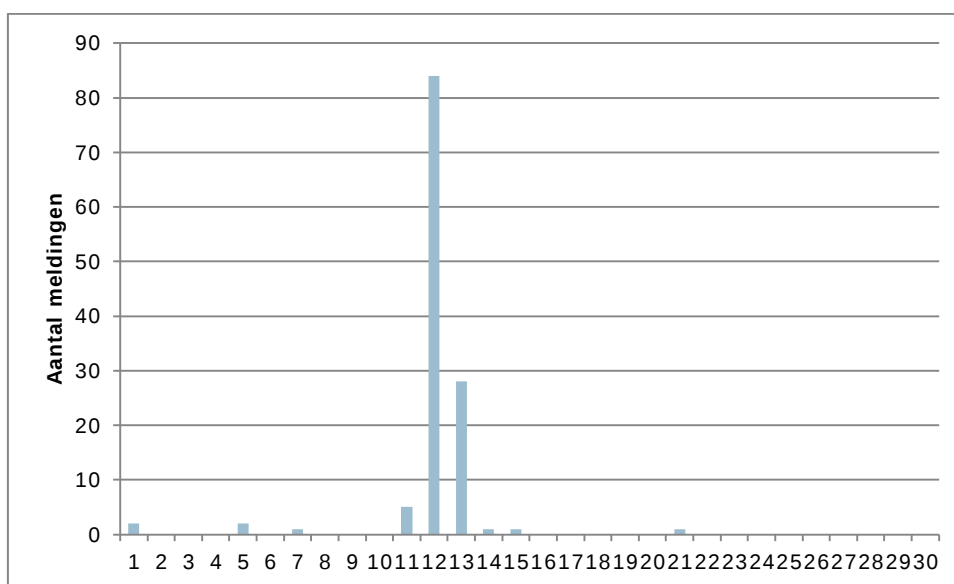
Het aantal meldingen over geur of smaak neemt toe in de zomermaanden, en kent een hoog aantal in de maand november. Deze afwijking heeft te maken met een hoog aantal meldingen in de maand november van 2013 en de maximum dag die voorkwam op 12 november van datzelfde jaar. Figuur 8 illustreert het aantal meldingen in de maanden november over de geregistreerde jaren. Hier is duidelijk te zien dat in november 2013 er een abnormaal aantal meldingen van geur of smaak geregistreerd is. Figuur 9 zoomt in op de maand november 2013. De maximum dag is duidelijk te herkennen, maar ook de dag daarvoor en zeker de dag daarna kennen meer meldingen dan normaal. Dit abnormale aantal meldingen komt overeen met een kwaliteitsincident in het productiebedrijf Andijk: inloopwater van net geregenereerd actieve kool is door een defecte (lekkende) afsluiter in de reinwaterkelder gekomen. Het incident is op 12-11-2013 opgemerkt door PWN. De vraag is of er op 11 november niet al duidelijk een abnormale incident herkenbaar was aan het aantal klantmeldingen. Om deze vraag te beantwoorden dient een benadering die normale en abnormale aantal meldingen helpt te onderscheiden. Deze wordt uitgewerkt in paragraaf 4.3.



Figuur 7. Gemiddeld aantal meldingen van geur of smaak per maand.

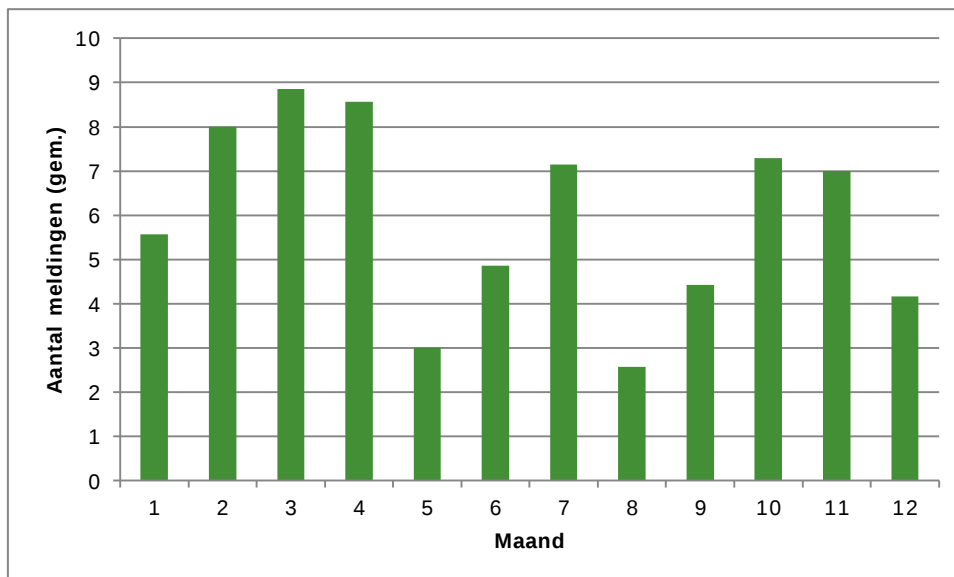


Figuur 8. Aantal meldingen van geur of smaak voor de maand november over de verschillende jaren.



Figuur 9. Aantal meldingen per dag voor de maand november 2013.

Het gemiddelde aantal meldingen per maand over wit water is geïllustreerd in Figuur 10. Ook deze zijn hoog in het voorjaar, en laag in de maanden mei en augustus. De maanden juni en juli kennen wel hogere waarde, en de meeste meldingen komen voor in maart. Wit water duidt vaak op lucht in het water. De verzadiging is temperatuurafhankelijk. Verschil in temperatuur buiten (distributienet) en binnen kan hierin meespelen.

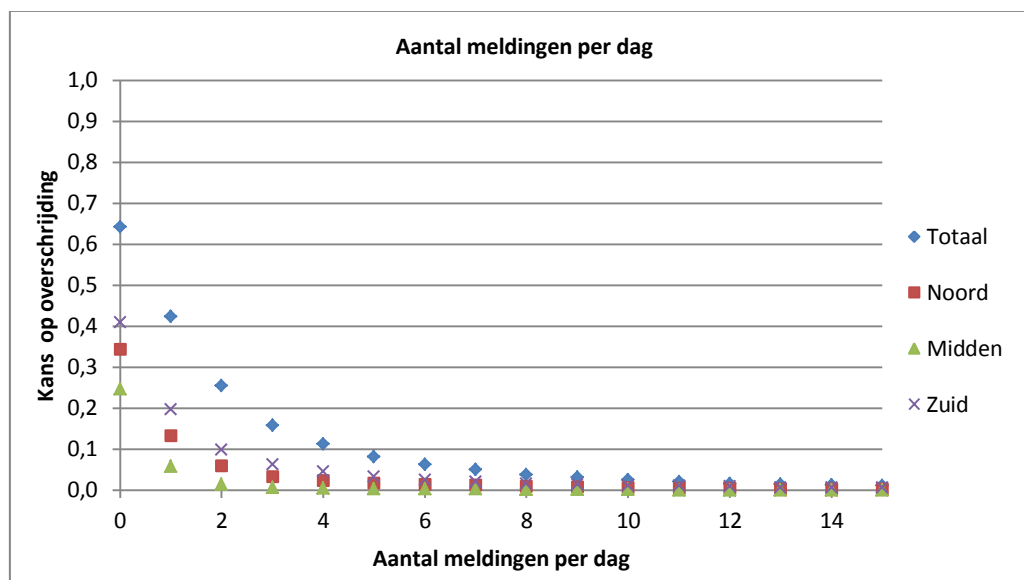


Figuur 10. Gemiddeld aantal meldingen van wit water per maand.

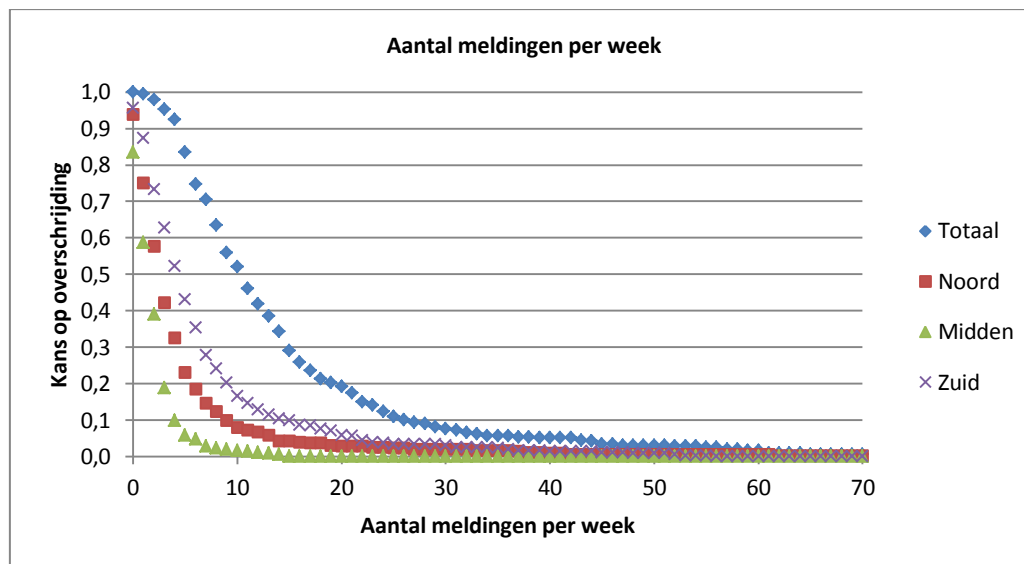
Het aantal meldingen per maand kan ook voor elk geregistreerd jaar worden geanalyseerd. De resultaten van deze analyse zijn te vinden in Bijlage I. Deze meer gedetailleerde analyse is nuttig om verklarende factoren voor de variatie van de verschillende categorieën van waterkwaliteitsmeldingen over het jaar te kunnen onderzoeken. Dit onderzoek valt buiten de scope van dit rapport.

4.3 Analyse van frequentie van meldingen en overschrijdingskansen

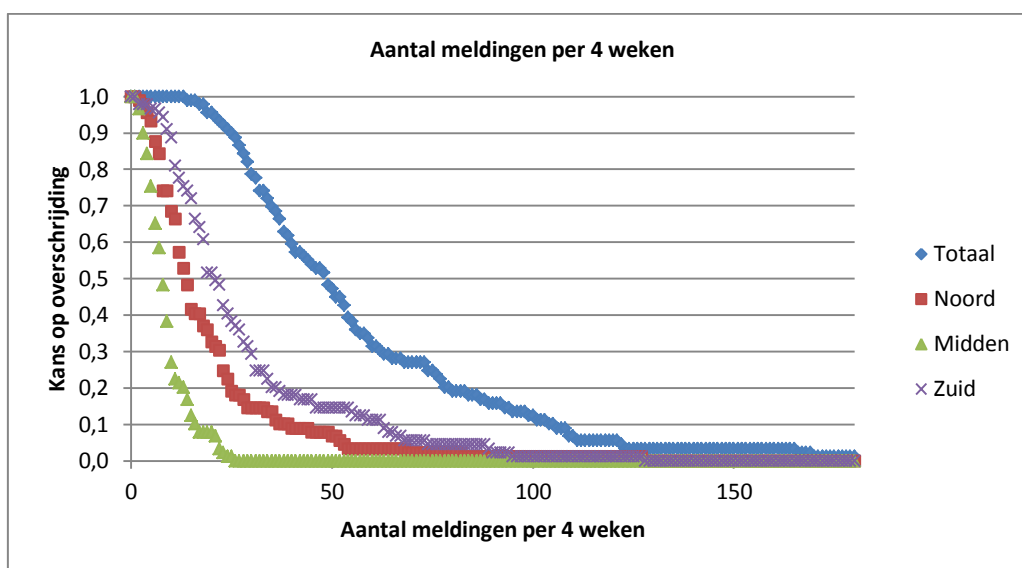
Een grafiek met de overschrijdingskans toont de kans op overschrijding van een bepaald aantal meldingen in een bepaalde periode. Dit soort informatie is van belang om abnormale gebeurtenissen duidelijk te kunnen onderscheiden. De volgende figuren illustreren de overschrijdingskans van het aantal waterkwaliteitsmeldingen per dag (Figuur 11), week (Figuur 12) en 4 weken (Figuur 13).



Figuur 11. Overschrijdingskans van het aantal meldingen per dag.



Figuur 12. Overschrijdingskans van het aantal meldingen per week (7 dagen).



Figuur 13. Overschrijdingskans van het aantal meldingen per 4 weken (7 dagen per week).

Aangezien het aantal meldingen een geheel getal is, is het aantal meldingen te overschrijden een aantal groter dan het weergegeven in de figuren. Bijvoorbeeld, voor het hele gebied geleverd door PWN is de overschrijdingskans van 2 meldingen gelijk aan 25.5%, dit betekent dat er op 25.5% van de dagen 3 of meer waterkwaliteitsmeldingen per dag zijn. In regio zuid zijn er 3 of meer waterkwaliteitsmeldingen per dag op 9.9% van de dagen, in regio noord is dit 5.9% en in regio midden 1.3%. Wanneer de tijdsperiode langer wordt (1 week, 4 weken), wordt het aantal meldingen met een bepaalde overschrijdingskans hoger, als verwacht. Zo is het aantal meldingen met een overschrijdingskans van 25.8% op een week 16, en het aantal meldingen met een overschrijdingskans 24.7% in 4 weken 74. Op basis van deze diagrammen is het mogelijk om drempel- of alarmwaarden te definiëren op korte (1 dag), middellange (1 week) en langere termijn (4 weken). Tabel 8 bevat het aantal waterkwaliteitsmeldingen voor een aantal overschrijdingskansen die zouden kunnen dienen als drempelwaarden.

TABEL 8. AANTAL WATERKWALITEITSMELDINGEN VOOR BEPAALDE OVERSCHRIJDINGSKANSEN.

periode	Overschrijdingskans	Aantal meldingen			
		Heel gebied	Noord	Midden	Zuid
dag	10%	4	1	0	2
	5%	7	2	1	3
week	25%	16	4	2	7
	10%	26	9	4	14
	5%	39	13	5	21
4 weken	25%	74	23	10	31
	10%	104	37	16	59
	5%	111	52	21	68

Op korte termijn (1 dag) is de kans op meer dan 4 meldingen in heel het leveringsgebied 10% en die meer dan 7 meldingen 5%. Op lange termijn (4 weken) is de kans op meer dan 74 meldingen 25%, die op meer dan 104 meldingen 10% en die op meer dan 111 meldingen 5%. De overschrijdingskansen en aantal meldingen kunnen ook per regio worden geanalyseerd.

Waterbedrijven kunnen zelf beslissen over de drempel- of alarmwaardes die ze in aanmerking willen nemen. Hoe voorzichtiger of hoe minder risico's een bedrijf wil nemen, hoe hoger de overschrijdingskans (of hoe lager het aantal meldingen) die gekozen moet worden om de drempelwaarde te definiëren. Het voordeel van dit soort benadering, i.e. het gebruik van frequenties en overschrijdingskansen, is dat het waterbedrijven de mogelijkheid biedt om normale en abnormale situaties duidelijk te onderscheiden.

De overschrijdingskansen kunnen ook per categorie waterkwaliteitsprobleem worden opgesteld. De diagrammen met deze curves voor bruin of troebel water, geur of smaak, en wit water zijn te vinden in Bijlage II. De volgende tabellen geven een summier overzicht van het aantal meldingen gebonden aan bepaalde overschrijdingskansen voor elk van de categorieën.

TABEL 9. AANTAL MELDINGEN VAN BRUIN OF TROEBEL WATER VOOR BEPAALDE OVERSCHRIJDINGSKANSEN.

periode	Overschrijdingskans	Aantal meldingen van bruin of troebel water			
		Heel gebied	Noord	Midden	Zuid
dag	10%	3	0	0	1
	5%	5	1	0	3
	1%	14	6	1	10
week	25%	13	3	1	7
	10%	21	6	2	11
	5%	32	9	4	19
4 weken	25%	52	12	6	26
	10%	77	28	11	55
	5%	95	41	13	63

Het aantal meldingen per categorie is lager dan het totaal en zeker op een dag zijn de overschrijdingskansen redelijk laag. Zo is de kans op 4 of meer meldingen van bruin of troebel water per dag over het hele gebied 10%, terwijl in regio Noord en Midden de kans op 1 of meer meldingen 10% is, en in regio Zuid is de kans op 2 of meer meldingen 10%. Per week of 4 weken zijn het aantal meldingen en kansverdelingen al wat overzichtelijker. Zo worden gemiddeld om de 2 weken 7 of meer meldingen van bruin water geregistreerd over het hele gebied.

TABEL 10. AANTAL MELDINGEN VAN GEUR OF SMAAK VOOR BEPAALDE OVERSCHRIJDINGSKANSEN.

periode	Overschrijdingskans	Aantal meldingen van geur of smaak			
		Heel gebied	Noord	Midden	Zuid
dag	5%	1	0	0	0
	1%	2	1	0	0
week	10%	3	1	0	0
	5%	4	2	1	1
4 weken	50%	6	2	1	1
	25%	9	3	2	2
	10%	12	6	3	3

	5%	17	8	4	4
--	----	----	---	---	---

De kans op meldingen van geur of smaak is nog kleiner: 2 of meer meldingen per dag over het gehele gebied is een redelijke abnormale situatie. Ter info, is de kans op 5 meldingen, zoals geregistreerd op 11 november 2013, gelijk aan 0.24%, wat dus duidelijk een heel uitzonderlijke situatie betreft. Per regio is de kans op 1 of meer meldingen nog kleiner. Gemiddeld zijn er om de 8 weken 7 of meer meldingen over het in het leveringsgebied.

TABEL 11. AANTAL MELDINGEN VAN WIT WATER VOOR BEPAALDE OVERSCHRIJDINGSKANSEN.

periode	Overschrijdingskans	Aantal meldingen			
		Heel gebied	Noord	Midden	Zuid
dag	5%	0	0	0	0
	1%	2	1	0	1
week	10%	2	1	0	0
	5%	5	1	1	2
4 weken	25%	4	2	1	3
	10%	12	5	2	4
	5%	16	8	4	7

Voor meldingen over wit water is de kans op 1 of meer meldingen per dag heel laag (5%). Zelfs om de 8 weken zijn er weinig meldingen: 4 of meer over het hele gebied, terwijl maar 1 of meer per regio.

4.4 Relatie tussen meldingen en verklaringen

Naast de registratie van de meldingen heeft PWN ook een registratie van de verklaring voor elke melding. In de volgende analyse wordt gezocht naar de relatie tussen de verschillende meldingen en de verklaringen die daarvoor geregistreerd zijn. Voor het totaal van 5125 waterkwaliteitsmeldingen zijn er 2291 meldingen waarvoor de verklaring als niet bekend is geregistreerd (ca. 38%). Voor de andere 2924 meldingen zijn er verklaringen gevonden en geregistreerd. Werkzaamheden zijn de oorzaak van ca.34% van het aantal meldingen van bruin of troebel water. Levering van duinwater, gebruik van een brandkraan en storingen in de hoofdleiding verklaren samen bijna 11% van het totaal aantal meldingen.

Voor meldingen van bruin of troebel water zijn de volgende verklaringen geregistreerd (Tabel 12):

TABEL 12. VERKLARINGEN VOOR MELDINGEN VAN BRUIN OF TROEBEL WATER.

Meldingen van bruin of troebel water	Aantal	%
afsluiter stond dicht	48	1,30%
beestjes	3	0,08%
gebruik van brandkraan	146	3,96%
klant heeft geen bericht gehad	1	0,03%

lange tijd geen afname	1	0,03%
levering duinwater	255	6,91%
oorzaak door derden	2	0,05%
sediment	68	1,84%
storing	1	0,03%
storing aansluitleiding	9	0,24%
storing afsluiter	19	0,51%
storing brandkraan	37	1,00%
storing dienstkraan	7	0,19%
storing hoofdkraan	1	0,03%
storing hoofdleiding	417	11,30%
storing pompstation	1	0,03%
storing transportleiding	9	0,24%
verklaring is niet bekend	1398	37,89%
water heeft langdurig stil gestaan	2	0,05%
werkzaamheden PWN (project, spui of opm)	1263	34,23%
<i>niet ingevuld</i>	<i>2</i>	<i>0,05%</i>

Voor meldingen van geur of smaak zijn de volgende verklaringen geregistreerd (Tabel 13):

TABEL 13. VERKLARINGEN VOOR MELDINGEN VAN GEUR OF SMAAK.

Meldingen van geur of smaak	Aantal	%
afsluiter stond dicht	1	0,13%
gebruik van brandkraan	1	0,13%
lange verblijftijd	3	0,38%
levering duinwater	1	0,13%
pand heeft langdurig leeg gestaan	1	0,13%
permeatie aansluitleiding	2	0,25%
permeatie vervuilde grond	1	0,13%
pompstation PWN restchloor	1	0,13%
productie PWN restchloor	9	1,14%
sediment	2	0,25%
storing brandkraan	1	0,13%
storing hoofdleiding	11	1,40%
storing keerklep	2	0,25%
storing pompstation	168	21,35%
verklaring is niet bekend	528	67,09%
vervuilde grond	5	0,64%
water heeft langdurig stil gestaan	1	0,13%
werkzaamheden aan binneninstallatie	1	0,13%
werkzaamheden PWN (productiebedrijf)	24	3,05%
werkzaamheden PWN (project, spui of opm)	24	3,05%

Voor bijna 68% van de meldingen van geur of smaak is er geen verklaring bekend. De meest voorkomende bekende verklaring is storingen aan het pompstation (ca. 21%). Verschillende andere verklaringen komen voor maar allemaal in beperktere percentages.

Voor meldingen van wit water zijn de volgende verklaringen geregistreerd (Tabel 14):

TABEL 14. VERKLARINGEN VOOR MELDINGEN VAN WIT WATER.

Meldingen van wit water	Aantal	%
storing afsluiter	3	0,62%
storing brandkraan	17	3,50%
storing hoofdkraan	1	0,21%
storing hoofdleiding	42	8,64%
storing pompstation	6	1,23%
verklaring is niet bekend	223	45,88%
werkzaamheden PWN (project, spui of opm)	194	39,92%

Bijna de helft van de meldingen van wit water kennen geen verklaring. Werkzaamheden zijn de oorzaak voor ca. 40% van de meldingen over wit water. Storingen aan leidingen, afsluiters, brandkranen en pompstations zijn de oorzaak voor de resterende meldingen.

Meldingen van beestjes, temperatuur, ziek zijn van het water, kalk of hardheid en legionella, zijn zeldzaam. Statistieken over de verklaringen voor deze meldingen zijn dan ook van weinig betekenis. De resultaten zijn weergegeven ter informatie en om verdere aanbevelingen te doen. Voor meldingen van beestjes in het water zijn de volgende verklaringen geregistreerd (Tabel 15):

TABEL 15. VERKLARINGEN VOOR MELDINGEN VAN BEESTJES IN HET WATER.

Meldingen van beestjes	Aantal	%
beestjes	3	23,08%
klant heeft geen bericht gehad	3	23,08%
sediment	1	7,69%
storing hoofdleiding	2	15,38%
verklaring is niet bekend	4	30,77%

Ook voor meldingen van beestjes in het water is de verklaring meestal niet bekend. De verklaring “klant heeft geen bericht gehad” is waarschijnlijk gerelateerd aan werkzaamheden. De verklaring “beestjes” zou misschien even goed op niet bekend staan, aangezien het geen verklaring is maar een constatering van de melding. Storingen in hoofdleidingen zijn verder de meest voorkomende bekende verklaring.

Voor meldingen van temperatuur van het water zijn de volgende verklaringen geregistreerd (Tabel 16):

TABEL 16. VERKLARINGEN VOOR MELDINGEN VAN TEMPERATUUR VAN HET WATER.

Meldingen van temperatuur	Aantal	%
storing hoofdleiding	1	12,50%
verklaring is niet bekend	4	50,00%
werkzaamheden PWN (project, spui of opm)	3	37,50%

Voor de helft van de meldingen over het temperatuur van het water is er geen verklaring bekend. Voor de andere helft zijn de verklaringen storingen aan hoofdleiding of werkzaamheden. Het is onduidelijk of bij deze meldingen de temperatuur te hoog of te laag is.

Voor meldingen van ziek zijn van het water zijn de volgende verklaringen geregistreerd (Tabel 17):

TABEL 17. VERKLARINGEN VOOR MELDINGEN VAN ZIEK ZIJN VAN HET WATER.

Meldingen van ziek van het water	Aantal	%
klant heeft geen bericht gehad	1	1,79%
storing hoofdleiding	6	10,71%
verklaring is niet bekend	47	83,93%
werkzaamheden PWN (project, spui of opm)	2	3,57%

Het merendeels van de meldingen over ziek zijn van het water kent geen verklaring (ca. 84%).

Voor de meldingen van kalk of hardheid van het water en legionella zijn er geen verklaringen bekend.

Een overzicht van de verschillende categorieën klantmeldingen en geregistreerde verklaringen is weergegeven in de vorm van een matrix in Tabel 18. De statistische significantie tussen de verschillende categorieën meldingen en verklaringen is uitgerekend door middel van een kruistabel en een Chikwadrattoets, met de onderliggende vraag, of hypothese: zijn meldingen en verklaringen onafhankelijk van elkaar? De verklaring "verklaring is niet bekend" is uit deze berekening weggelaten. De verkregen waarde voor de Chi-kwadraat is ca. 3501, met 140 vrijheidsgraden. Deze komt overeen met een p -waarde kleiner dan 0.0001. Een p -waarde kleiner dan 1 of 5% betekent dat de voorgestelde hypothese (onafhankelijkheid tussen meldingen en verklaringen) afgekeurd wordt, en dus, dat de relatie tussen de verschillende verklaringen en meldingen statistische significant is. De verkregen kruistabel bevindt zich in Bijlage III. Omdat deze redelijk groot is en dus niet heel overzichtelijk, zijn soortgelijke verklaringen gegroepeerd en is een tweede, kleinere, kruistabel opgesteld en hierna uitgebreider toegelicht (Tabel 18).

TABEL 18. GEOBSERVEERDE (RECHTOP) EN VERWACHTE (CURSIEF) FREQUENTIES TUSSEN WATERKWALITEITSMELDINGEN EN MOGELIJKE VERKLARINGEN. HOE BRUINER DE KLEUR VAN EEN VAKJE, HOE GROTER DE WAARSCHIJNLIJKHEID VAN SIGNIFICANTE CORRELATIE TUSSEN DE BETREFFENDE OORZAAK EN WAARNEMING.

Frequentie	bruin water	geur/smaak	wit water	beestjes	temperatuur	ziek
Storingen (alle)	501 <i>615,625</i>	182 <i>69,866</i>	69 <i>70,672</i>	2 <i>1,612</i>	1 <i>1,075</i>	6 <i>2,150</i>
afsluiter stond dicht	48 <i>39,639</i>	1 <i>4,499</i>	0 <i>4,550</i>	0 <i>0,104</i>	0 <i>0,069</i>	0 <i>0,138</i>
beestjes	3 <i>4,854</i>	0 <i>0,551</i>	0 <i>0,557</i>	3 <i>0,013</i>	0 <i>0,008</i>	0 <i>0,017</i>
gebruik van brandkraan	146 <i>118,918</i>	1 <i>13,496</i>	0 <i>13,651</i>	0 <i>0,311</i>	0 <i>0,208</i>	0 <i>0,415</i>
lange verblijftijd	3 <i>6,472</i>	5 <i>0,734</i>	0 <i>0,743</i>	0 <i>0,017</i>	0 <i>0,011</i>	0 <i>0,023</i>
levering duinwater	255 <i>207,096</i>	1 <i>23,503</i>	0 <i>23,774</i>	0 <i>0,542</i>	0 <i>0,362</i>	0 <i>0,723</i>
oorzaak door derden	2 <i>1,618</i>	0 <i>0,184</i>	0 <i>0,186</i>	0 <i>0,004</i>	0 <i>0,003</i>	0 <i>0,006</i>
Permeatie tussen leiding en grond	0 <i>6,472</i>	8 <i>0,734</i>	0 <i>0,743</i>	0 <i>0,017</i>	0 <i>0,011</i>	0 <i>0,023</i>
Restchloor	0 <i>8,090</i>	10 <i>0,918</i>	0 <i>0,929</i>	0 <i>0,021</i>	0 <i>0,014</i>	0 <i>0,028</i>
sediment	68 <i>57,437</i>	2 <i>6,518</i>	0 <i>6,594</i>	1 <i>0,150</i>	0 <i>0,100</i>	0 <i>0,201</i>
water heeft langdurig stil gestaan	2 <i>2,427</i>	1 <i>0,275</i>	0 <i>0,279</i>	0 <i>0,006</i>	0 <i>0,004</i>	0 <i>0,008</i>
werkzaamheden	1263 <i>1222,352</i>	49 <i>138,722</i>	194 <i>140,322</i>	0 <i>3,201</i>	3 <i>2,134</i>	2 <i>4,268</i>

Deviatie tussen geobserveerde en verwachte frequenties



De geobserveerde frequenties zijn in de eerste regel van elke kolom in de tabel weergegeven: er zijn bijvoorbeeld 501 bruinwatermeldingen en 182 geur- en smaakmeldingen onder de verklaring “storingen” geregistreerd, 48 bruinwatermeldingen onder de verklaring “afsluiter stond dicht” geregistreerd, enzovoort. In de tweede regel van elke kolom zijn de verwachte frequenties voor elke van deze paren melding-verklaring weergegeven, indien deze onafhankelijk van elkaar zouden voorkomen. Bijvoorbeeld, gezien het totaal aantal bruinwatermeldingen en het totaal aantal verklaringen “storingen”, is het verwacht dat er ca. 616 bruinwatermeldingen onder de verklaring “storingen” vallen, zouden deze onafhankelijk van elkaar zijn, in plaats van de 501 die in werkelijkheid geregistreerd

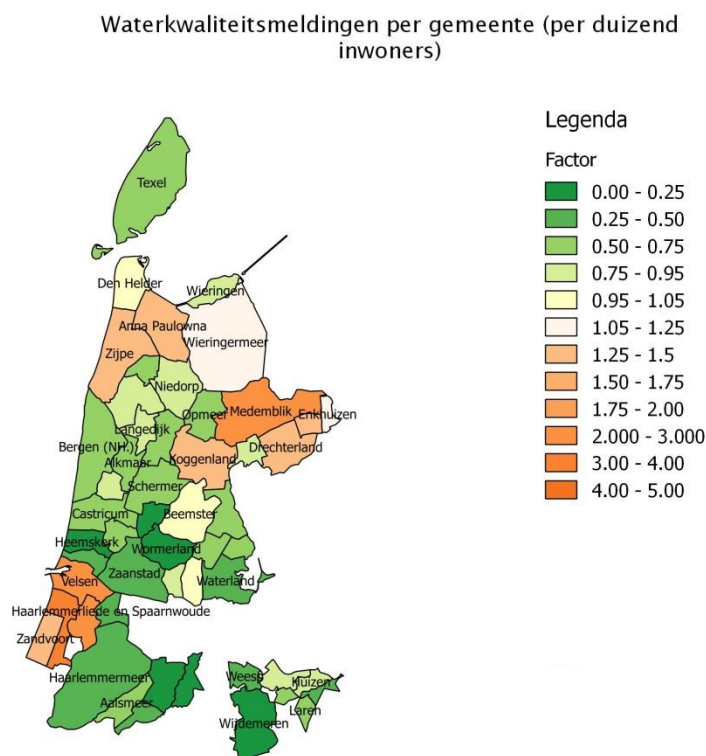
zijn. De mate van de kwadratische deviatie tussen deze twee getallen is in kleurtjes weergegeven. Hoe donkerder de kleur hoe groter de deviatie (maakt niet uit of geregistreerde meldingen meer of minder zijn dan de verwachting), en in zekere zin hoe kleiner de kans dat dit paar melding-verklaring onafhankelijk van elkaar is. De som van alle kwadratische deviaties in de tabel geeft de waarde van de Chi-kwadraat. Voor deze kruistabel zijn er 55 vrijheidsgraden en is de verkregen Chi-kwadraat gelijk aan 1321.584. Deze komt overeen met een *p*-waarde kleiner dan 0.0001, en dus is de relatie tussen verklaringen en meldingen statistisch significant.

De analyse van deze matrix maakt duidelijker dat storingen in hoofdleidingen en werkzaamheden van PWN (project, spui of opm) de oorzaak zijn van verschillende waterkwaliteitsproblemen. De eerste is sterker gecorreleerd met geur/smaak -en bruinwaterproblemen, terwijl de tweede sterker samenhangt met geur/smaak en witwaterproblemen.

4.5 Geografische distributie van meldingen

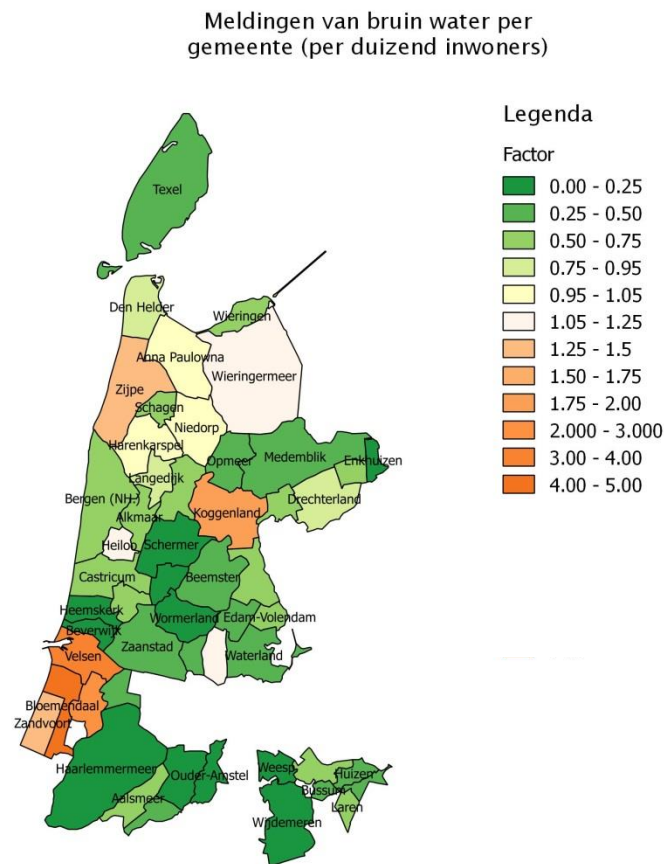
Het is bekend dat het klachtenprofiel sterk kan verschillen tussen verschillende gebieden. Er heerst bijvoorbeeld het idee bij sommige drinkwaterbedrijven dat er op het platteland minder meldingen over waterkwaliteit zijn dan in stedelijke gebieden. Om hier een duidelijk en objectief inzicht in te krijgen is er een geografische analyse van de klantmeldingen van PWN uitgevoerd. Deze analyse betreft de distributie van het aantal meldingen van waterkwaliteit over de verschillende gemeentes. Het totaal aantal meldingen van waterkwaliteit en de specifieke aantal meldingen van bruin water, geur of smaak en wit water die per gemeente voorkomen, zijn uitgerekend in QGIS (QGIS Development Team) en genormaliseerd per duizend inwoners, zodanig dat er per gemeente een meldingdichtheid wordt verkregen. Deze zijn vergeleken met de meldingdichtheid over het hele leveringsgebied van PWN (zie Tabel 7). Op deze manier zijn gemeentes waar relatief meer of minder meldingen voorkomen te onderscheiden. Er moet op gewezen worden dat het aantal “inwoners” in Texel erg seizoensgebonden is. De meldingdichtheid uitgerekend voor Texel is dan in werkelijkheid niet geldig voor het hele jaar. In het kader van dit project wordt hier geen rekening mee gehouden. Voor een meer zorgvuldige analyse wordt er wel aanbevolen om hier meer aandacht aan te geven. Figuur 14 illustreert de verdeling van waterkwaliteitsmeldingen in relatie tot de meldingdichtheid over het hele gebied. De factor in de legenda betekent:

$$Factor = \frac{\text{meldingdichtheid gemeente}}{\text{meldingdichtheid hele gebied PWN}}$$



Figuur 14. Verdeling van relatieve meldingdichtheid voor totale waterkwaliteitsmeldingen.

Uit de analyse van de distributie van algemene waterkwaliteitsmeldingen is het duidelijk dat er een variatie is tussen de verschillende gemeentes. Gemeentes Zijpe, Anna Paulowna, Stede Broec, Koggenland, Drechterland en Zandvoort hebben tussen 1.25 en 1.50 keer meer meldingen dan het gemiddelde over het hele gebied. Gemeentes Haarlem, Velsen en Medemblik hebben tussen 2 en 3 keer meer meldingen, en gemeente Bloemendaal heeft 3.7 keer meer meldingen dan het gemiddelde. Een soortgelijke analyse per aard van de klacht kan meer inzicht in deze variaties geven.

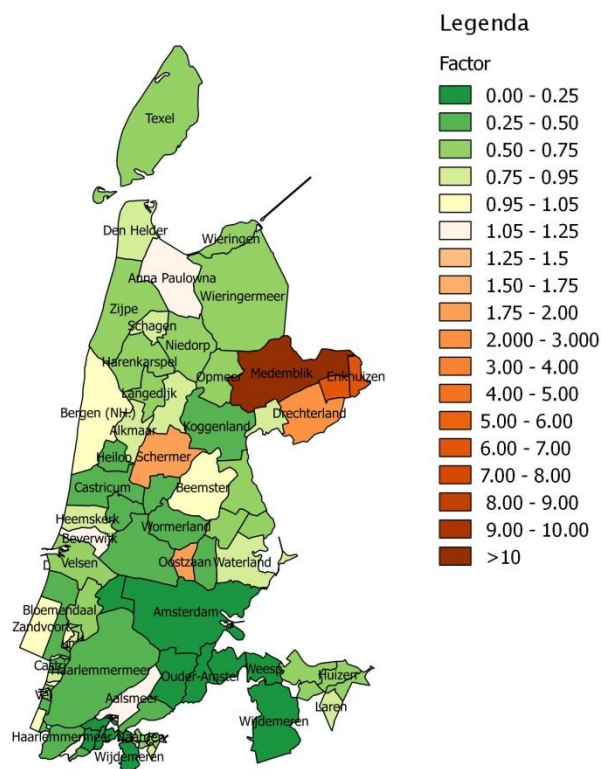


Figuur 15. Verdeling van relatieve meldingdichtheid van bruin of troebel water.

Figuur 15 illustreert de verdeling van de relatieve klachtendichtheid van meldingen van bruin of troebel water. De gemeentes Medemblik, Drechterland en Stede Broec hebben meer algemene waterkwaliteitsmeldingen dan gemiddeld, maar dit is niet herkenbaar in meldingen van bruin of troebel water. Gemeentes Zijpe, Zandvoort en Koggenland hebben tussen 1.25 en 2 keer meer bruinwatermeldingen dan gemiddeld. Gemeente Haarlem heeft 2.55 keer meer meldingen, gemeente Velsen 3.41 en Bloemendaal is de gemeente met de relatieve hoogste aantal meldingen, bijna 5 keer meer dan de gemiddelde meldingdichtheid van bruin of troebel water over heel het gebied. Mogelijke oorzaken voor de relatieve hoge aantal meldingen van bruin of troebel water in deze gemeentes zijn (werk hypothesen toegelicht door PWN):

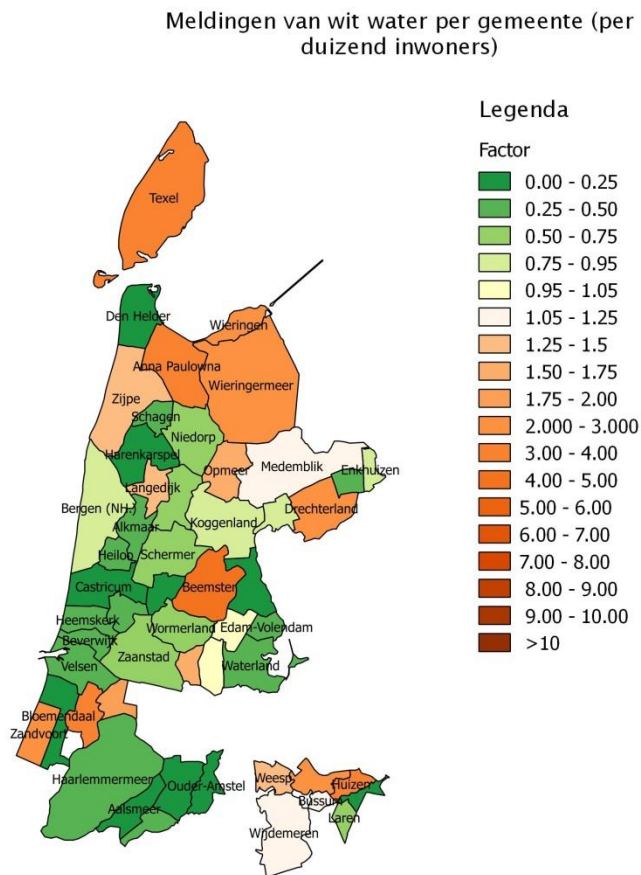
- In de gemeentes Bloemendaal, Velsen, Haarlem en Zandvoort zijn er relatief veel leidingen in gietijzer;
- In gemeente Koggenland is het distributienet overgedimensioneerd en zijn er meerdere secties waarin leidingen met grote verschillen in diameters verbonden zijn. Het distributienet is om deze reden minder goed spuikbaar;
- In gemeente Zijpe liggen 2 grote transportleidingen waardoor de aanvoer een redelijke hoge snelheid kent. Dit kan meer sediment in het distributienet veroorzaken.

Meldingen van geur of smaak per gemeente (per duizend inwoners)



Figuur 16. Verdeling van relatieve meldingdichtheid van geur of smaak.

Figuur 16 betreft de verdeling van de relatieve klachtendichtheid van meldingen van geur of smaak. Gemeentes Schermer, Oostzaan en Drechterland hebben tussen 2 en 3 keer meer meldingen dan het gemiddelde over het hele leveringsgebied. Bij gemeentes Enkhuizen en Stede Broec is dit 6 a 7 keer meer, en bij gemeente Medemblik zelfs 16 keer meer. De zeer grote afwijkingen hebben te maken met het al eerder vermeld incident in een productiebedrijf in november 2013, die vooral gemeentes Medemblik en Enkhuizen heeft getroffen. De aanbeveling is om in een volgende analyse de gegevens gerelateerd aan het voorgenoemde incident weg te laten.



Figuur 17. Verdeling van relatieve meldingdichtheid van wit water.

Figuur 17 illustreert de verdeling van de relatieve klachtendichtheid van meldingen van wit water. In verband met meldingen van wit water zijn de gemeentes met de relatieve hoogste meldingdichtheid Beemster, met een factor van 4.41, en Anna Paulowna, Huizen, Haarlem en Texel met factoren tussen 3 en 4. Drechterland, Wieringermeer, Wieringen, Zandvoort en Naarden zijn gemeentes waarin er 2 a 3 keer meer meldingen van wit water voorkomen. Wit water komt meestal voor door de aanwezigheid van lucht in het water, wat weer meestal door werkzaamheden wordt veroorzaakt. Een interessante analyse op dit vlak zou zijn de distributie van deze meldingen te vergelijken met een maat van werkzaamheidsdichtheid (bv. aantal ingrepen per kilometer leiding).

4.6 Bruikbaarheid en evaluatie of het zinvol is klantmeldingen te stimuleren

De analyse van de gegevens van PWN bevestigt de waarde en bruikbaarheid van klantmeldingen als indicatoren van waterkwaliteit:

- een historische data-analyse maakt het goed mogelijk om afwijkingen in de frequentie van klantmeldingen te identificeren op basis van overschrijdingskansen. Een voorbeeld liet zien dat een incident een dag eerder geconstateerd had kunnen worden op deze manier. In dit project is maar een enkel voorbeeld in aanmerking genomen, maar een uitgebreidere analyse van abnormale aantallen klantmeldingen kan mogelijk op meerdere incidenten of bepaalde werkzaamheden duiden;

- door de meldingen ook geografisch te bekijken (clustering en overschrijdingskans per regio) kan ook informatie worden verkregen over de mogelijke bron van een probleem;
- door een historische data-analyse kan ook een waarschijnlijke oorzaak bij een specifieke klacht worden gevonden. Dit is gedaan op basis van de correlatie tussen meldingen en verklaringen, maar ook door vergelijkingen van de meldingsdichtheid per gemeente en expert- en gebiedskennis te gebruiken voor de verklaring.

Belangrijke informatie voor de bedrijfsvoering kan dus worden verkregen uit de registratie en analyse van klantmeldingen. Klanten aanmoedigen om afwijkingen in waterkwaliteit te melden lijkt zinvol. Het stimuleren van meer klantmeldingen geeft kan wel een discontinuïteit veroorzaken waardoor overschrijdingskansen opnieuw bepaald moeten worden. Maar op lange termijn levert het een betrouwbare methode op.

5 Implementatie

5.1 Implementatie

Waterkwaliteitsproblemen kunnen waardevol zijn als deze geregistreerd en geanalyseerd worden. Een nauwkeurige en uniforme registratie is de basis voor het uitvoeren van statistische analyses die inzicht kunnen geven in verbanden tussen waterkwaliteitsproblemen, leidingnetkenmerken, incidenten en externe omgevingsfactoren. Uit de inventarisatie en analyse van de registratie van klantmeldingen blijkt dat aanpassing van de registratiepraktijk het mogelijk maakt meer informatie uit de klantmeldingen te halen. Het bijwerken en onderhouden van deze registratie is daarnaast van belang om statistische modellen bij te werken en te verbeteren. Hieronder wordt een eerste aanzet gegeven voor het opstellen van een nauwkeurig behandelingssysteem en wijze van registratie gericht op het maximaliseren van de informatieopbrengst uit klantmeldingen. Het nader uitwerken van deze aspecten vergt aanvullend onderzoek.

5.1.1 Afhandelingssysteem voor klantmeldingen

Met als doel het opstellen van een nauwkeurig afhandelingssysteem voor klantmeldingen zijn de volgende elementen van belang (gebaseerd op Whelton (2003)):

- **Toezichhouden:** er dienen verantwoordelijke personen te zijn die de registratie van klantmeldingen overzien en goed bijhouden;
- **Aanspreekpunt:** een enkel aanspreekpunt moet worden benoemd, zodat klanten duidelijk weten hoe ze contact kunnen opnemen als ze een probleem vernemen, en zodat er geen verdubbeling is van meldingen die langs meerdere aanspreekpunten binnenkomen. Dit enkel aanspreekpunt is liefst 24/7 beschikbaar en is dan ook in staat om klantmeldingen uniform te registreren;
- **Informatie aan klanten:** waterbedrijven dienen hun klanten aan te moedigen en bewust te maken van het belang van het melden van waterkwaliteitsproblemen en te informeren waar ze met die meldingen terecht kunnen;
- **Registratie klantmeldingen:** een elektronische registratie van klantmeldingen moet worden ontwikkeld, die overzichtelijk en nauwkeurig genoeg is zodat een snelle reactie op acute of abnormale problemen mogelijk is, alsook het duidelijk identificeren van chronische problemen in het distributienet. Deze registratie kan worden verrijkt met “vlaggetjes” of andere aanduidingen voor meldingen die abnormaal zijn of onmiddellijk aandacht nodig hebben;
- **Procedures:** consistente en effectieve procedures moeten worden bepaald en ingericht voor het ontvangen en registreren van klantmeldingen, en voor het uitvoeren van acties naar aanleiding van de meldingen;
- **Visuele representatie:** het representeren van klantmeldingen op kaart, tabellen en grafieken, maakt het eenvoudiger en overzichtelijker om waterkwaliteitsproblemen te interpreteren.

5.1.2 Uniforme en nauwkeurige registratie van klantmeldingen

Voor het opstellen van een nauwkeurige en uniforme registratie van klantmeldingen dient een aantal essentiële velden te worden geïdentificeerd en op uniforme wijze worden ingevuld. Dit is van belang om het verkrijgen van nuttige informatie te optimaliseren en daaruit voortvloeiende statistische en geografische analyses mogelijk te maken. In Bijlage IV wordt

een eerste aanzet gegeven voor het opstellen van een adequate registratie van klantmeldingen, op basis van de literatuur en ervaring opgedaan in dit onderzoek.

Enige bedrijfsspecifieke afwijkingen en aanvullingen zijn denkbaar. Het belangrijkste aspect is dat de registratie op uniforme wijze wordt gedaan, zodat deze duidelijk en eenvoudig geanalyseerd kan worden.

5.1.3 Vragenlijst op aanspreekpunt

Om de registratie van klantmeldingen zorgvuldig in te vullen is het ook van belang dat de medewerkers van het aanspreekpunt de juiste vragen stellen aan de klanten die contact opnemen. In bijlage V is een voorbeeld voor een dergelijke vragenlijst uitgewerkt, op basis van de literatuur.

6 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

6.1 Vervolgstappen voor toekomstig onderzoek

In het huidige onderzoek is de potentie van klantmeldingen als alternatieve indicatoren duidelijk gemaakt. Daarnaast zijn er meerdere aspecten geïdentificeerd die aandacht en aanvullend onderzoek verdienen. Hieronder worden deze aspecten toegelicht.

6.1.1 Uitbreiden van de statistische analyse

In het huidige project wordt er gekeken naar de verschillende type meldingen en hoe vaak deze voorkomen. Daaruit worden frequenties en overschrijdingskansen bepaald, wat aanzet om drempelwaardes te definiëren. Om een dieper inzicht te krijgen in de ernst van een bepaalde melding of probleem en de betrouwbaarheid van klantmeldingen dienen de volgende analyses te worden uitgevoerd:

- de mate van diversiteit van meldingen als aanvulling bij overschrijdingskansen om de ernst van een probleem te bepalen;
- de topologische correlatie, dit is bv. de afstand in het leidingnet tussen verschillende meldingen;
- het bepalen van de betrouwbaarheid van meldingen als functie van hun aantal;
- het weergeven van de ernst van meldingen op een kaart en integratie van resultaten met bestaande platformen (zoals The Human Sensor en Waterstoring.nl);

De verkregen resultaten uit de geografische analyse roepen ook allerlei ideeën op om netwerkparameters en bevolkingsgegevens te categoriseren en relaties tussen deze kenmerken en meldingen te onderzoeken. Hierin zijn de aanbevelingen voor verder onderzoek:

- geografische distributie per jaar of andere periode;
- correlatie zoeken met CBS-gegevens, zoals inkomen, werkloosheid, onder andere;
- correlatie zoeken met werkzaamheden;
- correlatie zoeken met kenmerken van het distributienet zoals leidingmateriaal, leidinglente, onder anderen.

6.1.2 Variatie over het jaar

Uit resultaten van het huidige project is het duidelijk dat het aantal meldingen erg varieert over het jaar. Dit lijkt een belangrijk punt om verder uit te werken. Het bepalen van de verklarende factoren voor deze variaties kunnen verder bijdragen in het onderscheiden van minder en meer belangrijke meldingen. Verklarende factoren kunnen worden gezocht in:

- Weersomstandigheden (bv. temperatuur, neerslag);
- Vakantieperiodes.

6.1.3 Alternatieve Indicatoren buiten klantmeldingen

Er is literatuur die aanzet om de waarde en bruikbaarheid van alternatieve indicatoren buiten klantmeldingen te onderzoeken. Er is bv. Franse literatuur over het gebruik van verkoopcijfers van bepaalde medicijnen om watergedragen epidemieën sneller te identificeren. Onder alternatieve indicatoren buiten klantmeldingen wordt begrepen:

- Heatmapping (waarbij wordt gekeken in welke gebieden een bepaalde webadres (bijvoorbeeld www.pwn.nl) veel wordt geraadpleegd);
- CLIK data mapping;
- Oproepen RIVM of alarmcentrales;
- Meldingen aan artsen;
- Verkoop van medicijnen;
- Gemiste telefoontjes;

Hierin kan ook worden gekeken naar een selectieve toepassing van klantmeldingen door aanvulling met gegevens van de voorgenoemde andere alternatieve indicatoren, i.e., het bepalen van welke aanvullende informatie nuttig is bij bepaalde soort klantmeldingen.

6.1.4 Discrepancie gemeten waterkwaliteit en klanttevredenheid

Een interessant punt is het onderzoek naar de discrepantie tussen klanttevredenheid en gemeten kwaliteit van het water. Er lijkt een spanningsveld te zijn tussen de gemeten waarde van waterkwaliteitsparameters en de beleving van de klant. De vraag is of drinkwaterbedrijven meer focus kunnen leggen op bepaalde kwaliteitsparameters waarvoor de klanten gevoeliger voor zijn. Om dit te onderzoeken kan er worden gekeken naar literatuur over klanttevredenheid en -perceptie op verschillende gebieden buiten drinkwater, maar kunnen er ook in de praktijk enquêtes worden uitgevoerd.

6.1.5 Aanbevelingen voor registratie van klantmeldingen

In het huidige project worden aanbevelingen gedaan om de registratie van klantmeldingen te verbeteren zodat dat deze bruikbaar is om waterkwaliteitsproblemen te herkennen. Hierin kan nog meer gedaan worden, ook in de richting van implementatie, zoals:

- creatie van een “stroomschema” voor callcenters om deze te helpen bij de goede en uniforme registratie van waterkwaliteitsmeldingen;
- workshops bij callcenters en waterbedrijven;
- creatie van een tool of bestanden voor de registratie van klantmeldingen met aangifte van drempelwaardes en abnormale situaties.

6.1.6 Koppeling van alternatieve indicatoren aan met sensoren meetbare parameters

Hierin wordt gezocht naar de integratie van informatie uit klantmeldingen en gemeten informatie uit waterkwaliteitssensoren. Een dergelijke benadering maakt het mogelijk om informatie uit zowel sensoren als klanten zo goed mogelijk te benutten en hun bruikbaarheid te maximaliseren.

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Algemene conclusies

De potentiële waarde van klantmeldingen als indicatoren van waterkwaliteitsproblemen is in de literatuur reeds erkend. Toch ontbraken er vooralsnog voorbeelden van het toetsen van de bruikbaarheid en toepasbaarheid in de praktijk. Met dit project is de waarde en bruikbaarheid van deze meldingen als indicatoren van waterkwaliteitsproblemen overtuigend geïllustreerd.

Op basis van de analyses van de aangeleverde gegevens kan het volgende worden geconcludeerd:

- Hoewel de onderzochte bedrijven normaliter klantmeldingen registreren, wordt dit niet altijd op een uniforme en overzichtelijke wijze uitgevoerd. De verkregen informatie wordt verder niet bij alle drinkwaterbedrijven in voldoende mate geanalyseerd en benut, en het beoordelen van klantmeldingen op een geaggregeerd niveau is nog geen gebruikelijke procedure. In dit kader is er ruimte voor verbeteringen.
- Uit de analyse van klantcontactgegevens van PWN is de conclusie dat:
 - Het aantal meldingen varieert over de verschillende gemeten jaren;
 - Door het jaar varieert het gemiddelde aantal meldingen per maand, afhankelijk van de aard van de melding;
 - Een afzonderlijk incident in een productiebedrijf is duidelijk te herkennen in het aantal meldingen van geur of smaak aan het water en eerder dan PWN zelf zag.
- Overschrijdingscurves kunnen bepaald worden voor de waterkwaliteitsmeldingen in het algemeen, bruin of troebel water, geur of smaak aan het water en wit water. Deze curves zijn nuttig voor drinkwaterbedrijven omdat er om op een objectieve wijze typische en abnormale aantal meldingen gekwantificeerd kunnen worden. Deze informatie is van belang om drempelwaarden en alarmen te definiëren zodanig dat abnormale meldingsfrequenties eenvoudig en duidelijk geïdentificeerd worden. Drinkwaterbedrijven kunnen met dergelijke informatie beter bepalen hoe dringend of ernstig een melding is.
- De kruistabel tussen meldingen en verklaringen en bijhorende analyse bieden een blik op een statistische significante relatie tussen bepaalde meldingen en verklaringen. Deze relatie biedt informatie die verder kan bijdragen om een proactieve houding tegenover klantmeldingen te versterken, i.e., wanneer er een bepaalde gebeurtenis voorkomt is er kennis over de mogelijke gevolgen voor klantmeldingen en kan daar sneller op ingespeeld worden, of kunnen klanten op voorhand geïnformeerd worden.
- Een analyse van de geografische verdeling van meldingen toont dat er verschillen zijn tussen de meldingdichtheid van bewoners in de gemeentes, en dat deze verschillen te zien zijn voor bruin of troebel water, geur of smaak aan het water en wit water. Dergelijke analyses bieden aanknopingspunten voor het identificeren en verhelpen van deze problemen.

De informatie verkregen uit de analyse van klantmeldingen kan verder worden gebruikt om beter gerichte onderhouds- en monitoringsplannen, inclusief bemonstering en locatie van waterkwaliteitssensoren te bepalen. Daarnaast laat een zorgvuldig omgang met - en waardering van klantmeldingen zien dat het bedrijf om de veiligheid van het geleverd

drinkwater en de bezorgdheid van klanten geeft, wat verder het vertrouwen en tevredenheid van klanten verhoogt.

7.2 Aanbevelingen

7.2.1 Aanbevelingen voor implementatie

Om de bruikbaarheid van klantmeldingen te maximaliseren en deze als indicatoren van waterkwaliteitsproblemen te benutten wordt aanbevolen om een systematisch toezicht op klantmeldingen te houden door een adequate behandelingssysteem te implementeren. Een dergelijke systeem dient:

- klanten aan te moedigen om geconstateerde afwijkingen te melden;
- aanspreekpunt te garanderen die 24/7 beschikbaar is;
- vragenlijst bij aanspreekpunt uit te werken om registratie te vergemakkelijken en verbeteren;
- klantmeldingen op uniforme wijze te registreren;
- statistische en geografische analyses uit te voeren;
- resultaten duidelijk weer te geven, bijvoorbeeld op kaart.

7.2.2 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Deze studie heeft de waarde van klantmeldingen duidelijk gemaakt en bovendien in kaart gebracht wat de benodigde vervolgstappen zijn om klantmeldingen succesvol te gebruiken als alternatieve indicatoren van waterkwaliteitsproblemen in de bedrijfstak, namelijk:

- het ontwikkelen van ondersteunend materiaal voor waterbedrijven (stroomschema en excelsheet) voor het verbeteren van de registratiepraktijk;
- het verdiepen van de statistische analyse van bestaande en/of aanvullende datasets, zoals mate van diversiteit als aanvullende indicator op overschrijdingskans, topologische correlatie en betrouwbaarheid van meldingen als functie van hun aantal;
- het onderzoeken van verklarende factoren voor de variaties van het aantal meldingen over het jaar;
- het ontwikkelen van manieren voor detectie en visualisatie van ernst/urgentie van meldingen, inclusief voorbereiding op integratie met bestaande platformen (THS, waterstoring.nl);
- koppeling van alternatieve indicatoren aan met sensoren meetbare parameters;
- het onderzoeken van de bruikbaarheid van andere alternatieve indicatoren dan klantmeldingen;
- de discrepantie tussen gemeten waterkwaliteit en klanttevredenheid.

8 Referenties

Barthell, E. N., W. H. Cordell, et al. (2002). "The Frontlines of Medicine Project: A Proposal for the Standardized Communication of Emergency Department Data for Public Health Uses Including Syndromic Surveillance for Biological and Chemical Terrorism." *Annals of Emergency Medicine* 39(4): 422-429.

Bruchet, A., C. Hochereau, et al. (2007). "An acute taste and odour episode solved by olfactory GC-MS." *Water Science and Technology* 55(5): 223-230.

Dietrich, A. M. (2006). "Aesthetic issues for drinking water " *Journal of Water and Health* 4(1-11).

Francisque, A., M. Rodriguez, et al. (2011). "Reconciling actual risk with perceived risk for distributed water quality: a QFD-based approach." *Journal of Water Supply: Research and Technology - Aqua* 60(6): 321-342.

Gallagher, D. and A. M. Dietrich (2014). "Statistical approaches for analyzing customer complaint data to assess aesthetic episodes in drinking water." *Journal of Water Supply Research and Technology - Aqua* 63(5): 358-367.

Houtman, C. J. (2010). "Emerging contaminants in surface waters and their relevance for the production of drinking water in Europe." *Journal of Integrative Environmental Sciences* 1(25).

Hrudey, S. E. and E. J. Hadler (2007). "A nose for trouble - the role of off-flavours in assuring safe drinking water." *Water Science and Technology* 55(5): 239-247.

Jones, I. G. and M. Roworth (1996). "An outbreak of *Escherichia coli* 0157 and campylobacteriosis associated with contamination of a drinking water supply." *Public Health* 110(5): 277-282.

Khiari, D., S. Barrett, et al. (2002). *Distribution generated taste and odor phenomena*. Denver, CO, Awwa Research Foundation.

Kirmeyer, G. J., M. Friedman, et al. (2000). "Guidance Manual for Maintaining Distribution System Water Quality." AwwaRF, Denver, CO, USA.

Koning, M. d. (2000). *Klachtenregistratie en schoonmaken*. Nieuwegein, The Netherlands, Kiwa N. V.: 34.

Lapworth, D. J., N. Baran, et al. (2012). "Emerging organic contaminants in groundwater: A review of sources, fate and occurrence." *Environmental Pollution* 163: 287-303.

Lin, S. D. (1977). *Taste and Odors in Water Supplies - a Review*. D. o. R. a. Education. State of Illinois, State of Illinois: 50.

Mac Kenzie, W. R., N. J. Hoxie, et al. (1994). "A Massive Outbreak in Milwaukee of Cryptosporidium Infection Transmitted through the Public Water Supply." *The New England Journal of Medicine* 331(3): 161 - 167.

Martín-Alonso, J., R. Devesa, et al. (2007). "Managing an odour episode in Barcelona's water supply: strategies adopted, the causative agent (diacetyl) and determination of its organoleptic properties." *Water Science and Technology* 55(5).

McGuire, M. J., R. Hund, et al. (2005). "A practical decision tree tool that water utilities can use to solve taste and odor problems." *Journal of Water Supply Research and Technology - Aqua* 54: 321 - 327.

Petersen, L. R., D. Denis, et al. (1988). "Community Health Effects of a Municipal Water Supply Hyperfluoridation Accident." *Am J Public Health* 78: 711 - 713.

Propato, M., F. Sarrazy, et al. (2010). "Linear Algebra and Minimum Relative Entropy to Investigate Contamination Events in Drinking Water Systems." *Journal of Water Resources Planning and Management* 136(4): 483 - 492.

Proulx, F., M. J. Rodriguez, et al. (2007). "A methodology for identifying vulnerable locations to taste and odour problems in drinking water " *Water Science and Technology* 55(5): 177 - 183.

Quantum GIS Development Team (YEAR). Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>.

Schriks, M., M. B. Heringa, et al. (2010). "Toxicological relevance of emerging contaminants for drinking water quality." *Water Research* 44: 461 - 476.

States, S., M. Scheuring, et al. (2003). "Utility-based analytical methods to ensure public water supply security." *American Water Works Association* 95(4): 103.

Tang, Y., S. Wu, et al. (2013). "Resilience to evolving drinking water contamination risks: a human error prevention perspective." *Journal of Cleaner Production* 57(0): 228 - 237.

Whelton, A. J. (2003). *Drinking Water Consumer Complaints: Indicators from Distribution System Sentinels*. U.S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, Water Supply Management Program.

Whelton, A. J., A. M. Dietrich, et al. (2004). *Detecting Contaminated Drinking Water: Harnessing Consumer Complaints*. AWWA WQTC Proceedings, San Antonio, TX.

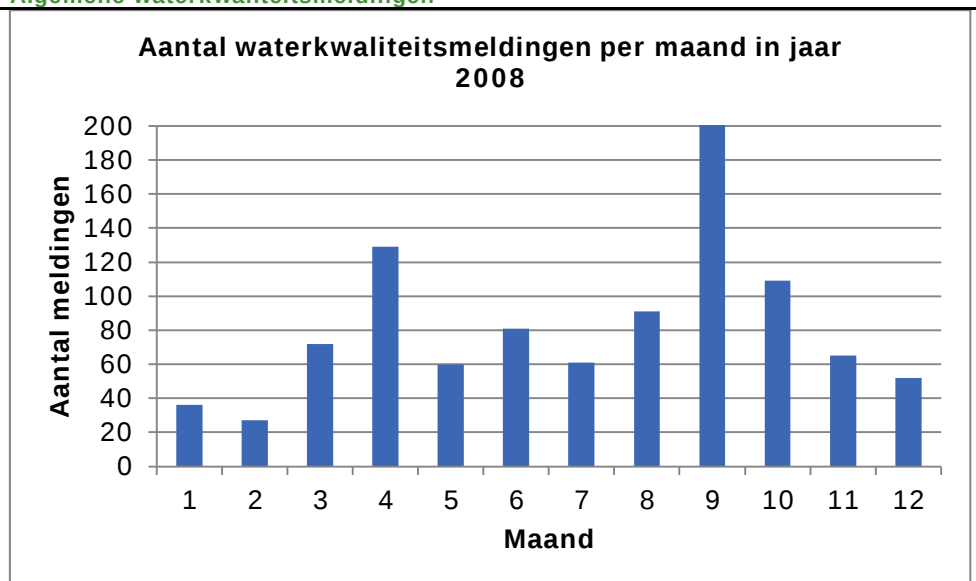
Worm, G. I. M. and D. Levelt (2014). *Social media and company owned data for real-time hydraulic impact calculations: The Human Sensor*. IWA World Water Congress and Exhibition, Lisbon, Portugal, IWA the International water association.

Zhang, X. J., C. Chen, et al. (2010). "The 2007 water crisis in Wuxi, China: analysis of the origin." *Journal of Hazardous Materials* 182(1-3).

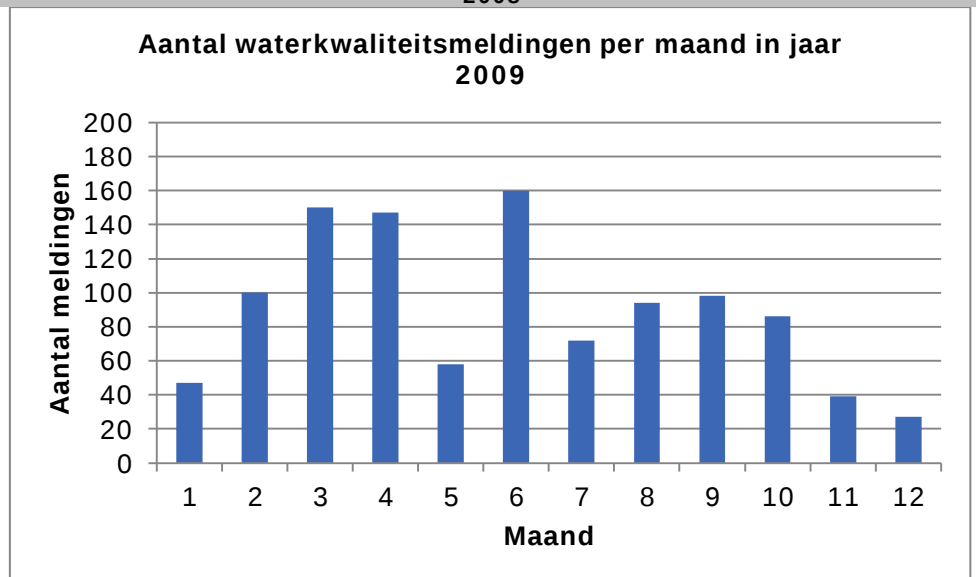
Bijlage I

Aantal waterkwaliteitsmeldingen
per maand voor de verschillende
geregistreerde jaren

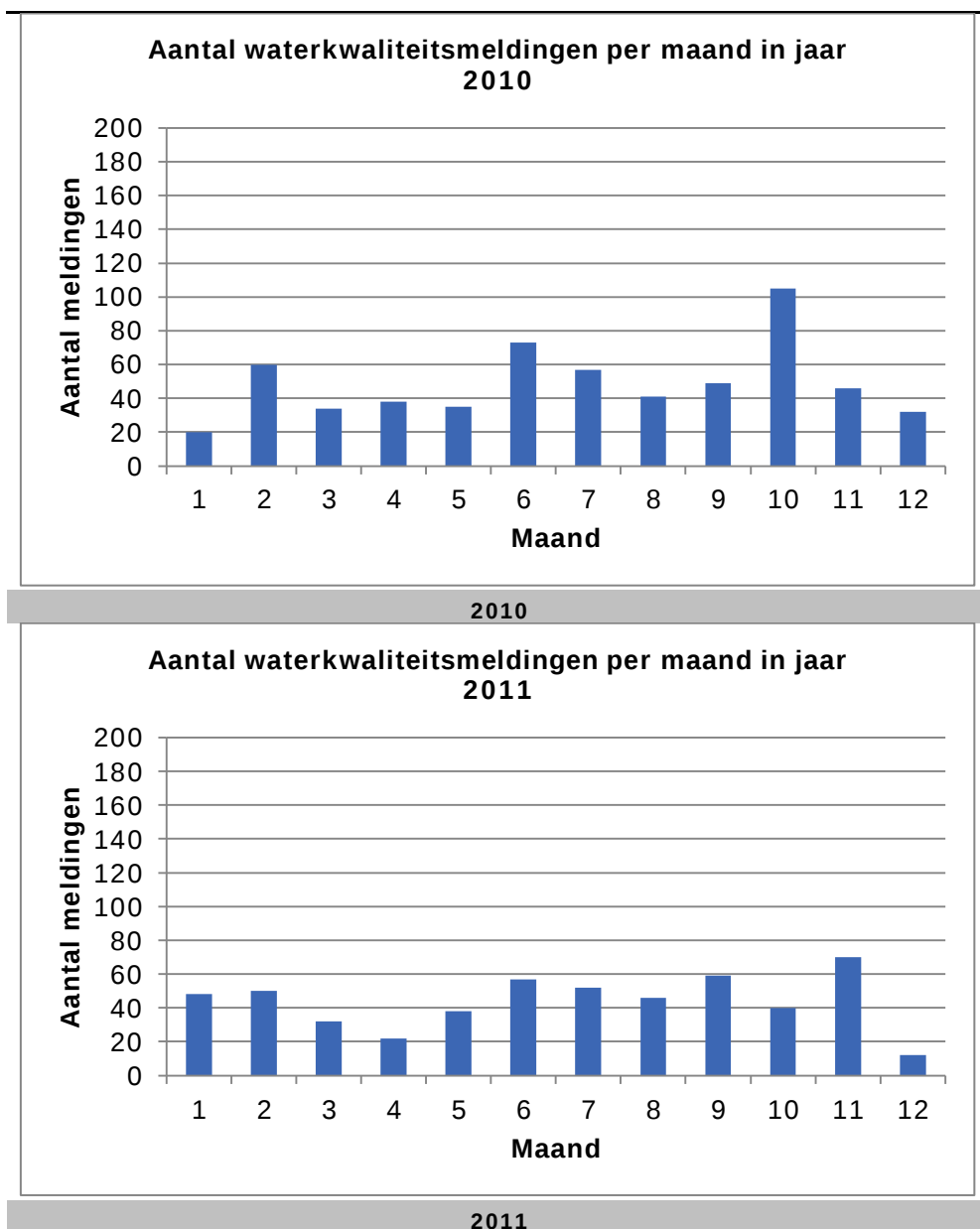
Algemene waterkwaliteitsmeldingen

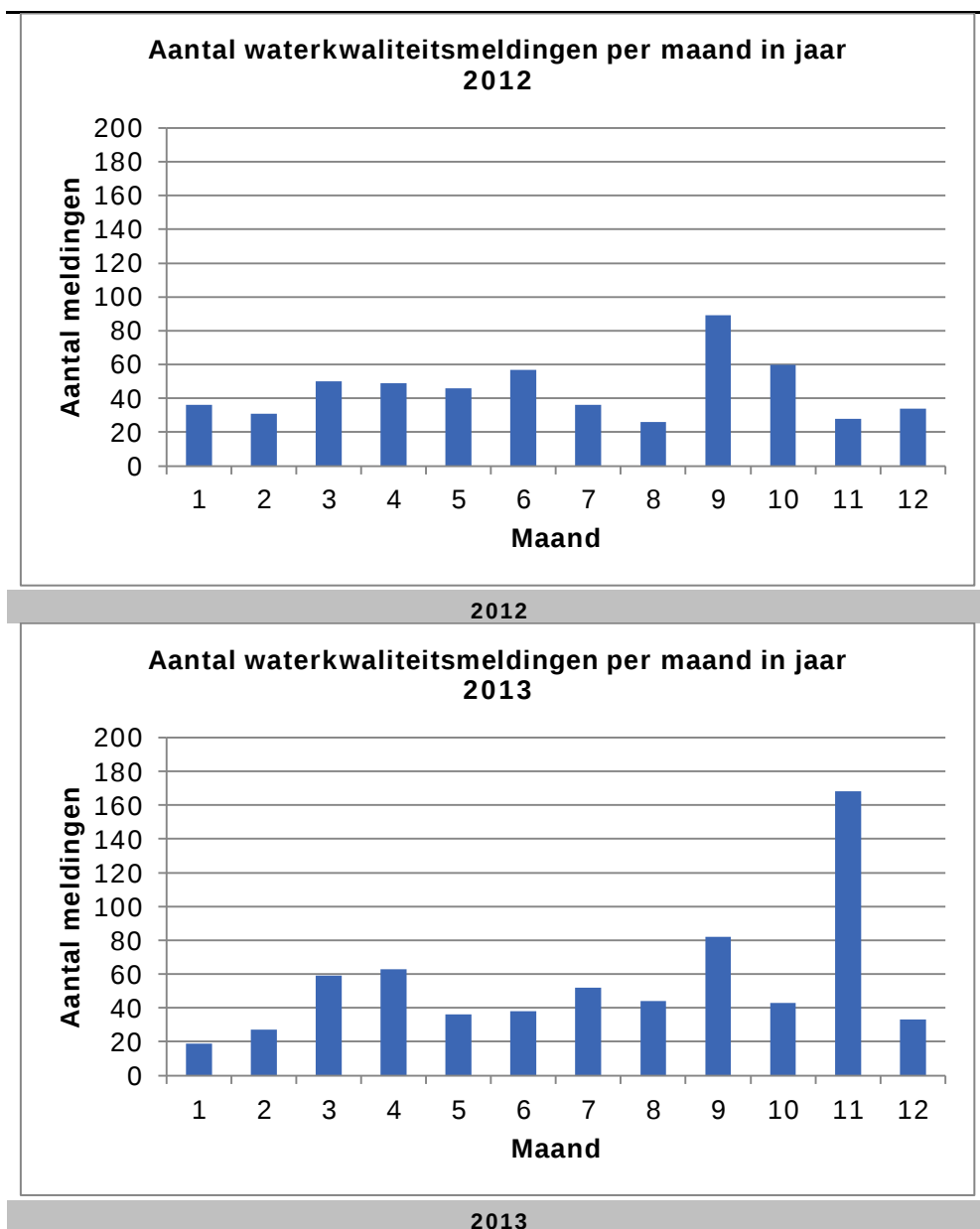


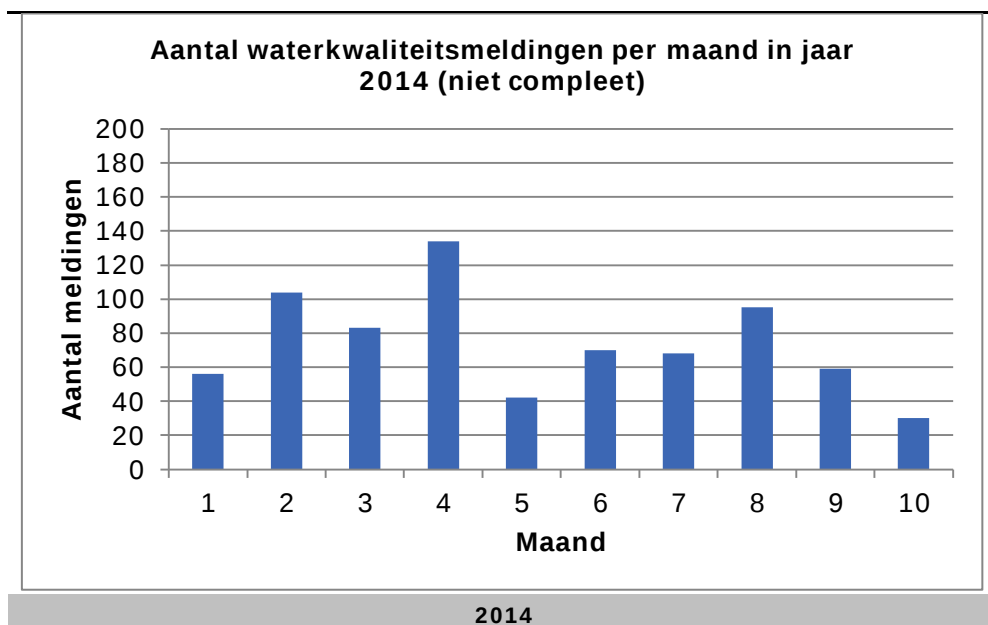
2008



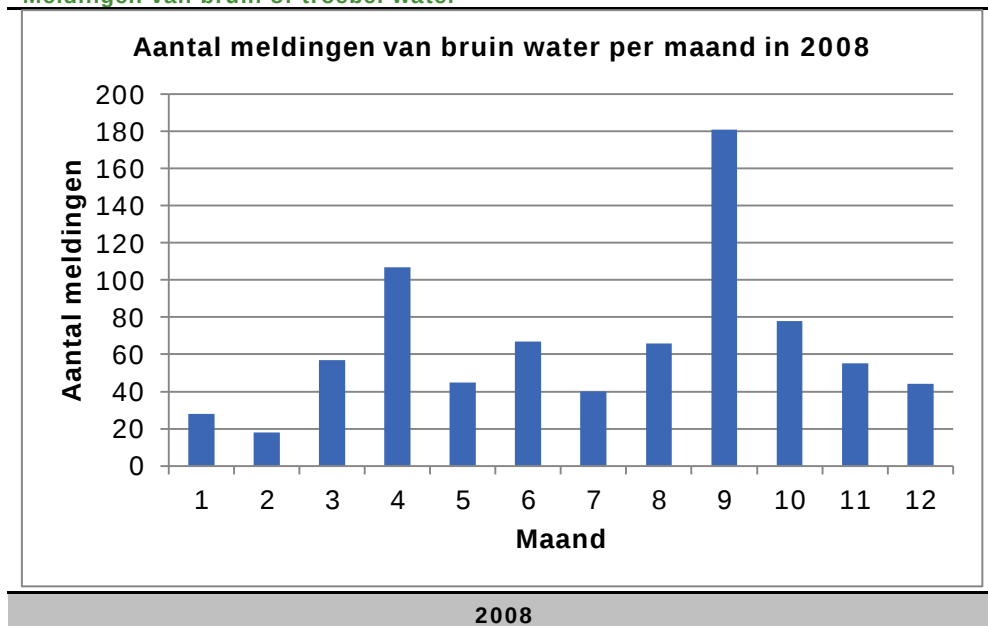
2009

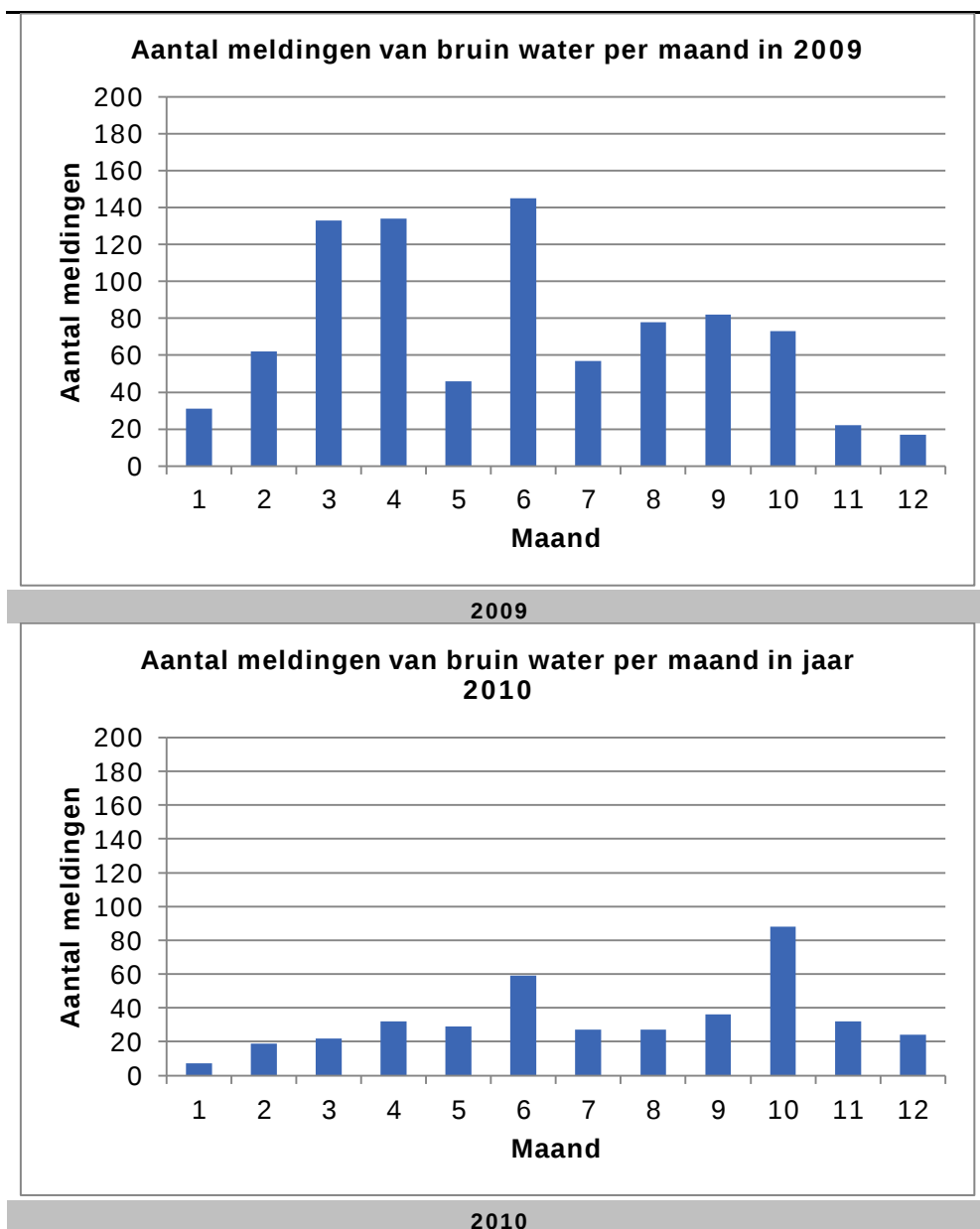


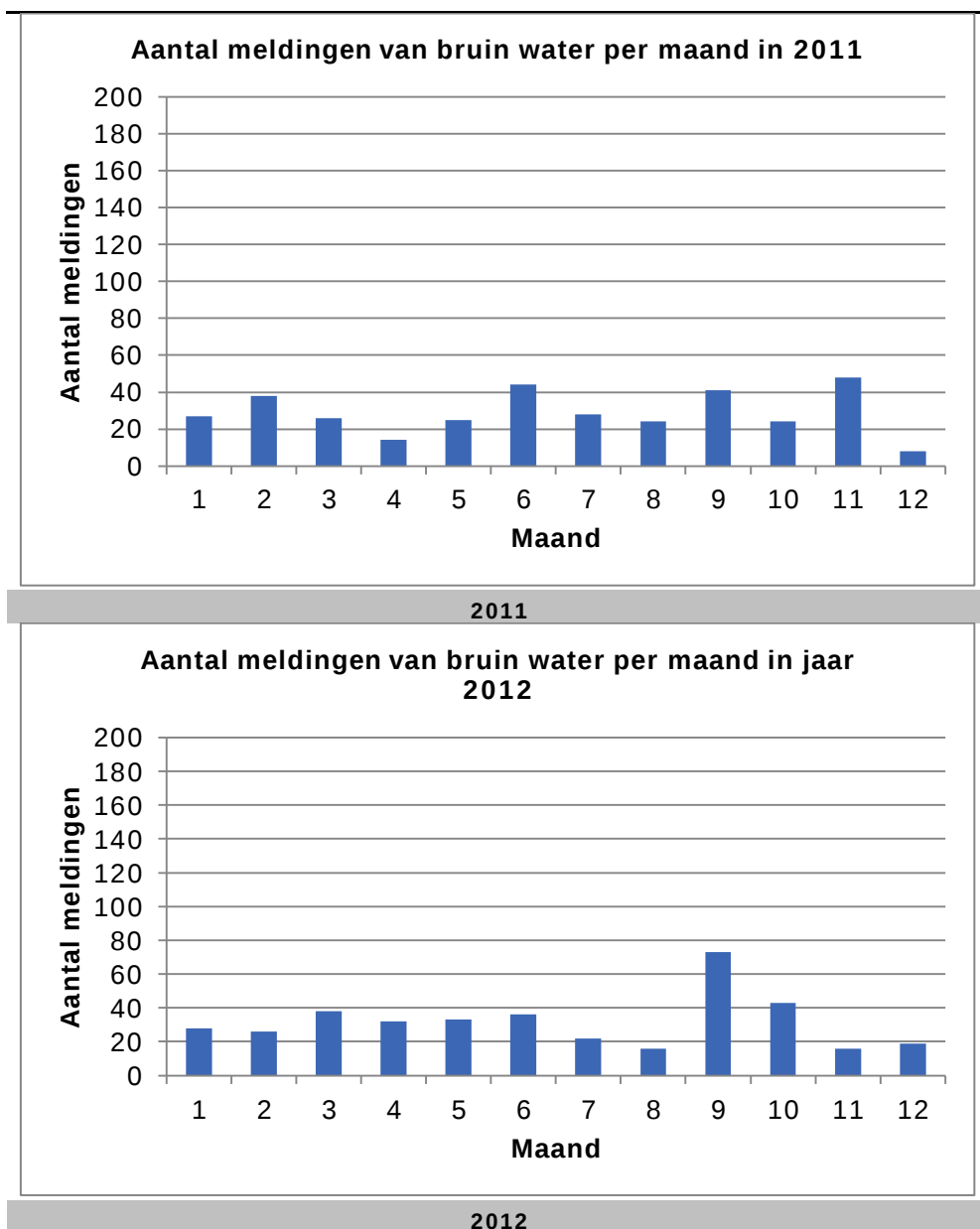


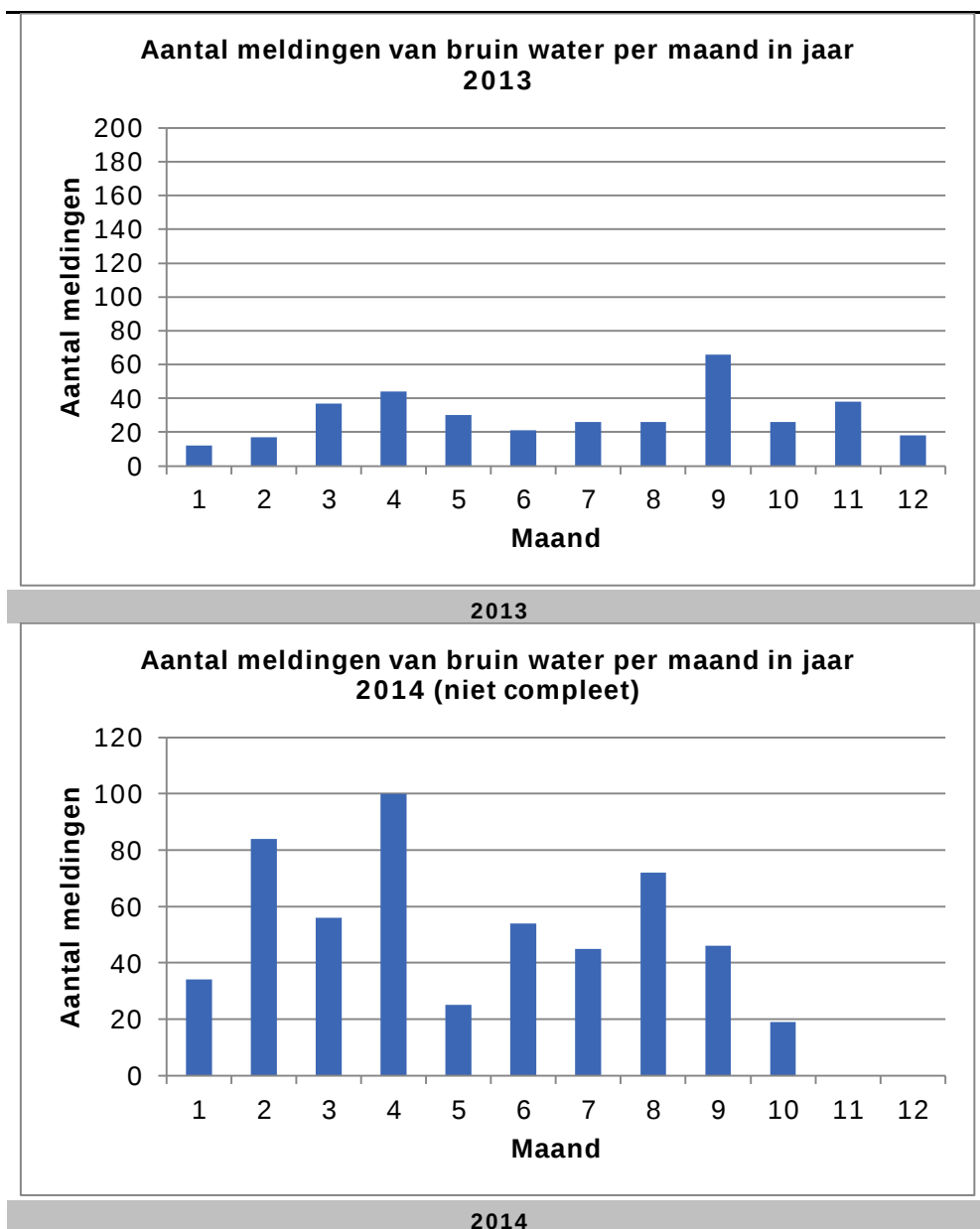


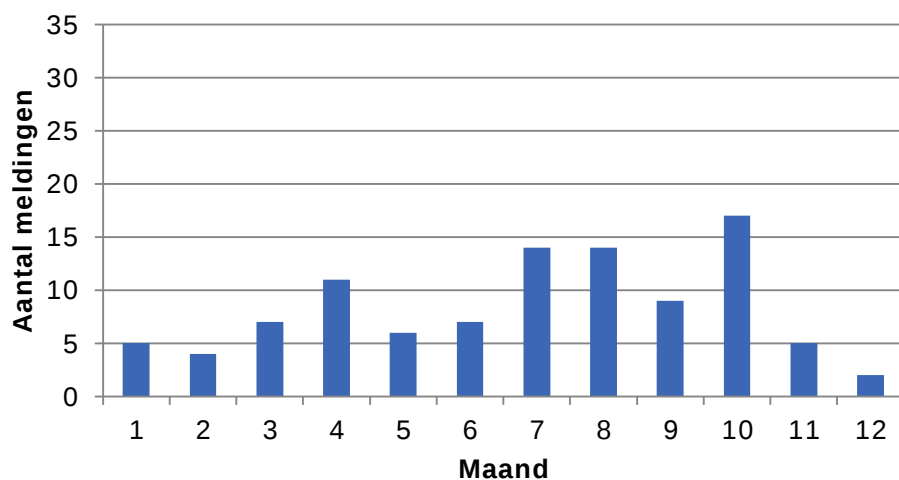
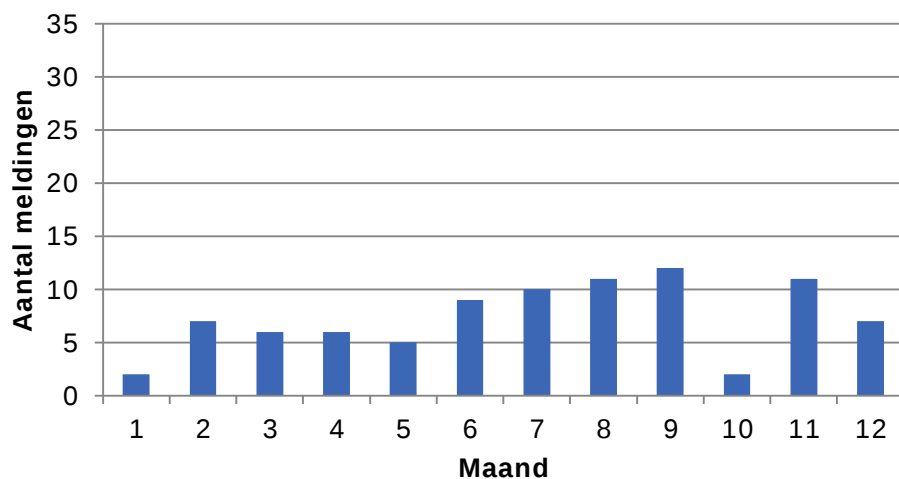
Meldingen van bruin of troebel water

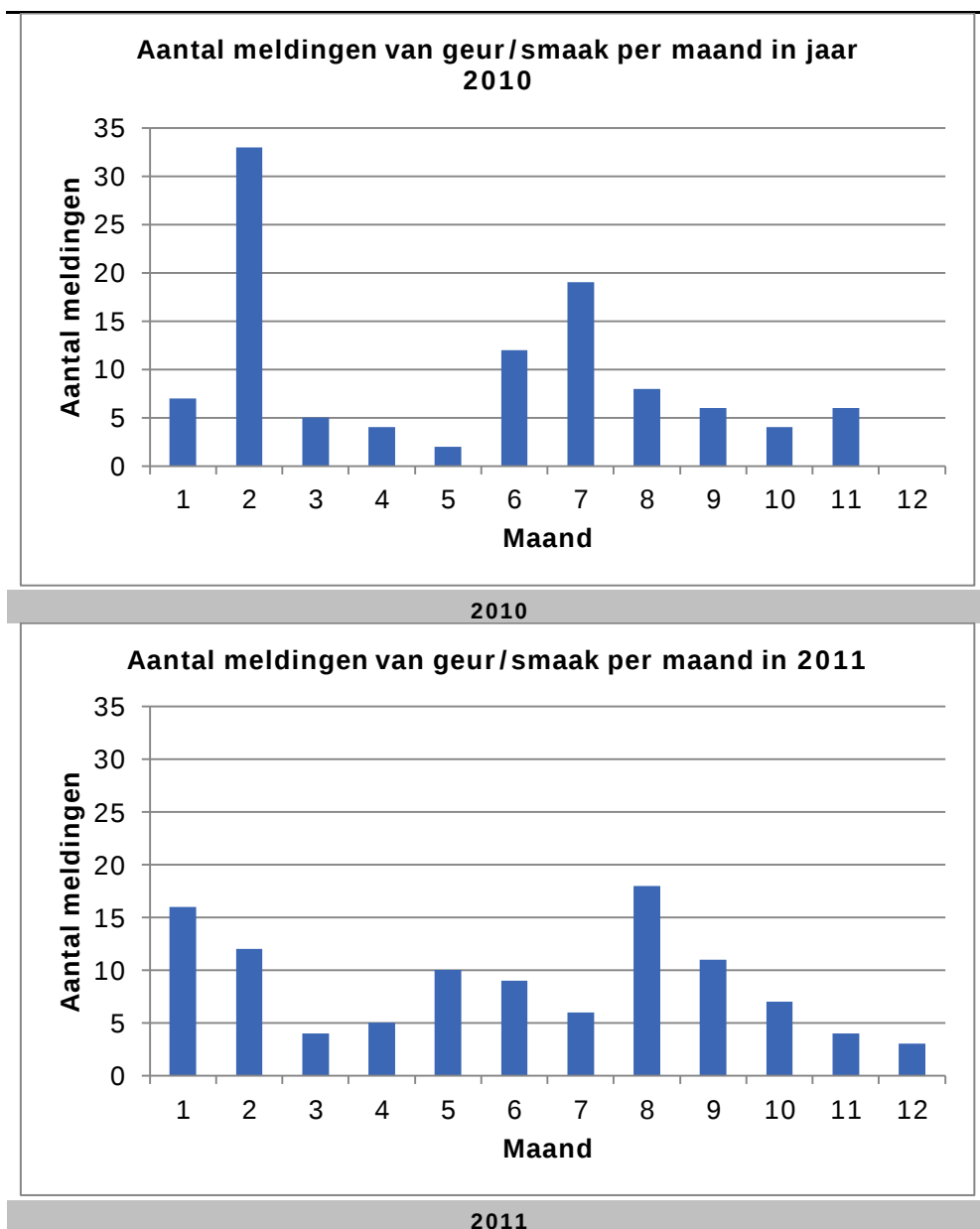


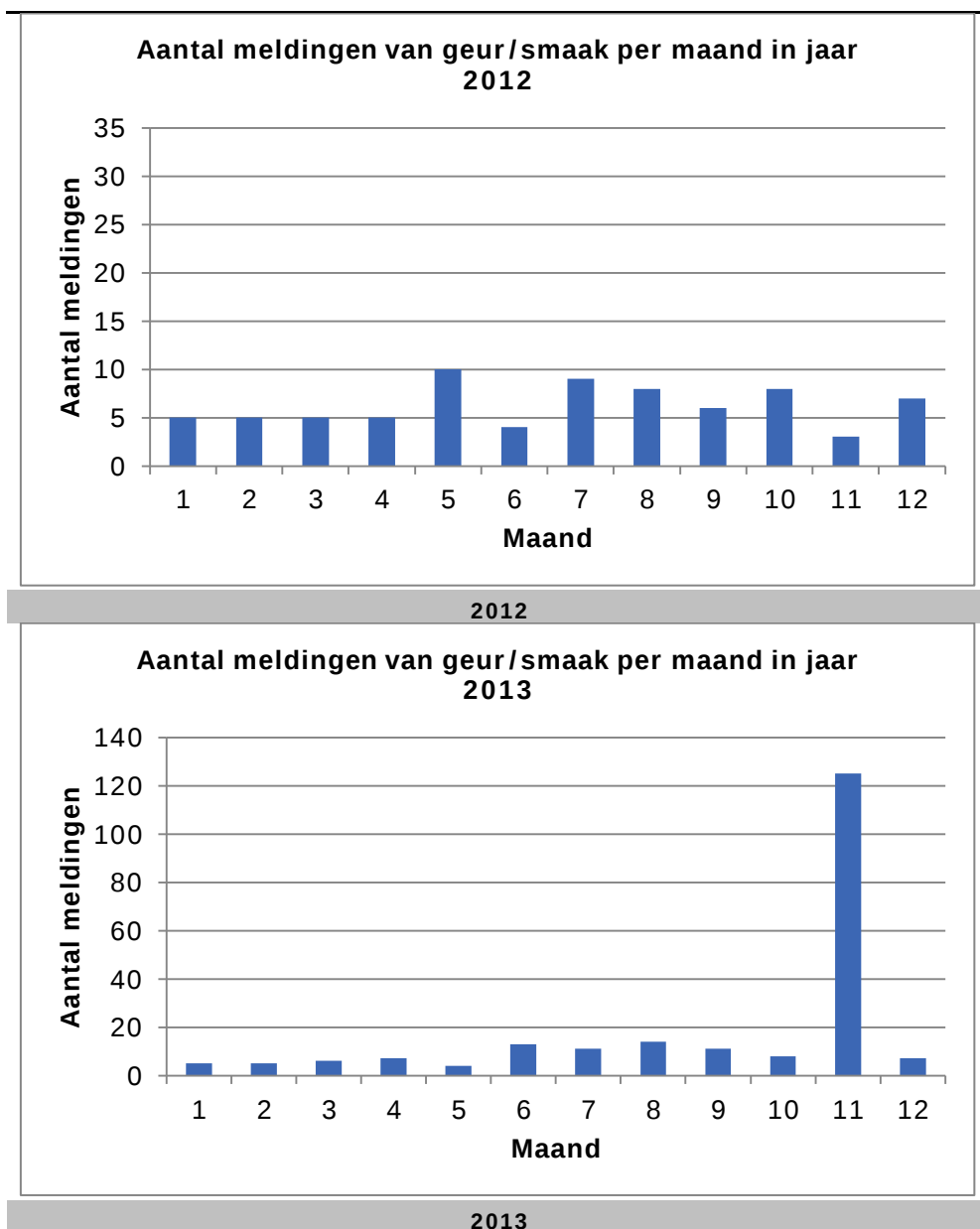


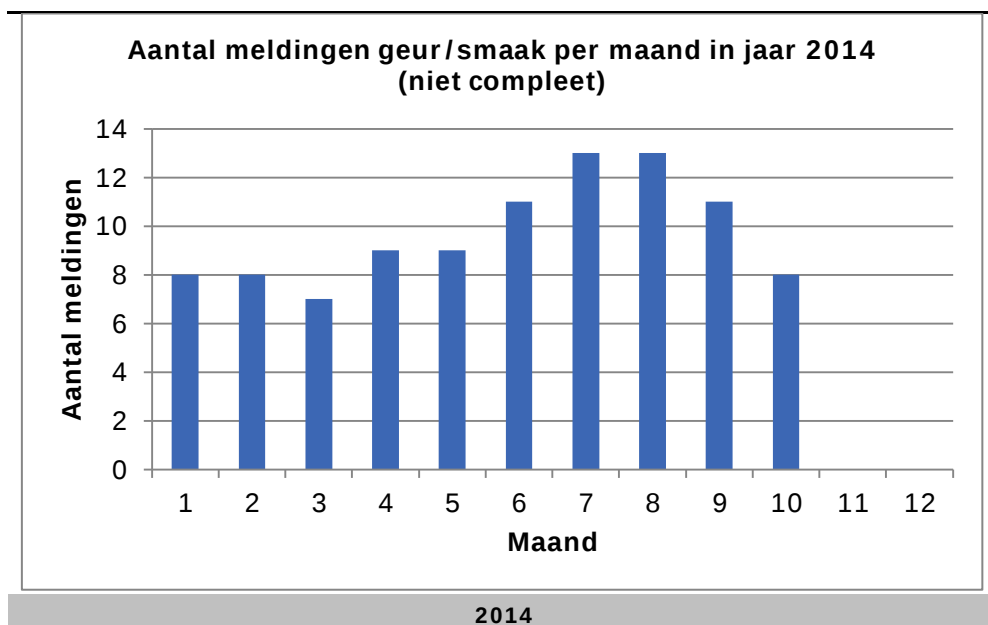




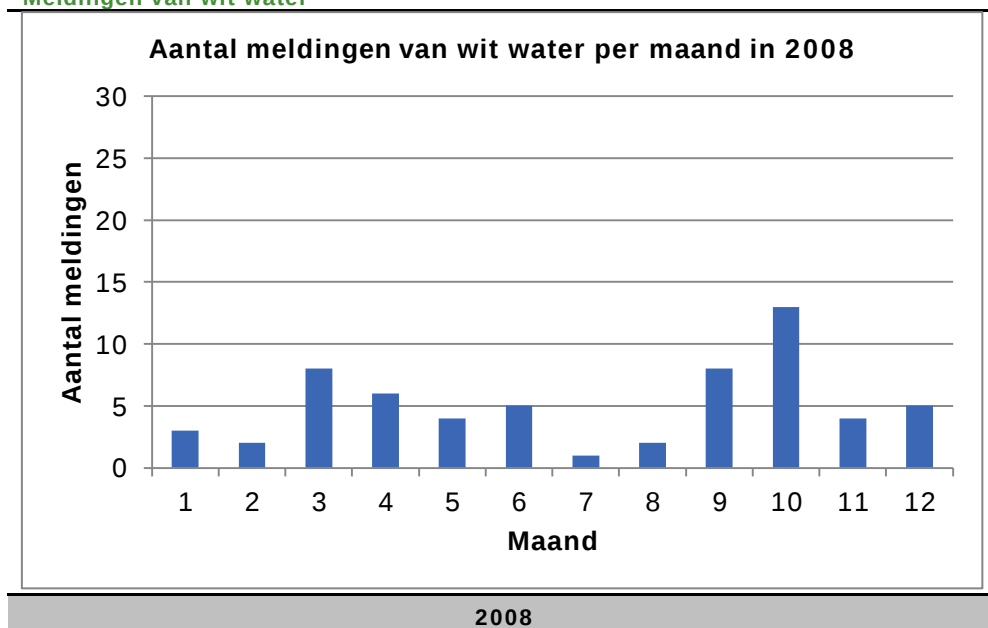
Meldingen van geur of smaak**Aantal meldingen van geur/smaak per maand in 2008****2008****Aantal meldingen van geur/smaak per maand in 2009****2009**

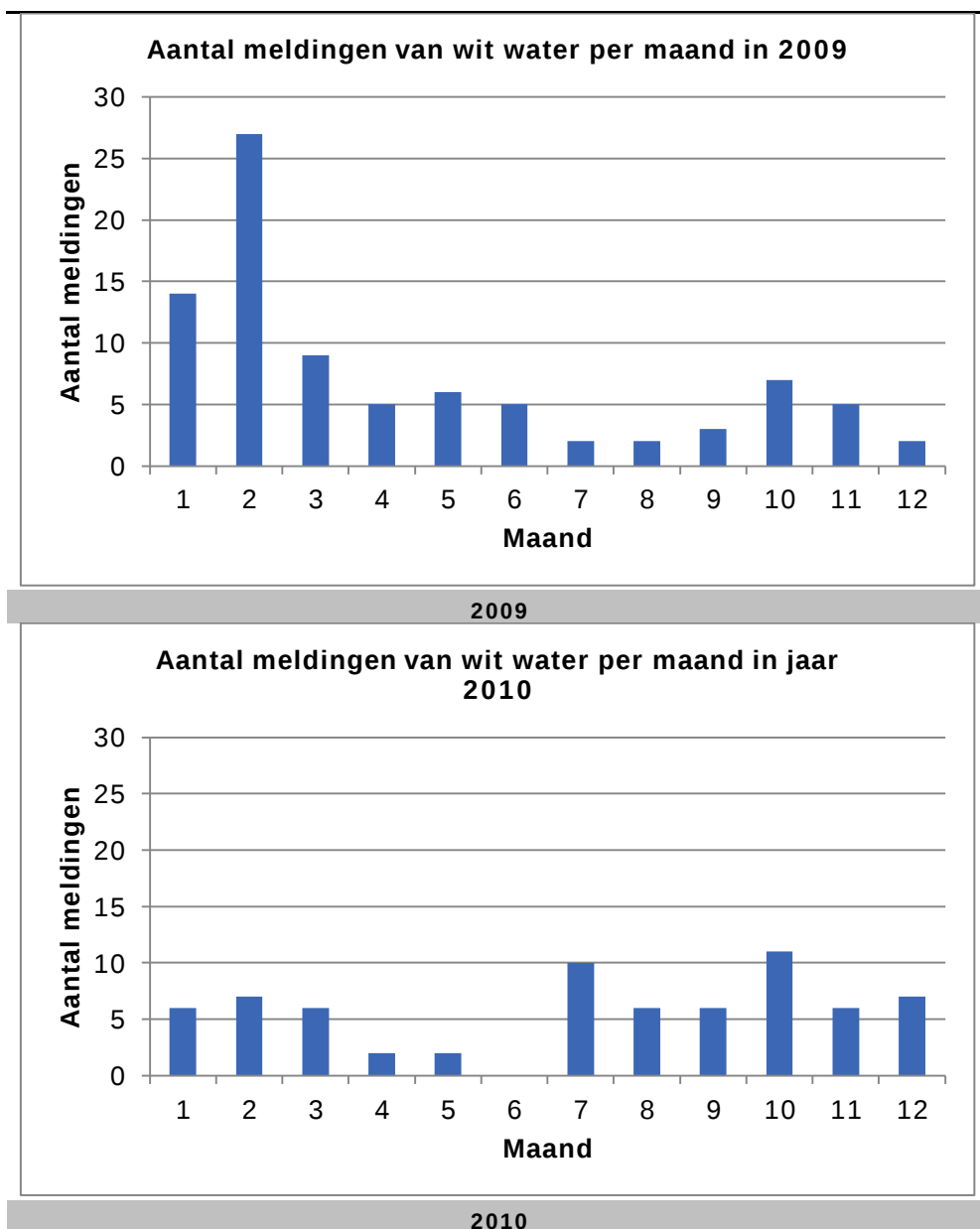


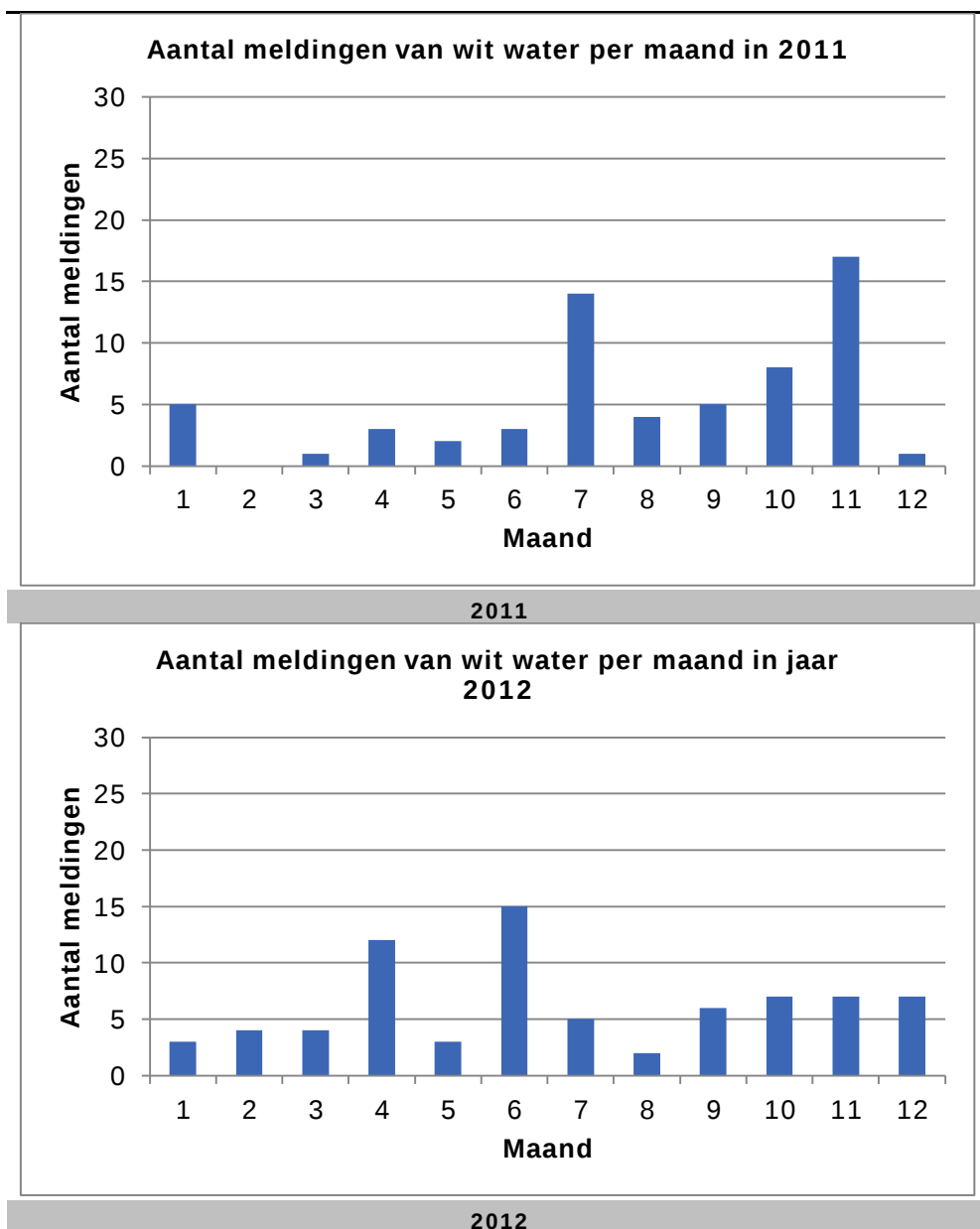


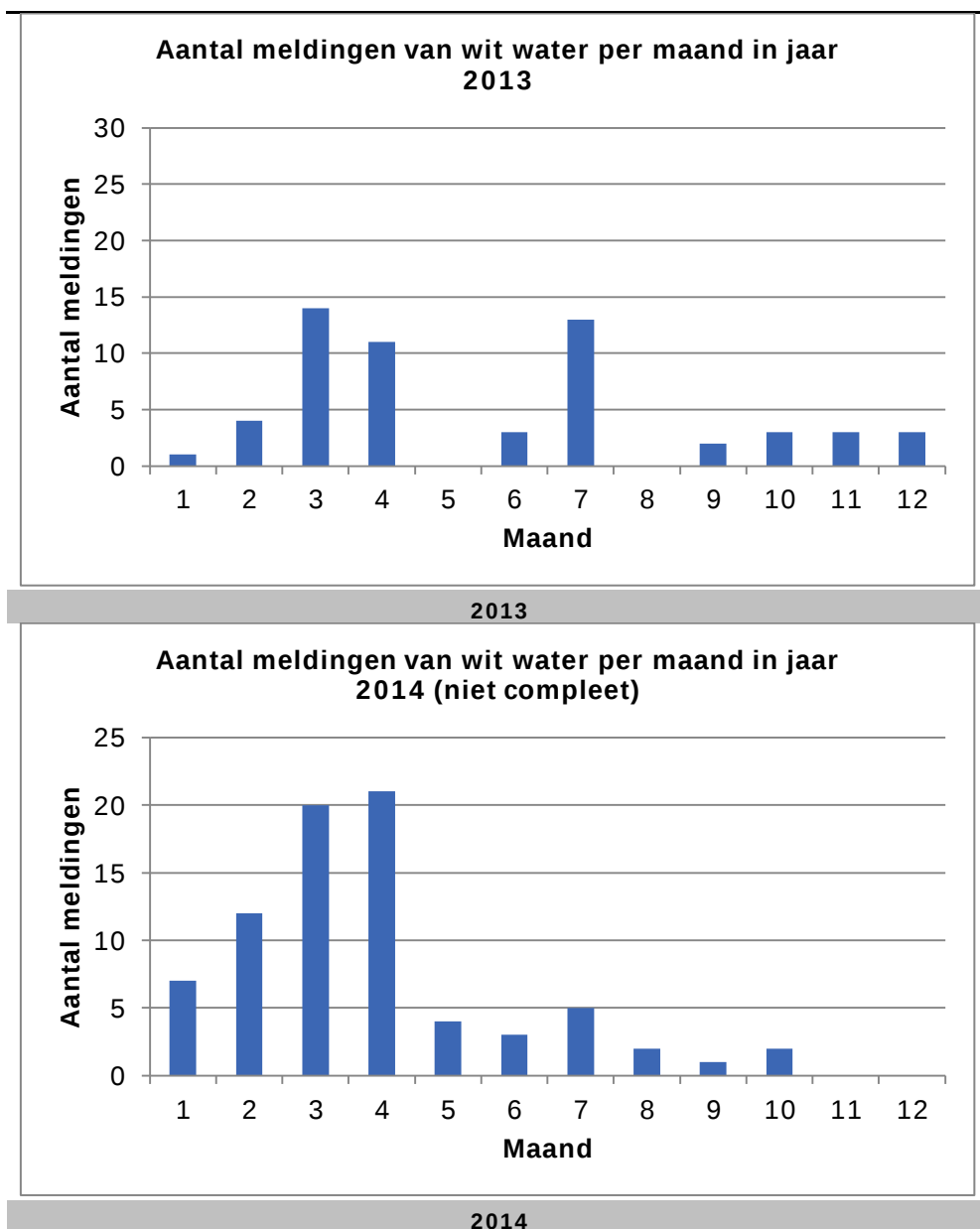


Meldingen van wit water





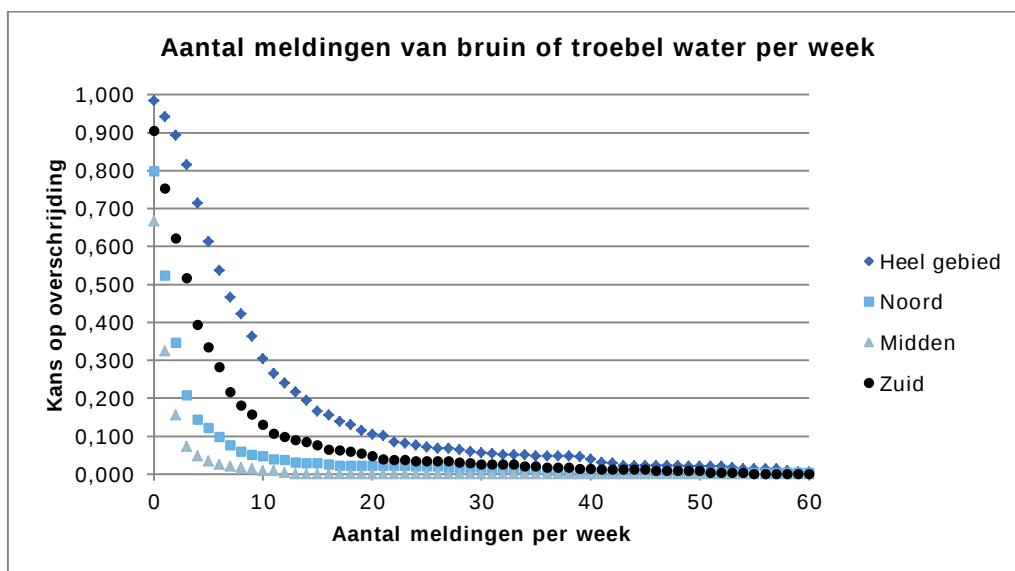
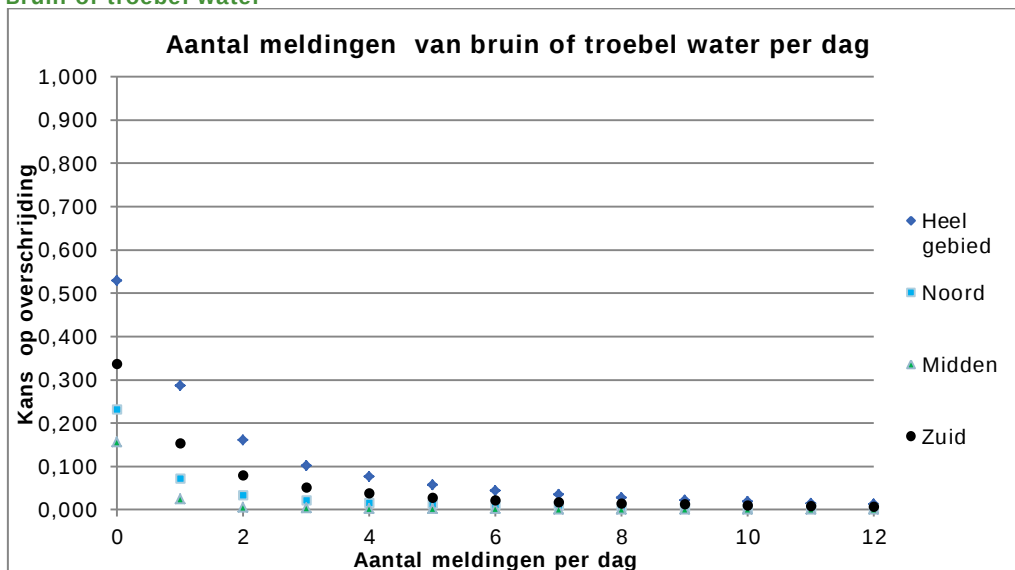


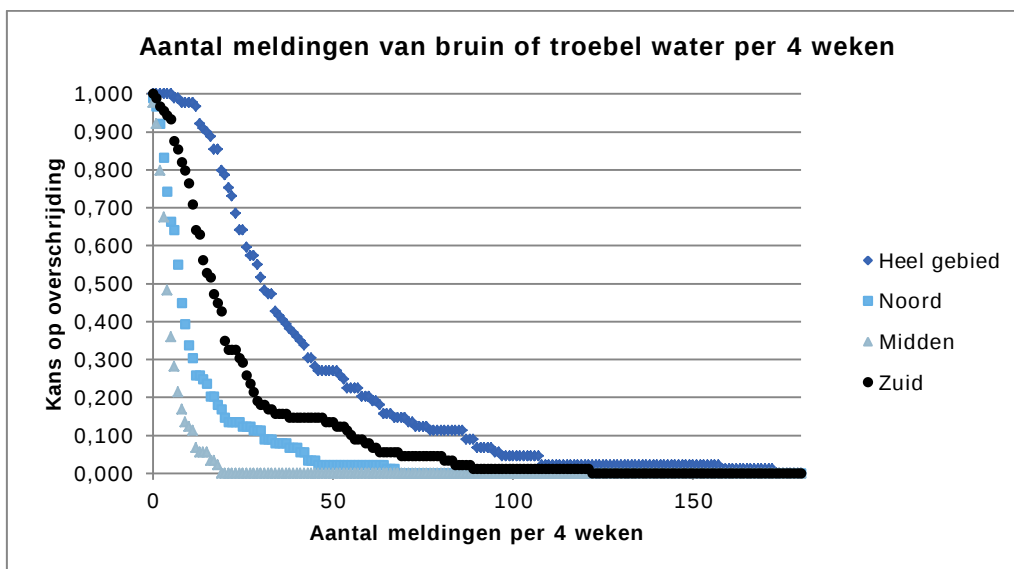


Bijlage II

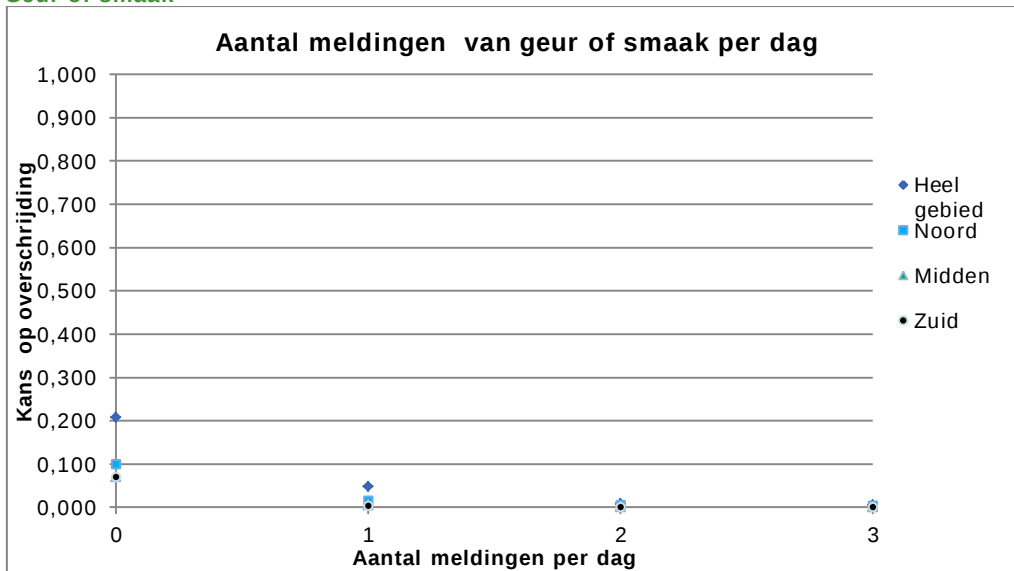
Frequentiecurves per categorie

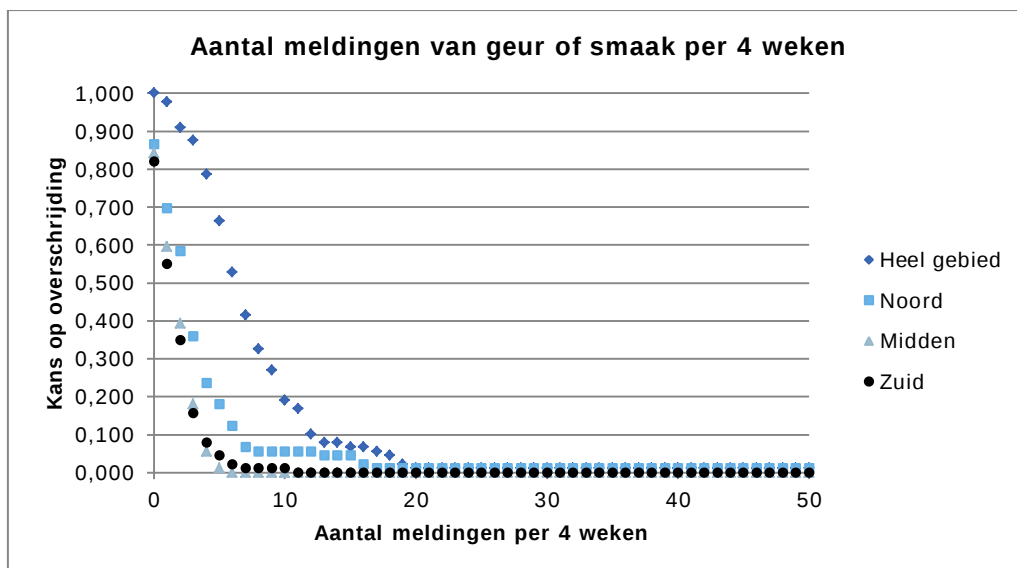
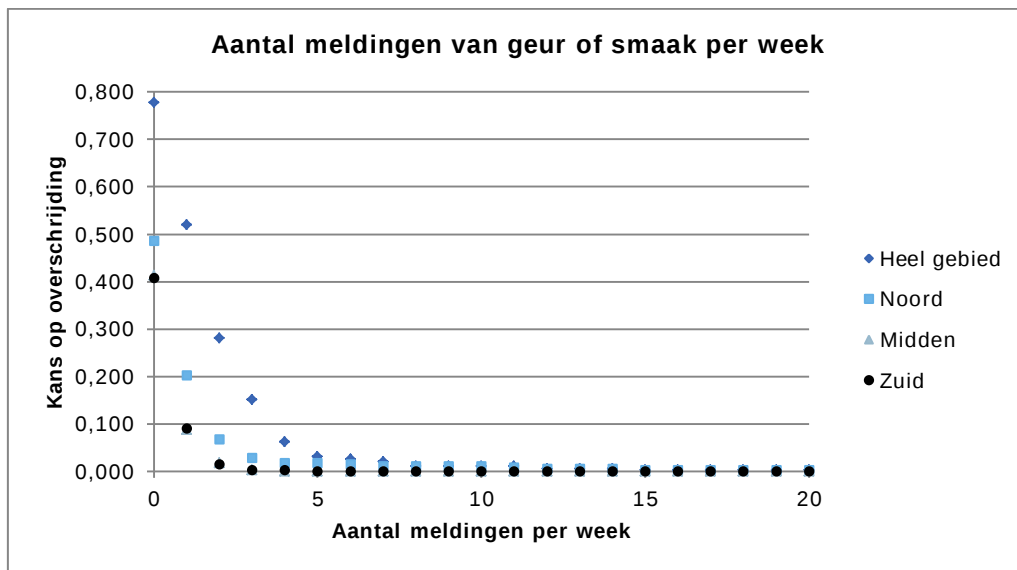
Bruin of troebel water



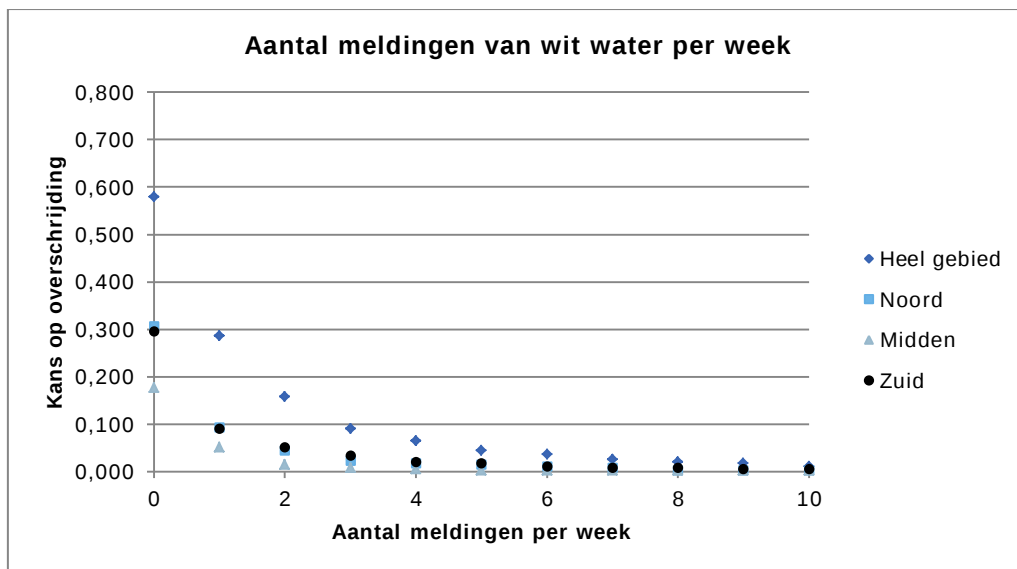
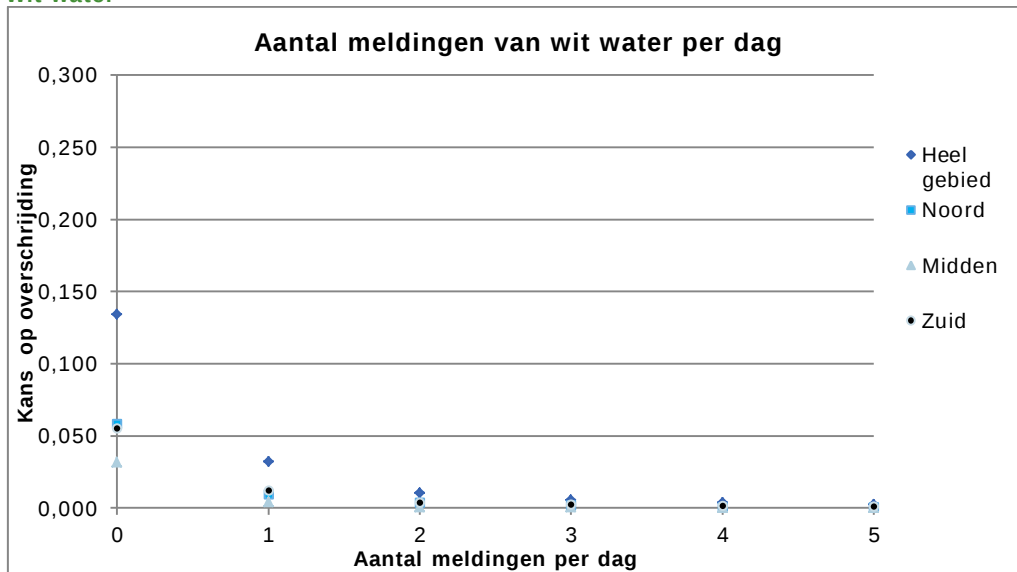


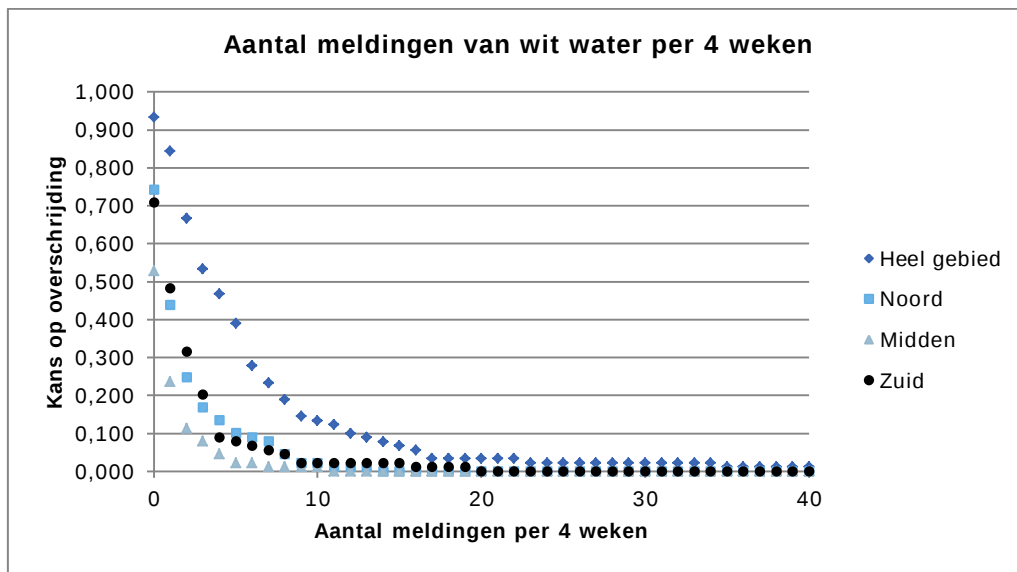
Geur of smaak





Wit water





Bijlage III

Complete kruistabel tussen waterkwaliteitsmeldingen en verklaringen

Frequentie	bruin water	geur/smaak	wit water	beestjes	temperatuur	ziek	Total
afsluiter stond dicht	48	1	0	0	0	0	49
	39,594	4,478	4,547	0,156	0,069	0,156	
beestjes	3	0	0	3	0	0	6
	4,848	0,548	0,557	0,019	0,008	0,019	
gebruik van brandkraan	146	1	0	0	0	0	147
	118,783	13,434	13,642	0,467	0,207	0,467	
klant heeft geen bericht gehad	1	0	0	3	0	1	5
	4,040	0,457	0,464	0,016	0,007	0,016	
lange tijd geen afname	1	0	0	0	0	0	1
	0,808	0,091	0,093	0,003	0,001	0,003	
lange verblijftijd	0	3	0	0	0	0	3
	2,424	0,274	0,278	0,010	0,004	0,010	
levering duinwater	255	1	0	0	0	0	256
	206,860	23,396	23,757	0,813	0,361	0,813	
oorzaak door derden	2	0	0	0	0	0	2
	1,616	0,183	0,186	0,006	0,003	0,006	
pand heeft langdurig leeg gestaan	0	1	0	0	0	0	1
	0,808	0,091	0,093	0,003	0,001	0,003	
permeatie aansluitleiding	0	2	0	0	0	0	2
	1,616	0,183	0,186	0,006	0,003	0,006	
permeatie vervuilde grond	0	1	0	0	0	0	1
	0,808	0,091	0,093	0,003	0,001	0,003	
pompstation PWN restchloor	0	1	0	0	0	0	1
	0,808	0,091	0,093	0,003	0,001	0,003	
productie PWN restchloor	0	9	0	0	0	0	9
	7,272	0,823	0,835	0,029	0,013	0,029	
sediment	68	2	0	1	0	0	71
	57,371	6,489	6,589	0,225	0,100	0,225	
storing	1	0	0	0	0	0	1
	0,808	0,091	0,093	0,003	0,001	0,003	
storing aansluitleiding	9	0	0	0	0	0	9
	7,272	0,823	0,835	0,029	0,013	0,029	
storing afsluiter	19	0	3	0	0	0	22
	17,777	2,011	2,042	0,070	0,031	0,070	
storing brandkraan	37	1	17	0	0	0	55
	44,442	5,026	5,104	0,175	0,078	0,175	
storing dienstkraan	7	0	0	0	0	0	7
	5,656	0,640	0,650	0,022	0,010	0,022	
storing hoofdkraan	1	0	1	0	0	0	2
	1,616	0,183	0,186	0,006	0,003	0,006	
storing hoofdleiding	417	11	42	2	1	6	479
	387,054	43,776	44,452	1,521	0,676	1,521	
storing keerklep	0	2	0	0	0	0	2
	1,616	0,183	0,186	0,006	0,003	0,006	
storing pompstation	1	168	6	0	0	0	175
	141,408	15,993	16,240	0,556	0,247	0,556	
storing transportleiding	9	0	0	0	0	0	9
	7,272	0,823	0,835	0,029	0,013	0,029	
vervuilde grond	0	5	0	0	0	0	5
	4,040	0,457	0,464	0,016	0,007	0,016	
water heeft langdurig stil gestaan	2	1	0	0	0	0	3
	2,424	0,274	0,278	0,010	0,004	0,010	
werkzaamheden aan binneninstallatie	0	1	0	0	0	0	1
	0,808	0,091	0,093	0,003	0,001	0,003	
werkzaamheden PWN (productiebedrijf)	0	24	0	0	0	0	24
	19,393	2,193	2,227	0,076	0,034	0,076	
werkzaamheden PWN (project, spui of opm)	1263	24	194	0	3	2	1486
	1200,755	135,806	137,903	4,719	2,097	4,719	
Total	2290	259	263	9	4	9	2834

Bijlage IV

Registratie van klantmeldingen

Voor het opstellen van een nauwkeurige en uniforme registratie van klantmeldingen dienen de volgende aspecten in aanmerking genomen te worden:

1. Creatie van een centrale plaats voor de registratie van waterkwaliteitsmeldingen in een voorgeschreven formaat (bedrijfseigen);
2. De registratie kan worden georganiseerd in algemene secties verder ingedeeld in meer specifieke velden. Het indelen van secties in de verschillende specifieke velden vergemakkelijkt statistische analyses. De volgende secties en bijhorende velden worden voorgesteld:
 - a. Sectie DATUM – met de volgende velden:
 - i. Datum (dd-mm-jjjj);
 - ii. Tijdstip/uur (van vernemen van het probleem door de klant);
 - b. Sectie LOCATIE – met de volgende velden:
 - i. Productiebedrijf;
 - ii. Locatie (x, y-coördinaten of postcode en nummer);
 - c. Sectie MELDING – met de volgende velden:
 - i. Aard;
 - ii. Categorie;
 - iii. Verklaring.
3. De verschillende velden dienen op een uniforme en coherente manier te worden ingevuld;
4. Het veld “Aard” kan de volgende opties inhouden:
 - a. Troebelheid;
 - b. Kleur;
 - c. Geur;
 - d. Smaak;
 - e. Hardheid;
 - f. Deeltjes (inc. zand/slib/klei, roest, algen, beestjes);
 - g. Ziek;
 - h. Temperatuur;
 - i. Anders.
5. Het veld “Categorie” betreft een meer specifieke beschrijving bij de aard van de melding, bv. bij een melding van “kleur” kan een meer specifieke beschrijving zoals wit of bruin geregistreerd worden. Dit veld kan nuttig zijn om het soort waterkwaliteitsprobleem of besmetting te identificeren. Bij meldingen van geur of smaak lijkt het ook nodig om meer specifieke meldingen te analyseren om conclusies te trekken. Ook hier dienen zo uniform en kort mogelijk beschrijvingen te worden geregistreerd.

De volgende beschrijving worden aanbevolen:

 - a. Troebelheid:
 - i. olievlekken;
 - ii. wazig.

- b. Kleur:
 - i. wit;
 - ii. bruin;
 - iii. geel;
 - iv. groen;
 - v. blauw;
 - vi. zwart.
 - c. Geur (op basis van Khiari et al. (2002), Whelton (2003), Whelton *et al.* (2004)):
 - i. septisch en/of zwavel;
 - ii. chemische en/of medicijnen;
 - iii. chloor en/of bleekmiddel;
 - iv. benzine;
 - v. fruit;
 - vi. mosterd;
 - vii. amandel;
 - viii. knoflook;
 - ix. vis.
 - d. Smaak (op basis van Khiari et al. (2002), Whelton (2003), Whelton *et al.* (2004)):
 - i. zoet;
 - ii. bitter;
 - iii. zout;
 - iv. zeep
 - v. amandel;
 - vi. vis;
 - vii. metaal;
 - viii. zuur.
 - e. Hardheid:
 - i. harder dan normaal.
 - f. Deeltjes:
 - i. zand/slib /klei;
 - ii. roest;
 - iii. algen;
 - iv. beestjes;
 - g. Ziek:
 - i. hoofdpijn;
 - ii. misselijk/maagkrampen/diarree/braken;
 - iii. irritatie van de huid;
 - iv. irritatie van de luchtwegen;
 - v. koorts.
 - h. Temperatuur:
 - i. kouder dan normaal;
 - ii. warmer dan normaal.
 - i. Anders:
 - i. specifieke beschrijving.
6. Het wordt aanbevolen om naast het veld "Verklaring" ook duidelijk aan te geven of deze verklaring gevonden is na inspectie ter plekke (door bijvoorbeeld monsternamen), of het gaat om een vermoedelijke verklaring uit bekende afwijkingen tegenover normale operationele omstandigheden (bijvoorbeeld werkzaamheden, gebruik van brandkraan, onder andere).

Bijlage V

Vragenlijst op klantcontactcentrum

Hierna volgt een voorbeeld voor een vragenlijst die kan worden gevolgd om zoveel mogelijk informatie van klantmeldingen te verkrijgen en zorgvuldig te registreren.

1. Identificatie van de locatie van de klant;
2. Op welke datum en tijdstip is het waterkwaliteitsprobleem eerst opgetreden?
3. Zijn de kranen gedurende een langere periode niet gebruikt (door vakantie of dergelijks)? (mogelijke verklaring voor probleem)
4. Is het water harder dan normaal?
5. Is het water troebel?
6. Is het water gekleurd? Zo ja, welke is de kleur?
7. Zijn er deeltjes in het water? Zo ja, zijn de deeltjes herkenbaar als zand, slib, klei, algen of beestjes? Als niet herkenbaar is er een andere beschrijving mogelijk, zoals groot, klein of gekleurd?
8. Is er een geur aan het water? Zo ja, kan die beschreven worden (als aardachtig, muf, chloorachtig, septisch, of andere)?
9. Is er een smaak aan het water? Zo ja, kan die beschreven worden (zout, zoet, bitter, metaalachtig, of andere)?
10. Zijn er symptomen van ziekte of huidirritatie? Zo ja, welke zijn de specifieke symptomen? Hebben meerdere personen in de woning klachten? Wanneer zijn de klachten eerst opgemerkt?
11. Hebben burens iets gemerkt? Zo ja, kunnen burens ook een melding maken?
12. Is er een briefje in de bus gevonden over werkzaamheden?
13. Is er een busje van het drinkwaterbedrijf of brandweer in de buurt gezien?