



**Datum**

11 oktober 2016

**Versie**

Definitief

# Lozingen van warmte-koude opslag systemen vergunnen

Aanbevelingen voor een stimulerend en eenduidig  
Waternet beleid

F.F.M. Tibben  
S.P. de Bruin  
A.R. Kort  
M.M. van Nifterik  
A. Spoor

## Samenvatting

In dit rapport worden de mogelijkheden voor het vormen van een eenduidig en stimulerend beleid voor het verlenen van lozingsvergunningen voor open Warmte Koude Opslag (WKO) systemen onderzocht. Het spoelwater dat vrijkomt bij aanleg, ontwikkeling en onderhoud van deze WKO systemen bevat, in het beheersgebied van Waternet, een hoge concentratie chloride. De lozing van dit spoelwater op het oppervlaktewater of in de riolering kan schadelijke gevolgen hebben. WKO systemen dragen bij aan het behalen van klimaatdoelstellingen, waardoor het volledig verbieden van lozingen niet wenselijk is.

Een vijftal lozingsroutes, te weten: retourneren in de bron, lozen op het oppervlaktewater, lozen in de vuilwaterriolering, lozen in de regenwaterriolering en afvoer per as, zijn in dit rapport getoetst aan de technische toepasbaarheid, de juridische en financiële haalbaarheid, het realisatietermijn, het te verwachten draagvlak van de verschillende stakeholders en milieuaspecten. Retourneren in de bron heeft de voorkeur boven alle andere lozingsvarianten.

Wanneer retourneren in de bron niet mogelijk blijkt, resteren er nog twee andere lozingsvarianten die de voorkeur hebben. Indien het WKO systeem zich op maximaal 500 meter afstand van de grote brakke oppervlaktewateren bevindt, kan het spoelwater daarin geloosd worden. Dit zijn het IJ, het Noordzeekanaal en het Amsterdam-Rijnkanaal.

Wanneer er geen groot brak oppervlaktewater in de buurt is, resteert de mogelijkheid het spoelwater op de vuilwaterriolering te lozen. Hiervoor geldt de voorwaarde dat er met een maximaal debiet van 5 kubieke meter per uur geloosd mag worden. Daarnaast moet er bij het vergunnen met een aantal aspecten rekening gehouden worden zoals het streven naar een maximale verdunning door te lozen op piekmomenten en afstemming van het lozingsmoment in clustergebieden.

De uitkomst van dit onderzoek is deels gebaseerd op aannames en er kan nog veel onderzoek gedaan worden naar de gevolgen van lozingen met een hoog chloridegehalte op het rioleringsstelsel. Voorzien wordt dat het aantal WKO systemen in de toekomst een snelle groei zal doormaken. Afhankelijk van de technologische ontwikkelingen zal de hoeveelheid spoelwater wellicht kunnen worden teruggebracht.

# Inhoud

<b>Voorwoord</b>	<b>3</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>4</b>
1.1 Algemeen	4
1.2 Probleem	5
1.3 Onderzoeksvraag	6
1.4 Afbakening	6
<b>2. Huidige stand van zaken</b>	<b>7</b>
2.1 Huidige situatie WKO systemen	7
2.1.1 Hoeveelheid, kenmerken, locatie, lozingen	7
2.1.2 Wetgeving en vergunningen	8
2.2 Stakeholders	9
2.3 Aanames: wat is onbekend	10
<b>3. Maatregelen</b>	<b>12</b>
3.1 Retourneren in de bron	12
3.2 Oppervlaktewater	14
3.3 Regenwaterriolering	15
3.4 Vuilwaterriolering	16
3.5 Afvoer per as	19
3.6 Multicriteria analyse	19
<b>4. Advies voor een eenduidig en stimulerend beleid</b>	<b>22</b>
4.1 Vergunningverlening op maat	22
4.2 Welke data mist: aanbevelingen voor verder onderzoek	23
<b>5. Blik op de toekomst</b>	<b>25</b>
5.1 Groei van het aantal WKO systemen	25
5.2 Technologische ontwikkelingen	25
5.3 Nieuwe Omgevingswet	26
5.4 Mogelijke effecten voor het beleid	27
<b>6. Bronnenlijst</b>	<b>28</b>
6.1 Literatuur	28
6.2 Internet	28
6.3 Interviews	28
6.4 Aanbevolen literatuur	29
<b>Bijlage 1 – Richtlijn voor lozingen op het vuilwaterstelsel (datum: 14-07-2015)</b>	<b>30</b>
<b>Bijlage 2 – Warmte koude opslag installaties augustus 2016</b>	<b>31</b>
<b>Bijlage 3 – Berekening van de mate van verdunning in riolering</b>	<b>35</b>
<b>Bijlage 4 – Toename chloride concentraties met toenemende diepte</b>	<b>36</b>
<b>Bijlage 5 - Berekening WKO (zoutvracht) in vergelijking met hoeveelheid strooizout</b>	<b>37</b>
<b>Bijlage 6 – Notulen van de presentatiebijeenkomst op 22 september 2016 bij Waternet</b>	<b>38</b>

## Voorwoord

Warmte Koude opslaginstallaties schieten in het beheergebied van Waternet als paddenstoelen uit de grond, of in deze context beter gezegd: de grond in. Deze innovatieve bodemenergiesystemen leveren een belangrijke bijdrage aan het terugbrengen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Bij het toepassen van deze innovatie in de praktijk blijkt dat er echter ook een aantal haken en ogen zijn, zoals de afvoer van het spoelwater dat vrijkomt bij aanleg en onderhoud van deze systemen. Waternet heeft aan een groep trainees van het Nationaal Watertraineeship (NWT) opdracht gegeven om te onderzoeken hoe een eenduidig en stimulerend vergunningsbeleid kan worden opgesteld ten aanzien van deze WKO systemen.

Als projectgroep zijn wij vol enthousiasme aan de slag gegaan met deze opdracht. In dit rapport leest u onze bevindingen en aanbevelingen. In 10 projectdagen hebben wij met zo veel mogelijk mensen gesproken binnen Waternet en in externe organisaties. Al zeer snel werden de tegengestelde belangen en invalshoeken duidelijk van verschillende partijen. Grof gezegd is er enerzijds de focus op de energietransitie en anderzijds de focus op de zorgplicht voor het riool. In dit rapport hebben we getracht zo neutraal mogelijk de verschillende mogelijkheden en onzekerheden te benoemen, om zo maatschappelijk verder te komen met alle partijen.

Op deze plaats willen wij iedereen die heeft bijgedragen aan de totstandkoming van dit rapport bedanken. Een bijzonder woord van dank voor onze opdrachtgevers van Waternet, Peter Wassenaar en Kees van der Drift. Ook willen wij Nico Beumer (Waternet) en Jet Centeno (NWT) bedanken voor de uitstekende begeleiding. Wij hebben met veel plezier bij Waternet gewerkt aan dit uitdagende en leerzame project en hopen met dit rapport een waardevolle bijdrage te leveren aan de totstandkoming van een eenduidig en stimulerend vergunningsbeleid ten aanzien van lozingen uit WKO systemen.

Frank Tibben, Waternet (*projectleider*)

Sophie de Bruin, Planbureau voor de leefomgeving en Hemels Advies

Arjen Kort, Brabant Water

Marloes van Nifterik, Waterschap De Dommel

Anne Spoor, Aveco de Bondt

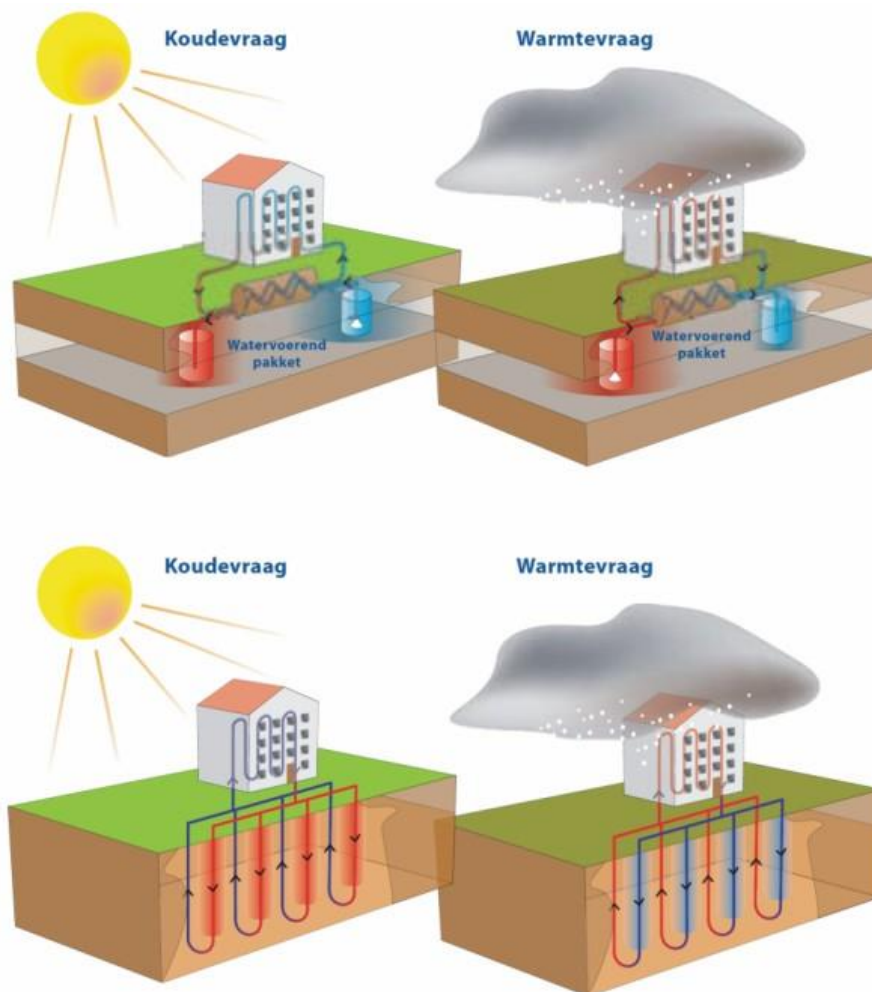
# 1. Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een algemene inleiding op het probleem geschetst. Vervolgens worden het probleem en de onderzoeksvraag beschreven en tot slot wordt de afbakening voor dit project gegeven.

## 1.1 Algemeen

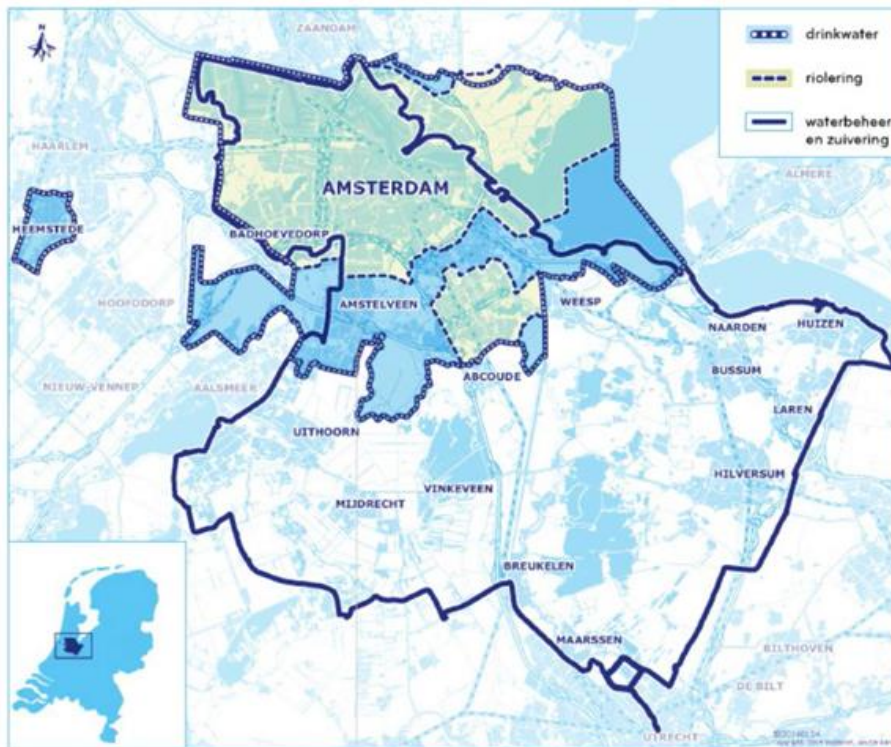
De afgelopen jaren is het aantal Warmte Koude Opslag (WKO) systemen in Nederland, en met name in Amsterdam, sterk toegenomen. Deze bodemenergiesystemen passen in de nationale energietransitie richting herbruikbare bronnen en bevorderen in het CO<sub>2</sub>-reductie beleid van de gemeente Amsterdam. Sinds oktober 2013 hanteert de gemeente het beleid dat in 2025 de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de gemeente verminderd moet zijn met 45 procent. De gemeente wil de aanleg van WKO systemen enerzijds stimuleren maar loopt anderzijds bij de vergunningverlening voor lozings van spoelwater dat vrijkomt bij aanleg en onderhoud tegen problemen aan.

In dit project zijn de mogelijkheden onderzocht voor het vormen van een eenduidig en stimulerend beleid voor het verlenen van lozingsvergunningen voor open WKO systemen. Er bestaan ook gesloten WKO systemen, bij deze systemen blijft het water dat wordt rondgepompt in het systeem, en wordt er geen spoelwater geloosd bij onderhoud. Figuur 1 geeft schematisch de werking voor open en gesloten WKO systemen. In dit onderzoek is gefocust op open systemen omdat deze systemen blijvend een bepaalde lozingsbelasting blijven geven. Ook zal de toename van open systemen in het beheergebied van Waternet blijven toenemen omdat de gesloten systemen ruimte-technisch niet haalbaar zijn in het stedelijk gebied van Amsterdam.



Figuur 1. Schematische weergave open (boven) en gesloten (onder) warmte koude opslag systeem

Bij de aanleg en het onderhoud van open bodemenergiesystemen komt spoelwater vrij dat op de ene of andere manier geloosd zal moeten worden. In een open systeem wordt het grondwater uit de watervoerende laag (aquifer) in de bodem opgepompt en via een warmtewisselaar in het gebouw weer geretourneerd. Het opgepompte grondwater uit diepere grondlagen waarvan WKO systemen gebruik maken, bevat in het beheergebied (weergegeven in figuur 2) van Waternet een hoog chloride (zout) gehalte. Bij de aanleg van het systeem worden boorgaten in de bodem gemaakt, waarbij gebruik wordt gemaakt van boorspoelwater. Bij open systemen wordt water geloosd na het boren van de brongaten en tijdens het inbouwen van de bronnen. Hierna wordt de bron ontwikkeld, dit duurt ongeveer twee weken. Dit resulteert in veel brak grondwater verbruik, waar verderop in dit document op in wordt gegaan. De verbruikte en vrijgekomen hoeveelheid grondwater is sterk afhankelijk van het ontwerpdebiet van één bron. Dit kan oplopen tot >600 m<sup>3</sup>/h.



**Figuur 2. Beheergebied Waternet**

Om de capaciteit van de bronnen optimaal te houden dient er onderhoud gepleegd te worden. De bronnen worden tijdens het onderhoud beperkt gespoeld met grondwater, afhankelijk van de kwaliteit van de bron maar gemiddeld tussen de 200m<sup>3</sup> en 800m<sup>3</sup>. Het water dat vrijkomt bij ontwikkeling bevat boorspoelingsresten, zand en slib. Ook het spoelwater dat vrijkomt bij onderhoud bevat zwevende deeltjes van zand en slib. Dit afvalwater kan geloosd worden op de vuilwaterriolering, het oppervlaktewater (al dan niet via het regenwaterriool) of in het uiterste geval worden afgevoerd per as (vrachtwagens). Daarnaast kan het vrijgekomen water in weer in sommige gevallen weer geretourneerd worden in de bron.

## 1.2 Probleem

Er bestaat veel onduidelijkheid over de negatieve gevolgen van lozingen van chloride-houdend spoelwater in de riolering en rioolgemaal. Het ontbreken van een eenduidig beleid hoe om te gaan met deze lozingen zorgt voor onduidelijkheid bij de aanvrager van de lozingsvergunning, maar ook bij de verlener van de vergunningen. Momenteel verloopt de afgifte van lozingsvergunningen traag en worden sommige aanvragen afgekeurd. Lozingsvergunningen worden aangevraagd bij aanleg, ontwikkeling en onderhoud van WKO systemen. Wanneer deze vergunningen vertraagd of zelfs niet worden afgegeven, werkt dit de groene innovatie en de ontwikkeling van WKO systemen tegen. Daarbij leiden eventuele beperkingen in de ontwikkeling van de bron bij aanleg tot meer benodigd onderhoud in latere fasen, wat ook als onwenselijk wordt gezien. Dit strookt niet met de doelstelling van Waternet om het CO<sub>2</sub> beleid van de gemeente Amsterdam te stimuleren.

De urgentie van het project ligt in het feit dat er nu lang wordt gewacht met het verlenen van vergunningen zodat de WKO systemen niet worden ontwikkeld en/of onderhouden: eenduidig en stimulerend beleid is noodzakelijk.

### **1.3 Onderzoeksvraag**

Hoe kan Waternet een eenduidig en stimulerend beleid opstellen ten aanzien van vergunningverlening voor lozing van brak en zout spoelwater uit WKO systemen op het rioleringsstelsel of het oppervlaktewater?

### **1.4 Afbakening**

Dit project richt zich op de effecten van verhoogde chloridegehalten in het ontwikkel- en spoelwater van open WKO systemen. Hoge chlorideconcentraties kunnen schade veroorzaken in het rioleringsstelsel, inclusief gemalen en appendages. Daarnaast worden mogelijkheden tot lozingen op het oppervlaktewater in het kader van hoge chlorideconcentraties onderzocht. Buiten de afbakening van dit project vallen:

- Effecten van andere stoffen dan chloride in het spoelwater<sup>1</sup>
- WKO systemen die zich bevinden buiten het beheergebied van Waternet (zie Figuur 2)
- Het uitvoeren van metingen met betrekking tot de waterkwaliteit
- De (mogelijke) aantasting van rioolwaterzuiveringsinstallaties.

### ***Leeswijzer***

In hoofdstuk 2 wordt de huidige stand van zaken in het beheergebied van Waternet beschreven. In het daarop volgende hoofdstuk worden mogelijke maatregelen besproken, waarbij deze aan verschillende criteria worden getoetst. Hoofdstuk 4 is de kern van het rapport en integreert de verschillende mogelijke maatregelen tot een advies, en worden aanbevelingen gedaan voor verder onderzoek. Afsluitend wordt er in hoofdstuk 5 een blik op de toekomst geworpen en besproken wat de te verwachten ontwikkelingen mogelijk zullen betekenen voor de gegeven adviezen.

---

<sup>1</sup> Het wordt echter zeker aangeraden om andere stoffen als sulfaat mee te nemen in een definitief toekomstig beleid.



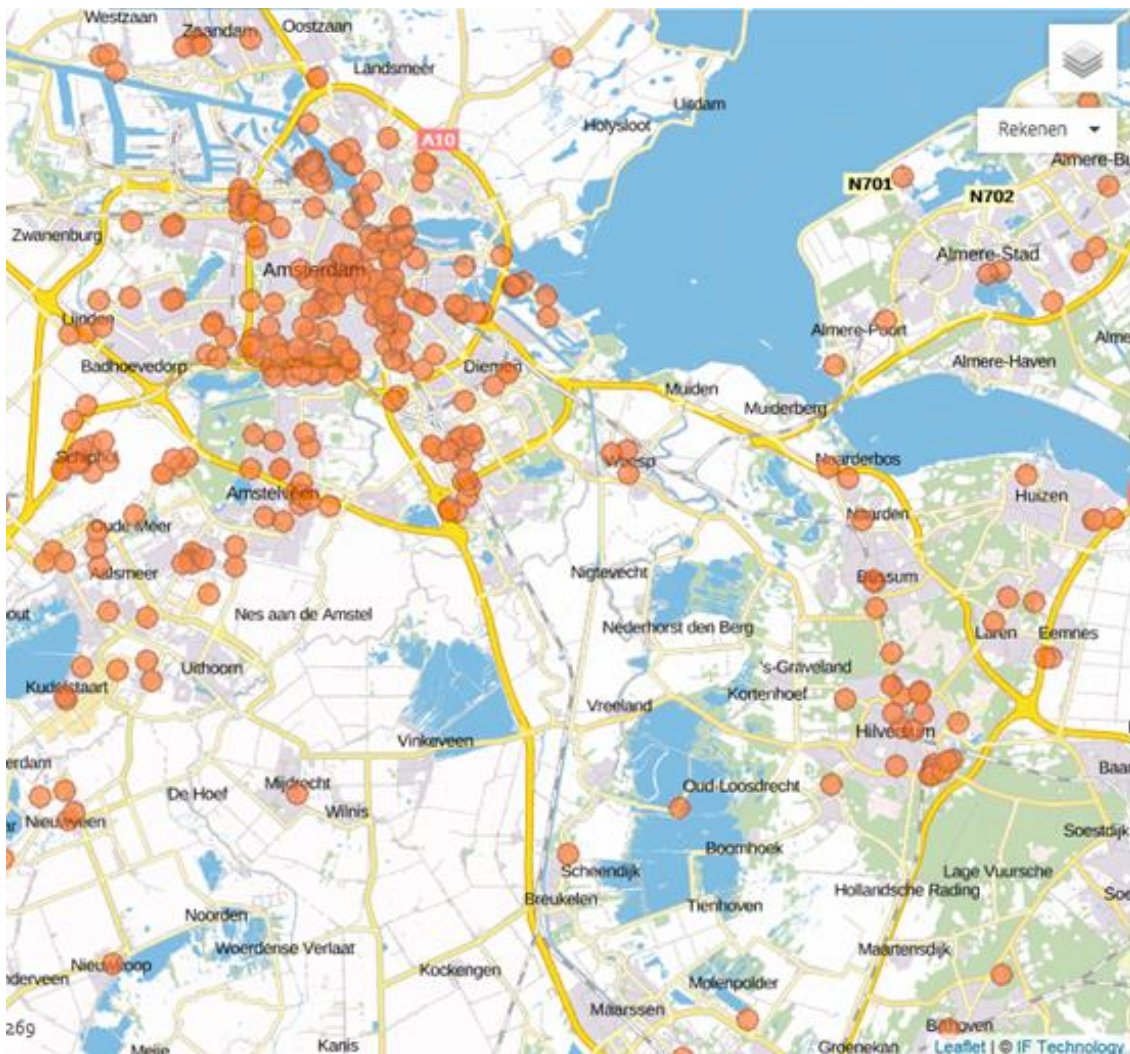
## 2. Huidige stand van zaken

In dit hoofdstuk wordt de huidige stand van zaken ten aanzien van WKO systemen in het beheergebied van Waternet beschreven. Algemeen kan gezegd worden dat Amsterdam een van de hoogste, zo niet de hoogste, dichtheid van WKO systemen van Nederland kent.

### 2.1 Huidige situatie WKO systemen

#### 2.1.1 Hoeveelheid, kenmerken, locatie, lozingen

Door de afdeling Toezicht en handhaving van Waternet is een database opgesteld met alle locaties waar een WKO is geïnstalleerd. Op dit moment bevat deze lijst 191 locaties. De intentie is om alle locaties te bezoeken en de nodige informatie te verzamelen. Van deze 191 locaties zijn inmiddels 91 (op 18-08-2016) locaties bezocht en van informatie voorzien. Naar verwachting zullen alle WKO systemen in het beheergebied van Waternet eind 2016 zijn bezocht. Voor een visuele weergave zijn alle bezochte locaties uitgezet en geclassificeerd op verschillende kaarten. Deze kaarten zijn opgenomen in bijlage 2. Op deze kaart is te zien dat de meeste WKO installaties zich bevinden in het centrum van Amsterdam, met een duidelijke concentratie rondom de Zuidas. Enkele installaties bevinden zich in Amstelveen of in de rest van het beheergebied van Waternet. Met name de installaties in Amsterdam zijn bezocht, de installaties buiten Amsterdam volgen grotendeels nog. Op de kaart in figuur 3 staan alle open bodemenergiesystemen die in het beheergebied van Waternet door de omgevingsdienst zijn in gevoerd in het Landelijk Grondwater Register (LGR).



Figuur 3. Alle open bodemenergiesystemen in het beheergebied van Waternet ([www.WKOtool.nl](http://www.WKOtool.nl))



Een belangrijk kenmerk van een WKO installatie is of het een open of een gesloten systeem betreft. Deze informatie is bekend en uitgezet op kaart 2 in bijlage 2. Drie van de 61 op kaart uitgezette systemen is een gesloten systeem, 49 systemen zijn open en van de overige locaties is niet bekend of er een open of gesloten systeem is geïnstalleerd. Op kaart 3 in bijlage 2 is te zien op welke manier eigenaren van WKO installaties op dit moment omgaan met het lozingswater dat vrijkomt bij een onderhoudsbeurt. Opvallend is dat er op dit moment grote verscheidenheid is in lozingsmethoden. Onderstaande tabel geeft aan welke methoden van lozen nu worden gebruikt en hoe vaak deze worden toegepast.

**Tabel 1. WKO beheergebied Waternet<sup>2</sup>**

Lozingsmethode	Aantal WKO systemen
Afvoer op rijkswater	-
Afvoer per as	9
Afvoer per as of riolering	1
DWA Riolering	10
Geen lozing	1
Geen vaste voorziening	2
Infiltratiefilter	25
Oppervlaktewater	6
Riolering	1
Nog nader te bepalen	3
Onbekend	26

Verder is bekend dat slechts 8 WKO installaties beschikken over een vergunning om spoelwater te mogen lozen op het rioleringsstelsel, als weergegeven in kaart 4 van bijlage 2.

#### **Chloride concentraties in spoelwater**

Aan de hand van peilbuisgegevens uit Dinoloket<sup>3</sup> is de chlorideconcentratie met de diepte (20 tot 120 m-mv) geanalyseerd. Uit deze analyse blijkt dat de chlorideconcentratie met de diepte toeneemt, zie het figuur in bijlage 4. De richtlijnen voor lozingen op het vuilwaterstelsel zoals ze in de bijlage van het Gemeentelijk Rioleringsplan (GRP) 2016-2021 zijn opgesteld door Waternet zijn te vinden in bijlage 1. De maximale chlorideconcentratie is vastgesteld op 1000 mg/l en het maximale lozingsdebiet op 5 m<sup>3</sup>/h. Voor het onderhavige project is het belangrijk om de destijds opgestelde richtlijnen voor de toegestane chloride concentraties en het maximaal te lozen debiet te heroverwegen.

#### **2.1.2 Wetgeving en vergunningen**

Bij de aanleg en het onderhoud van WKO systemen krijgt men te maken met verschillende bevoegde gezagen en een omvangrijke hoeveelheid wetten en regels. Voor de aanleg van een WKO systeem is de provincie het bevoegd gezag en moet een watervergunning worden aangevraagd. Daarnaast kan een vergunning vereist zijn voor de lozing van afvalwater van WKO systemen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen twee typen lozingen; het afvalwater dat vrijkomt bij het boren van gaten in de bodem en het afvalwater dat vrijkomt bij het ontwikkelen en onderhoud van open bodemenergiesystemen. Het bevoegd gezag is afhankelijk van het soort lozing, de plaats waar geloosd wordt en of er sprake is van een inrichting in de zin van de Wet milieubeheer of niet. In onderstaande tabel staat een overzicht van het bevoegd gezag en de toepasselijke regelgeving bij aanleg en de verschillende lozingsvarianten.

<sup>2</sup> Data uit interne database opgesteld door de afdeling Toezicht en Handhaving van Waternet.

<sup>3</sup> Het DINoloket is de grootste databank van de Nederlandse ondergrond. Zie <https://www.dinoloket.nl/>.

Tabel 2. Bevoegd gezag en toepasselijke regelgeving per lozingsroute

		Bevoegd gezag	Toepasselijke regelgeving	
<b>Een WKO-systeem bouwen</b>		Provincie	6.4 Waterwet	
<b>Lozen van boor- spoelwater dat vrijkomt bij aanleg</b>	Mag indien voldaan aan voorwaarden geloosd worden in het vuilwaterriool of op de bodem. <sup>4</sup>	Gemeente	<i>Inrichting*</i>	<i>Niet- inrichting</i>
			Activiteitenbesluit art. 2.2b	Besluit lozen buiten inrichtingen art. 3a.2
<b>Spoelwater bij ontwikkelen en onderhoud</b>	In de bodem <sup>5</sup>	Provincie	6.4 Waterwet	
	Oppervlaktewater	Waterschap Rijk (bij Rijkswater)	6.2 Waterwet	
	Schoonwater-riool	Gemeente	Activiteitenbesluit art. 2.2b	Besluit lozen buiten inrichtingen art. 3a2
	Vuilwaterriool	Gemeente	Activiteitenbesluit art. 2.2b	Besluit lozen buiten inrichtingen art. 3a2
	Afvoer per as	nvt		

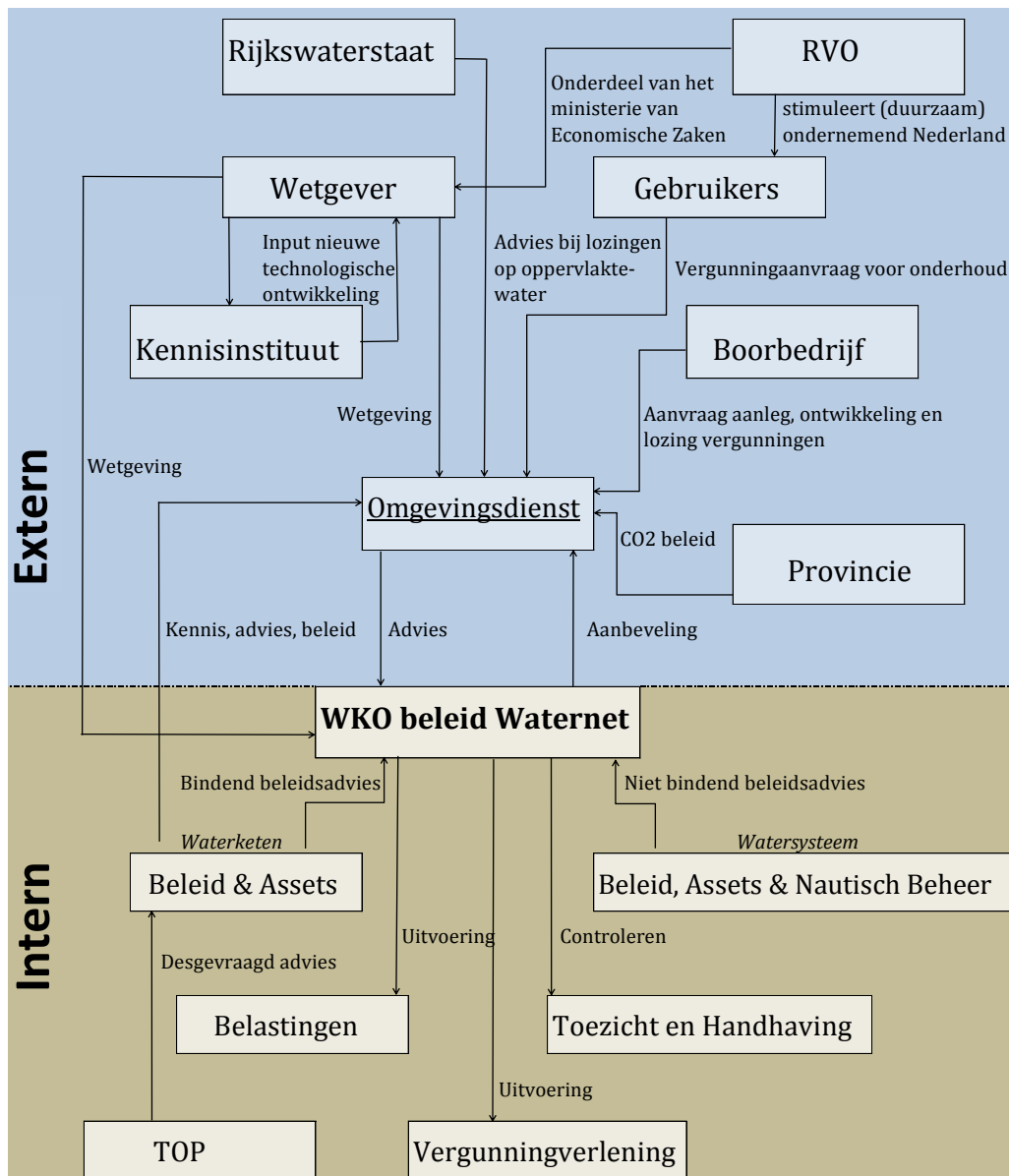
\* Het begrip inrichting is een term uit de Wet Milieubeheer. Alleen bedrijven die vallen onder het begrip inrichting hebben een omgevingsvergunning milieu nodig en moeten voldoen aan het Activiteitenbesluit milieubeheer.

## 2.2 Stakeholders

Rondom het formuleren van een WKO beleid bij Waternet is zowel intern als extern een complex stakeholderoverzicht te beschrijven (Figuur 4). De pijlen geven de relaties tussen de stakeholders weer.

<sup>4</sup> Met op de bodem wordt bedoeld verspreiding op het maaiveld binnen aarden wallen

<sup>5</sup> Met in de bodem wordt bedoeld terugbrengen in dezelfde bodemlaag waaruit het grondwater is onttrokken



Figuur 4. Stakeholder overzicht

### 2.3 Aanames: wat is onbekend

In dit onderzoek is gewerkt met een aantal aanames. Onderstaande factoren zijn ten tijde van het onderzoek onbekend en daardoor is er in sommige gevallen een aanname gedaan:

- Gemiddelde diepte van de bronnen bij de huidige WKO systemen; range is 70-150 meter
- Exacte volumes per WKO systeem die vrijkomen bij aanleg (aanname: verwaarloosbaar), ontwikkeling (6000 tot 9000 m<sup>3</sup>) en/of onderhoud (200-800 m<sup>3</sup> per keer).
- Exacte zoutconcentratie afhankelijk van de diepte: zie bijlage 4 voor een indicatie. In dit rapport wordt uitgegaan van een zoutconcentratie van 3000-8000 mg/l.
- Mate van verdunning van het chloridegehalte in riool (zie het figuur in bijlage 3 om een inschatting te maken van de mate van verdunning)

Over deze factoren worden in verschillende onderzoeken diverse aanames gedaan die onderling uiteenlopen. Hieruit blijkt dat nog veel onbekendheid heerst over deze factoren. Hieronder worden ter illustratie twee aanames uit verschillende onderzoeken vergeleken.

Aannames Martin Bloemendal (KWR) tijdens interview:

- Volume onderhoud WKO= 580 m<sup>3</sup>/jaar
- Ontwikkelen WKO bron = 8700 m<sup>3</sup>
- Gemiddelde debiet WKO systeem = 116 m<sup>3</sup>/uur
- Chloride gehalte (kleine) WKO systemen = 2000 mg/l  
*< 50m<sup>3</sup>/u, filter tussen 75 en 150 m-mv*
- Chloride gehalte (grote) WKO systemen = 3000 mg/l  
*> 50 m<sup>3</sup>/u, filter tussen 75 en 200 m-mv*

Gegevens gebruikt in het Beleidsondersteunend document - Lozingen bij aanleg en onderhoud van bodemenergiesystemen (februari 2013):

- Lozing bij aanleg open systemen: 2 tot 5 m<sup>3</sup>
- Lozing bij onderhoud open systemen: maximaal 1000 m<sup>3</sup>/h
- Tijdsduur ontwikkeling: twee weken per bron
- Tijdsduur onderhoud open systemen: 0.5 tot 4 uur
- Chloride gehalte: 300 mg/L tot 10.000 mg/L

### 3. Maatregelen

De manieren om afvalwater uit WKO systemen te lozen kunnen worden onderverdeeld in vijf verschillende lozingsroutes: retourneren in de bron, lozen op het oppervlaktewater, lozen in het vuilwaterriool, lozen in de regenwaterriooling en afvoer per as. Binnen deze lozingsroutes kunnen verschillende maatregelen genomen worden om de lozing te verminderen of minder schadelijk te laten zijn. In dit hoofdstuk worden de lozingsvarianten getoetst aan onderstaande criteria:

- **Technische toepasbaarheid:** Wat zijn de concrete technische mogelijkheden om op deze manier te lozen?
- **Juridische haalbaarheid:** Is het lozen op deze manier binnen de huidige wetgeving mogelijk?
- **Financiële haalbaarheid:** Een globale kostenschattting zal worden gemaakt voor het lozen van water afkomstig uit de aanleg van een WKO en één onderhoudsbeurt.
- **Realisatietermijn:** Kan op korte termijn worden begonnen met het lozen via deze route of vergt deze lozingsvariant een langere realisatietermijn?
- **Draagvlak:** Dit criterium beschrijft de mate waarin de stakeholders deze lozingsvariant als mogelijkheid zien.
- **Milieubewust:** Met het oog op de duurzame identiteit die een WKO uitstraalt zal de maatregel worden getoetst op milieubewustheid, bijvoorbeeld de CO<sub>2</sub> uitstoot.
- **Maatregel bij de bron:** Is de maatregel een oplossing bij de bron of wordt het spoelwater via een van de overige vier lozingsroutes afgevoerd?

In paragraaf 3.6 zullen per criterium scores worden toegekend aan de lozingsvarianten. Aan de hand van de uitkomsten van deze scores wordt een lozingsvariant al dan niet meegenomen in het advies.

#### 3.1 Retourneren in de bron

Met het oog op het in balans houden van het watersysteem is het retourneren van het lozingswater in de bron de meest voor de hand liggende maatregel. Het water afkomstig uit het watervoerend pakket (aquifer) wordt direct weer geïnfiltreerd, dit houdt in dat het chloride houdende water dat uit de grond wordt onttrokken, weer teruggebracht wordt in de bodem. Om te kunnen retourneren moet het water eerst ontdaan worden van onopgeloste bestanddelen, omdat anders de infiltratiesystemen verstopt raken, waardoor meer milieubelasting kan ontstaan. Hieronder worden de verschillende criteria voor deze maatregel kort toegelicht.

##### Technische toepasbaarheid

Het is mogelijk om het afvalwater te ontdoen van onopgeloste bestanddelen, de zogenaamde zwevende deeltjes, door middel van een filter, zodat het weer geretourneerd kan worden in de bodem. Het fuzzy filter is zo'n filtermedium (Figuur 5). Het bestaat uit fuzzy ballen welke permeabel (poreus) zijn waar het water doorheen stroomt en de onopgeloste bestanddelen afvangt (Figuur 6).

In tegenstelling tot een traditionele zandfilter kan het water dat via een fuzzy filter stroomt met zeer hoge filtratiesnelheid door dit medium stromen. Het gefilterde water bevat nog wel de opgeloste delen (oa. chloride).

Het fuzzy filter zou in een aanhangwagen geplaatst kunnen worden en via verhuur naar de locatie gereden kunnen worden. Dit vervangt de traditionele zandfilter. Een kanttekening die hier bij gemaakt kan worden is dat het slaan van (retour)bronnen in het centrum van Amsterdam lastig is.

Het water dat vrijkomt uit de ene bron van het WKO systeem kan door het fuzzy filter geleid worden, waarbij de zwevende delen worden afgevangen. Vervolgens kan het water weer geïnfiltreerd worden in de andere WKO bron. Gebruik van het fuzzy filter is mogelijk bij:

**Tabel 3. Technische haalbaarheid fuzzy filter bij aanleg, ontwikkeling en onderhoud bronnen. + : positief (goed lozingsalternatief), +- : mogelijk maar na enige aanpassingen, - : negatief (niet mogelijk).**

	Aanleg van bronnen	Ontwikkelen van bronnen	Onderhoud van bronnen
Zorgt het fuzzy filter voor vermindering van lozingswater?	- <sup>6</sup>	+ <sup>7</sup>	+
Is een fuzzy filter technisch toepasbaar?	- <sup>6</sup>	+ <sup>7</sup>	+

Om dit te kunnen toepassen dienen de WKO bronnen aansluitingen te krijgen die op de fuzzy filter aangesloten kunnen worden, is een extra pomp nodig om de druk van de fuzzy filter te overwinnen en is het noodzakelijk dat het grondwater anaeroob blijft zodat er geen ijzer kan neerslaan.

Na gebruik dient het filter te worden gespoeld, met als doel het verwijderen van de achtergebleven zwevende deeltjes. Dit kan door middel van zoet water of lucht en kan plaatsvinden op WKO-locatie, maar in het geval van een fuzzy filter aanhanger zou dit ook kunnen op een andere locatie.



**Figuur 5. Fuzzy filter (www.wwdmag.com)**



**Figuur 6. Fuzzy ballen (www.hs-owl.de)**

### Juridische haalbaarheid

In de vergunning kunnen geen dwingende eisen gesteld worden ten aanzien van de toe te passen techniek. Wel kan lozing op het riool verboden worden in het kader van de zorgplicht van artikel 2.1 van het Activiteitenbesluit milieubeheer (bij een WKO bij een inrichting) of het besluit lozen buiten inrichtingen (bij een WKO buiten een inrichting). Ook kan in de vergunning het gebruik van een fuzzy filter sterk aanbevolen worden. Er kan dan bijvoorbeeld aangetoond worden dat het vanwege economische aspecten en vanuit het oogpunt van CO2 beleid de beste optie is te retourneren in de bron.

De aanschaf van een aanhangwagen en fuzzy filter door Waternet om deze vervolgens te verhuren voor het gebruik van WKO systemen stuit juridisch gezien niet op bezwaren. Uiteraard moet hierbij wel de geldende wet- en regelgeving in acht genomen worden, bijvoorbeeld (maar niet uitsluitend) de regels omtrent inkoop en aanbesteding. Voor de verhuur zullen algemene voorwaarden en een huurovereenkomst opgesteld moeten worden.

<sup>6</sup> Ontbreken van retourbronnen zorgt ervoor dat er geen gebruik gemaakt kan worden van het retourneren en heeft het gebruiken van een fuzzy filter geen nut.

<sup>7</sup> Nadat 1 bron ontwikkeld is kan het water geretourneerd worden.

### **Financiële haalbaarheid**

Waternet kan een fuzzy filter met aanhangwagen aanschaffen en deze verhuren aan de gebruikers (boorbedrijven en WKO beheerders op bedrijfsniveau die onderhoud plegen aan dit soort systemen.) Om de financiële haalbaarheid van deze mogelijkheid te toetsen moet een offerte worden opgevraagd. Bij bestaande installaties moet nog een aansluiting worden gerealiseerd om de fuzzy filter op aan te sluiten, en is een extra pomp benodigd. Dit brengt voor de eigenaar van de WKO wel extra kosten met zich mee.

### **Realisatie termijn**

Het is mogelijk om op korte termijn te beginnen met het lozen via deze route, mits de WKO bron een dergelijke aansluiting heeft of kan realiseren en een fuzzy filter (aanhanger) beschikbaar is (Figuur 5).

### **Draagvlak**

Waternet zou het gebruik van dit filter sterk kunnen stimuleren door andere lozingsroutes niet te vergunnen. Waternet zou dit kunnen stimuleren door het verhuur van een fuzzy filter. Deze oplossing maakt het verlenen van vergunningen eenduidig en zorgt daardoor voor voldoende draagvlak bij de verschillende belanghebbenden.

### **Milieubewust**

Naast het stimuleren van het CO2 beleid van de gemeente Amsterdam heeft deze lozingsvariant een positieve bijdrage voor de waterbalans in het watervoerende pakket.

### **Lozingsvariant bij de bron ja of nee?**

Het gebruik maken van een fuzzy filter zorgt ervoor dat op individueel WKO niveau geretourneerd kan worden. Een fuzzy filter kan alleen gebruikt worden als een bron beschikbaar is waar het water in geretourneerd kan worden. Deze bronnen zijn bij de aanleg en ontwikkeling van de éérste bron van het systeem nog niet beschikbaar, dit houdt in dat in dit stadium een fuzzy filter niet toereikend is. Bij een monobron (open systeem) kan in principe ook gebruik worden gemaakt van het (fuzzy) filter bij ontwikkeling en onderhoud. De technische haalbaarheid hiervan moet dan goed onderzocht worden.

## **3.2 Oppervlaktewater**

Amsterdam en omgeving kennen veel oppervlaktewater, waarvan een deel zoet water bevat en een deel een hoger chloridegehalte kent (IJ, Noordzeekanaal, Amsterdam-Rijnkanaal). Een makkelijke manier om lozingswater kwijt te raken is om dit te lozen op het oppervlaktewater (al dan niet via het regenwaterriool). In deze paragraaf worden de criteria voor deze lozingsroute toegelicht.

### **Technische toepasbaarheid**

Concrete technische mogelijkheden hangen vanzelfsprekend af van de locatie waar de WKO zich bevindt. Een WKO dichtbij het oppervlaktewater zou met aanleg van enkele (tijdelijke) buizen kunnen volstaan om te lozen op het oppervlaktewater, zonder daarbij gebruik te maken van het regenwaterriool. Een WKO welke verder van het oppervlaktewater is gelegen, zal een andere oplossing moeten zoeken. Een WKO welke een paar honderd meter van bijvoorbeeld het IJ ligt zou gebruik kunnen maken van baggerleidingen of bronneringsbuizen. Dit is een tijdelijke oplossing, en dus vooral geschikt voor het ontwikkelen van de bron omdat hier het meeste lozingswater vrijkomt. Het debiet dat door de baggerleidingen en/of bronneringsbuizen kan worden geleid is hierbij ruim voldoende.

### **Juridische haalbaarheid**

Voor lozen in het oppervlaktewater is altijd een watervergunning vereist. Bij een open bodemenergiesysteem kan de aanvraag van een watervergunning voor lozing gecombineerd worden met de aanvraag van een watervergunning voor onttrekking. Voor lozen van verontreinigd afvalwater op het oppervlaktewater geldt een breed afwegingskader op grond van de doelstellingen van de Kaderrichtlijn water. Er worden onder meer eisen gesteld aan de hoeveelheid onopgeloste stoffen, de visuele verontreiniging van het water, zuurstofgehalte en zoutconcentratie. De grens tussen zoet en brak water is 200 mg/l chloride.

### **Financiële haalbaarheid**

Het lozen op oppervlaktewater hoeft geen dure maatregel te zijn. Hoe verder een WKO van het oppervlaktewater gelegen is des te duurder deze maatregel wordt.



### **Realisatietermijn**

De realisatietermijn is voor deze maatregel vrij kort. In principe zou, als besloten wordt om op het oppervlaktewater te lozen, per direct actie ondernomen kunnen worden. Hierbij geldt wel de voorwaarde dat voorafgaand aan deze keuze reeds de benodigde juridische stappen genomen zijn en er akkoord is van de beheerder van het oppervlaktewater (Rijkswaterstaat of Waterschap).

### **Draagvlak**

Binnen waternet is met meerdere personen gesproken over het lozen op oppervlaktewater. Binnen afdeling Beleid, Assets en Nautisch Beheer is men van mening dat het lozen op oppervlaktewater slechts in delen van Amsterdam een mogelijkheid is. Onderstaande opmerkingen komen voort uit verschillende overleggen en interviews:

Als geloosd wordt op het oppervlaktewater moet men rekening houden met het feit dat zout water zwaarder is dan zoet water. Zout water zakt naar de diepere lagen en zal stagneren.

Lozen op de zoete oppervlaktewateren in het beheer van het Waterschap of gemeente moet kritisch bekeken worden. Stroomsnelheden in bijvoorbeeld grachten zijn lager dan tot nu toe werd aangenomen en in combinatie met de hogere dichtheid van zout water kunnen stagnante zoute 'bellen' ontstaan in langzaam stromende delen van de gracht. Deze 'bellen' hebben vanzelfsprekend een negatief effect op de zoetwaterecologie.

De emissie/immissie toets voor oppervlaktewaterlozingen gaat uit van een mengzone voor alle stoffen. Zout grondwater heeft echter een andere dichtheid dan zoet oppervlaktewater. Daarom is de emissie/immissietoets niet toereikend voor het beoordelen van WKO lozingen (deze toets is voor continue lozingen).

Lozen is eventueel mogelijk in het IJ, het Noordzeekanaal (chlorideconcentratie variërend van 1900 tot 4800 mg/l) en het Amsterdam-Rijnkanaal (chlorideconcentratie gemeten van 300 mg/l). Deze wateren hebben van zichzelf al een relatief hoog concentratie aan chloride. Mocht op deze wateren geloosd worden, dan zal in de dynamische zouttong moeten worden geloosd. Dit is een stroming in de diepere waterlagen welke een hogere concentratie chloride bevat. Vanuit de sluis bij IJmuiden komen deze stromingen via het Noordzeekanaal landinwaarts. Wanneer in de dynamische zouttong wordt geloosd, wordt het aanwezige zoete water niet vermengd met zout water. De watersystemen blijven op deze manier het beste in balans. Rijkswaterstaat zal toestemming moeten verlenen voor lozingen op deze wateren.

### **Milieubewust**

Het terecht komen van zout water in de grachten is ecologisch gezien ongewenst. Dit draagt niet bij aan een schoon milieu. Als het lozingswater "geïnjecteerd" moet worden in de dynamische zouttong van Rijkswateren zullen hiervoor pompen gebruikt moeten worden. Afhankelijk van het type pomp kan hier CO<sub>2</sub> vrijkomen.

### **Lozingsvariant bij de bron ja of nee?**

Nee, lozen van WKO spoelwater via het oppervlaktewater is geen maatregel die het probleem bij de bron oplost.

### **3.3 Regenwaterriolering**

In het centrum van Amsterdam ligt een gemengd rioleringsstelsel en geen apart regenwaterriool. Daarom is deze maatregel niet toe te passen in het centrum. De criteria worden hieronder behandeld.

#### **Technische toepasbaarheid**

WKO eigenaren kunnen het lozingswater lozen op een straatkolk in de buurt. Vanaf daar stroomt het naar een punt waar het uiteindelijk terecht komt in het oppervlaktewater. Er hoeft geen rekening te worden gehouden met materialen in gemalen. In dit onderzoek is geen rekening gehouden met het materiaal van de buizen in de regenwaterriolering

Lozing op hemelwaterriolering zou eventueel mogelijk zijn op buizen die uiteindelijk uitkomen op het Noordzeekanaal, Amsterdam-Rijnkanaal of op het IJ.

#### **Juridische haalbaarheid**

Het lozingswater van WKO systemen dat in het regenwaterriool wordt geloosd komt uiteindelijk terecht in het oppervlaktewater. Daarom is het logisch voor lozingen op het regenwaterriool dezelfde vereisten te stellen als voor lozingen op het oppervlaktewater, zie onder 3.2 Zoals hiervoor in paragraaf 2.1.2 omschreven, geldt voor regenwaterriool als bevoegd gezag de gemeente.

### **Financiële haalbaarheid**

Afhankelijk van de afstand tot een mogelijk lozingspunt, zijn de kosten niet noemenswaardig. Er zal een buis / slang moeten worden gelegd en indien gewenst een pomp moeten worden geïnstalleerd.

### **Realisatietermijn**

Lozen op het regenwaterriool zou afhankelijk van eventuele juridische en organisatorische procedures direct kunnen starten.

### **Draagvlak**

Voor- en tegenargumenten welke naar voren zijn gekomen tijdens de overleggen en interviews binnen Waternet en met externe partijen zijn hieronder opgesomd.

Argumenten voor:

- Strooizout verdwijnt ook in het regenwaterriool en dus uiteindelijk ook in het oppervlaktewater. Lozingswater uit een WKO systeem zou dus ook gewoon geloosd kunnen worden op het regenwaterriool. Een vergelijking van spoelwater uit WKO systemen en strooizout is terug te vinden in bijlage 5.

Argumenten tegen:

- Uiteindelijk komt het regenwaterriool uit op het oppervlaktewater. Dit is zoet water. Er wordt dus onbalans aangebracht in het systeem.
- In het centrum van Amsterdam is geen regenwaterriolering. Hier is het dus geen optie.
- Het stelsel is gebouwd voor schoon regenwater. Vies lozingswater moet je niet in een systeem lozen dat hier niet voor gebouwd is.

### **Milieubewust**

Uiteindelijk komt het lozingswater terecht in het oppervlaktewater. Dit brengt het systeem in onbalans en is dus kijkend naar de algehele staat van het milieu niet gewenst. Afhankelijk van een eventueel aan te schaffen pomp, kan deze maatregel wel bijdragen aan een CO2 neutrale stad.

### **Lozingsvariant bij de bron ja of nee?**

Nee, de maatregel richt zich niet op de bron. Het lozingswater zal via een alternatieve route worden geloosd.

### **3.4 Vuilwaterriolering**

Het lozen van zout water uit WKO systemen is nu toegestaan, mits de concentratie chloride niet hoger is dan 1000 mg/l. Eén van de gedachten die hierbij opkomt, is of het niet mogelijk is lozingen met een hogere concentratie chloride toe te staan. In deze paragraaf wordt stilgestaan bij de vraag wat voor effect chloride heeft op het rioleringsstelsel.

### **Technische toepasbaarheid**

Om het lozen op het vuilwaterriool technisch toepasbaar te maken, kan grofweg worden gekozen voor twee mogelijkheden:

1. Het rioleringsstelsel in zijn huidige vorm behouden en de chloridenorm voor lozingen verhogen.

In deze situatie wordt er van uit gegaan dat chloride niet of nauwelijks bijdraagt aan de levensduur van de materialen in het rioleringsstelsel. Aantasting geschiedt voornamelijk door schurende stoffen. Binnen Waternet is genoemd dat chloride op zich niet zo zeer bijdraagt aan slijtage en aantasting. Ook pompleverancier KSB geeft aan dat chloride op zich niet heel bepalend is voor aantasting.

De mate van verdunning speelt ook een rol. Bij een lozing met een zeer laag debiet wordt het zoute water vermengd met het al in de riolering aanwezige water. Uit metingen blijkt dat water dat al in het riool aanwezig is, een chlorideconcentratie heeft van gemiddeld 150 mg/l. Berekeningen hebben aangetoond dat het influent van het rioolgemaal niet snel boven de chloridenorm van de waaiers uitkomt (500 mg/l, opgesteld door fabrikant, zie bijlage 3). Om verdunning optimaal te benutten wordt aangeraden in bepaalde tijdvakken te lozen. Tijdens de piekmomenten in de riolering wordt lozing wel toegestaan. Buiten de piekmomenten zoals 's-nachts kan lozen op het vuilwaterriool worden verboden.

Wetterskip Fryslân hanteert een norm van 10.000 mg/l voor water dat op de vuilwaterriolering geloosd mag worden. Dit waterschap heeft naast lozingen van WKO systemen veel te maken met water met een hoog chloridgehalte. Een voorbeeld is industrieel afvalwater uit de zuivelindustrie. Contact met dit waterschap heeft uitgewezen dat daar geen speciale materialen zijn aangeschaft. De hoogste concentratie chloride in het influent van een rioolgemaal gemeten is binnen dit waterschap om en nabij 700 mg/l.

2. De chloridenorm verhogen en het rioleringsstelsel (op lange termijn) chloridebestendig maken. Overwogen kan worden deze kosten (gedeeltelijk) te verhalen op de gebruiker van de WKO. Deze mogelijkheid wordt verder uitgewerkt onder het kopje 'financiële haalbaarheid'.

Deze toepassing richt zich op aanpassing van het rioleringsstelsel. De volgende onderdelen zullen (op lange termijn) vervangen moeten worden:

- Gietijzeren pompen. De huidige gietijzeren pompen zijn bestand tegen een chlorideconcentratie van 200 mg/l
- Roestvrijstalen (RVS) pompen. De huidige RVS pompen zijn bestand tegen een chlorideconcentratie van 500 mg/l
- Rioleringsbuizen. De vrij verval buizen vertonen de meeste corrosie. Het rioleringsstelsel in Amsterdam is vrij oud. Nieuw materiaal kan relatief beter tegen een hoge concentratie chloride. Ook moet worden opgenomen dat volle buizen vaak geen last ondervinden van chloridehoudend water.

Contact met pompleverancier KSB heeft uitgewezen dat er materialen zijn voor hoge chlorideconcentraties in het afvalwater. In de meeste gevallen zal een oplossing op maat nodig zijn. Hierbij kan gedacht worden aan een RVS pomp met gecoat binnenwerk. Ook moeten roestvrijstalen pompen volgens KSB geen moeite hebben met zo nu en dan een hoeveelheid water met een chlorideconcentratie hoger dan de norm. Bij veeltalig gebruik van zout water neemt de levensduur wel af. Hierbij moet men denken aan om en nabij 12 jaar i.p.v. 15 jaar.

Ten aanzien van de technische toepasbaarheid moet worden opgemerkt dat het niet mogelijk is om direct op een persleiding aan te sluiten, er zal altijd aansluiting gemaakt moeten worden via een transportleiding of via het vrij verval riool.

### ***Juridische haalbaarheid***

Lozen op de vuilwaterriolering wordt in het Activiteitenbesluit Milieubeheer en in het Besluit lozen buiten inrichtingen niet expliciet verboden. Er geldt echter wel een zorgplicht op grond van artikel 2.1 van deze besluiten: de doelmatige werking van de riolering. Vanwege de omvang van deze lozingen en de ongeschiktheid van het afvalwater voldoet lozen in de vuilwaterriolering vaak niet aan deze zorgplicht, waardoor het bevoegd gezag (de gemeente) deze lozing kan weigeren.

Bij aanleg van een WKO systeem is al duidelijk dat spoelwater vrij zal komen. Het is dus van groot belang dat al in een vroeg stadium wordt nagedacht over de lozingsroute en toestemming van het bevoegd gezag voor het gebruik van die lozingsroute.

### ***Financiële haalbaarheid***

Voor beide mogelijkheden zijn de kosten globaal geschat. Het verhogen van de norm en het niet vervangen van materiaal (op standaard geplande vervangingen na) heeft geen hoge noemenswaardige kosten. Het verhogen van de norm en het vervangen van materiaal om het zoutbestendig te maken, brengt vanzelfsprekend wel kosten met zich mee.

Uit overleg met KSB zijn de volgende aannames naar voren gekomen.

- Roestvrijstaal materiaal is 2,5 keer zo duur als gietijzeren materiaal.
- Als gekozen wordt voor een tussenoplossing waarin de waaier en drukdeksel worden uitgevoerd in roestvrijstaal, het pomphuis in gietijzer, en een passende coating, dan is het financieel aantrekkelijker een pomp aan te schaffen welke volledig in roestvrijstaal is uitgevoerd.

### ***Rioolheffing***

De hoogte van de rioolheffing wordt bepaald door de gemeenteraad en wordt ieder jaar vastgesteld. De gemeenteraad heeft bij de vaststelling van de rioolheffing grote beleidsvrijheid waardoor gedifferentieerde heffing mogelijk is. Momenteel wordt er bij de afdeling belastingen van de gemeente Amsterdam onderzoek gedaan naar de mogelijkheden om de heffing meer in te richten volgens het principe 'de vervuiler betaalt'. Zo wordt overwogen een staffel in te voeren, waarbij het bedrag van de rioolheffing toeneemt naar mate er meer geloosd wordt.

Daarbij is de intentie de hoogte van de heffing te bepalen aan de hand van het drinkwaterverbruik. Bij het overwegen van deze mogelijkheid is het wel belangrijk te beseffen dat het vaststellen van de rioolheffing een politiek besluitvormingsproces is. Het is voor ambtenaren lastig om te gemeenteraad te overtuigen van het feit dat de rioolheffing omhoog moet, omdat het riool sneller aan vervanging toe is. *(bron: overleg met senior beleidsmedewerker van de afdeling Assetmanagement Waterketen bij Waternet)*

Een andere oplossingsrichting op het terrein van belastingen is om WKO eigenaren te verplichten jaarlijks een monster te nemen op basis waarvan het chloridegehalte wordt vastgesteld. Vervolgens kan dit gehalte vermenigvuldigd worden met de hoeveelheid lozingswater, waarna er een bepaalde hoeveelheid chloride kan worden vastgesteld, waaraan dan weer een heffing gekoppeld kan worden. Ook zou eventueel een gemiddeld chloridegehalte gekoppeld kunnen worden aan de omvang van het WKO systeem en de diepte van de bronnen. *(bron: overleg met de afdeling belastingen binnen Waternet)*

### **Realisatietermijn**

De norm verhogen zou in principe direct kunnen, afhankelijk van de juridische en organisatorische stappen die hierin ondernomen moeten worden.

Het vervangen van materiaal door zoutbestendig materiaal zal voor het hele rioleringsstelsel van Amsterdam tientallen jaren in beslag nemen. Dit is daarom ook een maatregel die op korte termijn geen effect zal hebben.

### **Draagvlak**

De meningen over het lozen op het vuilwater riool zijn binnen Waternet zeer verdeeld. Argumenten waarom men voor en waarom men tegen is zijn hieronder opgenomen.

Argumenten voor:

- De hoge chlorideconcentratie wordt door verdunning kleiner als het in het rioleringsstelsel terecht komt. Door met een laag debiet te lozen wordt het materiaal zo min mogelijk belast.
- De verdunning kan optimaal benut worden als tijdens de piekuren in de riolering wordt geloosd.
- Kunststof is niet gevoelig voor chloride. Beton alleen als het met chloride en zuurstof in aanmerking komt of als het beton al beschadigt is. Metaal is wel gevoelig. Alleen metalen onderdelen vervangen is te overzien.
- In de binnenstad wordt het water extra verdund omdat hier sprake is van een gemengd stelsel (Figuur 7)
- Er verdwijnen veel meer stoffen in de riolering welke schadelijk zijn voor de materialen. Denk aan schurende stoffen zoals zand. Het is helemaal niet aangetoond dat chloride daadwerkelijk de boosdoener is.

Argumenten tegen:

- Door te lozen op de riolering wordt zout water ingebracht in een zoet water systeem. Dit is in het kader van duurzaamheid niet de bedoeling.
- Het is erg onduidelijk wat zout lozingswater doet met de riolering. Het is daarom verstandig niet zomaar te lozen zonder dat bekend is wat de effecten zijn.
- Chloride wordt in de zuiveringsinstallatie niet uit het water gezuiverd. Uiteindelijk komt het lozingswater van WKO systemen dus terecht in het oppervlaktewater.

### **Milieubewust**

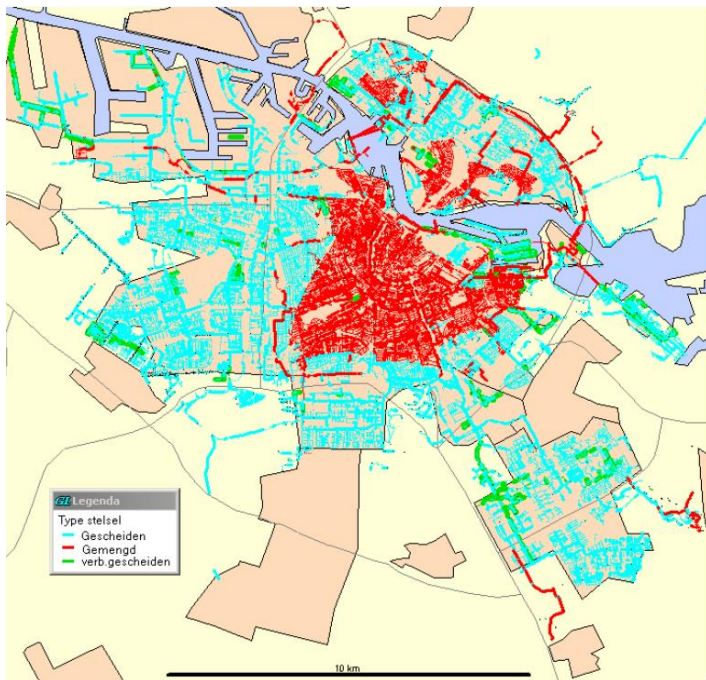
Zoals net ook al genoemd komt het lozingswater uiteindelijk terecht in het oppervlaktewater omdat de zuivering het chloride niet uit het water haalt.

De maatregel draag wel bij aan een lage CO<sub>2</sub> uitstoot. Op deze manier ligt het wel in het verlengde van het duurzame aspect van een WKO-systeem.

Het aanbrengen van coating op de rioleringsbuizen verduurzaamt wel de gebruiksduur maar de coating op zich zelf is geen milieubewust middel en tijdens het aanbrengen blijven vaak geen duurzame restproducten over.

### **Lozingsvariant bij de bron ja of nee?**

Nee, de maatregel ligt niet bij de bron. Het water wordt via een andere weg geloosd.



**Figuur 7. Gemengd en gescheiden riool in Amsterdam**

### 3.5 Afvoer per as

Wanneer afvoer per as de enig mogelijke optie is, moet sterk betwijfeld worden of de aanleg van een bodemenergiesysteem wenselijk is. Hierbij springen vooral economische en milieutechnische aspecten in het oog. Afhankelijk van de vraag waar het per as afgevoerde afvalwater uiteindelijk geloosd wordt, gelden de al eerder genoemde verschillende juridische vereisten ten aanzien van lozingsvergunningen.

### 3.6 Multicriteria analyse

Bovenstaande lozingsroutes kennen meerdere maatregelen waardoor via deze route geloosd kan worden. Deze maatregelen zijn hieronder per lozingsroute beschreven.

Retourneren in bron:

- Retourneren in de bron met behulp van een fuzzy filter.
- Retourneren in de bron met behulp van een normale zandfilter.

Lozen op het oppervlaktewater:

- Lozen op zoet oppervlaktewater (dichtstbijzijnde waterlichaam)
- Lozen op rijkswater (IJ, Noordzeekanaal, Amsterdam-Rijnkanaal)

Lozen via de Vuilwater riolering

- Norm verhogen en investeren in chloridebestendig materiaal
- Norm verhogen en het stelsel in zijn huidige staat gebruiken

Lozen via de Regenwater riolering

- Investeren in chloridebestendig materiaal
- Het stelsel in zijn huidige staat gebruiken

De maatregelen zullen een score toegekend krijgen. Hieronder staat beschreven wanneer een hoge en wanneer een lage score wordt toegekend.

#### Technische haalbaarheid

Als er goede technische mogelijkheden zijn om deze maatregel uit te voeren zal een hoge score worden toegekend. Bij beperkingen in de uitvoer zal de score lager worden.

#### Juridische haalbaarheid

Als een maatregel juridisch haalbaar is zal een hoge score worden toegekend. Als de maatregel juridisch niet haalbaar is zal een lage score worden toegekend.

### Financiële haalbaarheid

Als de maatregel duur is zal een lage score worden toegekend. Bij een goedkope maatregel zal de score hoger zijn.

### Realisatietermijn

Waternet zoekt naar een oplossing welke op korte termijn inzetbaar is. Hoe korter de termijn waarin de maatregel kan worden toegepast, des te hoger de score is die wordt toegepast.

### Draagvlak

Bij veel draagvlak binnen Waternet en de stakeholders zal een hoge score worden toegekend. Bij minder draagvlak wordt de score lager.

### Milieubewust

Een milieubewuste maatregel krijgt een hoge score. Als een maatregel veel CO2 uitstoot, of op een andere manier negatieve invloed heeft op het milieu, wordt de score laag.

### Maatregel bij de bron

Als een maatregel zich bij de bron bevindt, dan wordt een hoge score toegekend. Bij de scoretoekenning wordt gewerkt met de volgende cijfers:

1. Slecht
2. Matig
3. Voldoende
4. Goed

De criteria technische toepasbaarheid, juridische haalbaarheid en draagvlak krijgen in de multicriteria analyse een zwaardere weging. Dit omdat het doel is om Waternet een oplossing te bieden die technisch, juridisch en organisatorisch doordacht is.

Onderstaande tabel bevat de toegekende scores:

**Tabel 4, Multicriteria analyse voor de verschillende mogelijkheden om te lozen.**

	Technische toepasbaarheid	Juridische haalbaarheid	Financieel	Draagvlak	Milieu-bewust	Oplossing bij de bron	Realisatie-termijn	Totaal score
Retourneren in bron: fuzzy Filter	3	3	3	2	4	4	3	3
Retourneren in bron: Normale filter	2	3	3	2	3	4	2	2,6
Oppervlaktewater: Op zoet water	4	1	4	2	1	1	4	2
Oppervlaktewater: Op Rijkswater	2	3	2	3	3	1	2	2,2
Lozen op VWA: Investeren	2	3	1	2	2	1	1	1,8
VWA: Niet investeren	4	3	*	2	2	1	4	2,5
Lozen op RWA: Investeren	2	1	*	2	1	1	2	1,4
RWA: Niet investeren	4	1	*	2	1	1	4	2
Per as	3	3	1	1	1	1	4	2
Wegingsfactor	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	1

Uit bovenstaande tabel blijkt dat het retourneren in de bron met behulp van een fuzzyfilter de meest geschikte maatregel is.

Aan de hand van de berekening in de multicriteria analyse kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Het is erg lastig passende scores te geven bij het criterium financieel. De drie maatregelen gemarkeerd met een ster (\*) bij dit criterium zijn op korte termijn goedkoop, maar kunnen later duur uitpakken. Hierdoor is gekozen deze blanco te laten. Verwacht wordt dat de uitslag niet veel veranderd als hier wel scores worden ingevuld.
- De verdeeldheid in scores is erg groot. Aan de hand van deze tabel is goed te zien waar het probleem precies ligt. Elke maatregel heeft positieve en negatieve eigenschappen. Hierdoor wordt het aanwijzen van een geschikte maatregel lastig.
- De scores bij draagvlak geven aan dat elke betrokken partij een andere voorkeur heeft. Er is geen maatregel met een groot draagvlak.

De uitkomst van deze analyse moet niet als leidend beschouwd worden. De analyse is bedoeld om de onderlinge verhoudingen tussen de maatregelen in beeld te brengen. De beste maatregel volgens de analyse is niet uniform toe te passen. Daarom wordt geadviseerd om meerdere maatregelen toe te passen. In het volgende hoofdstuk wordt dit advies uitgebreid toegelicht.



## 4. Advies voor een eenduidig en stimulerend beleid

In het voorgaand hoofdstuk is duidelijk geworden dat er geen uniforme maatregel onderscheiden kan worden om het lozen van WKO systemen via één lozingsroute te organiseren. In dit hoofdstuk wordt een geïntegreerd advies gegeven hoe dan wel om te gaan met de lozingen, waarin verschillende maatregelen in verschillende situaties en op verschillende locaties worden geadviseerd.

### 4.1 Vergunningverlening op maat

#### *Regio specifiek advies op basis van kenmerken van de locatie en de aard van de WKO*

De geïdentificeerde maatregelen zijn slechts op bepaalde locaties of situaties mogelijk. Om deze reden is besloten om afhankelijk van de kenmerken van de locatie en de aard van de WKO, bepaalde maatregelen aan te bevelen. Wanneer er een vergunning wordt aangevraagd zal dus afhankelijk van de plek waar de WKO wordt ontwikkeld/gesitueerd is een bepaalde manier van lozen vergund worden. Bij het vaststellen van de manier van lozen zal in bepaalde gevallen ook rekening worden gehouden met de diepte van de bronnen.

#### **De volgende randvoorwaarden zijn gebruikt bij het opstellen van het advies:**

- Het centrum van Amsterdam kent een gemengd rioleringsstelsel. Lozen op het regenwaterriool is hier dus niet mogelijk;
- Lozen op het regenwaterriool is in ieder geval onwenselijk omdat meer dan 95% uitkomt op zoet oppervlakte water.
- Lozen op het oppervlaktewater in de zouttongen van de Rijkswateren (het IJ, het Noordzeekanaal en het Amsterdam Rijnkanaal);
- Lozen op de riolering kan niet direct op persleidingen;
- Voor optimale verdunning moeten lozingspunten idealiter zo ver mogelijk van een gemaal worden geplaatst;
- In regio's waarin veel WKO systemen geclusterd zijn zullen specifieke maatregelen genomen moeten worden om gelijktijdig lozen te voorkomen.

In een ideale situatie wordt geen water geloosd bij de ontwikkeling en onderhoud van bronnen. Daarom wordt eerst de vraag gesteld of een bron beschikbaar is die als retourbron kan functioneren. (figuur 6):

**Ja.** Als dit het geval is moet er gekeken worden of er logistiek en technisch gezien een (fuzzy) filter kan worden gebruikt, verhuurd door Waternet of een extern betrokken partij. Als dit het geval is, wordt het sterk aanbevolen om gebruik te maken van een mobiel filter. Waternet moet voor deze mogelijkheid eerst overwegen of zij deze faciliterende rol op zich kan nemen. Anders is het een mogelijkheid om een externe partij te betrekken en hier afspraken mee te maken. Voordeel is dat er nergens geloosd hoeft te worden. Kosten van het filter worden op de gebruiker verhaald. Nadeel hiervan is dat het organisatorische en infrastructurele maatregelen vergt.

**Nee,** er kan geen fuzzy filter worden geplaatst doordat 1. er geen retourbron is of er 2. geen aansluiting gemaakt kan worden of 3. Waternet geen fuzzy filter wil/kan aanschaffen. Ga naar vraag 2.

De tweede vraag betreft de locatie: is de installatie in de buurt van het IJ, het Noordzeekanaal of het Amsterdam Rijnkanaal?

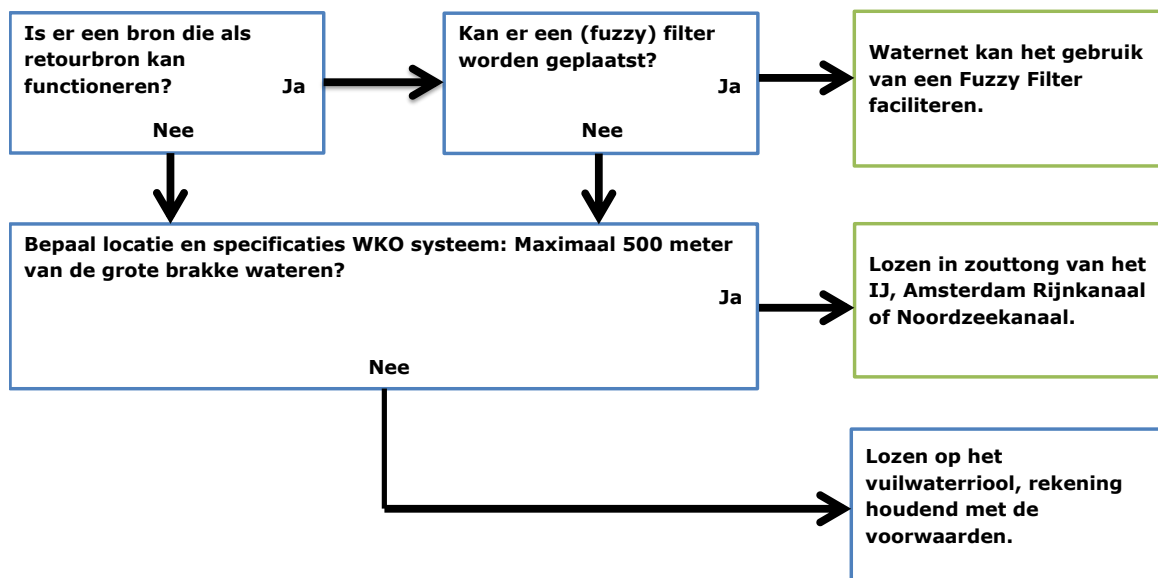
Onder in de buurt wordt maximaal 500 meter verstaan; dit is eventueel te overbruggen met het neerleggen van tijdelijke (bagger)leidingen of bronneringsbuizen. De kosten hiervan zijn voor de WKO gebruiker zelf.

**Ja:** lozen in zouttong van de drie grote wateren. Voordeel is dat er geen gebruik hoeft worden gemaakt van rioleringen. Nadeel is dat mogelijk ontmoedigend kan werken voor de ontwikkeling van nieuwe WKO systemen.

**Nee:** Lozen op het vuilwaterriool met een maximaal debiet van 5 kubieke meter per uur, met het *verhogen* van de chloridenorm tot 10 000 mg/l om lozing mogelijk te maken, rekening houdend met de omstandigheden in het riool. Om mogelijke schade aan het rioleringsstelsel zo minimaal mogelijk te houden moeten de volgende aspecten worden meegenomen:

- De afstand tot pompsystemen. Deze moet zo groot mogelijk zijn, om zo verdunning te laten optreden.
- Lozen op specifieke tijden
- Algemeen: gedurende afvoerpieken van 6.30 tot 9.00 en van 15.00 tot 19.00. Zie bijlage 5 om globaal per WKO uit te rekenen hoe sterk het spoelwater verdund wordt.
- In clustergebieden (zoals de Zuidas, Sloterdijk en Schiphol): in afstemming met andere WKO installatie gebruikers op vooraf te bepalen dagen lozen, om gelijktijdige lozingen te voorkomen zodat er voldoende verdunning gewaarborgd wordt.

Het lozen op het vuilwaterriool komt niet zonder extra kosten, als besproken in paragraaf 3.4. Kosten kunnen bij de gebruiker neergelegd worden door een extra rioolheffing op te leggen voor de lozing. Andere optie is een extra heffing op te leggen op basis van het chloridegehalte, gebaseerd op de diepte van het WKO systeem, zie bijlage 4. Figuur 6 geeft een samenvatting van de aanbevelingen.



**Figuur 8. Stroomschema met aanbevelingen**

Ook zijn er enkele maatregelen gevonden die niet direct in het model passen:

1. Aanleggen van retourbron voor cluster van WKO installaties (Dit zou bij de Zuidas een reële mogelijkheid kunnen zijn)
2. Verdunnen alvorens het via één van de lozingsroutes geloosd wordt. Tijdens het project bleek dat er weinig draagvlak was voor verdunning.

Er is veel gesproken met verschillende partijen om tot dit advies te komen. Er zal ook zeker nog veel over gesproken worden. Maar, met de informatie die er nu is durven we wel met enige zekerheid te zeggen dat dit de beste oplossing is, rekening houdend met zowel de energietransitie als met het onderhoud van het riool. Het is echter zeer aan te bevelen om verder onderzoek te blijven doen, om bepaalde aannames ook met cijfers te onderbouwen en om het opgestelde beleid steekproefsgewijs te gaan monitoren. Daarnaast is het ook belangrijk om reeds afgegeven vergunningen opnieuw tegen het licht te houden.

#### 4.2 Welke data mist: aanbevelingen voor verder onderzoek

Daar waar verschillende stakeholders verschillend aankijken tegen hoe optimaal te lozen, waren ze het over één ding wel eens: Meten is Weten!

De volgende aannames zouden verder kunnen worden onderzocht:

1. Riolering & RWZI's: aantasting door zout.  
Het is niet duidelijk in hoeverre aantasting toe te wijzen is aan lozingen van WKO's. Hiervoor zou een langer lopend onderzoek moeten starten door de termijnen van vervanging in een gebied met veel WKO installaties te vergelijken met de vervangingstermijnen in een gebied waar weinig tot geen WKO installaties te vinden zijn.

2. Chloride gehalten in het riool door lozingen. Het zou zeer waardevol zijn om een reeks monsters te nemen in het riool gedurende de aanleg van een nieuwe installatie. Zo zou een beter beeld verkregen kunnen worden van de werkelijke verdunning.
3. Aantasting van andere installaties door chloride: Om in lijn met de vergelijking met strooizout andere vergelijkbare situaties te hebben voor onderzoek kan worden gekeken naar de situatie bij de pompen van de IJmuiden sluizen. Deze pompen verpompen ook regelmatig zout/brak water. Is hier specifiek rekening mee gehouden in bijvoorbeeld de pompkeuze of is de levensduur van deze pompen een stuk korter?
4. Helderder in beeld krijgen op welke delen van het riool meerdere WKO systemen zijn aangesloten. Op deze manier kunnen tijdsgebonden lozingen bij onderhoud operationeel gemaakt worden.
5. Inventariseren van de mogelijkheden om direct vergunningen voor lozingen bij ontwikkeling en onderhoud af te geven samen met de vergunning voor aanleg van het WKO systeem. Voor bestaande systemen wordt aanbevolen een inventarisatie te maken van welke lozingsvergunningen er zijn en hoe deze naar het nieuwe beleid kunnen worden aangepast.

## 5. Blick op de toekomst

In dit hoofdstuk wordt in de eerste paragraaf vooruitgeblikt op de toename van het aantal WKO systemen in het beheergebied van Amsterdam. In de tweede paragraaf worden (toekomstige) technologische ontwikkelingen omschreven. De derde paragraaf bevat een korte toelichting op de toekomstige omgevingswet. Met al deze toekomstige ontwikkelingen zal Waternet rekening moeten houden in het beleid ten aanzien van WKO systemen.

### 5.1 Groei van het aantal WKO systemen

Het aantal WKO systemen zal in de komende jaren toenemen, maar het is nog onzeker in welke mate. Ondanks dat het lastig is te voorspellen wat de energieprijzen in de toekomst gaan doen, kan met zekerheid gesteld worden dat de komende jaren kolencentrales gaan sluiten en dat de gaswinning zal afnemen. Dit zal ontegenzeggelijk leiden tot een steeds groeiend vraag naar energie uit duurzame bronnen. Omdat Amsterdam een van de meest dichtbevolkte gemeentes van Nederland is en de regio een hoge economische bedrijvigheid kent, zal de bouw van WKO systemen blijven toenemen.

De groei van WKO installaties in het Waternet gebied zal afhangen van de economische en politieke ontwikkelingen de komende jaren, naast de technische ontwikkelingen beschreven in paragraaf 4.2. Tot op heden ontbreekt een grondige analyse met betrekking tot de groei in de toekomst. Economisch gezien zal vooral de bouw van nieuwe panden bijdragen aan een groei van de hoeveelheid WKO systemen; het is technisch gemakkelijker om een WKO systeem aan te leggen op een nieuwbouw locatie dan op een locatie met bestaande bebouwing.

Politieke ontwikkelingen beïnvloeden de aanwas van WKO systemen door de bouw financieel te stimuleren of door fossiele brandstoffen zwaarder te belasten, waardoor WKO installaties aantrekkelijker worden. De belangrijkste invloed vanuit de politiek is het SER energie akkoord. In dit akkoord, gesloten in 2013, is afgesproken dat er in 2023 minimaal 21 PJ energie wordt bespaard door bodemenergie in Nederland; dit is nu 5 PJ. In 7 jaar zal de hoeveelheid bodemenergie ruim 4 maal moeten toenemen: dit zal zeker ook zijn weerslag hebben op de hoeveelheid WKO systemen<sup>8</sup>. Het huidige aantal WKO systemen in Amsterdam is aanzienlijk, dus wordt een verviervoudiging niet realistisch geacht. Een verdubbeling binnen 10 jaar is wel een reële mogelijkheid.

Tabel 5. Voorspelling groei aantal WKO installaties

Jaar	Grote groei	Kleine groei
2015	203	203
2016	225	200
2017	245	224
2018	270	235
2019	297	247
2020	327	259
2021	360	273
2022	396	286
2023	436	300
2024	479	315
2025	527	331

### 5.2 Technologische ontwikkelingen

Technische ontwikkelingen zullen er in de toekomst zeer waarschijnlijk voor zorgen dat WKO installaties goedkoper en efficiënter aangelegd, ontwikkeld en onderhouden kunnen worden. Dit zal het kostenplaatje voor ontwikkelaars aantrekkelijker maken en de groei bevorderen. Omdat wetenschappers en ontwikkelaars zich bewust zijn van de mogelijk schadelijke gevolgen van WKO spoelwater op het rioleringsstelsel, voor de RWZI's en verminderde waterkwaliteit in oppervlaktewater worden de huidige methodes onder de loep genomen.

Ontwikkelingen die leiden tot een verbeterde methode van het boren en ontwikkelen van bronnen zullen er waarschijnlijk voor zorgen dat de WKO systemen efficiënter worden, wat zal leiden tot een reductie van de omvang van lozingen. Een beter ontwikkelde bron zal namelijk in de toekomst minder onderhoud nodig hebben, dus zal het aantal lozingen in verband met onderhoud ook afnemen.

<sup>8</sup> Het technisch potentieel voor WKO systemen alleen wordt door BodemEnergie NL geschat op 65 PJ in Nederland.

Enkele voorbeelden:

- Tijdens boren van de WKO bronnen wordt gebruik gemaakt van boorspoeling. De huidige ontwikkelmethoden laten vaak boorspoelingresten achter op de boorgatwand. Momenteel vindt ontwikkeling van bronnen plaats door middel van mechanische reiniging. Dit houdt in dat de bron met druk wordt ontwikkeld (jutteren, sectiegewijspompen etc). In de praktijk blijkt vaak dat de boorspoeling met deze methode niet volledig verwijderd wordt, waardoor de bron niet optimaal ontwikkeld is.

Herziening van de boormethode, een andere samenstelling van de boorspoeling en/of aanpassing van de verwijderingsmethode zal ervoor zorgen dat de bronnen beter ontwikkeld kunnen worden, waardoor er uiteindelijk minder onderhoud aan de bron nodig zal zijn.

1) Aanpassen van de boormethode (samenstelling van de boorspoeling)

- Tijdens het boren moet het boorgat stabiel gehouden worden. Dit kan door middel van natuurlijke spoeling of met boorspoelingadditieven. Er zijn twee soorten boorspoelingadditieven: een biologisch afbreekbare (bv Antisol of CMC) en een niet afbreekbare (bentoniet-)spoeling<sup>9</sup>. Het verwijderen van de boorspoelingresten (onder andere van deze boorspoelingadditieven) gaat gepaard met veel ontwikkelwater dat geloosd zal moeten worden.

2) Aanpassen van ontwikkelmethoden

- Chemisch ontwikkelen. Momenteel wordt chemisch ontwikkelen alleen toegepast als mechanisch ontwikkelen niet toereikend is. Tijdens chemisch ontwikkelen wordt waterstofperoxide, citroenzuur of chloorbleekloog gebruikt. Momenteel vindt er onderzoek plaats onder welke omstandigheden welk middel het meest effectief en milieu hygiënisch acceptabel zijn<sup>9</sup>.
- Ontwikkelen 'zonder' water, bijvoorbeeld het afschrappen van de resten op de boorgatwand.

- Het aanpassen van de dikte van de filtergrind omstorting. Hoe dunner de omstorting, des te beter de bronnen ontwikkeld kunnen worden.
- Veranderen van het materiaal van de filterstelling en/of de filterspleten.

### 5.3 Nieuwe Omgevingswet

De implementatie van de nieuwe Omgevingswet staat op het moment van schrijven gepland voor 2019. Onder de huidige wetgeving geldt dat voor aanleg en onderhoud van het systeem twee verschillende vergunningen vereist zijn op grond van twee verschillende wetten, de Waterwet en de Wet milieubeheer. De regelgeving voor bodemenergiesystemen op grond van de Waterwet en de Wet milieubeheer komen in grote lijnen terug in de nieuwe Omgevingswet, maar verschilt op een aantal punten die hieronder worden opgesomd. Daarbij is uitgegaan van de ontwerpversies van het Besluit activiteiten leefomgeving (conceptversie 1 juli 2016) en het Omgevingsbesluit (conceptversie 1 juli 2016).

De aanleg van een WKO met een open systeem is onder de huidige wetgeving vergunningplichtig op grond van art. 6.4 van de Waterwet. Bevoegd gezag is de provincie. Onder de toekomstige omgevingswet is deze vergunningplicht omgebouwd tot een vergunningplicht voor een milieubelastende activiteit (art. 3.23 lid 1 Besluit activiteiten leefomgeving). De provincie blijft bevoegd gezag (art. 3.4 lid 1 onder c Omgevingsbesluit). Belangrijk aandachtspunt hierbij is dat op grond van art. 8.17 van het Omgevingsbesluit alle omgevingsvergunningen voor een wateractiviteit los moeten worden aangevraagd van andere omgevingsvergunningen. Het lozen op oppervlaktewater bijvoorbeeld, is een wateractiviteit. Dit heeft tot gevolg dat onder de nieuwe Omgevingswet twee vergunningen moeten worden aangevraagd: een omgevingsvergunning milieubelastende activiteit voor de aanleg van het systeem en een omgevingsvergunning voor een lozingsactiviteit, voor het lozen op oppervlaktewater. Voor deze laatste vergunning is het bevoegd gezag dan het waterschap, of in geval van Rijkswater, Rijkswaterstaat.

De huidige regels voor open bodemenergiesystemen uit het Waterbesluit zijn instructieregels voor de watervergunning. Deze regels zijn onder de nieuwe Omgevingswet omgezet in rechtstreeks werkende algemene regels in paragraaf 4.114 van het Besluit activiteiten leefomgeving. Deze algemene regels gelden naast de

<sup>9</sup> KWR 2011.014 - Kennisdocument puttenvelden; Ontwerp, aanleg en exploitatie van pomp- en waarnemingsputten

omgevingsvergunning voor de milieubelastende activiteit. In tegenstelling tot onder de huidige wetgeving, wordt het eventuele maatwerk op de algemene regels opgenomen in de omgevingsvergunning en niet in een afzonderlijk maatwerkvoorschrift (zie art. 2.12 lid 3 van het Besluit activiteiten leefomgeving).

#### **5.4 Mogelijke effecten voor het beleid**

De voorspelde groei van het aantal WKO systemen heeft als consequentie dat ook de hoeveelheid spoelwater en bijbehorende hoeveelheden chloride zullen verdubbelen, mits de spoeltechnieken hetzelfde blijven. De gevolgen van de verdubbeling zullen sterk afhankelijk zijn van de locatie van de nieuwe systemen. Als deze nieuwe installaties in gebieden terecht komen waar al veel systemen zijn, zullen deze clusters mogelijk voor extra aantasting van het rioleringsstelsel zorgen bij het afwezig blijven van aanvullend onderzoek of aanvullende maatregelen. Aanbevolen wordt om de groei van WKO systemen in beeld te blijven houden en te blijven monitoren.

Zoals blijkt uit paragraaf 2 wordt er volop onderzoek gedaan naar mogelijkheden om de omvang van lozingen terug te brengen. Een belangrijk uitgangspunt is dat bij de aanleg van een WKO systeem geen concessies gedaan moeten worden. Bij goede ontwikkeling van de WKO wordt de frequentie van benodigd onderhoud tot een minimum teruggebracht en de hoeveelheid en omvang van lozingen ten gevolge van onderhoud verder beperkt. Afhankelijk van verdere technische ontwikkelingen in de toekomst kunnen de lozingen bij aanleg mogelijk ook teruggebracht worden.

Op het gebied van wet- en regelgeving staat de implementatie van de nieuwe Omgevingswet op de planning. Op het moment van schrijven zijn er nog slechts conceptversies beschikbaar. De implementatie van de nieuwe Omgevingswet staat op het moment van schrijven gepland voor 2019. Aanbevolen wordt om de ontwikkelingen op het gebied van de Omgevingswet goed bij te houden zodat er tijdig rekening mee gehouden kan worden ten aanzien van het beleid. Anderzijds moet niet op de zaken vooruitgelopen worden, zolang de wet inhoudelijk nog gewijzigd kan worden.

## 6. Bronnenlijst

### 6.1 Literatuur

Besluit activiteiten leefomgeving, conceptversie juli 2016

CO2-uitstootrapportage 2013 Gemeente Amsterdam, versie 3.1 10 september 2014

De schaduw van zout strooien, vakblad H2O, 43e jaargang, no. 25/26, december 2010

Handreiking lozingen bij aanleg en onderhoud van bodemenergiesystemen, beleidsondersteunend document, kenniscentrum Infomil Rijkswaterstaat, Jan Frank  
Mars, februari 2013

Kennisdocument puttenvelden. Ontwerp, aanleg en exploitatie van pomp- en waarnemingsputten, KWR 2011.014

Omgevingsbesluit, conceptversie juli 2016

Voorspelling aantal WKO systemen in 2013 en verwachte zoutvracht, rekendocument Martin Bloemendal

### 6.2 Internet

<http://www.wkotool.nl/>

### 6.3 Interviews

#### Intern

- Nico Beumer (Assetmanager, team Beleid en Assets, afdeling Assetmanagement Waterketen)
- Peter Wassenaar (Teamleider, afdeling Assetmanagement Waterketen)
- Kees van der Drift (Afdelingshoofd, afdeling Assetmanagement Waterketen)
- Frank Smits (Onderzoeker, team Hydrologie en Ecologie, afdeling Onderzoek en Advies en promovendus TU Delft)
- Sjors Traast (Medewerker Hydraulische Analyses, team Assetanalyse, afdeling Assetmanagement Waterketen)
- Koen de Gans (Senior Beleidsadviseur, team Beleid en Assets, afdeling Beleid, Assets en Nautisch Beheer)
- Matthijs de Vlieger (Medewerker Vergunningen, team Vergunningverlening, afdeling Planadvies en Vergunningen)
- Michael Moes (Toezichthouder, team Water en Omgeving, afdeling Toezicht en Handhaving)
- Hans Keppel (Heffingstechnoloog, team Heffing, afdeling Belastingen)
- Maarten Ouboter (Assetmanager Watersysteem, team Beleid en Assets, afdeling Beleid, Assets en Nautisch beheer )
- Mark Nijman (Adviseur, team Watertechnologie, afdeling Onderzoek & Advies)
- Marcel van der Blom (Onderzoeker, team Watertechnologie, afdeling Onderzoek en Advies)
- Eljakim Koopman (Beleidsadviseur, team Beleid en Assets, afdeling Assetmanagement Waterketen)
- Ger Verwoert (Adviseur, team Werktuigbouw en procestechniek, afdeling Projecten)
- Peter Piekema (Senior Adviseur , team Areaalregie, afdeling Zuiveringsbeheer)
- Niels Schaart (Senior Beleidsadviseur, team Beleid en Assets, afdeling Assetmanagement Waterketen)

#### Extern

- Ronald Garnaat (Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied)
- Martin Bloemendal (TU Delft, KWR)
- George Stobbelaar (Kenniscentrum Infomil Rijkswaterstaat)
- Nico Buisman (Hoogheemraadschap van Rijnland)
- Frans Heinis (De Ruiter grondwatertechniek)
- Dennis Vleeshouwer (KSB Nederland BV)
- Simon Handgraaf (Colibri advies)
- Albert Brouwer (Wetterskip Fryslân)



#### **6.4 Aanbevolen literatuur**

Bodemenergiesystemen, wet- en regelgeving gemeenten, Rijkswaterstaat, geraadpleegd 13 juli 2016 (<http://www.rwsleefomgeving.nl/onderwerpen/bodem-ondergrond/bodemenergie/wet-regelgeving/> )

Effecten van lozingen uit bodemenergiesystemen, STOWA Rapport 34, 2013

Evaluatie Wijzigingsbesluit bodemenergiesystemen - rapportage, Rijkswaterstaat, 5 september 2016

Future use of Aquifer Thermal Energy Storage below the historic centre of Amsterdam, Ruben Caljé, master thesis TUDelft/ Waternet, 2010

Wijzigingsbesluit bodemenergiesystemen in kort bestek, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012

## Bijlage 1 – Richtlijn voor lozingen op het vuilwaterstelsel (datum: 14-07-2015)

Op het openbaar vuilwaterriool (gemengd of gescheiden) mag alleen huishoudelijk, bedrijfs-, stedelijk of ander afvalwater<sup>10</sup> geloosd worden. Hierbij moet aangesloten worden conform de gestelde voorschriften.

Ter bescherming van de doelmatige werking van het riool of het zuiveringstechnisch werk stelt Waternet naast de algemene regels de volgende eisen voor lozingen van afvalwater op het rioolstelsel:

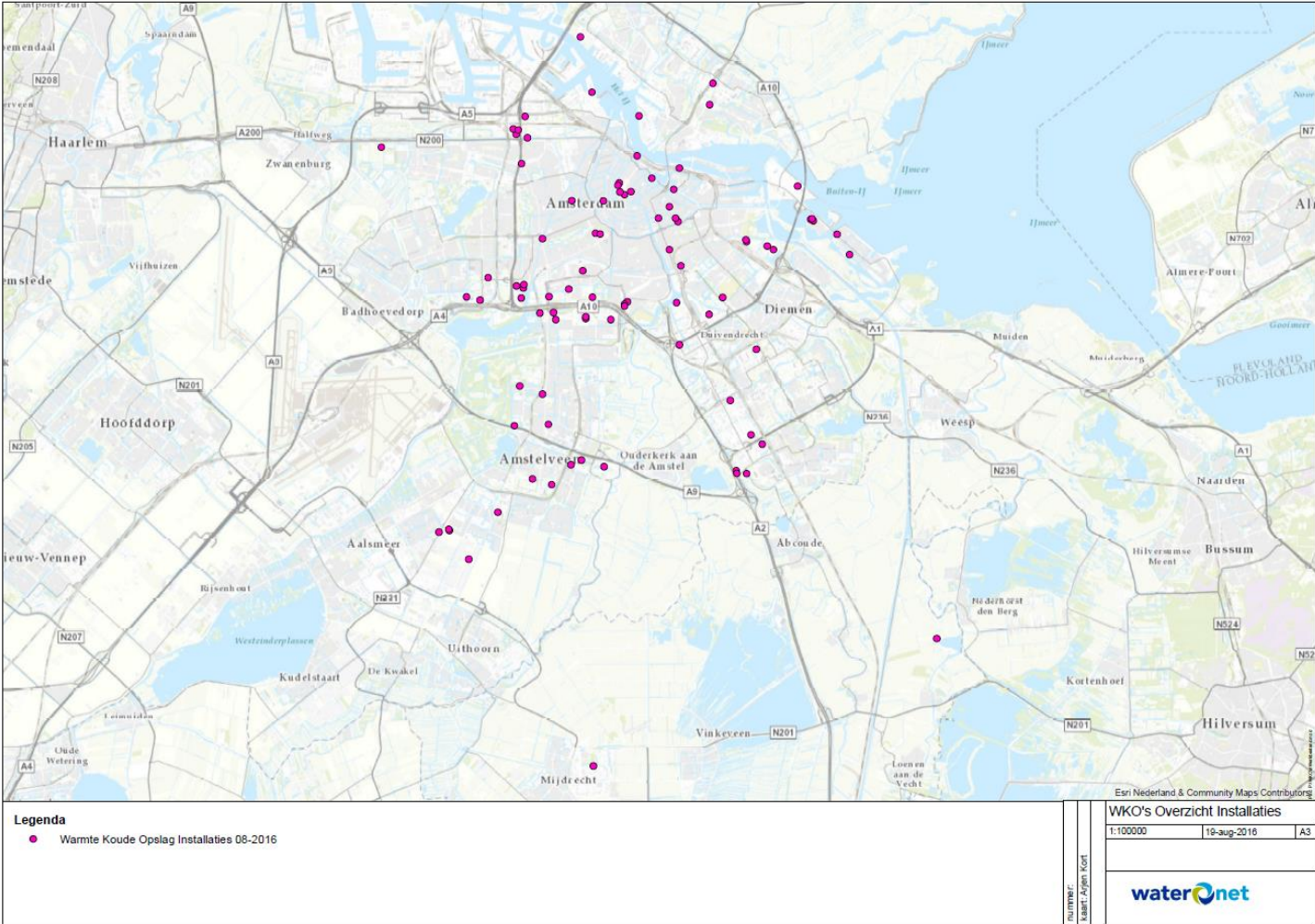
Stof/Lozings-kenmerken	Maximale waarde	Opmerkingen
Debiet	1,25 l/s	
Temperatuur	30 °C	Ook opgenomen in zorgplicht (Wm)
pH	6 tot 9	Ook opgenomen in zorgplicht (Wm)
Chloride	1000 mg/l	Geldt voor bedrijven. Voor bodemenergie-systemen geldt dit als signaalwaarde (overleg is vereist)
Sulfaat	300 mg/l	Ook opgenomen in zorgplicht (Wm)
Calcium	100 mg/l	
Onopgeloste bestanddelen (OB)	300 mg/l	
Vet		Vethoudend afvalwater vrijkomend bij bereiden van voedingsmiddelen moet geleid worden door een vetafscheider en slibvangput, conform NEN 1825-1 en 2. Hieronder vallen ook plantaardige oliën.
Minerale olie	200 mg/l	
Benzeen	50 µg/l	Valt onder BTEX
Tolueen	100 µg/l	Valt onder BTEX
Ethylbenzeen	100 µg/l	Valt onder BTEX
Xyleen	100 µg/l	Valt onder BTEX
Totaal aan BTEX	200 µg/l	De som van Benzeen, Tolueen, Ethylbenzeen & Xyleen
Totaal aan vluchtige stoffen (inclusief BTEX)	300 µg/l	

Afwijkingen van bovengenoemde waarden en het lozen van niet in het Activiteitenbesluit genoemde en/of vrijgestelde stoffen moeten afgestemd worden met Waternet, Waternet geeft een bindend onderbouwd advies. Voor de inname bij afvalwaterzuiveringen schrijft AGV aparte normen voor.

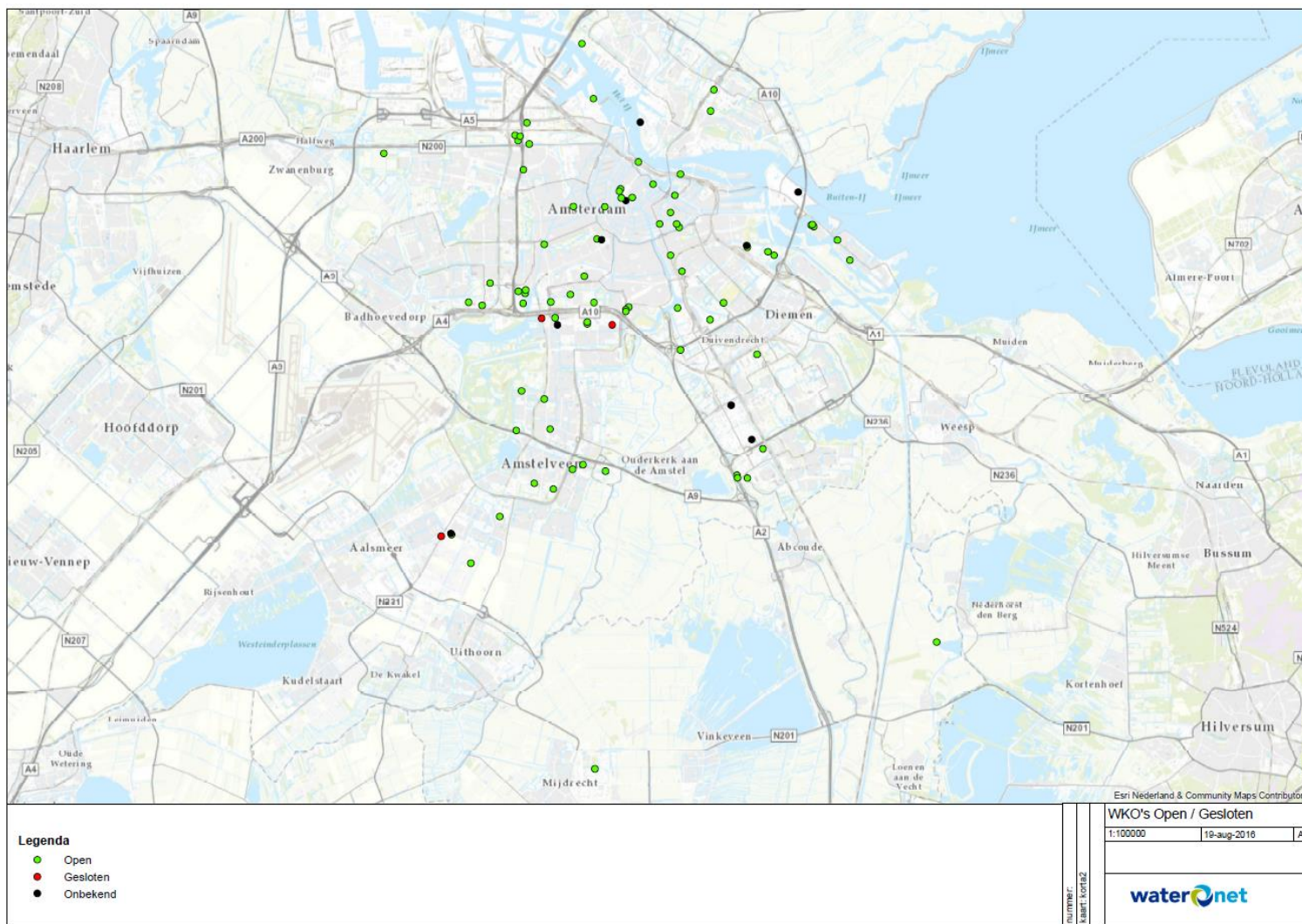
<sup>10</sup> Afvalwater is alle water waarvan de houder zich - met het oog op de verwijdering daarvan - ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen. Hieronder vallen:

- Huishoudelijk afvalwater (= afvalwater dat overwegend afkomstig is van menselijke stofwisseling en huishoudelijke werkzaamheden)
- Afvloeiend hemelwater (= spreekt voor zich, geen wettelijke definitie, gerelateerd aan de zorgplicht op grond van artikel 3.5 van de Waterwet)
- Grondwater (= spreekt voor zich, geen wettelijke definitie, gerelateerd aan de zorgplicht op grond van artikel 3.6 van de Waterwet)
- Bedrijfsafvalwater (= afvalwater dat vrijkomt bij door de mens bedrijfsmatig of in een omvang alsof zij bedrijfsmatig was, ondernomen bedrijvigheid, dat geen huishoudelijk afvalwater, afvloeiend hemelwater of grondwater is)
- Stedelijk afvalwater (= huishoudelijk afvalwater of een mengsel daarvan met bedrijfsafvalwater, afvloeiend hemelwater, grondwater of ander afvalwater)
- Ander afvalwater (= datgene wat niet onder één van voorgaande begrippen is te vatten. De wetgever beoogt niet om met de begrippen alle soorten afvalwater uitputtend te omschrijven. Een voorbeeld van 'ander afvalwater' is 'zwembadwater' bij een particulier huishouden dat geloosd moet worden. Bij een professioneel zwembad is dit bedrijfsafvalwater.)

# Bijlage 2 – Warmte koude opslag installaties augustus 2016

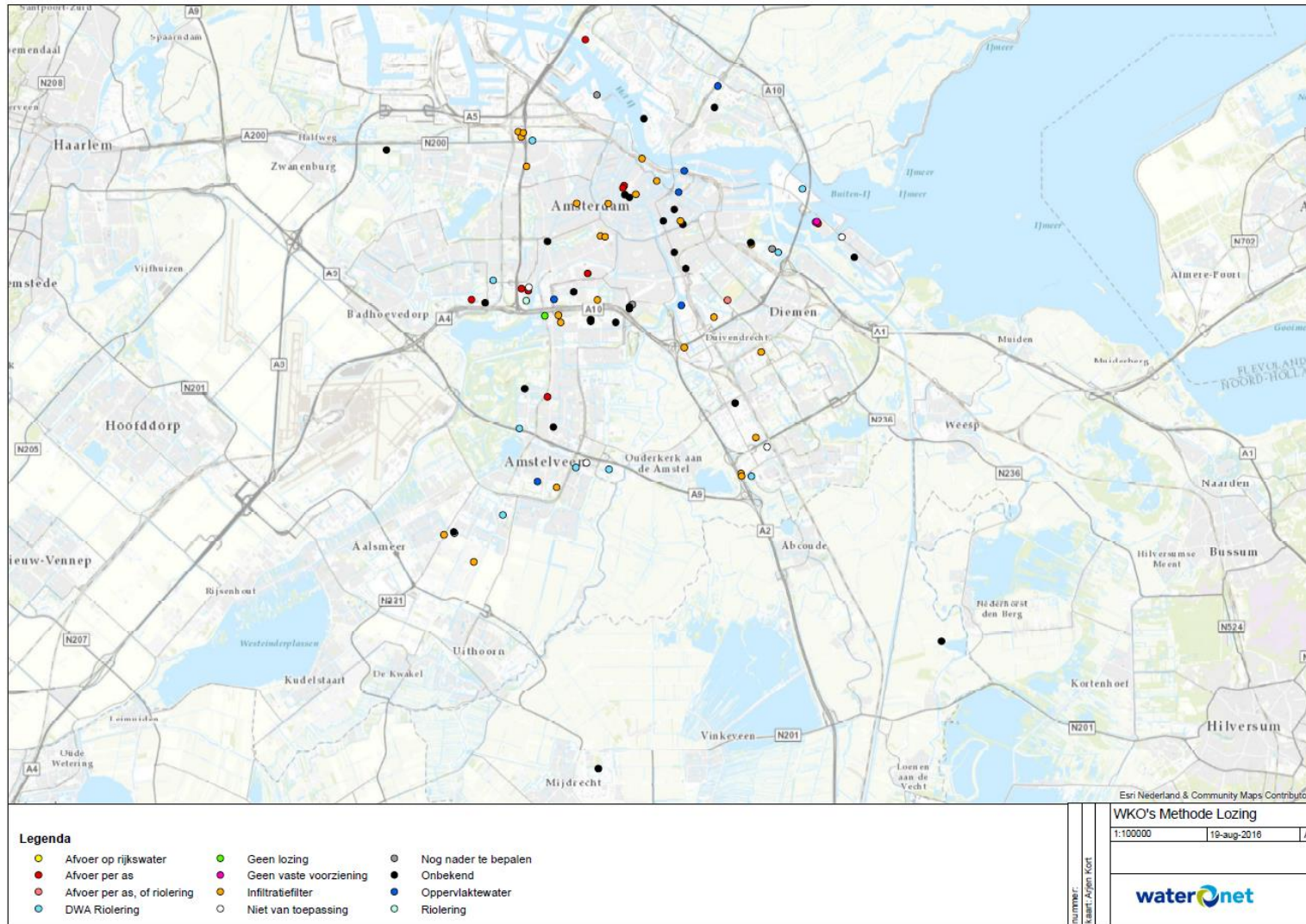


Kaart 1

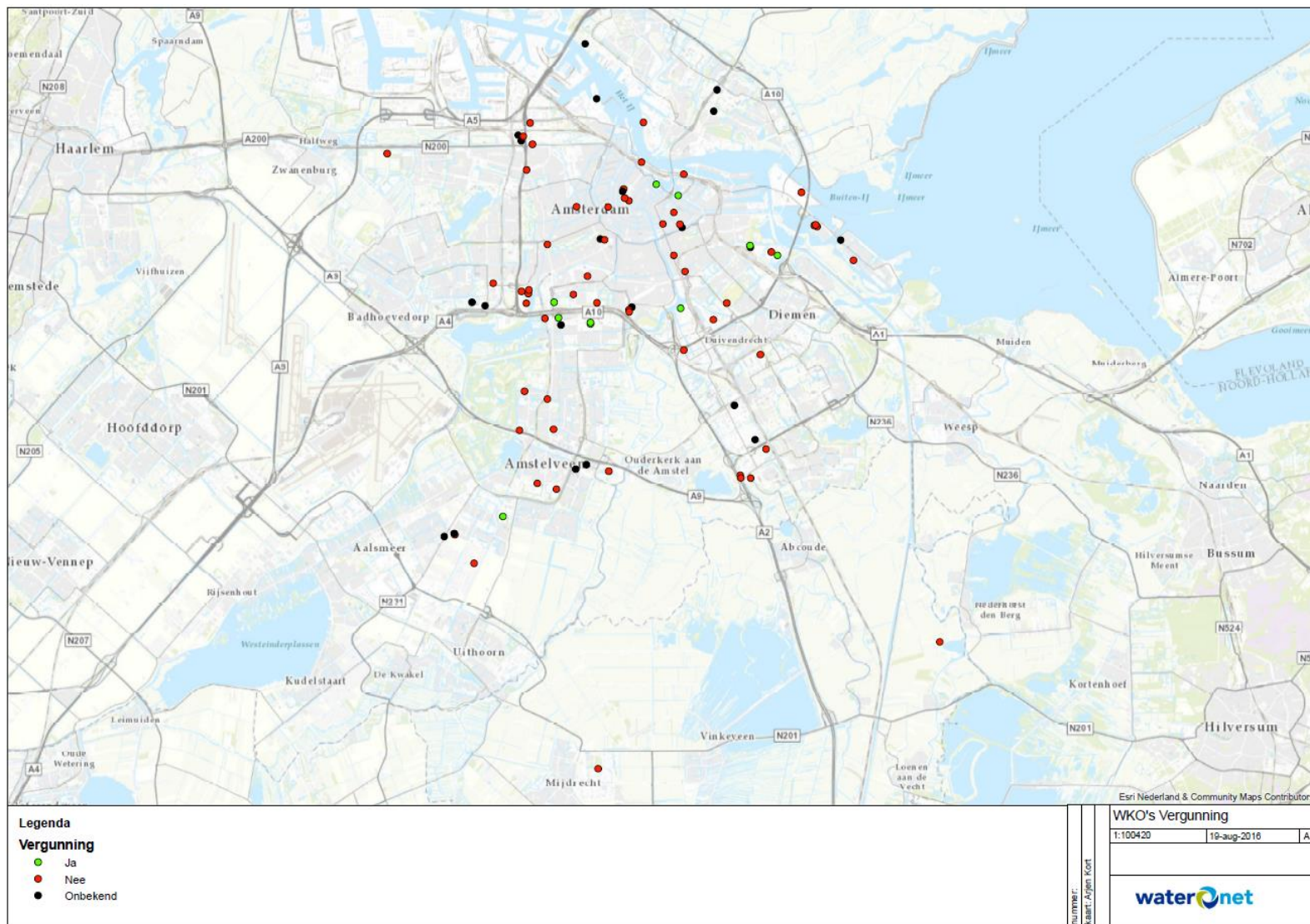


Kaart 2



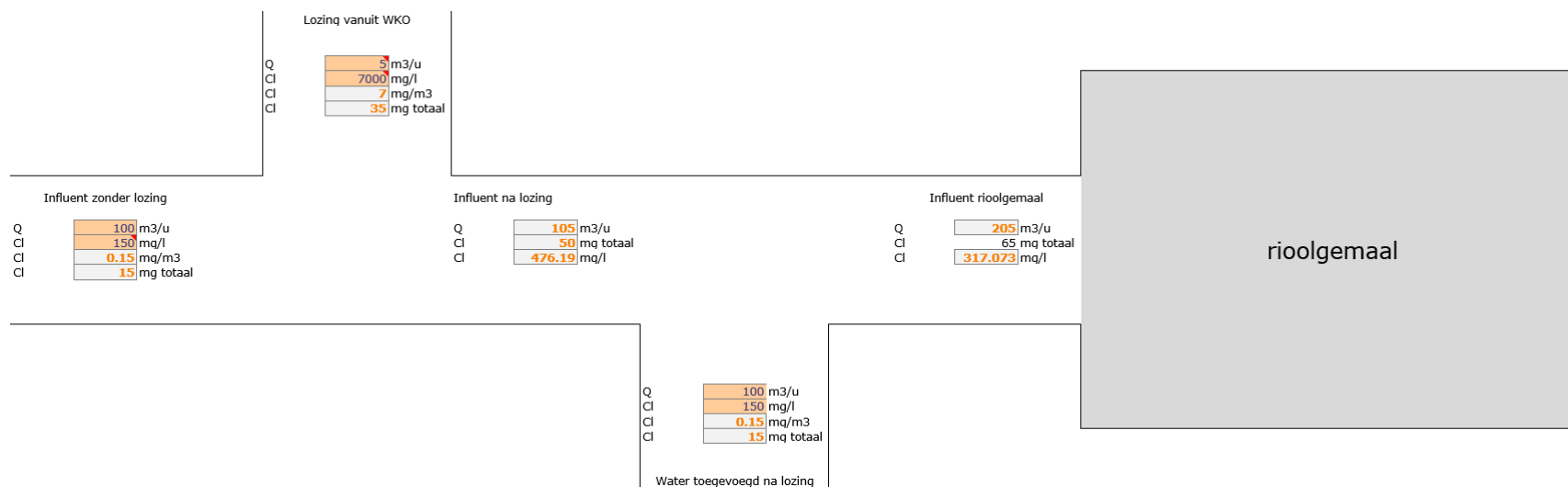


Kaart 3



Kart 4

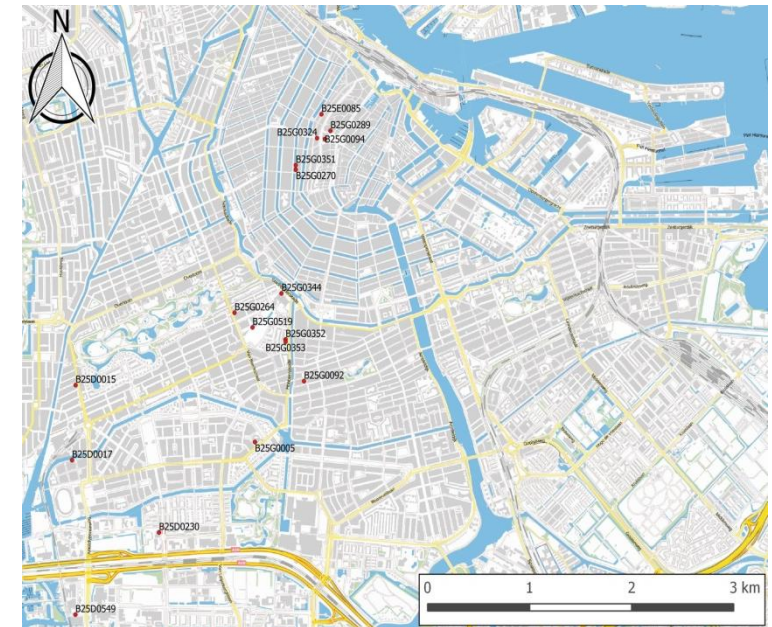
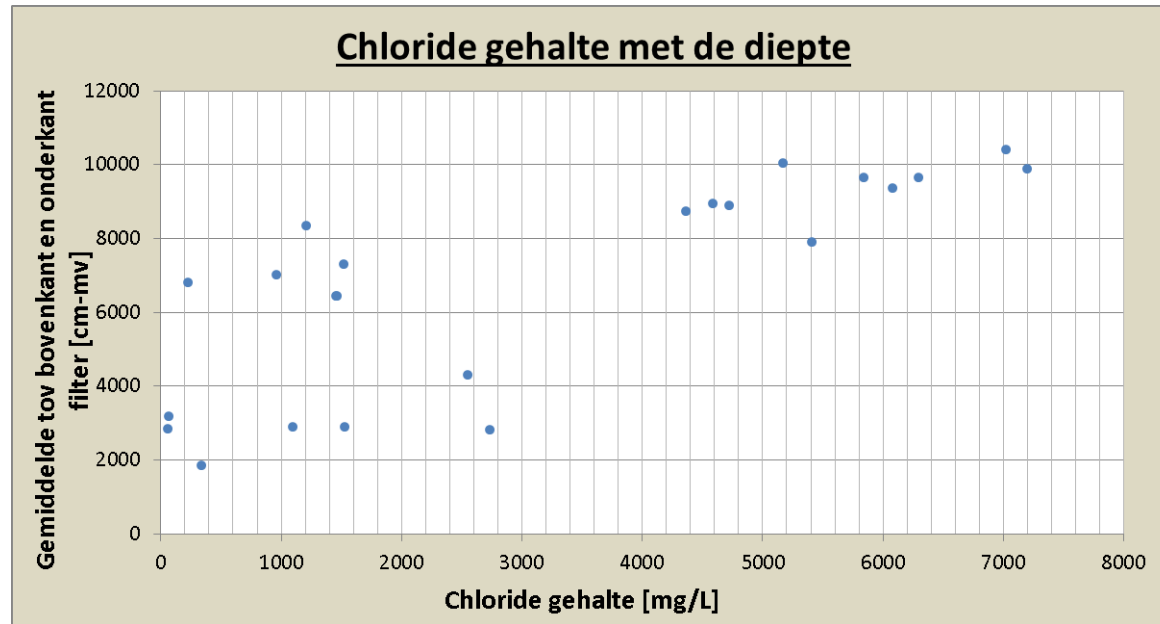
### Bijlage 3 – Berekening van de mate van verdunning in riolering



Figuur 1. Bovenstaand figuur geeft de mate van verdunning van chloride op een bepaald tijdstip X weer. Voor de berekening is uitgegaan van een buisdiameter ± 20cm, stroomsnelheid van 1 m/s, gemiddelde zoutconcentratie van 150 mg/L in het riool en een lozing met een concentratie van 7000 mg/L.



## Bijlage 4 – Toename chloride concentraties met toenemende diepte



Figuur 2. Bovenstaande grafiek beschrijft de chloride concentratie in de diepte. Met toenemende diepte neemt de chlorideconcentratie toe. WKO systemen met diepere filterstellingen bevatten hoogstwaarschijnlijk grotere chlorideconcentraties in vergelijking met systemen die ondieper zijn. De concentraties zijn bepaald aan de hand van peilbuisgegevens uit Dinoloket.

## Bijlage 5 - Berekening WKO (zoutvracht) in vergelijking met hoeveelheid strooizout

Om een vergelijking te maken tussen strooizout en de lozing van spoelwater van WKO systemen, wordt in deze bijlage een grove vergelijkingssom gemaakt met strooizout. De berekening is gemaakt aan de hand van een rekendocument van Martin Bloemendal.

**Tabel 6. Gemiddelde verwachte hoeveelheid strooizout in kilogram gemeente Amsterdam in 2016 vergeleken met lozingen van WKO systemen. Op basis van 3000 mg/L kleine systemen en 6000 mg/L voor grote systemen.**

<b>Gemiddeld strooizout inkoop [kg]</b>	<b>Gemiddeld strooizout riool [kg]</b>	<b>Periodieke lozingen [kg]</b>	<b>Aanleg lozingen [kg]</b>	<b>Totaal WKO's [kg]</b>
<b>1.508.250</b>	602.000	764.507	2.019.564	2.784.071

In de afgelopen 10 jaar heeft de gemeente Amsterdam 1508,5 ton strooizout ingekocht (inkoopgegevens gemeente Amsterdam). Gemiddeld dus 1.508 ton per jaar. Hiervan komt 40% in de RWZI terecht (*H2O, december 2010*). Dit komt neer op 602 ton gemiddeld over de laatste 10 jaar voor strooizout.

Volgens de berekening is de hoeveelheid zout die door WKO systemen in het RWZI terecht komt ruim vijf keer zo veel als strooizout. Zout wordt voornamelijk gestrooid in de wintermaanden, waardoor er toch in een paar dagen grote hoeveelheden zout in het regenwaterriool terecht komen.

## **Bijlage 6 – Notulen van de presentatiebijeenkomst op 22 september 2016 bij Waternet**

### *Opmerkingen tijdens de presentatie:*

Ronald Garnaat (Omgevingsdienst Noordzeekanaal) merkt op dat voor lozingen op de riolering niet Waternet het bevoegd gezag is, maar de Gemeente.

Naar aanleiding van de informatie die bij het Waterschap Friesland is opgevraagd, komt er een vraag uit de zaal van Michael Moes (Waternet): is er daarbij ook bij de gemeente Leeuwarden navraag gedaan over waar precies metingen zijn gedaan in de riolering? Er is waarschijnlijk bij het Waterschap naar de concentraties bij de gemalen gekeken en niet naar het tracé wat er voor zit.

Opmerking uit de zaal van Hans Keppel (Waternet) naar aanleiding van het voorstel voor heffingsparameters: op de riolering is chloride wel een heffingsparameter, op oppervlaktewater inderdaad niet. WKO's extra belasten voor een lozing is inderdaad een mogelijke oplossing.

### *Vragen en opmerkingen aansluitend aan de presentatie:*

Ton Timmermans (Bodemenergie NL) merkt bij de aannames op dat de hoeveelheid te lozen water die wij noemen (9000m<sup>3</sup>) niet per bron is, maar per systeem. Een belangrijke nuancering.

Iemand anders merkt over het debiet van 5m<sup>3</sup> per uur op, dat 9000m<sup>3</sup> lozen met een debiet van 5m<sup>3</sup> per uur, 2,5 maanden duurt en dan moet je bovendien een enorme buffer aanleggen.

Ronald Garnaat licht toe: de norm van 5m<sup>3</sup> per uur wordt al sinds de jaren '90 gebruikt, om bedrijven te ontmoedigen veel te lozen. Achterliggende gedachte is ontmoedigingsbeleid en grote lozers demotiveren. Dat moet dan leiden tot het zoeken van nieuwe oplossingen, want die zijn er best.

Thomas Staverman (Waternet) merkt ook nog op dat als basis voor de discussie ook meegenomen moet worden wat de invloed van het zout op de RWZI is, en wat de RWZI daarmee doet. Frank antwoordt dat de zuivering het zout ongezuiverd loost in het effluent.

Ton Timmermans - Wil bij onze opmerkingen over het fuzzy filter aanmerken dat die oplossing nu iets te optimistisch gesteld, want zo eenvoudig ligt het niet. Daarnaast vraagt hij zich af of we alleen naar de aantasting van rioolgemalen hebben gekeken of ook naar de aantasting van leidingen. Frank antwoordt hierop dat we inderdaad ook hebben nagedacht over de aantasting van leidingen.

Iemand anders merkt op dat er ook hele andere stoffen in het riool zitten met weer een eigen invloed op de rioleringsbuizen die veel interessanter zijn om naar te kijken dan chloride, sulfaat bijvoorbeeld heeft een veel grotere invloed.

Mark Nijman (Waternet) heeft ook nog een vraag over de informatie van KSB. In de presentatie werd gesteld dat pompleverancier had aangegeven dat de problemen niet zo groot zouden zijn als wellicht verwacht. Over welke problemen gaat het dan, en wat verwachten we dan? Frank licht toe: in het geval van discontinue lozingen op gietijzeren pompen zal de levensduur niet zo heel sterk terugnemen.

Daarnaast merkt Mark Nijman op dat opbrengsten van de zuiveringsheffing bestemd zijn voor de zuivering en dus niet besteed kunnen worden aan de vervanging van de riolering.

Iemand merkt op dat de norm voor de RWZI wat betreft chloride hetzelfde is als die voor het riool; 1000 mg/l

De heer Ravelli (RVO) merkt ten aanzien van de stakeholderanalyse op dat er bij dit onderwerp ook meerdere ministeries betrokken zijn.

Kevin van Hees (Waternet) merkt op dat de focus nu vooral lijkt te liggen op 'end of pipe', hij vraagt zich af of er ook mogelijkheden bij de bron zijn om minder te onttrekken? Frank antwoordt dat dit afhankelijk is van toekomstige technologische ontwikkelingen.

Iemand merkt over ons idee van de mobiele fuzzy filter opstelling op dat er nu al vaak met een ander soort mobiel filter wordt gewerkt; en veel bronnen kunnen daarop aangesloten worden. Je kunt de bronnen dan ook op elkaar aansluiten met het filter ertussen.

Heleen Nederlof (Omgevingsdienst Noordzeekanaal) heeft nog een aanvullende vraag over de metingen van Waterschap Friesland; waar komt de vergelijking vandaan; hoeveel WKO's zijn er in Friesland? Frank licht toe dat er in Friesland niet zozeer heel veel WKO's zijn, maar dat er wel veel zout water op de riolering wordt geloosd, bijvoorbeeld van pekkel uit kaasfabrieken.

Over het toepassen van filters wordt nog opgemerkt dat er altijd een restant slib over zal blijven.

Ronald Garnaat is benieuwd wanneer er nu echt een beleid komt. "We willen allemaal verder, maar in de tussentijd moeten we ook wat"

*Discussie naar aanleiding van de presentatie aan de hand van stellingen:*

**STELLING 1: 'Er moet meer geld worden vrijgemaakt door Waternet om de mogelijke aantasting door WKO installaties te onderzoeken'**

Grote meerderheid is het eens. Nico Beumer (Waternet) is het niet eens met de stelling "want hij is degene die moet betalen".

WKO systemen hebben uiteindelijk als doel de uitstoot van CO2 te beperken. Als je dan het lozingswater water moet gaan verpompen en speciale coatings moet gaan toepassen enz enz, dan is het geheel alsnog niet duurzaam. De enige juiste manier is volgens deze spreker retourneren in de bron.

René van der Peet (De Ruiters grondwatertechniek) wil daarop wel aanhaken. Alles wat je gaat doen om de lozing in de grond terug te brengen. Al het slib, zand en andere deeltjes die vrijkomen wil je uit de bron hebben; dat is de basis van het ontwikkelen van de bron. Daar zul je wat mee moeten, en met filteren bereik je alleen maar dat de vuilvracht wordt ingedikt.

Rob Vaes (Waternet) kan meegaan in de stelling dat er meer onderzoek nodig is, maar hij is het er niet mee eens dat er meer geld vrijgemaakt zou moeten worden door Waternet voor dat onderzoek. Bedrijven die een WKO hebben, genieten daar ook het voordeel van. Bedrijven zouden vanuit hun voordeel en hun verantwoordelijkheid moeten handelen. Er is een gedeelde zorgplicht en een eigen verantwoordelijkheid. De branche moet vooral ook zelf onderzoek doen naar de

beste oplossing, en als de branche zegt: lozen op riool is de beste oplossing, dan moeten ze ook meebetalen aan het onderzoeken en bewijzen daarvan. De primaire verantwoordelijkheid om naar oplossingen te zoeken ligt bij de sector zelf.

Hier wordt tegenin gebracht dat duurzame energie vanuit de overheid en maatschappij gestimuleerd worden.

Rob Vaes benadrukt dat het een gedeelde verantwoordelijkheid blijft om ook samen naar de afvalstromen te kijken die gepaard gaan met nieuwe een duurzame energie. Hij verwijst naar kernenergie en de vraag hoe met dat afval moet worden omgegaan; het is altijd een integraal vraagstuk.

Ronald Garnaat deelt die mening. Vanuit de omgevingswetgeving zijn we bezig om te demotiveren. Voor de branche is het gunstig om deze vorm van energiewinning toe te passen, maar je moet dan niet een ander milieucompartiment zoals het oppervlaktewater of het riool belasten. De branche moet maatregelen gaan treffen om te kijken naar andere mogelijkheden. Er staan niet voor niets zorgplichtartikelen in de wetgeving; je moet verantwoordelijkheid nemen om het milieu zoveel mogelijk te ontlasten.

#### **STELLING 2: 'Als WKO installaties op het vuilwaterriool lozen is een extra heffing noodzakelijk'**

Kor Reinink (Haitjema) is als enige tegen deze stelling. "Zulke heffingen komen uiteindelijk altijd bij ons terecht, maar zouden juist breder maatschappelijk gedragen moeten worden".

Marcel van der Blom (Waternet): Als je het bij de zuiveringsheffing zo doet dan wordt het enorm ontmoedigd omdat de heffing dan gigantisch hoog wordt.

Ronald Garnaat vindt het belangrijk om bij bedrijven niet de indruk te wekken dat ze alles maar mogen lozen omdat ze iets betalen.

#### **STELLING 3: 'Technologie zal het lozingsprobleem oplossen'**

Veel stemmen voor, een paar tegen en een aantal stemmers is in dubio.

Tim Aalten (IF technology) denkt dat het probleem gedeeltelijk opgelost kan worden door technologie. Slimmere zuiveringstechnieken bijvoorbeeld zullen zeker ontwikkeld worden, maar er zal ook altijd een rest overblijven, je kunt geen goede bron maken waarbij vervolgens geen lozingsrestant overblijft.

Adriana Jeuring (Waternet) wijst erop dat er nu nog geen eindplaatje van de toekomst is. Verder in de toekomst kunnen we wat we nu als afval zien misschien wel weer op andere manieren gebruiken. Zij verwacht dat er uiteindelijk met nieuwe technologie wel een oplossing zal komen.

#### **STELLING 4: 'Dilution is the solution for pollution'**

Iedereen is het oneens met deze stelling.

Thomas Staverman concludeert dat het de oplossing is waar nu voor gekozen is, het huidige beleid. Het punt waarop het in het milieu terecht komt wordt verplaatst en het wordt verdund, maar het milieu wordt net zo zwaar belast. Lokaal verdunnen is beter dan dat je het eerst 50km door de stad verplaatst.

Ton Timmermans zou het met deze stelling eens kunnen zijn als er damaging stond in plaats van pollution.

Door Michael Moes wordt nogmaals de kanttekening geplaatst dat het nog steeds alleen maar over chloride gaat. Daar moet je heel voorzichtig mee zijn, er zitten echt nog meer schadelijke stoffen in de lozingen. Hij wijst ook op het beleid van Amsterdam en Waternet om geen dun water naar de zuivering te brengen. Dat is ook een criterium dat meespeelt.

-----Na deze discussieronde krijgt iedereen de gelegenheid om nog te zeggen wat hem of haar echt nog van het hart moet -----

Ronald Garnaat heeft een prangende vraag: wat gaat er in de toekomst nu verder gebeuren? Dit advies ligt er, en wat gaat er nu gebeuren?! Ga ik zo verder?

Nico Beumer reageert hierop: wij moeten hier nu verder over nadenken wat onze volgende stap wordt, en daar nemen we de resultaten van dit project in mee. Kan nog geen concrete uitspraak doen over het vervolg.

Ton Timmerman wil pleiten om daar waar er wel mogelijkheden zijn, lozingen wel toe te staan. Dus als je WKO vlakbij het Noordzeekanaal zit, laat dan al die beperkingen achterwege. Beaamd wordt dat dat ook nu al het beleid is.

Adriana Jeuring grijpt terug op de onderzoeksvraag van het project; een eenduidig en stimulerend beleid; zij spreekt de hoop uit dat straks alle betrokken partijen bij elkaar zich achter het totale pakket van beleid kunnen scharen. Sophie geeft aan dat het een lastige opgave is om een beleid te maken waar iedereen zich achter kan scharen. Waarom niet? Sophie schetst nog een keer de uiteenlopende belangen en focussen. Adriana geeft aan dat zij het als een enorme meerwaarde ziet; we willen enerzijds met elkaar de milieudoelstellingen bereiken en we hebben anderzijds al deze belangen. Waar botsen we, waar kunnen we elkaar vinden? Waarom kunnen we niet tot een beleid komen? Dit zou een mooie aanvulling vormen op het onderzoek. Het is een meerwaarde dat alle belangen hier bij elkaar komen en ook voor elkaar en met elkaar meedenken.

Matthijs de Vlieger (Waternet) noemt dat er ook gebieden zijn waar simpelweg geen oplossing is. Bijvoorbeeld in het centrum van Amsterdam. Systemen met dusdanig grote debieten dat je niet kunt bufferen, en niet kunt lozen in oppervlaktewater of riool; moeten we dan überhaupt wel een WKO willen op die plek?!

Heleen Nederlof oppert de oplossing dat er een zoutwaterriool kan worden aangelegd op de bodem van de grachten.

Vervolgens ontstaat er een discussie over het gebruik van een bron van een ander bestaand systeem als retourbron in te zetten.

Ton Timmermans geeft aan dat het principe is dat je alles terugbrengt in de grond, je houdt een kleine rest over en die wil je buurman niet van jou hebben. Als je het in je eigen systeem niet kwijt kunt, dan kan het ook niet in een andere bron, zo moet je het zien.

Torben Tijms (Waternet) heeft nog een vraag aan iemand van de branche. Hoe zit het met de ontwikkeling van de gesloten systemen? Deze presentatie gaat over open

systemen, als je die open systemen dusdanig ontmoedigd, kan dan niet weer vaker voor een gesloten systeem gekozen worden? Is dat mogelijk en kan het zo groots worden toegepast?

René van der Peet geeft aan dat voor gesloten systemen een veel grotere horizontale oppervlakte nodig is, en die ruimte is er gewoon niet in Amsterdam. Ronald Garnaat wil dat nuanceren, hij komt ook heel vaak gesloten systemen tegen bij grote gebouwen. Volgens hem heeft het ook iets te maken met de concurrentie in de branche. Tim Aalten legt uit dat in Amsterdam de bodem enorm geschikt is voor open systemen, omdat er heel veel kuub/uur verplaatst kan worden. Om diezelfde verplaatsing in een gesloten systeem te bereiken, moet je een enorm systeem aanleggen met een heel groot aantal boringen, dat is niet realistisch in het stedelijk gebied.