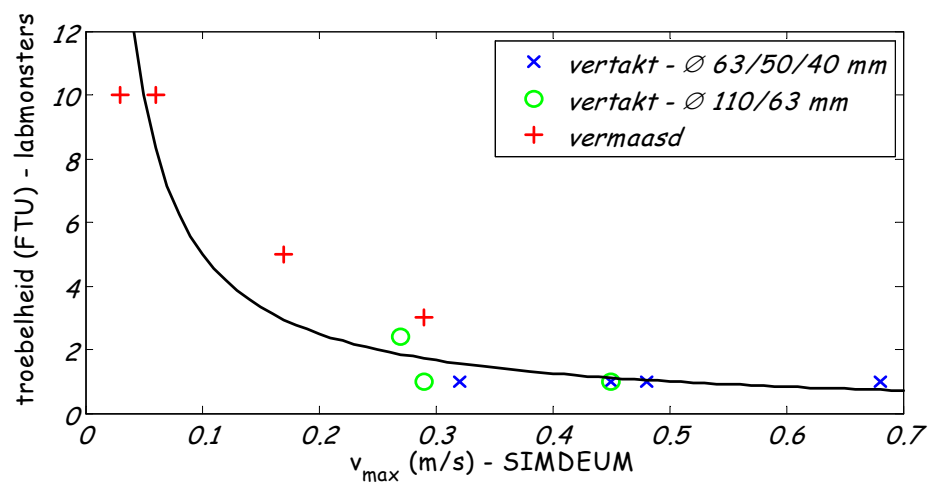


Evaluatie zelfreinigende netten

metingen zomer 2006 in Hoofddorp (PWN)



Duinwaterbedrijf Zuid-Holland

PWN. Puur water en natuur. 

water  net

KWR 06.096
november 2006

Evaluatie zelfreinigende netten

metingen zomer 2006 in Hoofddorp (PWN)

© 2006 Kiwa N.V.
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.

Kiwa Water Research
Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

Tel. 030 606 95 11
Fax 030 606 11 65
www.kiwawaterresearch.eu

Colofon

Titel

Evaluatie zelfreinigende netten

Projectnummer

306839.100

Projectmanager

W.J.M.K. Senden

Opdrachtgever

DPW

Kwaliteitsborger(s)

J.H.G. Vreeburg

Auteur(s)

E.J.M. Blokker en P.G. Schaap

Dit rapport is niet openbaar en slechts verstrekt aan de opdrachtgevers van het Contractonderzoekproject/adviesproject. Eventuele verspreiding daarbuiten vindt alleen plaats door de opdrachtgever zelf.

Samenvatting

Na de introductie van de nieuwe ontwerpconcepten worden distributienetten vertakt en met kleinere diameters aangelegd. Het doel is om een voldoende hoge snelheid en een uniforme stromingsrichting te creëren waardoor wordt voorkomen dat deeltjes bezinken. De uitgangspunten van de nieuwe ontwerpconcepten zijn getest in een laboratorium en zijn tevens bevestigd door metingen in de praktijk. Deze metingen zijn echter niet gedetailleerd genoeg en geven te weinig houvast om het positieve effect van zelfreinigende netten te onderbouwen. Ook geven deze metingen geen uitsluitsel over de juistheid van de gekozen ontwerpparameters (te verwachten maximum volumestroom die met de $q\sqrt{n}$ -methode wordt voorspeld en een snelheid van 0,4 m/s).

De hypothese is dat zelfreinigende netten, aangelegd volgens de nieuwe ontwerpconcepten, minder vervuilen dan conventionele netten. Voor de toetsing van de hypothese is deze opgedeeld in een aantal deelhypothesen:

1. In een net met kleine diameters zullen hogere stroomsnelheden optreden dan in een net met grotere diameters; in zelfreinigende netten zal de ontwerpsnelheid van 0,4 m/s frequent optreden.
2. In een zelfreinigend net is de massa die het net ingaat gelijk aan de massa die het net verlaat; in een vervuilend systeem zal sediment bezinken en zal er minder massa uitgaan dan erin komt. Op momenten van grote vraag kan het eerder bezonken sediment juist opgewerveld worden en is de massa die het net uitgaat groter dan de massa die erin komt.
3. De per strekkende meter aanwezige sedimentmassa is in zelfreinigende leidingen lager dan in vervuilende leidingen. Dit betekent dat de troebelheid tijdens opwervelen (spuien) in een zelfreinigend net minder zal toenemen dan in een vervuilend net.

In het voorliggende onderzoek zijn metingen (deeltjestellingen en TILVS, volumestroommetingen en spuiproeven) uitgevoerd in drie distributienetten, namelijk

- gebied 1: een vertakt net met kleine diameters - Ø40/50/63 mm;
- gebied 2: een vertakt net met grotere diameters - Ø110/63/50 mm en
- gebied 3: een vermaasd net.

Deze drie netten worden gevoed met dezelfde waterkwaliteit en zijn alle reeds enige tijd in gebruik. De deeltjestellingen werden uitgevoerd tijdens de warme zomerdagen van juni 2006 waarop meer waterverbruik plaatsvond dan normaal.

De eerste deelhypothese is bevestigd. In gebied 1 treden de hoogste snelheden op, in gebied 3 de laagste. In gebied 1 treedt tijdens de maximale vraag een snelheid van 0,4 m/s op. De maximale snelheid is niet berekend met de $q\sqrt{n}$ -methode, maar met behulp van SIMDEUM®.

De tweede hypothese is getest met TILVS-metingen en deeltjestellingen. De TILVS-metingen hebben geen uitsluitsel gegeven over de zelfreinigende werking in de meetgebieden. De deeltjestellingen hebben aangetoond dat evenveel deeltjes gebied 1 verlaten als dat er binnenkomen. In gebied 2 en gebied 3 hebben tijdens het verhoogde waterverbruik in de warme periode meer deeltjes het net verlaten dan er binnenkwamen (respectievelijk 30% en 150% meer); dit duidt op opgewerveld sediment dat eerder is bezonken.

De spuiproeven geven aanvullende informatie bij hypothese 2 en dienen verder om hypothese 3 te toetsen. In gebied 1 is tijdens de spuiproeven een lage troebelheid gemeten. In gebied 2 is tijdens de spuiproeven eveneens een lage troebelheid gemeten. Blijkbaar is tijdens de verhoogde afname (in de warme periode) het meeste sediment reeds opgewerveld en afgevoerd. In gebied 3 is tijdens de spuiproeven een troebelheid van 5 tot 10 FTU gemeten. Blijkbaar is tijdens de verhoogde afname slechts een deel van het sediment opgewerveld en afgevoerd. De hoeveelheid sediment per strekkende meter kon niet met een grote betrouwbaarheid worden bepaald.

Met de metingen is aangetoond dat vertakte netten die zijn aangelegd met de ontwerpsnelheid van 0,4 m/s en de $q\sqrt{n}$ -methode (met 15 tapeenheden) zelfreinigend zijn. De grote leidingen (Ø110 mm) kunnen nog wel kleiner worden gedimensioneerd. De $q\sqrt{n}$ -methode overschat de maximale volumestroom; met SIMDEUM® kan een betere schatting worden gemaakt. De snelheid van 0,4 m/s (berekend met SIMDEUM®) was in het leidingnet van Hoofddorp ruim voldoende voor opwerveling.

Inhoud

	Samenvatting	1
1	Inleiding	5
1.1	Leeswijzer	5
1.2	Structuur van het project	6
2	Meetplan	7
2.1	Inleiding	7
2.2	Meetlocaties	8
2.2.1	Gebied 1 (Pleinen)	8
2.2.2	Gebied 2 (Floriande)	9
2.2.3	Gebied 3 (Overbos)	10
2.2.4	Karakteristieken pompstation Hoofddorp	10
2.3	Beschrijving metingen	12
2.3.1	Volumestroommetingen	12
2.3.2	Deeltjestellingen	13
2.3.3	TILVS	13
2.3.4	Spuiproeven	14
2.4	Meetperiode	15
3	Meetresultaten en discussie	17
3.1	Volumestroommetingen	17
3.1.1	Gebied 1	18
3.1.2	Gebied 2	19
3.1.3	Volumestromen op basis van SIMDEUM®	20
3.1.4	Optredende snelheden in het leidingnet	22
3.2	Deeltjestellingen en TILVS	23
3.2.1	Gebied 1	23
3.2.2	Gebied 2	26
3.2.3	Gebied 3	27
3.2.4	Samenvatting deeltjes	29
3.2.5	Samenvatting TILVS	30
3.3	Spuiproeven	30
3.3.1	On-line troebelheidsmetingen – gebied 1	31
3.3.2	On-line troebelheidsmetingen – gebied 2	32
3.3.3	On-line troebelheidsmetingen – gebied 3	34
3.3.4	Troebelheid uit lab-metingen	36
3.3.5	Relatie troebelheid en sedimentsamenstelling	38
3.3.6	Massa per meter leiding	39
4	Conclusies	41
4.1	Hypothese 1	41
4.2	Hypothese 2	41

4.3	Hypothese 3	42
4.4	Samenvattende conclusie	42
5	Discussie en aanbevelingen	45
6	Referenties	47
I	Spuiplannen en uitvoering	49
II	Resultaten spuiacties	55

1 Inleiding

Na de introductie van de nieuwe ontwerpconcepten (NOC, [5]) worden distributienetten vertakt en met kleinere diameters aangelegd. Het doel is om een voldoende hoge snelheid en een uniforme stromingsrichting te creëren waardoor wordt voorkomen dat deeltjes bezinken. Zelfreinigende netten dragen hierdoor naar verwachting bij aan een verlaging van het aantal bruinwaterklachten en aan de vermindering van de spuikosten en neemt de overlast van het spuien van leidingen af. Daarnaast wordt een besparing mogelijk op de aanlegkosten van het leidingnet van maximaal 20% t.o.v. conventionele vermaasde leidingnetten. De besparing wordt veroorzaakt door een aanzienlijke kortere leidinglengte, iets lagere materiaalkosten (kleinere diameters) en toepassing van minder afsluiters. De uitgangspunten van de nieuwe ontwerprichtlijnen zijn getest in een laboratorium en worden tevens bevestigd door metingen in de praktijk. Deze metingen zijn echter niet gedetailleerd genoeg en geven te weinig houvast om het positieve effect van zelfreinigende netten te onderbouwen. Ook geven deze metingen geen uitsluitsel over de juistheid van de gekozen ontwerpparameters (te verwachten maximum volumestroom die met de $q\sqrt{n}$ -methode wordt voorspeld en een snelheid van 0,4 m/s).

Door het uitvoeren van uitgebreidere metingen kan worden nagegaan in welke mate de zelfreinigende werking van leidingen in de praktijk optreedt. Door te meten in zowel een vermaasd als in een vertakt net, wordt het effect van de nieuwe ontwerprichtlijnen ten opzichte van de oude ontwerp-richtlijnen bepaald. Begin 2006 is op basis van een drietal hypothesen een globaal meetplan beschreven [6]. Voor het toetsen van het zelfreinigende effect volstaat een spuiproef op een vertakt leidingnet en een vermaasd leidingnet gevoed door dezelfde waterkwaliteit. Aanvullende volumestroommetingen en eventuele filterproeven zullen extra informatie opleveren over de maximaal optredende stroomsnelheid in de meetperiode en de sedimentbalans.

In het voorliggend onderzoek zijn metingen (deeltjestellingen en TILVS, volumestroommetingen en spuiproeven) uitgevoerd in drie distributienetten (een vertakt net met kleine diameters - Ø40/50/63 mm -, een vertakt net met grotere diameters - Ø110/63/50 mm - en een vermaasd net) die gevoed worden met dezelfde waterkwaliteit en reeds enige tijd in gebruik zijn. De metingen hebben plaatsgevonden in de periode juni-augustus 2006.

1.1 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt het meetplan in detail beschreven: locaties en type metingen plus hypothesen. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de metingen gepresenteerd. In hoofdstuk 4 worden de hypothesen getoetst en conclusies getrokken en het rapport eindigt in hoofdstuk 5 met een discussie.

1.2 Structuur van het project

Het project is uitgevoerd door een projectgroep, bestaande uit Peter Horst (PWN), Tijmen Westerhout (DZH), Ralf de Groot (Waternet) en Peter Schaap en Mirjam Blokker (Kiwa Water Research). Dankzij de goede voorbereidingen van Jaap Zeeman zijn de metingen bijzonder goed verlopen.

2 Meetplan

2.1 Inleiding

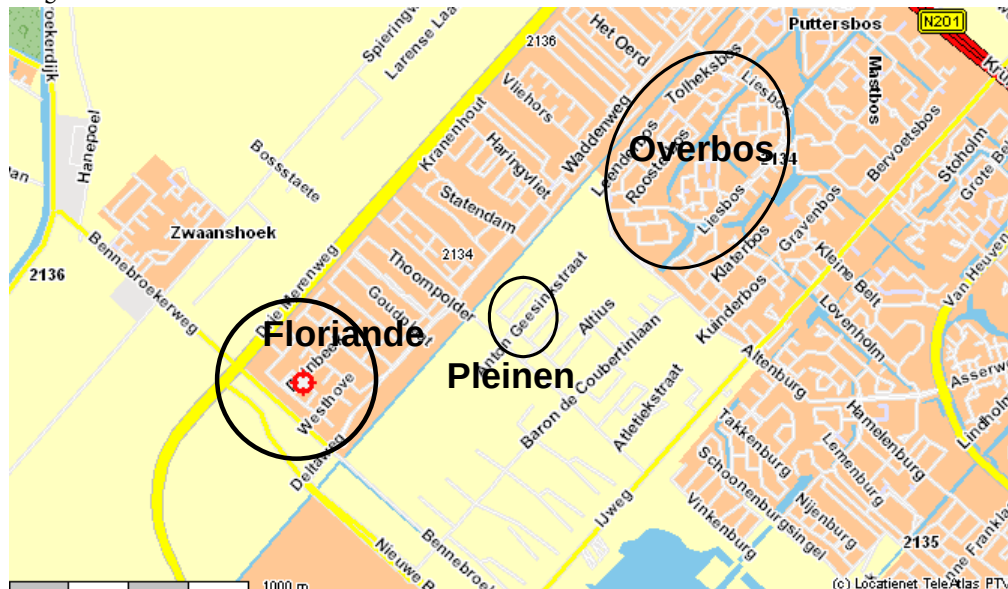
De hypothese is dat zelfreinigende netten, aangelegd volgens de nieuwe ontwerpconcepten, minder vervuilen dan conventionele netten. Voor de toetsing van deze hypothese is deze opgedeeld in een aantal deelhypothesen:

1. In een net met kleine diameters zullen hogere stroomsnelheden optreden dan in een net met grotere diameters; in zelfreinigende netten zal de ontwerpsnelheid van 0,4 m/s frequent optreden.
2. In een zelfreinigend net is de massa die het net ingaat gelijk aan de massa die het net verlaat; in een vervuilend systeem zal sediment bezinken en zal er minder massa uitgaan dan erin komt. Op momenten van grote vraag kan het eerder bezonken sediment juist opgewerveld worden en is de massa die het net uitgaat groter dan de massa die erin komt.
3. De per strekkende meter aanwezige sedimentmassa is in zelfreinigende leidingen lager dan in vervuilende leidingen. Dit betekent dat de troebelheid tijdens opwervelen (spuien) in een zelfreinigend net minder zal toenemen dan in een vervuilend net.

Om de hypothesen te toetsen zijn metingen uitgevoerd op drie locaties in Hoofddorp, gevoed met dezelfde waterkwaliteit:

- 1) vertakt net volgens de nieuwe ontwerprichtlijnen (de wijk Pleinen)
- 2) een vertakt net, maar met grotere diameters (de wijk Floriande)
- 3) vermaasd net (de wijk Overbos)

In §2.2 worden de meetlocaties nader beschreven.



In gebied 1 en gebied 2 zijn volumestroommetingen (§2.3.1) uitgevoerd om de q_v -methode te toetsen en de snelheden te bepalen; gebied 3 is te vermaasd om deze toets te kunnen doen. In alle gebieden is met de combinatie van deeltjestellers en TILVS (time integrated large volumes sampling) de

ingaaende deeltjesconcentratie bepaald; daarnaast is met dezelfde combinatie de uitgaande deeltjesconcentratie op verschillende locaties (§2.3.1 en 2.3.3) bepaald. Ook zijn alle gebieden gespuid en is het aanwezige sediment gekarakteriseerd door de troebelheid, massa gesuspendeerde stof en volumestroom te meten (§2.3.4).

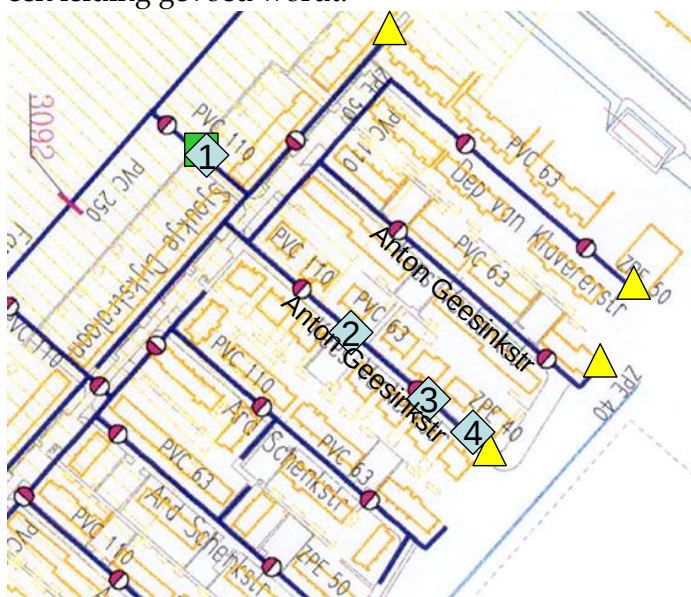
Onderstaande symbolen worden gebruikt op de kaarten in de volgende paragrafen.



2.2 Meetlocaties

2.2.1 Gebied 1 (Pleinen)

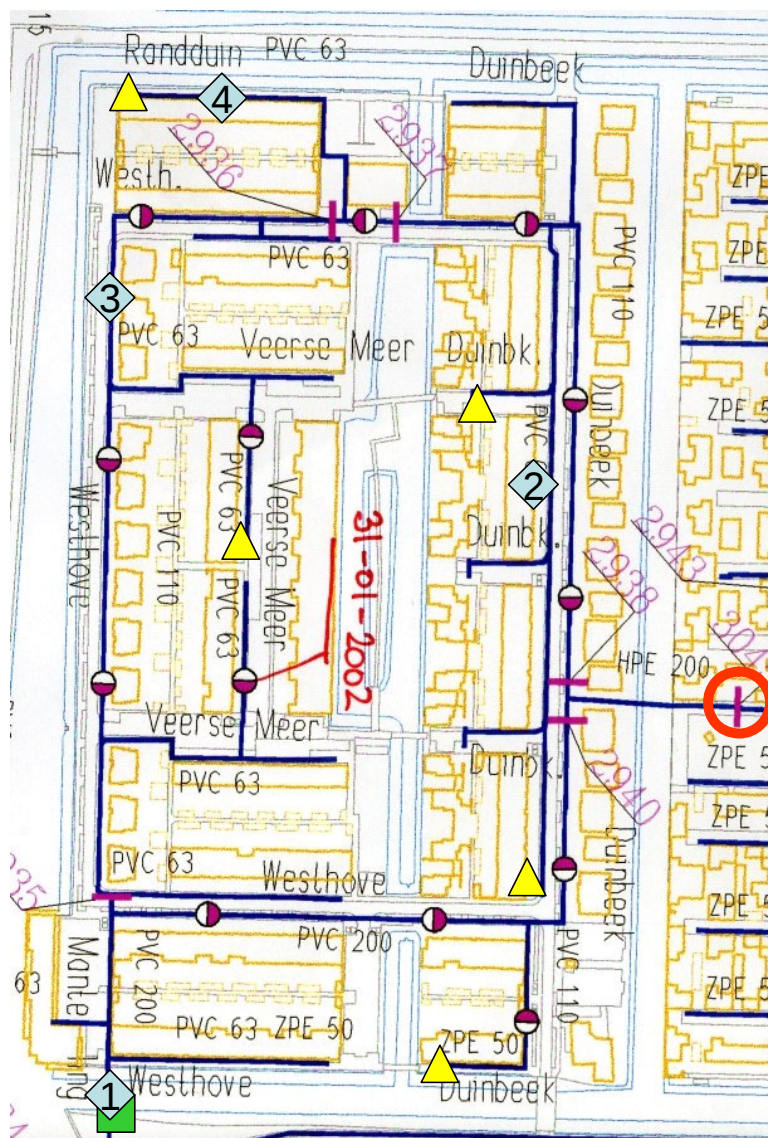
In dit gebied is in 2004 een vertakt net aangelegd volgens de nieuwste ontwerpconcepten, zie [6]; niet altijd is echter verjongd tot Ø40 mm. De meetlocaties zijn aangegeven op de kaart met daaronder een overzicht van de metingen (zie §2.4 voor de tijdplanning en bijlage I voor de spuiplannen). Er zijn geen afsluitingen nodig omdat het gebied met 157 woningen door slechts één leiding gevoed wordt.



locatie	diameter leiding (mm)	# achterliggende woningen	meting
1	Ø110	157	Volumestroommeting
			Deeltjestelling + TILVS
2	Ø63	12	Deeltjestelling + TILVS
3	Ø50	ca. 6	Deeltjestelling + TILVS
4	Ø40	ca. 2	Deeltjestelling + TILVS
brandkranen + 4 eindpunten			spuiproeven

2.2.2 Gebied 2 (Floriande)

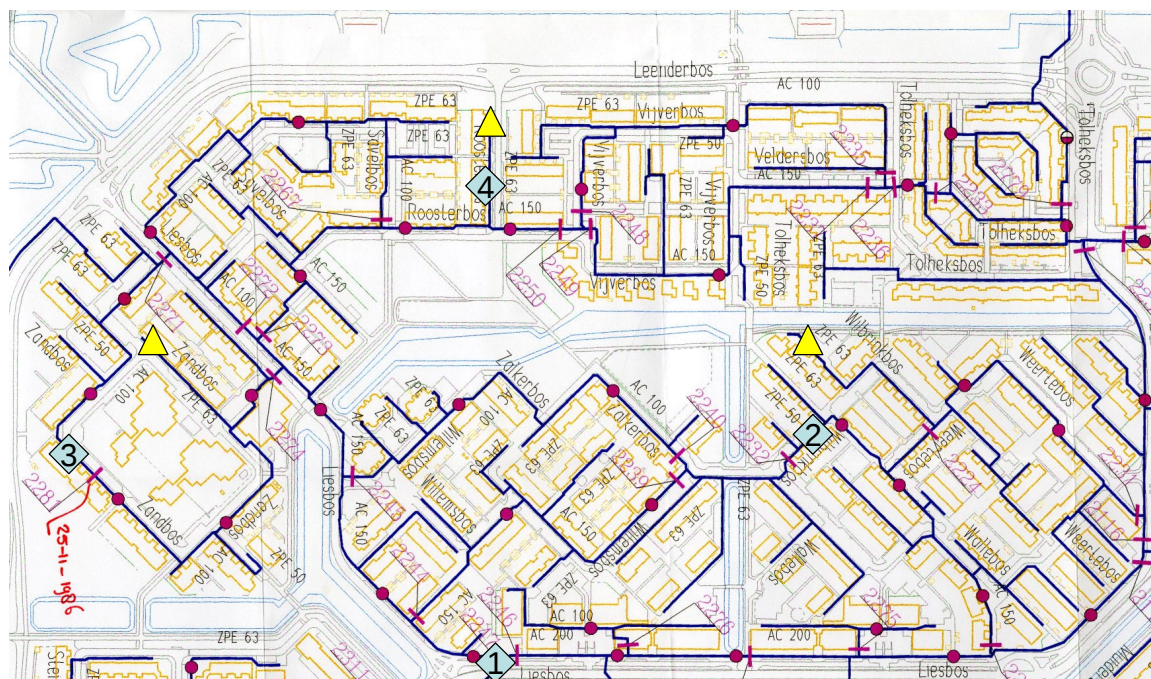
In dit gebied is in 2002 een vertakt net aangelegd met iets grotere diameters (Ø110/63 mm). De meetlocaties zijn aangegeven op de kaart met daaronder een overzicht van de metingen (zie §2.4 voor de tijdplanning en bijlage I voor de spuiplannen). Afsluiter 3045 is gesloten tijdens de metingen.



locatie	diameter leiding (mm)	# achterliggende woningen	meting
1	Ø200	373	Volumestroommeting Deeltjstelling + TILVS
2	Ø63	30	Deeltjstelling + TILVS
3	Ø63	ring	Deeltjstelling + TILVS
4	Ø63	ca. 5	Deeltjstelling + TILVS
brandkranen + 5 eindpunten			spuiproeven

2.2.3 Gebied 3 (Overbos)

In dit gebied is in 1986 een vermaasd net aangelegd. De meetlocaties zijn aangegeven op de kaart met daaronder een overzicht van de metingen (zie §2.4 voor de tijdplanning en bijlage I voor de spuiplannen). Er zijn geen afsluitingen nodig. De wijk is in 1993 voor het laatst gespuid.

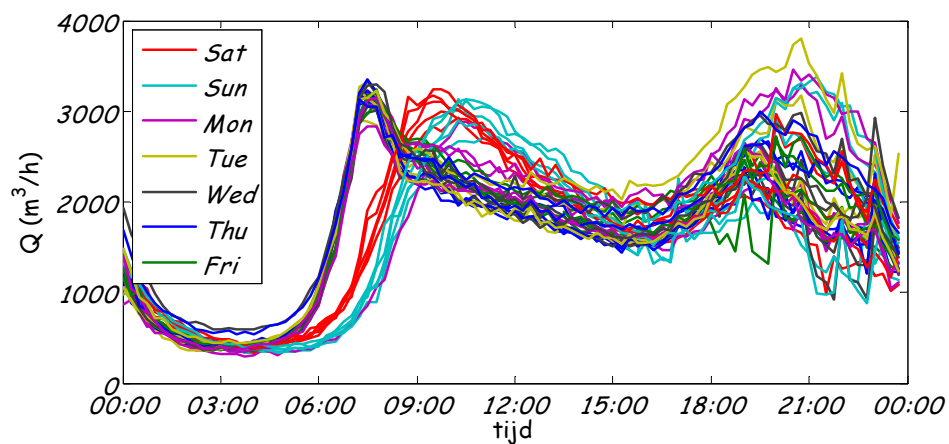


locatie	diameter leiding (mm)	# achterliggende woningen	meting
1	Ø150 (vermoedelijke hoofdtoevoeding van de wijk)	ring	Deeltjestelling + TILVS
2	Ø150	ring	Deeltjestelling + TILVS
3	Ø100 (pendelgebied)	ring	Deeltjestelling + TILVS
4	Ø63	ca. 8	Deeltjestelling + TILVS
brandkranen + 3 eindpunten			spuiproeven

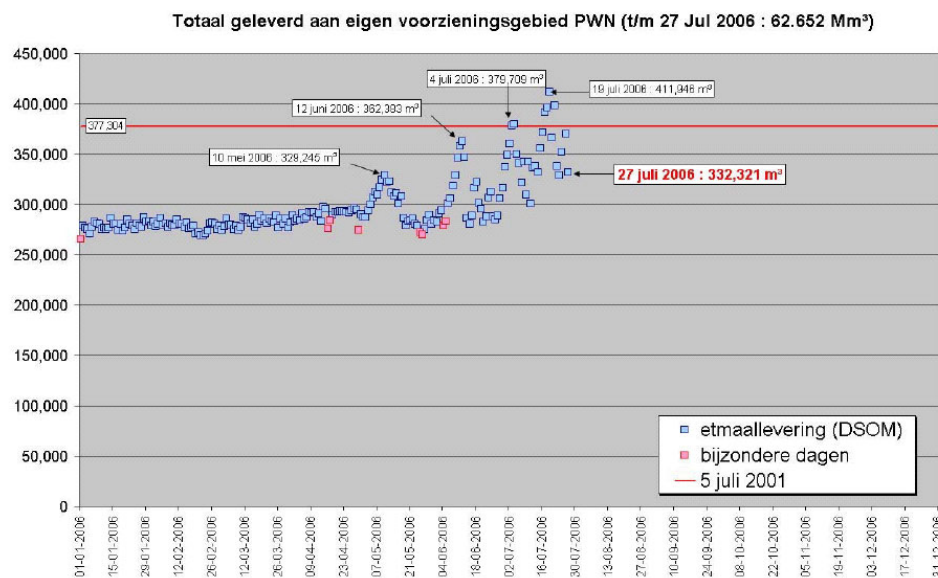
2.2.4 Karakteristieken pompstation Hoofddorp

Uit de REWAB-gegevens 2004 blijkt dat pompstation Hoofddorp een gemiddelde troebelheid heeft van 0,2 FTU met een minimum van < 0,03 FTU en een maximum van 10 FTU; 5 maal (uit 249 metingen) is een overschrijding van de norm (1 FTU) geconstateerd. Voor 2006 kunnen ongeveer dezelfde getallen worden verwacht.

De volumestromen op pompstation Hoofddorp laten in de periode 1 juni t/m 6 juli 2006 geen vreemde dingen zien (figuur 2-1). Er is duidelijk een doordeweeks patroon en weekendpatroon te ontdekken, en ook maandag 5 juni (2^e pinksterdag) volgt een weekendpatroon. Het verloop in de middag en avond is veel grilliger dan in de ochtend, met uitschieters op maandag 3 juli en dinsdag 4 juli, wat zeer warme dagen waren (figuur 2-4, op pagina 15). Het totaal geleverde volume is op 12 juni en op 4 juli bijzonder hoog (zie figuur 2-2).

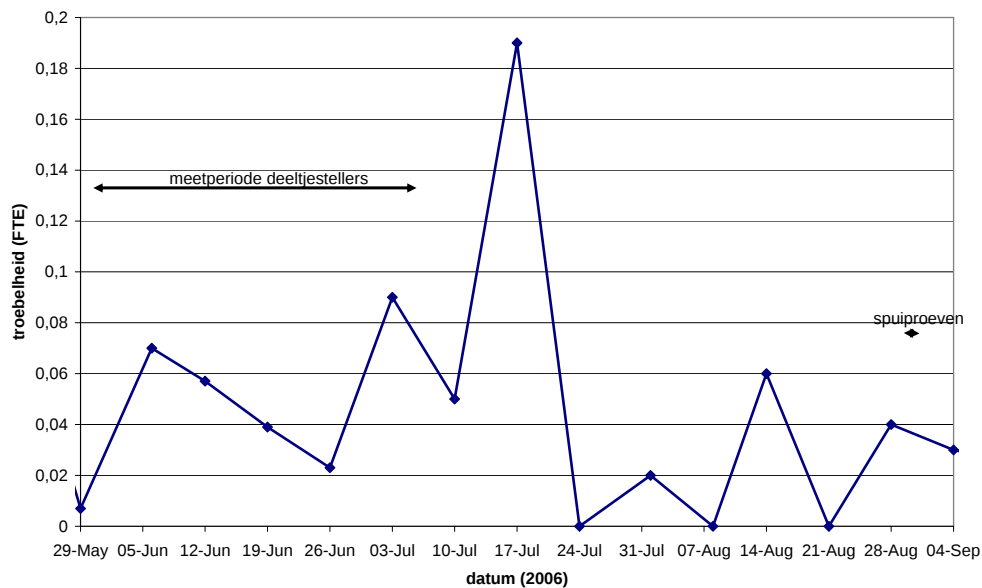


figuur 2-1 Volumestroommetingen op pompstation 1 juni t/m 6 juli 2006.



figuur 2-2 Totaal geleverde capaciteit PWN, bron www.pwn.nl (5 juli 2001 was het eerdere maximum)

Er zijn wekelijkse metingen beschikbaar van de troebelheid af pompstation, zie figuur 2-3. Hieruit blijkt dat er een beperkte variatie is in de troebelheid tijdens de meetperiode.



figuur 2-3 Troebelheid pompstation Hoofddorp.

2.3 Beschrijving metingen

2.3.1 Volumestroommetingen

De snelheden in het leidingnet worden bepaald door de volumestromen te voorspellen afhankelijk van het aantal achterliggende woningen. De $q\sqrt{n}$ -methode is hiervoor minder geschikt dan SIMDEUM® [2]. Om SIMDEUM® te valideren voor de situatie in Hoofddorp zijn volumestroommetingen uitgevoerd.



De volumestroommeting is uitgevoerd met een Tokimec Ufp 10 die op de leiding is geplaatst. De meting is gelogd per minuut, en de meetwaarden zijn iedere dag op afstand afgelezen.

2.3.2 Deeltjestellingen

Met deeltjestelling is meer specifiek naar deeltjesgrootte gekeken. De meetresultaten geven inzicht in de sedimentgrootte op de aanvoerleiding en op het eindpunt (en de verandering van deeltjesgrootte tussen de verschillende meetpunten) en geven daarmee aanvullende informatie over het sedimentgedrag. Door de deeltjestellers aan het begin en aan het eind te plaatsen worden trajectmetingen uitgevoerd. De deeltjestellingen in gebied 3 zijn niet zodanig op te stellen dat er echt sprake is van ingaande en uitgaande deeltjes. Wel wordt er een beeld verkregen van de optredende deeltjesconcentratie in het leidingnet ten opzichte van de deeltjesconcentratie in het aangevoerde water.

De bij de metingen gebruikte deeltjestellers zijn MetOne PCX met 32 kanalen met een bandbreedte van 1 μm . Voor het uitvoeren van de metingen zijn de deeltjestellers gelijktijdig gekalibreerd.



2.3.3 TILVS

Drinkwater heeft over het algemeen een lage concentratie deeltjes (vooral kleine deeltjes). Om de massa van al deze deeltjes te bepalen, zal er een groot volume drinkwater ingedikt moeten worden. Voor dit indikken is een experimentele TILVS-installatie ontwikkeld.

De installatie bestaat uit een pomp, een drukbestendig overstortvat en een roestvrijstalen filtreereenheid. De pomp is een verdringerpomp en levert een constante volumestroom bij een oplopende druk. Het water wordt via de filtreereenheid over een 0,45 μm filter geleid. De filters worden gedroogd en gewogen, de massa is gerelateerd aan de hoeveelheid sediment. Daarnaast kunnen de filters worden geanalyseerd op hoeveelheid organisch materiaal en/of de ijzer- en mangaanconcentratie. In dit onderzoek is alleen de massa bepaald.

2.3.4 Spuiproeven

In april 2006 is onder praktijkomstandigheden getest welke spui volumes over aansluitleidingen aangesloten op hoofdleidingen van Ø63, Ø50 en Ø40 mm kunnen worden onttrokken. De resultaten waren positief met betrekking tot de gewenste minimale snelheid van 1,0 tot 1,5 m/s, zie onderstaande tabel.

Diameter (intern) (mm)	Q (m³/h)	v (m/s)
63 (58)	10	1,0
50 (45,2)	9	1,5
40 (35,2)	9	2,5



Voorafgaand aan de spuiproeven zijn in de drie gebieden ATP-monsters genomen op de leidingen waar de spuiacties plaats zouden vinden. Op 30 en 31 augustus 2006 zijn spuiproeven uitgevoerd in de drie gebieden. Tijdens het spuien zijn on-line troebelheidsmetingen uitgevoerd op de brandkraan. Van de spuiacties zijn mengmonsters genomen; soms is een extra monster genomen als controle. In het lab zijn van de monsters de troebelheid, massa gesuspendeerde stof-, ijzer- en ATP-concentratie bepaald. Uit de relatie tussen troebelheid en massa gesuspendeerde stof is een ijkcurve bepaald waarmee de massa verwijderd sediment kan worden berekend. Voor de precieze uitvoer zie bijlage I.

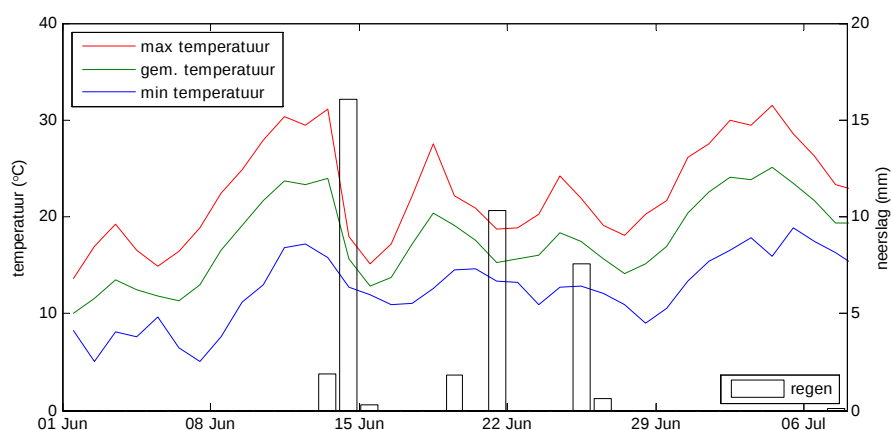


2.4 Meetperiode

	Week		...	21 22-May		22 29-May		23 05-Jun		24 12-Jun		25 19-Jun		26 26-Jun		...	35 28-Aug	
	ma-do	do-ma		ma-do	do-ma	ma-do	do-ma	ma-do	do-ma	ma-do	do-ma	ma-do	do-ma	ma-do	do-ma		ma-do	do-ma
Meting 																		
Volumestroom wijk 1																		
Volumestroom wijk 2																		
Deeltjes wijk 1 																		
traject 1-2																		
traject 1-3																		
traject 1-4																		
Deeltjes wijk 2 																		
traject 1-2																		
traject 1-3																		
traject 1-4																		
Deeltjes wijk 3 																		
traject 1-2																		
traject 1-3																		
traject 1-4																		
Spuien + monsternamen 																		
wijk1																		
wijk2																		
wijk3																		
PWN exacte meetlocaties bepalen																		
12 aanboringen deeltjestellers																		
gat voor volumestroommeting																		
gaten voor spuien eindpunten																		

In bovenstaande tabel geven de lichtgroene en lichtblauwe kleuren de planning aan, de donkergroene en donkerblauwe kleuren geven de daadwerkelijke uitvoeringsdatums aan. De tijdplanning van de metingen is zodanig dat de volumestroommetingen niet verstoord werden door deeltjestellers en TILVS en dat al deze metingen niet verstoord werden door de spuiproeven. De volumestroommetingen zijn in werkelijkheid korter uitgevoerd dan gepland en zijn in gebied 1 en 2 tegelijkertijd de deeltjestellingen + TILVS en de volumestroommetingen uitgevoerd.

Tijdens de meetperiode was het warm en droog weer (figuur 2-4). De optredende volumestromen en eventuele opwervelingen van deeltjes hangen mogelijk samen met het weer. Tijdens warme en droge periodes wordt er meer water verbruikt.



figuur 2-4 Temperatuur en neerslag in meetperiode (1 juni – 7 juli 2006), bron KNMI.

3 Meetresultaten en discussie

3.1 Volumestroommetingen

Volumestromen zijn gemeten in gebied 1 (§3.1.1) en gebied 2 (§3.1.2). Tijdens deze metingen zijn ook deeltjestellingen en TILVS-metingen uitgevoerd. De afname voor de metingen leidt tot ongeveer 60 liter per uur extra verbruik*. Deze hoeveelheid is te verwaarlozen ten opzichte van het totale verbruik. In §3.1.3 worden de gemeten volumestromen vergeleken met gesimuleerde volumestromen zoals deze uit SIMDEUM® volgen.

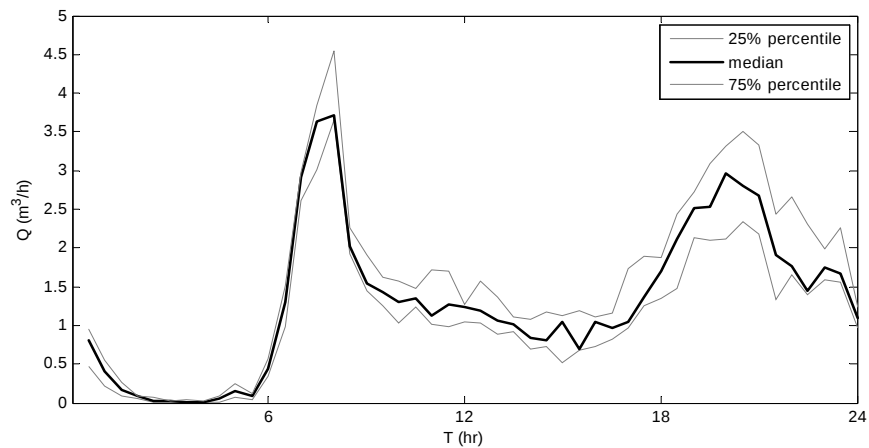
De gemeten volumestromen in gebied 1 en 2 vertonen een patroon over de dag dat anders is voor doordeweekse dagen dan voor de weekends. Het gemiddelde patroon plus variatie (in de vorm van de 25-, 50 en 75-percentielen†) is geplot in een aantal grafieken. De volumestroommetingen in gebied 2 zijn gedaan tussen 2 en 12 juni. Omdat 5 juni 2^e pinksterdag was betekent dat er 5 volledige weekdays en 5 weekenddagen zijn gemeten.

Daarnaast is een grafiek geplot met de maximum volumestromen per dag. De maximum volumestromen zijn uitgedrukt in l/min, omdat per minuut gemeten is.

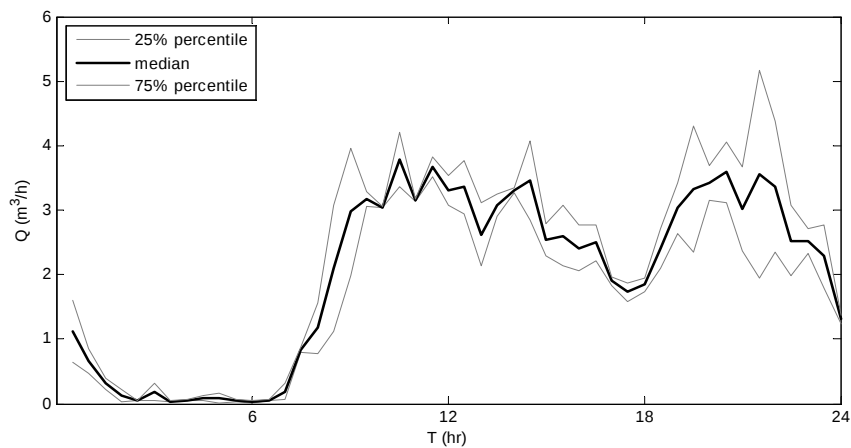
* De deeltjestellers en de TILVS trokken per punt tussen de 30 en 35 liter per uur (ook als alleen de deeltjesteller er stond of wanneer de TILVS was uitgevallen). Voor de dubbelopstellingen samen betekent dit tussen de 60 en de 70 liter per uur. De overflow is niet bij elk punt uitgeliterd.

† Voor gebied 2 zijn niet de 10- en 90-percentielen weergegeven, omdat tijdens deze meting niet aldoor is gelogd en er dus veel 0-en in de 10-percentielen voorkomen.

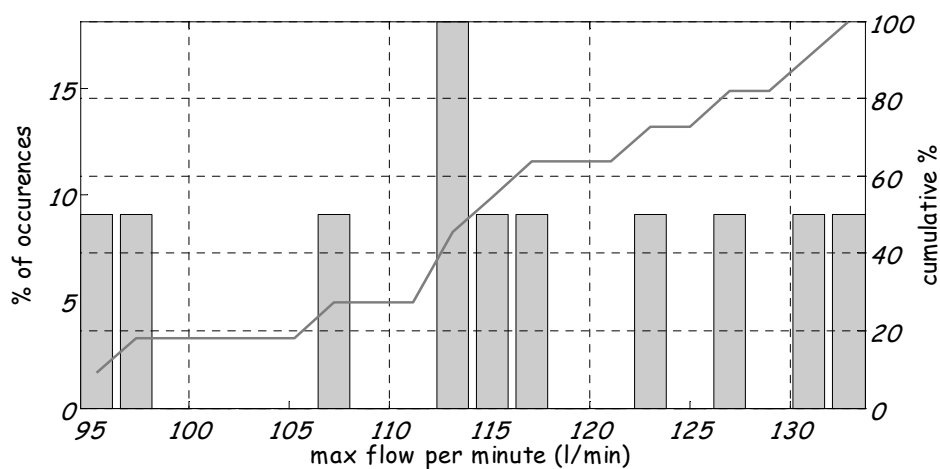
3.1.1 Gebied 1



figuur 3-1 Volumestromen op 7 doordeweekse dagen in gebied 1, 12-22 juni 2006.

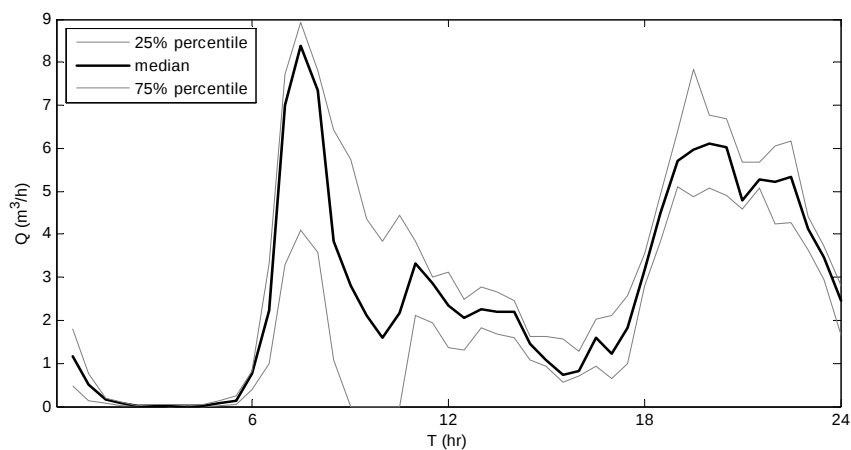


figuur 3-2 Volumestromen op 2 weekenddagen in gebied 1, 17-18 juni 2006.

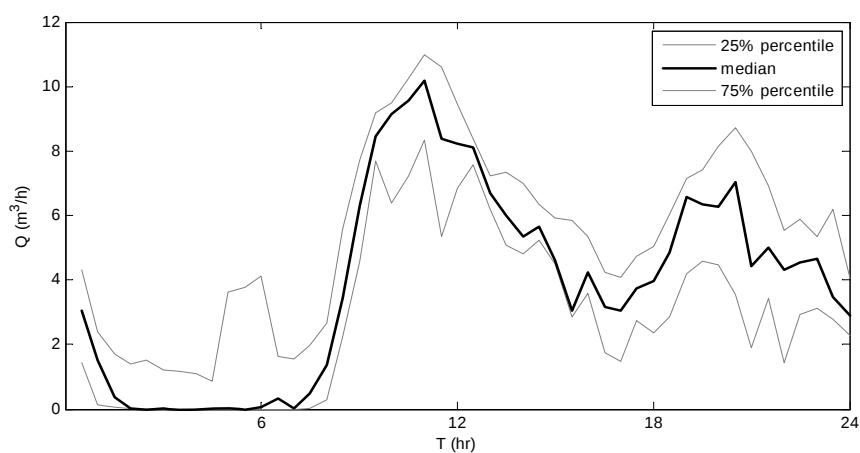


figuur 3-3 Maximum volumestroom per minuut, gebied 1, 12-22 juni 2006.

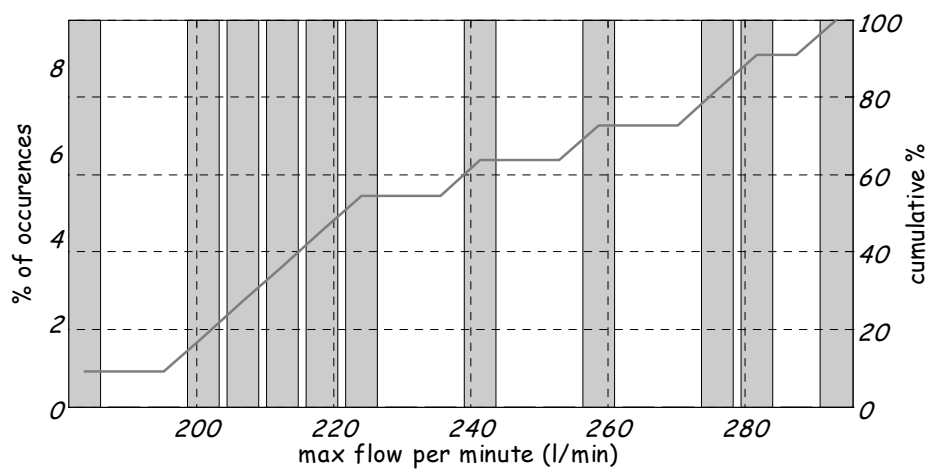
3.1.2 Gebied 2



figuur 3-4 Volumestromen op 6 doordeweekse dagen in gebied 2, 1-12 juni 2006.



figuur 3-5 Volumestroom op 5 weekenddagen in gebied 2, 1-12 juni 2006.



figuur 3-6 Maximum volumestroom per minuut, gebied 2, 1-12 juni 2006.

3.1.3 Volumestromen op basis van SIMDEUM®

De optredende volumestromen kunnen voorspeld worden met behulp van SIMDEUM® [2]. Invoergegevens zijn CBS-gegevens (zie onderstaande tabel) en informatie over de binneninstallatie.

tabel 3-1 CBS-gegevens 2005

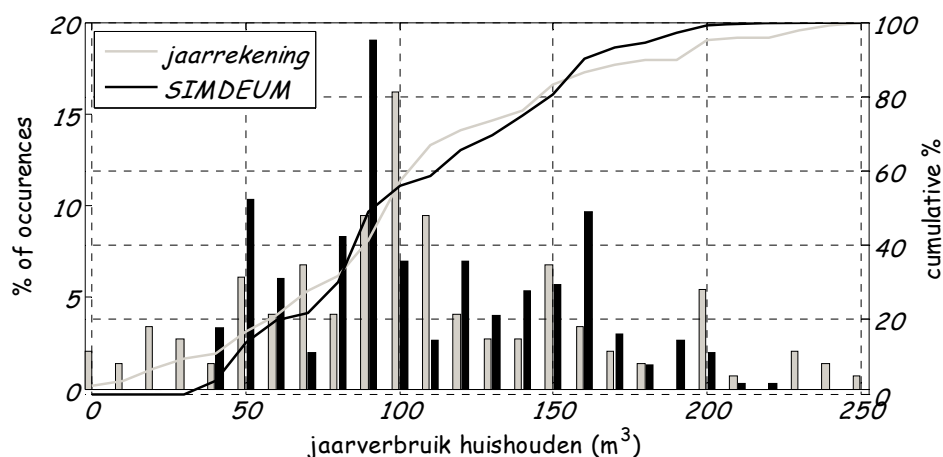
		Overbos Zuid	Floriande West
Huishoudens	Aantal huishoudens	2240	3000
	Eenpersoonshuishoudens	27 %	18 %
	Huishoudens zonder kinderen	24 %	30 %
	Huishoudens met kinderen	49 %	52 %
	Gemiddelde huishoudensgrootte	2,5	2,6
Leeftijdverdeling	0 tot 15 jaar	22 %	27 %
	15 tot 25 jaar	14 %	8 %
	25 tot 45 jaar	32 %	50 %
	45 tot 65 jaar	27 %	14 %
	65 jaar en ouder	5 %	2 %

- Gebied 1 is nog zeer nieuw en er zijn nog geen CBS-gegevens van beschikbaar. Verondersteld wordt dat de gegevens van Floriande West van toepassing zijn, omdat dit de voorlaatste nieuwe wijk in Hoofddorp is. De binneninstallatie zal ook gelijk zijn aan die van gebied 2.
- Gebied 2 bevindt zich in Floriande West, de CBS-gegevens staan in tabel 3-1. Verondersteld wordt dat hier een nieuwe en dus zuiniger dan de gemiddelde binneninstallatie aanwezig is. Dit betekent dat wc's 6 liter stortbakken hebben met spoelonderbreking en douches een spaarkop.
- Gebied 3 bevindt zich in Overbos Zuid, de CBS-gegevens staan in tabel 3-1. Verondersteld wordt dat hier een gemiddelde binneninstallatie aanwezig is, omdat de wijk reeds 20 jaar oud is. In gebied 3 zijn geen volumestromen gemeten om de voorspellingen van de optredende volumestromen te verifiëren.

Voor gebied 1 en gebied 2 zijn simulaties gedaan van de te verwachten volumestromen op de meetpunten, d.w.z. met respectievelijk 157 en 373 achterliggende woningen en vervolgens vergeleken met de metingen. Op basis van de metingen kan eventueel een en ander worden aangepast aan de invoerparameters van SIMDEUM® om de simulaties beter te laten passen.

Met SIMDEUM® kunnen ook de volumestromen en snelheden worden voorspeld op de punten waar deeltjes worden geteld en spuiproeven gedaan, wat de mogelijkheid geeft om de optredende (maximum) snelheid en de vervuilingsgraad aan elkaar te relateren.

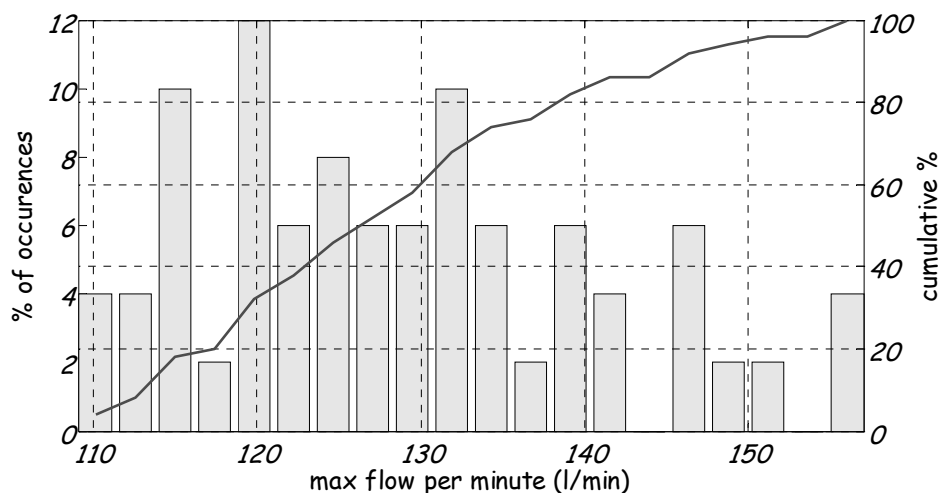
In figuur 3-7 zijn de jaarverbruiken van gebied 1 (via de jaarafrekeningen) en van de gesimuleerde woningen (op basis van de CBS-gegevens van Floriande West) in SIMDEUM® uitgezet. Het gemiddelde van gebied 1 is 107 m³, het gemiddelde van de simulatie is 108 m³. Wat opvalt is dat in de simulatie minder lage verbruiken (< 35 m³ per jaar) en hoge verbruiken (> 200 m³ per jaar) voorkomen. Ook is in de simulaties het grootste aandeel in de klasse 85-95 m³ per jaar te vinden, terwijl in de jaarverbruiken het grootste aandeel tussen 95 en 105 m³ per jaar is. Met een betrouwbaarheid van 95% kan echter statistisch worden aangetoond dat de twee verdelingen niet van elkaar verschillen. De Wilcoxon rank sum test geeft aan dat het verschil in medianen niet aangetoond kan worden en de Kolmogorov-Smirnov test geeft aan dat de twee datasets uit dezelfde (continue) verdeling komen.



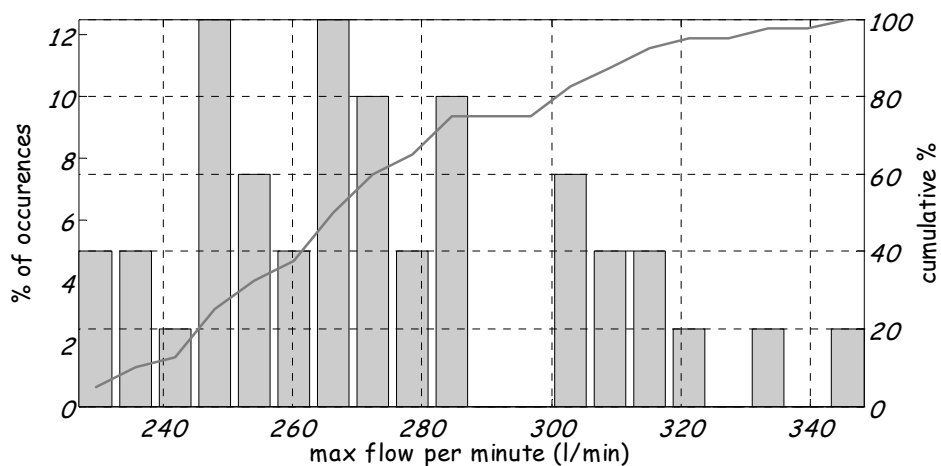
figuur 3-7 Jaarverbruik huishoudens uit jaarafrekening en gesimuleerd met SIMDEUM® (gebied 1).

In figuur 3-8 en figuur 3-9 staan de gesimuleerde maximum volumestromen voor respectievelijk 157 en 373 woningen (van resp. gebied 1 en gebied 2). Deze maxima kunnen worden vergeleken met de gemeten maxima (figuur 3-3 op pagina 18 voor gebied 1 en figuur 3-6 op pagina 19 voor gebied 2). Wat opvalt is dat de gemeten maxima ca. 20% lager zijn dan de voorspelde maxima. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat kans zeer gering is om de maximale volumestroom te meten in een meetperiode van slechts 11 dagen. Door het warme weer is wel meer water afgenomen (figuur 2-2), maar de maximale volumestromen zijn nauwelijks toegenomen. Dit komt doordat normaal gesproken de maxima vooral 's ochtends optreden en in de meetperiode het extra volume vooral 's avonds is verbruikt (figuur 2-1).

Ook met de $q\sqrt{n}$ -methode kan de maximum volumestroom worden berekend; de gemeten en de met SIMDEUM® gesimuleerde maximum volumestromen kunnen met de volumestromen volgens de $q\sqrt{n}$ -methode worden vergeleken. De $q\sqrt{n}$ -methode met 16 tapeenheden per woning resulteert voor gebied 1 (157 woningen) in 250 l/min, en voor gebied 2 (373 woningen) in 385 l/min. Dit is een overschatting ten opzichte van de metingen van 85% respectievelijk 35%.



figuur 3-8 Maximum volumestroom per minuut, SIMDEUM® 157 woningen (gebied 1).



figuur 3-9 Maximum volumestroom per minuut, SIMDEUM® 373 woningen (gebied 2).

Geconcludeerd wordt dat SIMDEUM® in staat is betrouwbare simulaties van verbruik te genereren; beter dan met de $q\sqrt{n}$ -methode. Met SIMDEUM® kunnen dus de snelheden in het leidingnet worden berekend.

3.1.4 Optredende snelheden in het leidingnet

In het DPW-onderzoek naar de bepaling van de capaciteit van leidingen op wijkniveau [1] is een verband afgeleid tussen de maximale (Q_{max} is de volumestroom die eens per 100 dagen optreedt) en dagelijks optredende (Q_d is de volumestroom die gedurende minimaal 30 minuten per dag optreedt) volumestromen en het aantal achterliggende woningen (n):

$$Q_{max} = (19 \cdot n + 622) / 1000 \text{ (l/s)}$$

$$Q_d = (11 \cdot n) / 1000 \text{ (l/s)}.$$

Deze volumestromen en bijbehorende snelheden zijn voor alle meetpunten in tabel 3-2 bij elkaar gezet.

De gemeten maxima zijn ca. 38% lager dan de voorspelde maxima, maar wel hoger dan de voorspelde dagelijkse maxima Q_d . Blijkbaar is er in de meetperiode wel een hogere maximale volumestroom dan gemiddeld. Dat niet de voorspelde Q_{max} is gemeten kan deels worden verklaard doordat niet per seconde, maar per minuut is gemeten.

tabel 3-2 Voorspelde maximum en dagelijks optredende volumestromen en snelheden in de leidingen op alle meetpunten.

	meet-punt	diameter (mm)	# achterliggende woningen	Q_{max} (l/s)	v_{max} (m/s)	Q_d (l/s)	v_d (m/s)
gebied 1	1	110	157	3,61	0,45*	1,76	0,22
	2	63	12	0,85	0,32	0,13	0,05
	3	50	6	0,74	0,48	0,07	0,04
	4	40	2	0,66	0,68	0,02	0,02
gebied 2	1	200	373	7,71	0,29†	4,18	0,16
	2	63	30	1,19	0,45	0,34	0,13
	3	63	ring				
	4	63	5	0,72	0,27	0,06	0,02
gebied 3	1	150	ring		0,17‡		0,11‡
	2	150	ring		0,06‡		0,03‡
	3	100	ring		0,03‡		0,01‡
	4	63	8	0,77	0,29	0,09	0,03

3.2 Deeltjestellingen en TILVS

Met de deeltjestellingen worden de aantallen deeltjes die de gebieden ingaan vergeleken met de aantallen deeltjes die het gebied verlaten. Voor een eerlijke vergelijking wordt met de deeltjesconcentratie (aantal deeltjes per liter) gerekend.

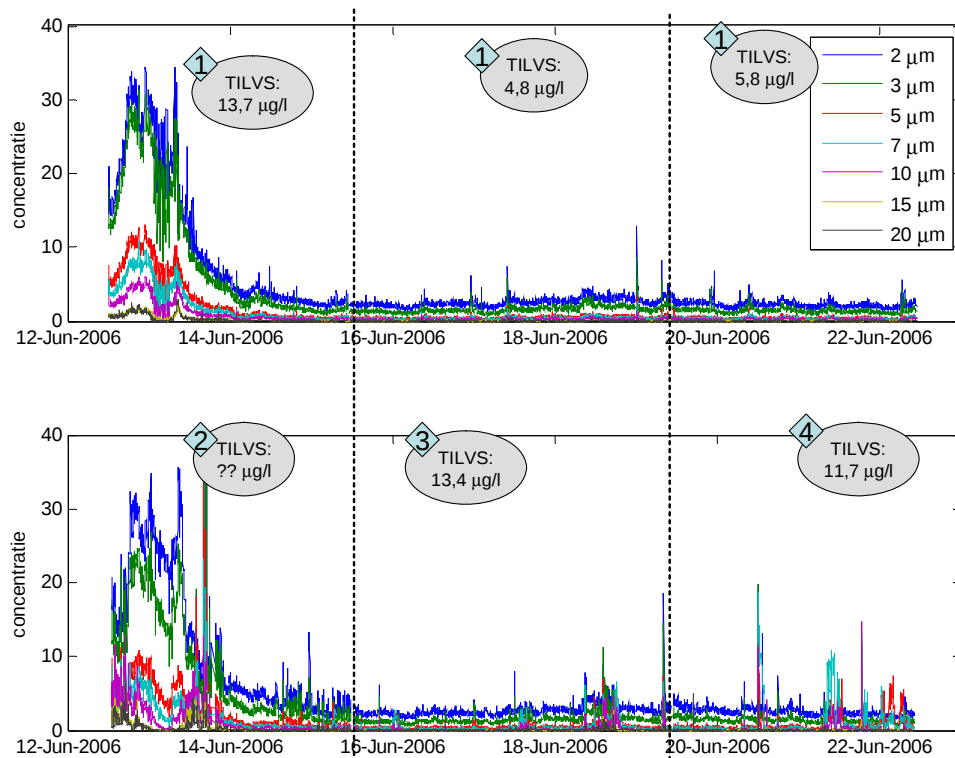
3.2.1 Gebied 1

In figuur 3-10 zijn voor gebied 1 de concentraties van 7 deeltjesklassen ($> 2 \mu\text{m}$) over de meetperiode uitgezet; de TILVS-resultaten zijn ook in de figuur opgenomen. In het bovenste deel zijn de ingaande deeltjes te zien, in het onderste deel de 'uitgaande' deeltjes. De deeltjes tussen 1 en $2 \mu\text{m}$ vertonen eenzelfde beeld, maar zijn lastig af te beelden in het zelfde plaatje (gemiddeld een factor 3 tot 6 meer $1-2 \mu\text{m}$ deeltjes dan het totaal van de andere deeltjes, met pieken van soms een factor 30 hoger); in figuur 3-11 is ingezoomd op één meetdag en zijn alle deeltjesfracties weergegeven op een logaritmische schaal. Hoewel er wel een groot aantal deeltjes is in de klasse 1 tot $2 \mu\text{m}$ is het aandeel in volume en massa beperkt.

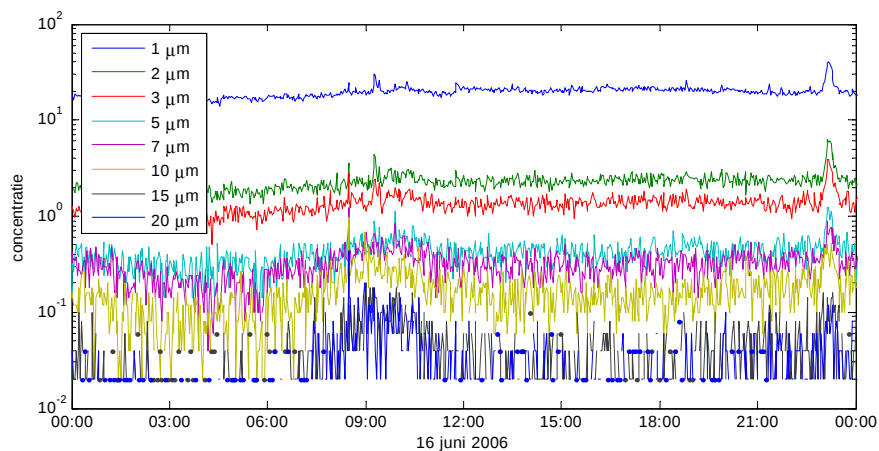
* gemeten is 0,28 m/s, of eigenlijk 16,7 m/min.

† gemeten is 0,18 m/s, of eigenlijk 10,6 m/min.

‡ afgeleid van de 98 percentielen van de snelheden die in het onderzoeksgebied in Franeker zijn berekend op AC-150 aan begin van de wijk, AC-150 halverwege en AC-100 ver in de wijk [3;4]



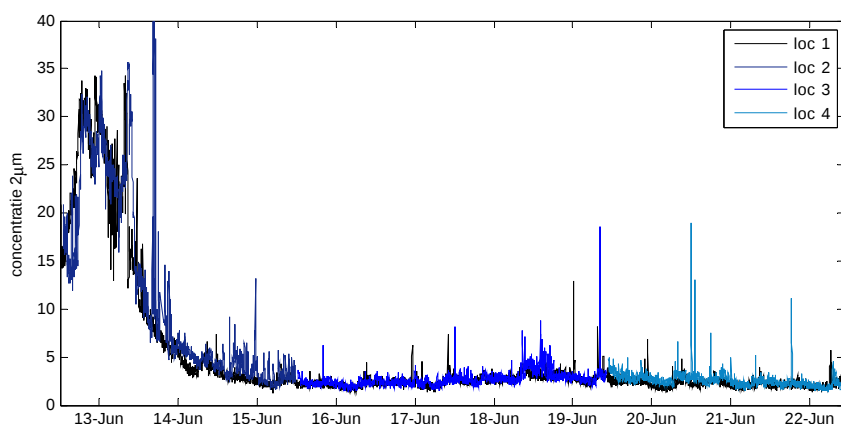
figuur 3-10 Deeltjestellingen en TILVS in gebied 1.



figuur 3-11 Ingezoomd op een dag van de deeltjestellingen op locatie 1 in gebied 1. Alle deeltjesfracties zijn afgebeeld op een logaritmische schaal.

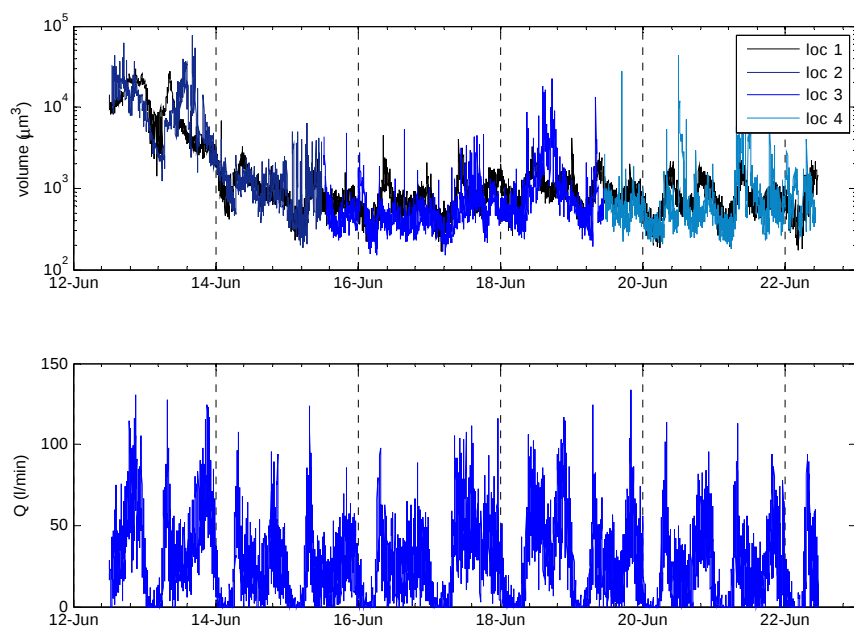
In figuur 3-12 is voor één klasse (nl. 2-3 µm) de ingaande en uitgaande deeltjesconcentratie op de 4 meetlocaties in één grafiek uitgezet. Door de oppervlakte onder de ingaande en uitgaande grafieken te bepalen en deze op elkaar te delen wordt de hoeveelheid ingaand en uitgaand sediment met elkaar vergeleken (daarbij worden de pieken bij start en einde niet meegenomen). Er blijkt dat er ca. 5 % meer 2 µm deeltjes in de takken (locaties 2-4) wordt gevonden dan in het ingaande water (locatie 1) in de periode van

12 t/m 22 juni. De resultaten per klasse deeltjesgrootte worden samengevat in §3.2.4.



figuur 3-12 Deeltjestellingen 2 µm op locatie 1 t/m 4 in gebied 1.

In figuur 3-13 zijn de volumes berekend voor alle deeltjes groter dan 1 µm. Per deeltjesfractie is het gemiddelde volume gebruikt en is ervan uitgegaan dat de deeltjes bolvormig zijn. Het ingaande en uitgaande volume zijn vrijwel gelijk.

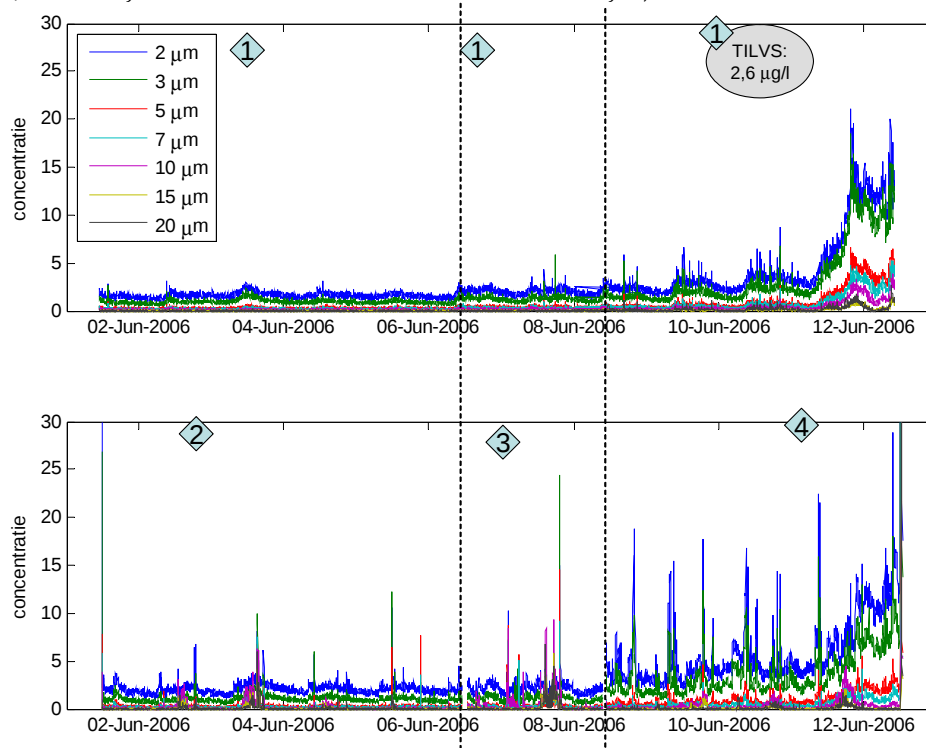


figuur 3-13 Berekend volume op locatie 1 t/m 4 en gemeten volumestromen op locatie 1 in gebied 1.

De TILVS-resultaten worden besproken in §3.2.5.

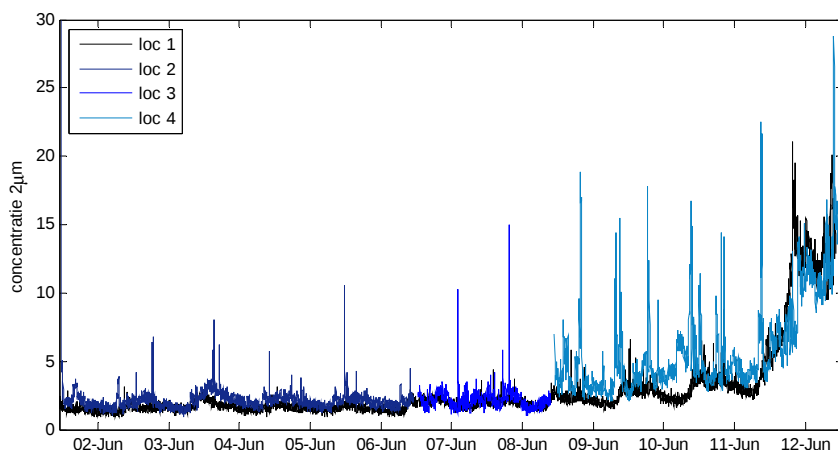
3.2.2 Gebied 2

In figuur 3-14 zijn voor gebied 2 de concentraties van 7 deeltjesklassen ($> 2 \mu\text{m}$) over de meetperiode uitgezet; de TILVS-resultaten zijn ook in de figuur opgenomen (de TILVS was pas beschikbaar vanaf 10 juni). In het bovenste deel zijn de ingaande deeltjes te zien, in het onderste deel de 'uitgaande' deeltjes. De deeltjes tussen 1 en $2 \mu\text{m}$ vertonen een zelfde beeld, maar zijn lastig af te beelden in het zelfde plaatje (gemiddeld een factor 3 tot 10 meer $1-2 \mu\text{m}$ deeltjes dan het totaal van de andere deeltjes).



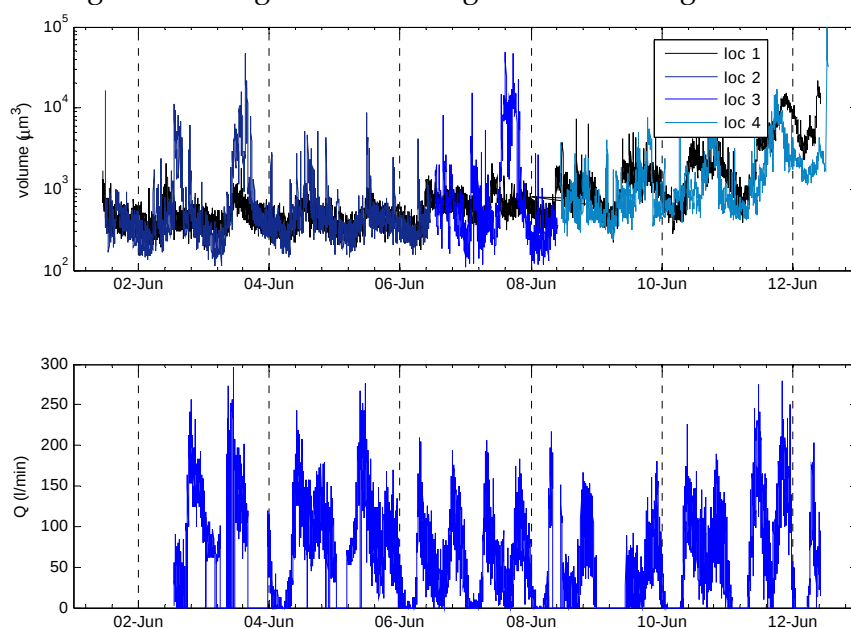
figuur 3-14 Deeltjestellingen in gebied 2.

In figuur 3-15 is voor één fractie (nl. $2 \mu\text{m}$) de concentratie op de 4 meetlocaties in een grafiek uitgezet. Door de oppervlakte onder de ingaande en uitgaande grafieken te bepalen en deze op elkaar te delen wordt de hoeveelheid ingaand en uitgaand sediment met elkaar vergeleken (daarbij worden de pieken bij start en einde niet meegenomen). Er blijkt dat er 30% meer $2 \mu\text{m}$ deeltjes in de takken (locaties 2-4) wordt gevonden dan in het ingaande water (locatie 1). De resultaten per klasse deeltjesgrootte worden samengevat in §3.2.4.



figuur 3-15 Deeltjestellingen 2 µm op locatie 1 t/m 4 in gebied 2.

In figuur 3-16 zijn de volumes berekend voor alle deeltjes groter dan 1 µm. Per deeltjesfractie is het gemiddelde volume gebruikt. Het ingaande en uitgaande volume zijn vrijwel gelijk op een paar pieken na (2, 3 en 7 juni); op deze dagen is het uitgaande volume groter dan het ingaande volume.



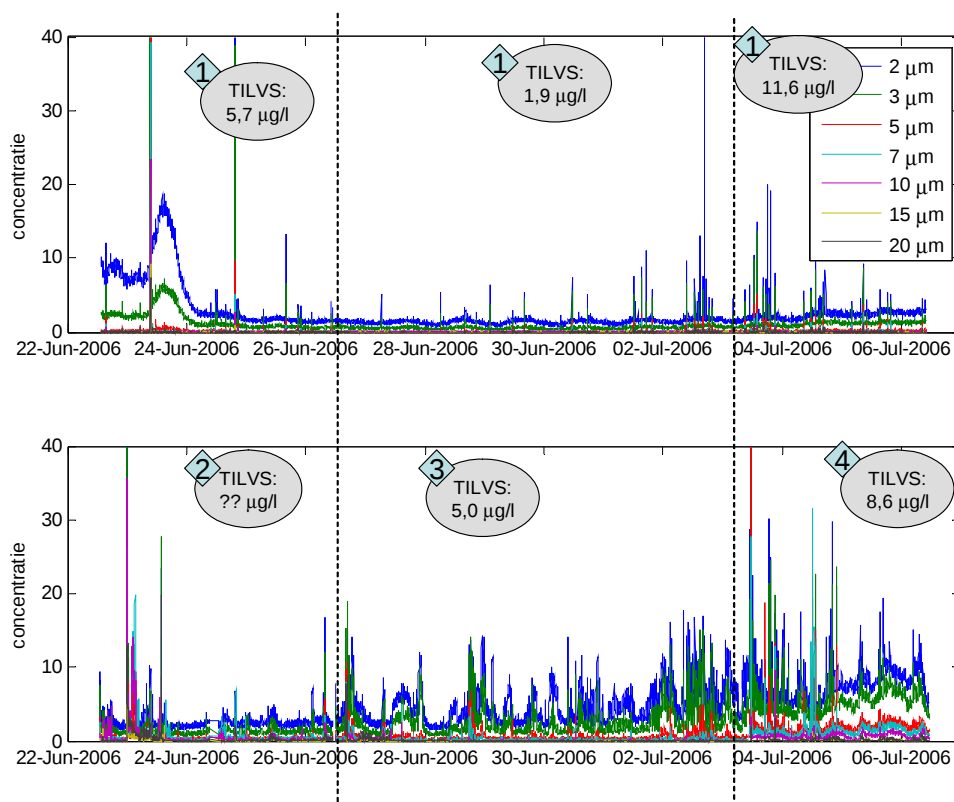
figuur 3-16 Gemeten volume op locatie 1 t/m 4 en volumestroom op locatie 1 in gebied 2.

De TILVS-resultaten worden besproken in §3.2.5.

3.2.3 Gebied 3

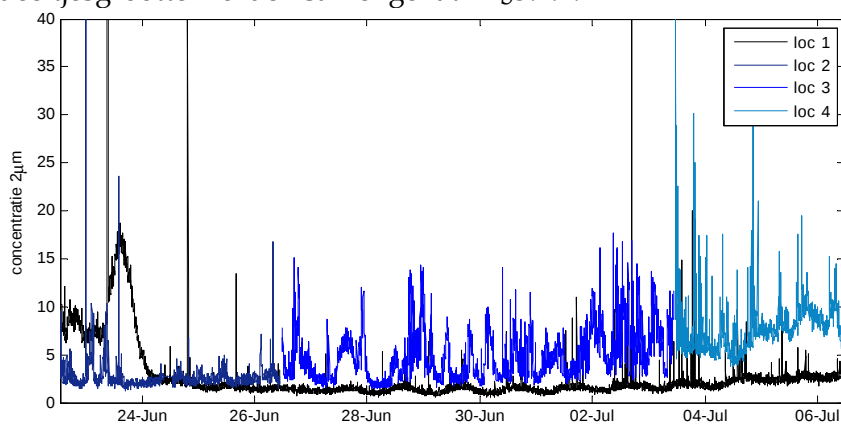
In figuur 3-17 zijn voor gebied 3 de concentraties van 7 deeltjesklassen (> 2 µm) over de meetperiode uitgezet; de TILVS-resultaten zijn ook in de figuur opgenomen. In het bovenste deel zijn de ingaande deeltjes te zien, in het onderste deel de 'uitgaande' deeltjes. De deeltjes tussen 1 en 2 µm vertonen

een zelfde beeld, maar zijn lastig af te beelden in het zelfde plaatje (gemiddeld een factor 2 tot 9 meer 1-2 μm deeltjes dan het totaal van de andere deeltjes).



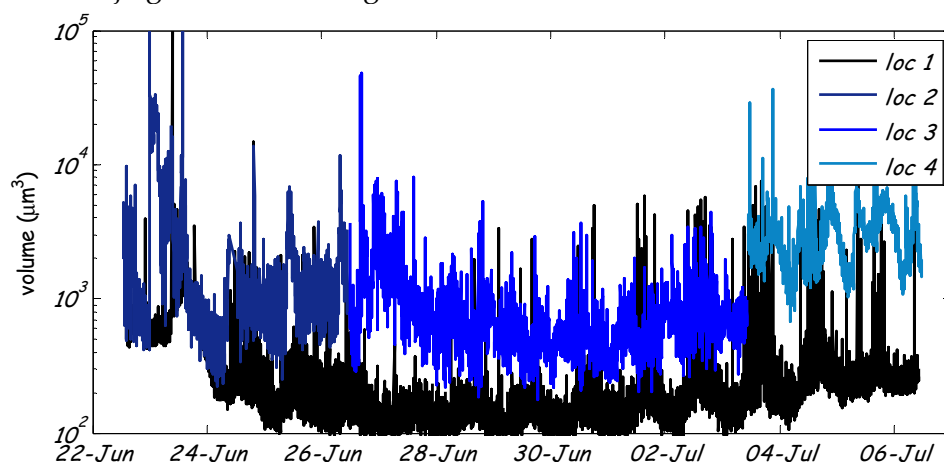
figuur 3-17 Deeltjestellingen en TILVS in gebied 3.

In figuur 3-18 is voor één fractie (nl. 2 μm) de concentratie op de 4 meetlocaties in een grafiek uitgezet. Er blijkt dat er ca. 82 % meer 2 μm deeltjes in de takken (locaties 2-4) wordt gevonden dan in de toevoerleiding (locatie 1) in de periode van 22 juni t/m 7 juli. De resultaten per klasse deeltjesgrootte worden samengevat in §3.2.4.



figuur 3-18 Deeltjestellingen 2 μm op locatie 1 t/m 4 in gebied 3.

In figuur 3-19 zijn de volumes berekend voor alle deeltjes groter dan 1 μm . Per deeltjesfractie is het gemiddelde volume gebruikt. Het uitgaande volume is duidelijk groter dan het ingaande volume.



figuur 3-19 Gemeten volume op locatie 1 t/m 4 in gebied 3.

De TILVS-resultaten worden besproken in §3.2.5.

3.2.4 Samenvatting deeltjes

In tabel 3-3 zijn voor alle klassen deeltjes de verhouding tussen uitgaande en ingaande deeltjes per gebied verzameld. In gebied 1 gaat vrijwel hetzelfde aantal deeltjes uit als in. In gebied 2 worden wat deeltjes opgewerveld, met name heel kleine en de grote deeltjes en op de Ø200 mm leiding (gemeten 6-9 juni). In gebied 3 is duidelijk een toename van grote deeltjes, ook in de eindleiding (gemeten op 3-6 juli).

tabel 3-3 Gemeten aantal uitgaande deeltjes gedeeld door aantal ingaande deeltjes per fractie.

deeltjesfractie (μm)	1 - 2	2 - 3	3 - 5	5 - 7	7 - 10	10 - 15	15 - 20	> 20
gebied 1	12-15 juni	0,98	1,04	0,92	0,88	0,86	1,11	1,25
	15-19 juni	0,98	1,04	0,96	1,09	1,10	0,95	0,65
	19-22 juni	1,08	1,13	1,04	1,89	2,69	1,07	0,45
	Gemiddeld	1,00	1,05	0,94	1,01	1,10	1,08	1,10
gebied 2	2-6 juni	1,76	1,32	1,14	1,17	1,18	1,70	2,64
	6-9 juni	1,85	1,46	1,24	1,29	1,43	3,44	6,27
	9-12 juni	1,13	1,30	1,13	0,96	0,78	0,85	0,85
	Gemiddeld	1,38	1,31	1,14	1,02	0,91	1,21	1,47
gebied 3	22-26 juni	0,41	0,52	0,82	2,32	8,71	18,53	14,26
	26 juni-3 juli	1,39	3,31	4,32	5,23	5,28	6,30	11,56
	3-6 juli	1,39	3,17	4,71	9,80	17,85	30,06	35,03
	Gemiddeld	0,96	1,82	2,76	5,49	9,93	16,68	18,27

Op basis van de deeltjestellingen en volumes van de deeltjes lijkt er in gebied 1 geen sediment te liggen, in de gebieden 3 en 2 ligt wel sediment dat is opgewerveld gedurende normale afnames.

3.2.5 Samenvatting TILVS

Voor en na de TILVS-metingen zijn de (gedroogde) filters gewogen. Het verschil in massa is de massa van de gesuspenderde stof. Het totaal langsgestroomde volume wordt berekend uit de volumestroom (3 l/h) en de duur van de meting. Vervolgens is de massaconcentratie berekend, zie tabel 3-4. Wanneer de massa van de filters kleiner is dan 2 mg zijn er geen goede conclusies te trekken; er is slechts een meting die meer dan 2 mg aangeeft.

De TILVS-metingen van 15-22 juni (gebied 1) laten zien dat er ruim 2 maal zoveel massa in de takken wordt gevonden als in het ingaande water. De TILVS-metingen van 26 juni – 3 juli (gebied 3) laten zien dat er ruim 2,5 maal zoveel massa op de Ø100 en Ø63 mm leidingen wordt gevonden als op de Ø200 mm leiding. Omdat in gebied 2 geen vergelijking op basis van TILVS gemaakt kan worden (en in gebied 1 en 3 ook niet goed omdat de massa < 2 mg is) en omdat de TILVS-metingen in gebied 1 en gebied 3 niet overeenstemmen met de deeltjestellingen kunnen geen conclusies worden getrokken uit de TILVS-metingen.

tabel 3-4 TILVS waardes ($\mu\text{g/l}$) op de meetlocaties

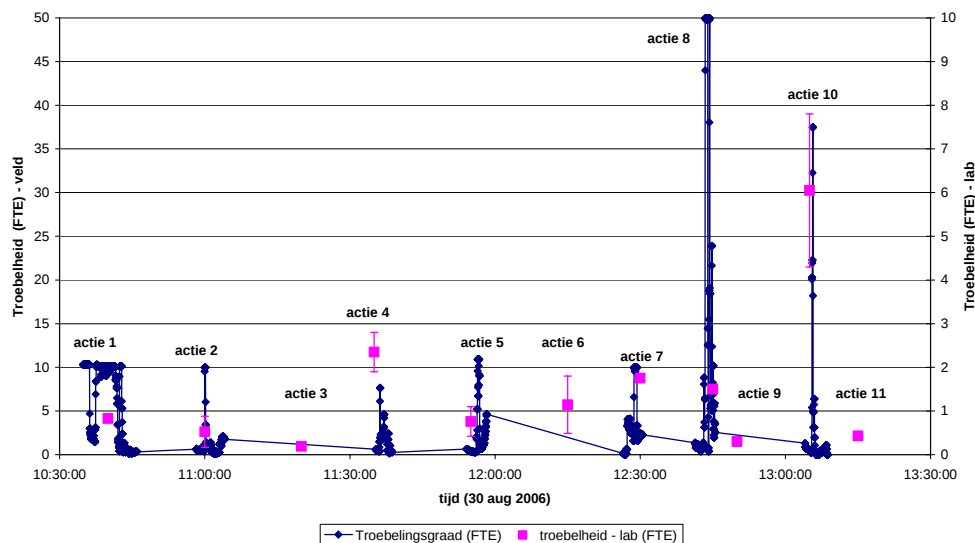
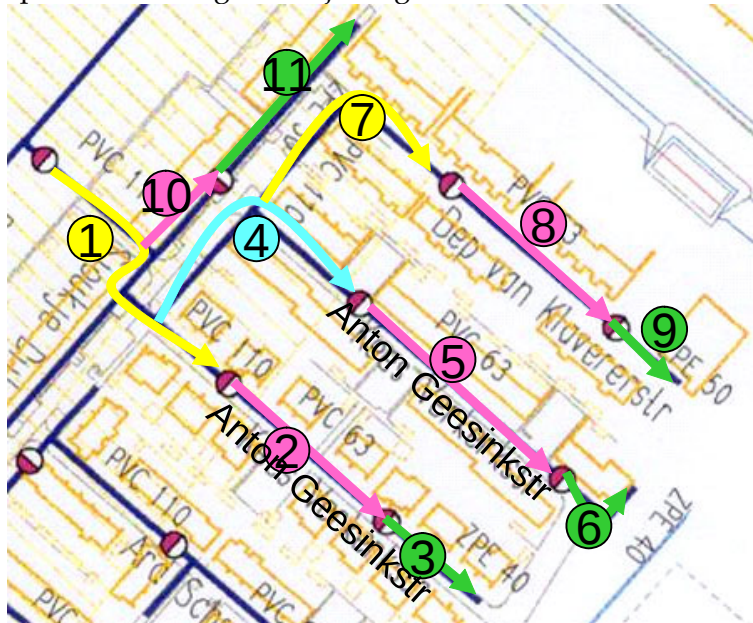
gebied	datum	loc. 1			loc. 2-4		
		massa (mg)	volume (l)	conc. ($\mu\text{g/l}$)	massa (mg)	volume (l)	conc. ($\mu\text{g/l}$)
1	12-15 juni	2,8	203,7	13,7			??
	15-19 juni	1,3	272,5	4,8	1,2	89,7	13,4
	19-22 juni	1,2	208,0	5,8	0,8	68,3	11,7
2	2-6 juni			??			??
	6-9 juni			??			??
	9-12 juni	0,7	272,5	2,6			??
3	22-26 juni	1,5	267,0	5,6			??
	26 juni-3 juli	0,3	161,1	1,9	0,8	159,8	5,0
	3-6 juli	0,8	68,8	11,6	0,6	70,1	8,6

3.3 Spuiproeven

Tijdens de spuiproeven is de troebelheid on-line gemeten en zijn spuimonsters genomen waarvan de troebelheid en sedimentsamenstelling zijn bepaald. Per gebied worden eerst de on-line troebelheidsmetingen besproken (§3.3.1-3.3.3), vervolgens worden de resultaten van de monsteranalyse besproken (§3.3.4 en 3.3.5) en wordt de verwijderde massa per meter uitgerekend (§3.3.6).

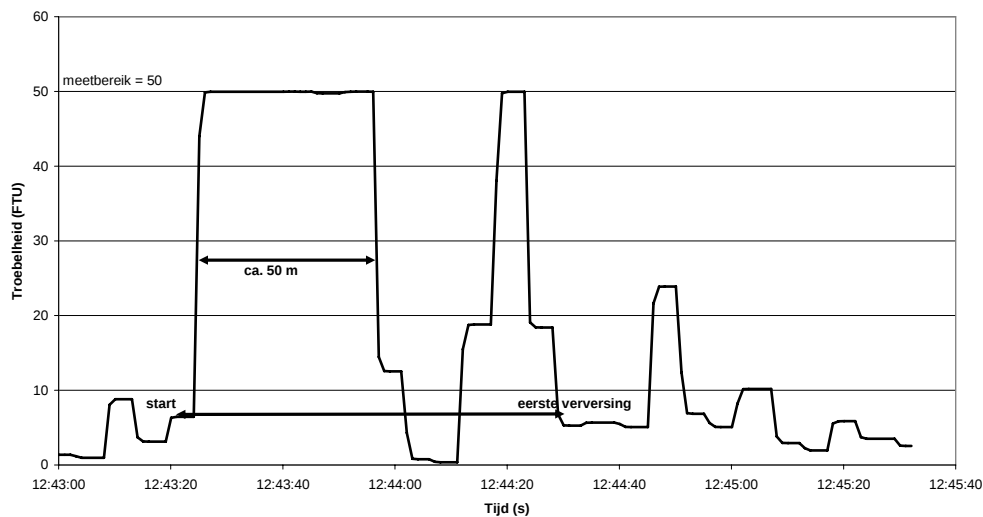
3.3.1 On-line troebelheidsmetingen - gebied 1

In onderstaand kaartje zijn de spuiacties aangegeven. In figuur 3-20 zijn de on-line troebelheidsmetingen en de troebelheidsmetingen van de spui monsters tegen de tijd uitgezet.



figuur 3-20 Resultaten troebelheidsmetingen (on-line en van spui monsters) tijdens spuien in gebied 1. N.B. de rechter y-as is 5 maal opgerekt ten opzichte van de linker y-as.

In gebied 1 valt op dat de Ø40 mm en Ø50 mm leidingen schoon zijn (acties 3, 6, 9 en 11). De Ø63 mm (acties 2, 5, 8 en 10) zijn iets vuiler, met name in het laatste deel van de buis vlak voor de overgang naar de kleinere diameters, zie figuur 3-21. De Ø110 mm leidingen (acties 1, 4 en 7) zijn relatief schoon.

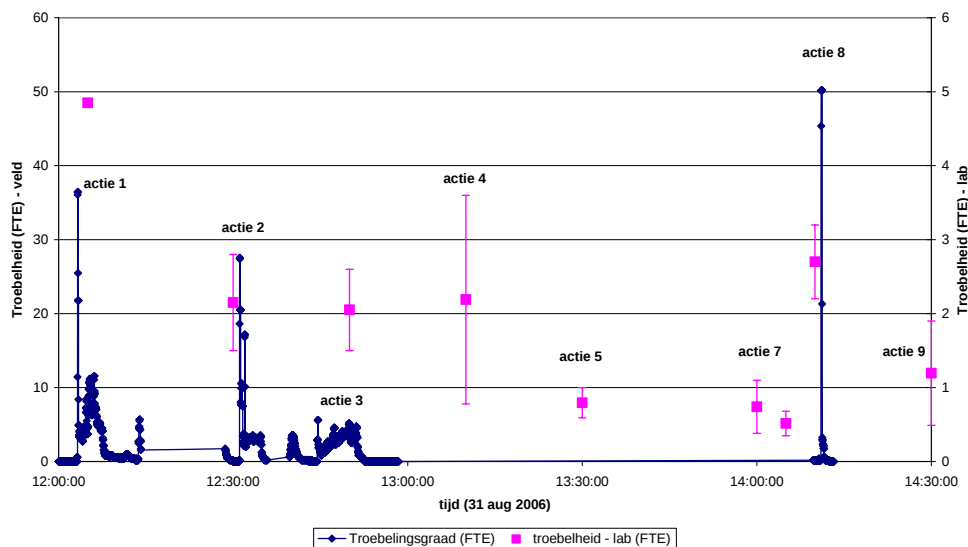


figuur 3-21 Troebelheidsmeting in gebied 1 tijdens actie 8.

3.3.2 On-line troebelheidsmetingen - gebied 2

In onderstaand kaartje zijn de spuiacties aangegeven. In figuur 3-22 zijn de on-line troebelheidsmetingen en de troebelheidsmetingen van de spuimonsters tegen de tijd uitgezet.



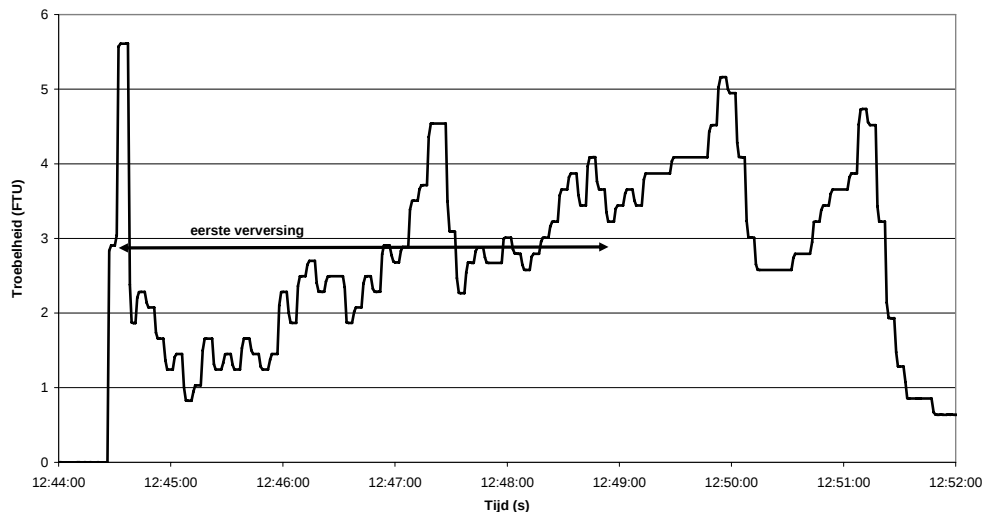


figuur 3-22 Resultaten troebelheidsmetingen (on-line en van spui monsters) tijdens spuien in gebied 2. N.B. de rechter y-as is 10 maal opgerekt ten opzichte van de linker y-as.

In gebied 2 valt op dat de troebelheid net iets hoger is dan in gebied 1. Dit duidt op aanwezigheid van enig sediment, gebied 2 is dus niet volledig zelfreinigend. De spuiproeven zijn uitgevoerd na de zeer warme maanden juni en juli. De deeltjestellingen lieten zien dat in gebied 2 meer sediment werd afgevoerd dan aangevoerd. Het is mogelijk (doch niet waarschijnlijk) dat in deze warme periode vrijwel alle sediment is afgevoerd en dat het sediment dat is gevonden in de spuiproeven in enkele weken (in het relatief koude en natte augustus) is opgebouwd.

Tijdens actie 8 is de troebelheid meer dan 50 FTU (meetbereik) gedurende 13 seconden, daarna minder dan 3 FTU, en na de eerste verversing minder dan 0,5 FTU. Onduidelijk is of de 13 seconden vervuiling van de eerste 20 meter van het traject komt of dat dit de invloed van de brandkraan is (d.w.z. dat dit vervuiling is uit de brandkraan zelf en niet uit de leiding). Ook tijdens actie 1, 2 en 3 vertoonde de troebelheid een duidelijke piek bij de start van het spuien. Opgemerkt wordt hierbij dat de brandkranen pas in 2002 zijn geïnstalleerd en dus beperkte corrosie zullen vertonen (dit geldt ook voor gebied 1).

Tijdens actie 3 (figuur 3-23) is na de eerste piek een langzame toename van troebelheid te zien en kan worden geconcludeerd dat het sediment met name voorin de gebied ligt (in de buurt van de Ø200 mm leiding). De troebelheid neemt nog toe na de eerste verversing (de afname aan het eind wordt veroorzaakt door de stopzetting van de spuiactie), dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door extra opwerveling in het aanvoertraject (Ø400 mm).

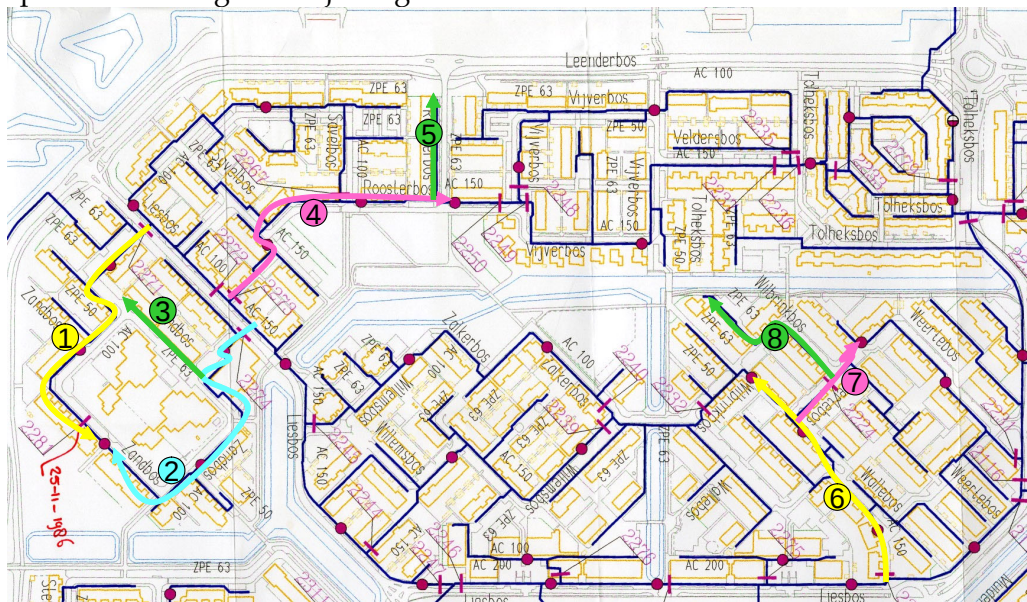


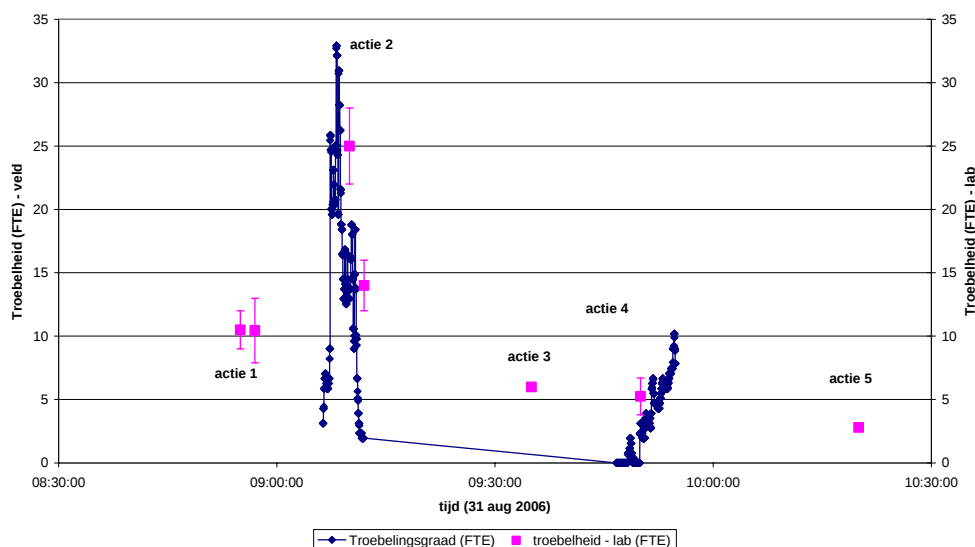
figuur 3-23 Troebelheidsmeting in gebied 2 tijdens actie 3.

De troebelheid tijdens actie 1 en actie 8 is ook relatief hoog. Met een leidingnetberekening (met stochastische afnamepatronen op woningniveau) zou vastgesteld kunnen worden wat de voornaamste stromingsrichting en stroomsnelheden zijn, zodat daarmee verklaard kan worden waarom het sediment ligt waar het ligt.

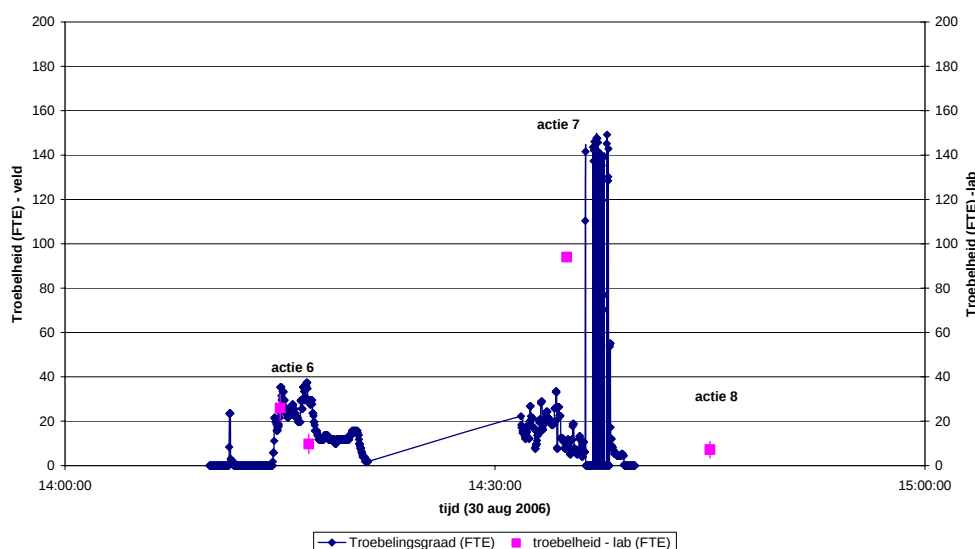
3.3.3 On-line troebelheidsmetingen – gebied 3

In onderstaand kaartje zijn de spuiacties aangegeven. In figuur 3-24 en figuur 3-25 zijn de on-line troebelheidsmetingen en de troebelheidsmetingen van de spuimonsters tegen de tijd uitgezet.





figuur 3-24 Resultaten troebelheidsmetingen (on-line en van spuimonsters) tijdens spuien op 31 augustus in gebied 3.

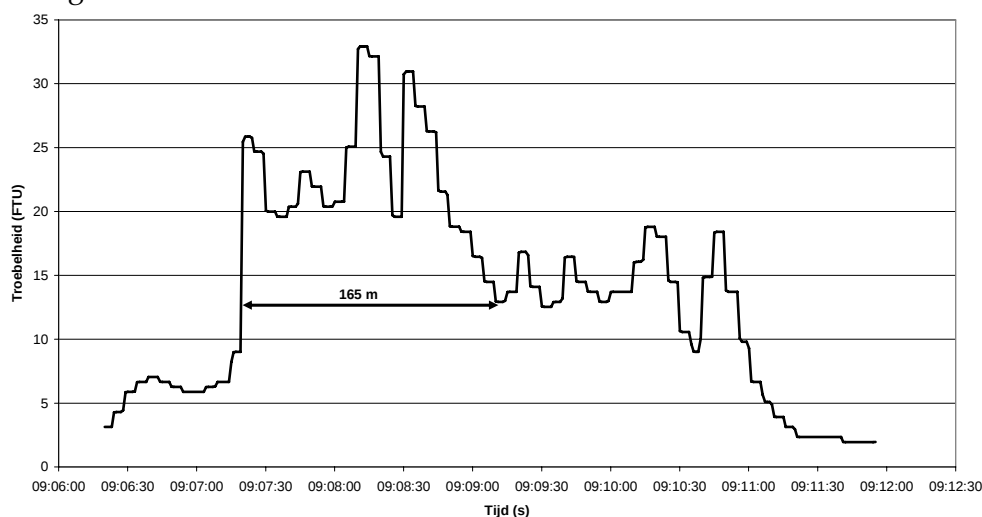


figuur 3-25 Resultaten troebelheidsmetingen (on-line en van spuimonsters) tijdens spuien op 30 augustus in gebied 3.

In gebied 3 valt op dat deze vuiler is dan de andere gebieden. Na het spuien blijft de troebelheid op ca. 2,5 FTU steken, terwijl in de andere gebieden de troebelheid na afloop terugkeerde tot ca. 0,3 FTU. Een van de verklaringen hiervoor is dat er niet volledig met een schoonwaterfront is gewerkt tijdens de spuiproeven. De Ø63 mm leidingen (acties 3, 5 en 8) zijn vuiler dan de Ø63 mm leidingen in gebied 1 en gebied 2, maar schoner dan de grotere leidingen in gebied 3. Dit suggereert dat de aftakkingen wel (enigszins) zelfreinigend zijn. Omdat in gebied 3 van de Ø63 mm leidingen mengmonsters zijn genomen is onduidelijk of het sediment gelijkmatig over de leiding verdeeld is of dat het eerste deel van de leiding (met relatief veel aansluitingen, en dus

een hogere stroomsnelheid) schoner is dan het laatste deel van de leiding. Ook valt op dat de noordkant (acties 6, 7 en 8) veel vuiler is dan de zuidwestkant (acties 1 t/m 5). Het is onduidelijk waarom dat zo is.

Actie 1 en actie 2 zijn vrijwel gespiegelde acties, toch is de leiding 'rechtsom' (actie 2) vuiler. In deze leiding is het eerste gedeelte vuiler dan het tweede gedeelte (figuur 3-26). Dat heeft vermoedelijk te maken met de bocht en de extra aftakking waardoor de stroomsnelheid op het einde hoger is dan aan het begin.



figuur 3-26 Troebelheidsmeting in gebied 3 tijdens actie 2.

3.3.4 Troebelheid uit lab-metingen

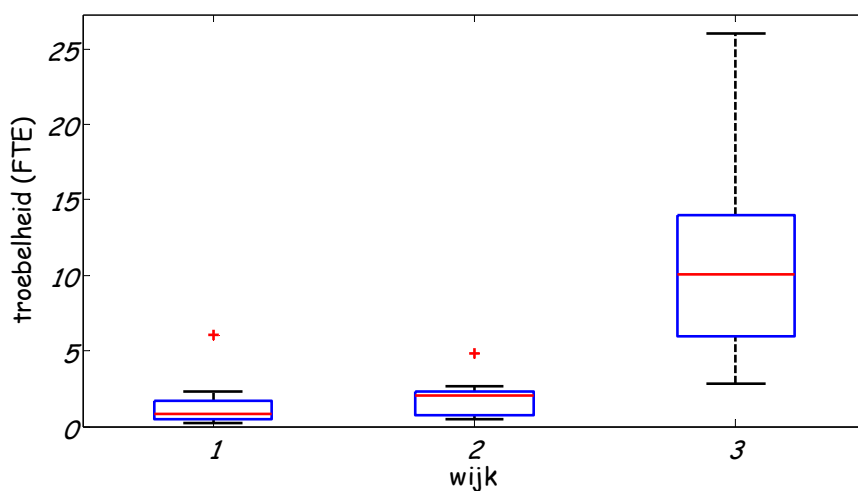
In figuur 3-27 zijn alle (in het lab) gemeten troebelheden (gemiddelden van telkens twee metingen, excl. uitschieter H-W3-07) per gebied uitgezet in een box-whisker-plot (zie kader). Uit deze grafiek valt op te maken dat gebied 1 gemiddeld schoner was dan gebied 2 en dat gebied 3 was vervuild.

In figuur 3-28 is de troebelheid uitgezet tegen het leidingtype (63 ZPE is geschaard onder 63 PVC). De AC-leidingen zijn de leidingen in gebied 3 en dus het meest vervuild. De variatie in de Ø63 PVC-leiding is groter dan in de andere PVC-/PE-leidingen.

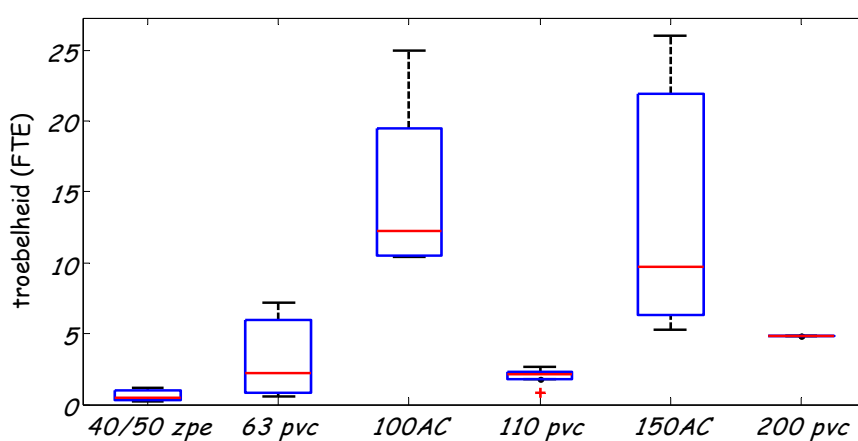
In de box-whisker-plot geldt dat de rode lijn in het midden van de 'box' de mediaan is, de uiteinden van de 'box' zijn de 25- en 75-percentielen, de 'whiskers' (snorharen) geven de overige data aan, waarbij de rode '+' uitschieters zijn ten opzichte van de normaalverdeling.

Om duidelijk te krijgen of de verhoogde troebelheid in de Ø63 mm leidingen geheel aan gebied 3 is te wijten is in figuur 3-29 de troebelheid uitgezet per gebied en leiding; de troebelheid wordt aangegeven door de grootte van de cirkels. Uit deze figuur blijkt dat de troebelheid in de Ø63 PVC leiding in gebied 3 hoger was dan in de andere gebieden, maar ook in gebied 1 is éénmaal een hoge troebelheid gemeten in een Ø63 PVC (namelijk actie 10).

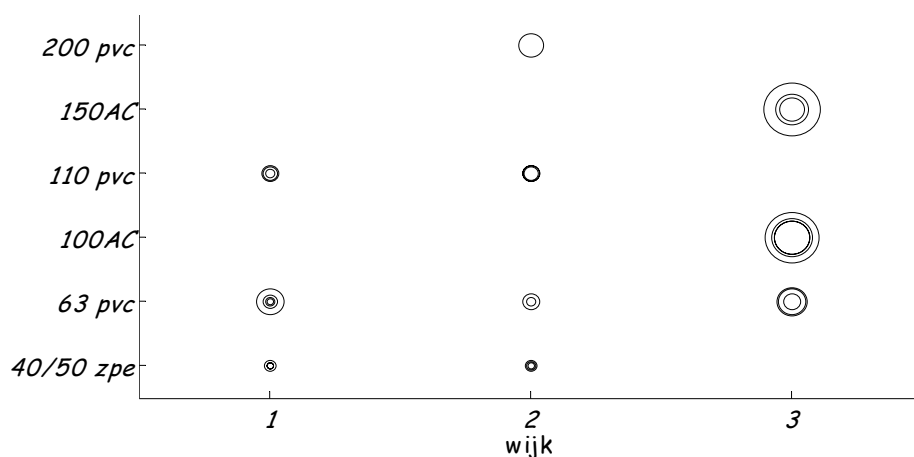
Uit figuur 3-29 blijkt voor o.a. gebied 2 dat hoe groter de leiding, hoe hoger de troebelheid was.



figuur 3-27 Box-whisker-plots voor troebelheid in de 3 gebieden.



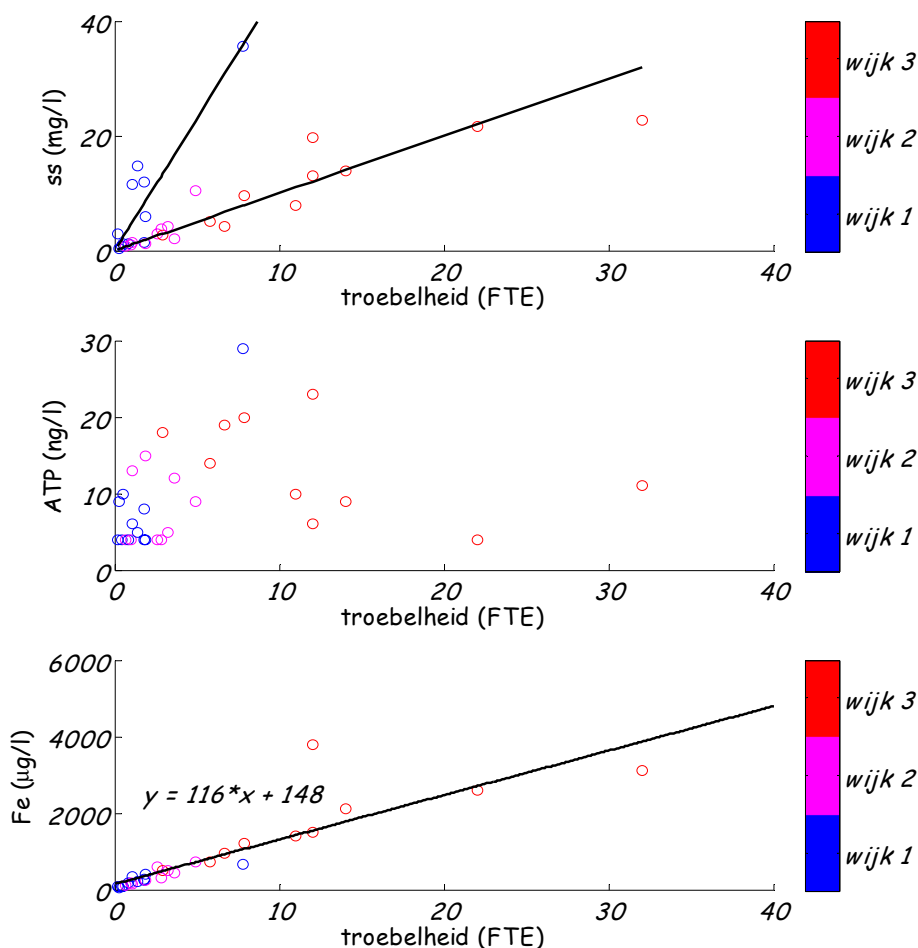
figuur 3-28 Box-whisker-plot van troebelheid per leidingtype (diameter en materiaal).



figuur 3-29 de troebelheid (iedere cirkel is één meting, de grootte van de cirkels is evenredig met de hoogte van de troebelheid) per gebied en diameter leiding.

3.3.5 Relatie troebelheid en sedimentsamenstelling

In figuur 3-30 is de troebelheid (excl. uitschieter H-W3-07) uitgezet tegen de massa gesuspendeerde stof, ATP en ijzer voor alle drie de gebieden. De relatie tussen troebelheid en gesuspendeerde stof geeft geen goede fit ($R^2 = 44\%$), tussen troebelheid en ijzer geeft wel een goede fit ($R^2 = 76\%$), tussen troebelheid en ATP geeft een slechte fit ($R^2 = 4\%$). Wanneer de relatie tussen troebelheid en gesuspendeerde stof per gebied wordt bepaald ontstaat een iets ander beeld. Gebied 2 en 3 lijken op elkaar ($ss = 1 \cdot tr$, $R^2 = 98\%$), gebied 1 is anders ($ss = 4,6 \cdot tr$, $R^2 = 83\%$). Het verschil tussen deze twee relaties komt waarschijnlijk doordat in gebied 1 jonger sediment ligt dan in gebied 2 en 3. Dit kan komen doordat het leidingnet in gebied 1 minder lang in gebruik is of doordat er minder sediment bezinkt in gebied 1 en het sediment dat er ligt per definitie 'vers' is. Een andere mogelijke verklaring is dat de leidingen bij oplevering niet goed afgespuid zijn en het sediment bij aanleg is ingeslopen.



figuur 3-30 Relatie tussen troebelheid en gesuspendeerde stof, ATP en ijzer voor de metingen in de 3 gebieden.

In de drie gebieden zijn voorafgaand aan de spuiproeven ATP-monsters genomen op de leidingen waar de spuiacties plaats zouden vinden. Alle ATP-monsters zaten onder de detectielimiet (van 4 ng/l). Hoewel er uit de

spuiproeven geen lineaire relatie blijkt tussen troebelheid en ATP is wel duidelijk dat de ATP uit het sediment komt, omdat er vóór de opwerveling van sediment geen ATP werd gemeten.

3.3.6 Massa per meter leiding

Met de gevonden ijklijn (§3.3.5) tussen massa en troebelheid en de on-line troebelheidsmetingen kan de massa van het sediment per meter leiding worden bepaald. Omdat niet tijdens alle spuiacties on-line metingen zijn gedaan en omdat tijdens een aantal on-line metingen het meetbereik van de troebelheidsmeter onvoldoende groot was geeft dit beperkt betrouwbare cijfers (+/- 100%).

De massa per meter kan als volgt worden berekend:

$$ss \text{ (mg/m)} = \frac{\sum_n \alpha \cdot Tr \text{ (mg/l)}}{n \text{ (s)}} * \frac{Q \text{ (m}^3/\text{h)} * 1000}{3600} * t \text{ (s)} * \frac{1}{L \text{ (m)}} = \frac{\alpha \sum_n Tr * Q}{3.6 * L}$$

(omdat er elke seconde is gemeten is n gelijk aan t en kan deze uit de formule worden weggestreepd). De massa per meter is in tabel 3-5 voor alle on-line troebelheidsmetingen berekend.

tabel 3-5 Totaal aan gesuspendeerde stoffen per leidingdeel, berekend uit de totaal gemeten troebelheid en volumestroom

gebied	actie	ΣTr (FTE)	L (m)	Q (m³/h)	α	ss (g/m)	opmerkingen
1	2	395,158	80	14,5	4,6	0,092	door meetbereik (10 FTU)
	4	311,4295	112	44	4,6	0,156	
	5	477,512	101	14,5	4,6	0,088	door meetbereik (10 FTU)
	7	806,227	109	45	4,6	0,425	door meetbereik (10 FTU)
	8	2788,668	94	14	4,6	0,531	door meetbereik (50 FTU)
	10	590,2235	38	14	4,6	0,278	
2	1	2080,74	375	171,5	1	0,264	
	2	1186,12	300	46,4	1	0,051	
	3	1498,648	375	46,5	1	0,052	
	8	641,9	40	50	1	0,223	door meetbereik (50 FTU)
3	2	4644,555	280	42	1	0,194	
	4	1549,94	247	82	1	0,143	
	6	7125,3	220	83,4	1	0,750	
	7	15457,22	95	45	1	2,034	door meetbereik (100 FTU)

Uit de tabel blijkt dat er meer massa verwijderd is uit de leidingen in gebied 3 dan in gebied 2. Doordat een andere relatie tussen troebelheid en gesuspendeerde stof is gevonden voor gebied 1 (zie §3.3.5) is de massa sediment per meter relatief hoog uitgevallen en gemiddeld hoger dan voor gebied 2. Dit wijst erop dat in gebied 1 sediment ligt. Dit sediment is niet opgewerveld tijdens de hoge afname in juni en juli.

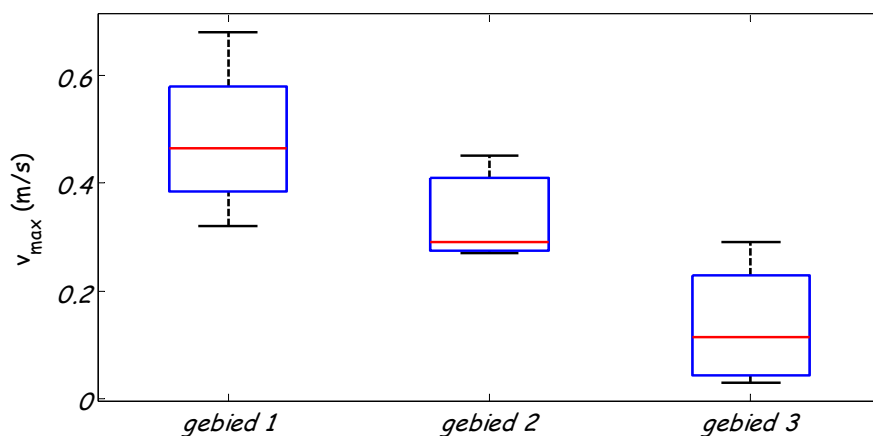
Omdat de betrouwbaarheid van deze resultaten beperkt is (doordat de meting vaak door het meetbereik is gegaan) wordt de massa verwijderd sediment niet meegenomen in de toetsing aan de hypotheses.

4 Conclusies

De conclusies worden getrokken aan de hand van de hypothesen uit hoofdstuk 2. Daarna volgt een samenvattende conclusie.

4.1 Hypothese 1

Uit de voorspelling van de optredende snelheden in de verschillende leidingen in de drie gebieden (op basis van SIMDEUM® en een leidingnetmodel van een vergelijkbare wijk als gebied 3) blijkt dat de snelheid in gebied 3 veel lager is dan in gebied 1 en 2, de snelheden in gebied 2 zijn lager dan in gebied 1 (zie figuur 4-1). De snelheid van (meer dan) 0,4 m/s treedt in gebied 1 regelmatig op, in gebied 2 op minder plaatsen en in gebied 3 niet.



figuur 4-1 maximum snelheid (bepaald met SIMDEUM®) op de 4 meetlocaties in de drie gebieden.

De gemeten volumestromen zijn in gebied 1 en gebied 2 respectievelijk 35% en 85% lager dan voorspeld met de $q\sqrt{n}$ -methode; met SIMDEUM® is de maximum volumestroom in beide gevallen met 20% overschat. De volumestromen in gebied 3 zijn niet gemeten.

Het model SIMDEUM® was tot begin 2006 slecht gevalideerd voor enkele woningen, voor straten tot 46 woningen en wijken vanaf 512 woningen. De volumestroommetingen van wijken met 157 en 373 woningen onderbouwen het model ook voor wijken tussen 50 en 500 woningen.

4.2 Hypothese 2

De deeltjestellingen laten zien dat in gebied 1 evenveel deeltjes het net ingaan als dat er uitgaan.

- Omdat gebied 1 nog maar kort bewoond is (ca. 1 jaar) zijn er wellicht maar weinig deeltjes aangevoerd, zodat de sedimentvorming sowieso beperkt was. Dit kan een vertekend beeld geven ten opzichte van gebied 2 en 3 die al langer sediment hebben verzameld.

In gebied 2 en gebied 3 hebben meer deeltjes het net verlaten dan er binnenkwamen (respectievelijk 30% en 150% meer); dit duidt op opgewerveld sediment tijdens de verhoogde afname in de warme periode. De spuiproeven geven aanvullende informatie:

- In gebied 2 wordt tijdens de spuiproeven weinig sediment verwijderd tijdens de spuiproeven. Het lijkt erop dat tijdens de periode van relatief hoog waterverbruik het meeste sediment is opgewerveld en verwijderd (en dit gebied dus wel zelfreinigend is, maar alleen bij hoge afname, niet op dagelijkse basis).
- In gebied 3 wordt tijdens de spuiproeven een bepaalde hoeveelheid sediment verwijderd tijdens de spuiproeven. Het lijkt erop dat tijdens de periode van relatief hoog waterverbruik slechts een gedeelte van het sediment is opgewerveld en verwijderd, maar dat er nog altijd sediment ligt (en dit meetgebied niet zelfreinigend is).

Vooraf in gebied 3 (maar ook in gebied 2) is een duidelijke toename van grote deeltjes in het uitgaande water gemeten. Dit duidt op coagulatie van het sediment in de leidingen.

De TILVS-metingen geven geen informatie over de zelfreinigende werking van de gebieden.

4.3 Hypothese 3

Uit de troebelheidsmonsters van de spuiproeven blijkt dat gebied 3 vuil was en dat gebied 1 en 2 nauwelijks vervuild waren. Gebied 2 had een licht hogere troebelheid dan gebied 1; de on-line troebelheidsmetingen laten zien dat gebied 1 en 2 een even lage troebelheid hebben. Tevens blijkt dat bij grotere leidingen een hogere troebelheid is gemeten. De grote leidingen zijn blijkbaar overgedimensioneerd. De aftakkingen (Ø 63 mm) in gebied 3 zijn schoner dan de ringleidingen en dit suggereert dat vertakte netten inderdaad zelfreinigend zijn doordat sediment wordt afgevoerd. Wanneer de diameter wordt verkleind zal de zelfreinigende werking toenemen.

Het vergelijken van de massa verwijderd sediment per meter in de drie gebieden is lastig, omdat

- tijdens de on-line troebelheidsmetingen het meetbereik herhaaldelijk te laag is ingesteld en daardoor de totale troebelheid is onderschat en
- de relatie tussen troebelheid en massa gesuspendeerde stof voor gebied 1 duidelijk afwijkt van die relatie voor gebieden 2 en 3.

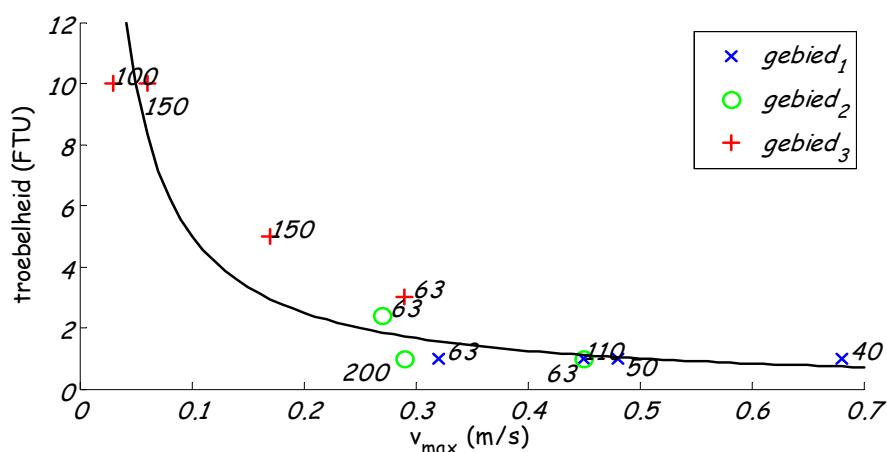
4.4 Samenvattende conclusie

In tabel 4-1 zijn voor een aantal punten in de meetgebieden de (voorspelde) snelheden, het resultaat van de deeltjestellingen en het resultaat van de spuiproeven samengevat. In figuur 4-2 is de relatie tussen de maximum snelheid (v_{max}) en troebelheid grafisch weergegeven. Een lijn die ongeveer de relatie $FTU = 1/(2 v_{max})$ weergeeft kan op de gegevens worden gefit. Hieruit blijkt dat hoe hoger de snelheid hoe schoner de leiding is, en dat dit niet (duidelijk) samenhangt met de leidingdiameter. Bij een v_{max} van 0,25 m/s

(bepaald met de formule uit §3.1.4, niet met de $q\sqrt{n}$ -methode) of groter geldt een troebelheid van < 2 FTU.

tabel 4-1 Samenvatting optredende snelheden, resultaten deeltjestelling en resultaten spuiproeven (troebelheid labmonsters).

	meet-punt	diameter (mm)	# woningen	v_{max} (m/s)	$\frac{fractie_{uit}}{fractie_{in}}$	Spui-actie	Spuiresultaat monsters
gebied 1	1	110	157	0,45			(< 1 FTU)
	2	63	12	0,32	0,98	A1	< 1 FTU
	3	50	6	0,48	0,99	A2	< 1 FTU
	4	40	2	0,68	1,12	A3	< 1 FTU
gebied 2	1	200	373	0,29			(< 1 FTU)
	2	63	30	0,45	1,67	A6	< 1 FTU
	3	63	ring		1,79	A3	1,5 - 2,5 FTU
	4	63	5	0,27	1,13	A4	0,8 - 3,6 FTU
gebied 3	1	150	ring	0,17		Vgl. A4	5 FTU
	2	150	ring	0,06	0,47	A8	10 FTU
	3	100	ring	0,03	1,63	A1	10 FTU
	4	63	8	0,29	1,14	A5	3 FTU



figuur 4-2 Relatie v_{max} (bepaald met SIMDEUM®) en troebelheid (labels zijn diameters van de leidingen, kleuren geven meetgebied aan).

Geconcludeerd wordt dat gebied 1 zelfreinigend is, gebied 2 is ook zelfreinigend en gebied 3 is dat zeker niet. Gebied 2 is niet zelfreinigend op dagelijkse basis, maar met af en toe een extra afname (zoals in een warme en droge periode) wordt voldoende sediment verwijderd om van zelfreiniging te spreken. De ontwerpparameters van gebied 2 leiden onder andere omstandigheden (bijvoorbeeld een andere ingaande waterkwaliteit) niet automatische tot een zelfreinigend net.

De ontwerpparameters ($q\sqrt{n}$ -methode in combinatie met 0,4 m/s) leiden tot een zelfreinigend net. De werkelijke zelfreinigende snelheid kan lager zijn (figuur 4-2 duidt op 0,25 m/s), maar dan moet ook de werkelijk (verwachte)

maximale snelheid worden bepaald (bijvoorbeeld met SIMDEUM[®], niet met de $q\sqrt{n}$ -methode).

5 Discussie en aanbevelingen

De spui monsters zijn o.a. onderzocht op ijzer en ATP. De relatie tussen troebelheid en ijzer was duidelijk te leggen en gelijk voor de drie gebieden. Dat de relatie tussen troebelheid en gesuspendeerde stof voor gebied 1 afwijkt van die voor gebied 2 en 3 duidt erop dat de samenstelling van het sediment anders is. De oorzaak van het verschil in samenstelling ligt waarschijnlijk in de leeftijd van het sediment; een andere mogelijke verklaring is dat in gebied 1 na de leidingaanleg zand in de leidingen is blijven liggen. De samenstelling van de verschillende sedimenten zou vastgesteld kunnen worden door de TILVS-filters op samenstelling te analyseren. Een onderzoek naar de relatie tussen enerzijds sedimentkenmerken (zoals leeftijd en samenstelling) en anderzijds massa en troebelheid kan meer informatie verschaffen over mogelijke oorzaken van de verschillen tussen gebied 1 en gebied 2 en 3.

Er was geen duidelijke relatie te leggen tussen troebelheid en ATP. Wel werd er in de spui monsters meer ATP gemeten dan in de 'schoonwater' monsters. Dit geeft aan dat bruinwater levende biomassa bevat. Het strekt tot aanbeveling de relatie tussen troebelheid en biomassa verder in kaart te brengen.

Het is aan te bevelen om na ca. 1-2 jaar de spui proef (eventueel in gewijzigde vorm) te herhalen.

- Dit geeft een indicatie voor hervervuilingssnelheid, en kan bevestigen of wijken zoals gebied 1 echt zelfreinigend zijn of dat de lage troebelheid veroorzaakt is door de korte tijd dat het leidingnet in gebruik is.
- Door de on-line troebelheid niet via de brandkraan te meten, maar op de dienstkraan kan de invloed van de brandkraan beter in beeld worden gebracht (zie figuur 3-21 op pagina 32).
- Door op de uitlopers niet slechts één mengmonster te nemen, maar online troebelheidsmetingen te doen (of eventueel iedere 5 seconden een monster nemen) kan een beter beeld worden verkregen waar het sediment in de laatste takken ligt (ligt het sediment gelijkmatig over de leiding of vooral in het laatste stuk, zie figuur 3-21 op pagina 32).

Met een leidingnetmodel en stochastische afnamepatronen (met behulp van SIMDEUM®) kan een goed beeld worden verkregen van de optredende snelheden in de verschillende leidingen (ook in ringleidingen). Door op meerdere locaties spui proeven te doen kunnen snelheden en gemeten troebelheid aan elkaar worden gerelateerd (zoals in figuur 4-2 op pagina 43).

Uit de proeven blijkt dat het toepassen van de nieuwe ontwerprichtlijnen een zelfreinigend net oplevert. Het is derhalve aan te bevelen om met name de eindleidingen te verjongen tot een zo klein mogelijke diameter. In bestaande wijken waar veel bruinwaterklachten op eindleidingen van Ø63 mm

voorkomen zou het een oplossing kunnen zijn om de leiding te verjongen tot Ø40 mm voor de laatste 4 huizen. Een eindleiding van Ø63 mm kan eenvoudig tot klachten leiden doordat de stroomsnelheden zodanig laag zijn dat sediment bezinkt, maar af en toe hoog genoeg zijn om opwerveling te veroorzaken. Omdat deze eindleidingen niet eenvoudig gespuid kunnen worden is het verkleinen van de leidingdiameter een goede oplossing. Er zijn (nog) geen bruinwaterklachten geweest op Ø50/40 mm eindleidingen.

In het DPW-onderzoek van 2005 [1] is voorgesteld om

- de minimale leidingdiameter te ontwerpen op de maximum volumestroom Q_{max} en de toegestane drukval (bij de maximale vraag kan dan nog geleverd worden);
- de maximale leidingdiameter te ontwerpen op een frequent (of dagelijks) voorkomende volumestroom Q_d en een ontwerpsnelheid v_d (bij een frequent optredende stroomsnelheid is de leiding zelfreinigend). De ontwerpsnelheid v_d werd op basis van een literatuuronderzoek ingeschat op 0,3 m/s. Een voorstel was dat deze snelheid gemiddeld 30 minuten per dag zou moeten optreden; deze 30 minuten zijn niet onderbouwd door metingen.

In het huidige onderzoek is de relatie tussen zelfreiniging en optredende snelheid op beperkte schaal bekeken. Slechts de relatie tussen v_{max} en de troebelheid van de labmonsters is vastgesteld, zie figuur 4-2. Omdat er een verband is tussen Q_{max} en Q_d volstaat de vaststelling dat bij een Q_{max} (bepaald met SIMDEUM®) en een snelheid van 0,25 m/s sprake is van een zelfreinigend net. Met een leidingnetberekening (met stochastische afnamepatronen op woningniveau) zou vastgesteld kunnen worden wat het snelheidsprofiel (hoe vaak treedt welke snelheid op) in de verschillende leidingen is. Op basis van de snelheidsprofielen en (on-line) troebelheidsmetingen kan een uitspraak worden gedaan over de relatie tussen zelfreiniging en Q_d (en hoe vaak deze Q_d moet voorkomen per dag, bijvoorbeeld 1 minuut of 30 minuten).

Vastgesteld is dat gegeven de waterkwaliteit in Hoofddorp de vertakte netten zelfreinigend zijn. Om aan te tonen dat bij een andere waterkwaliteit (in andere voorzieningsgebieden van PWN of bij andere waterleidingbedrijven) de vertakte netten zelfreinigend zijn kunnen de volgende methodieken worden gevolgd:

1. Bepaal de hervervuilingssnelheid van een (deel van het) leidingnet:
 - a. spui het net en doe een opwervelingspotentiëmeting (OPM);
 - b. voer na een tot twee jaar opnieuw een OPM uit;
 - c. wanneer het net vervuild is (toename van > 10 FTU) dan is het net niet zelfreinigend.
2. Installeer een deeltjesteller op de aanvoerleiding en in het vertakte net en vergelijk de deeltjesconcentraties onder normale omstandigheden (geen verstoring). Wanneer de deeltjesconcentratie in het ingaande en uitgaande water gelijk is, is sprake van zelfreiniging op dagelijkse basis.

6 Referenties

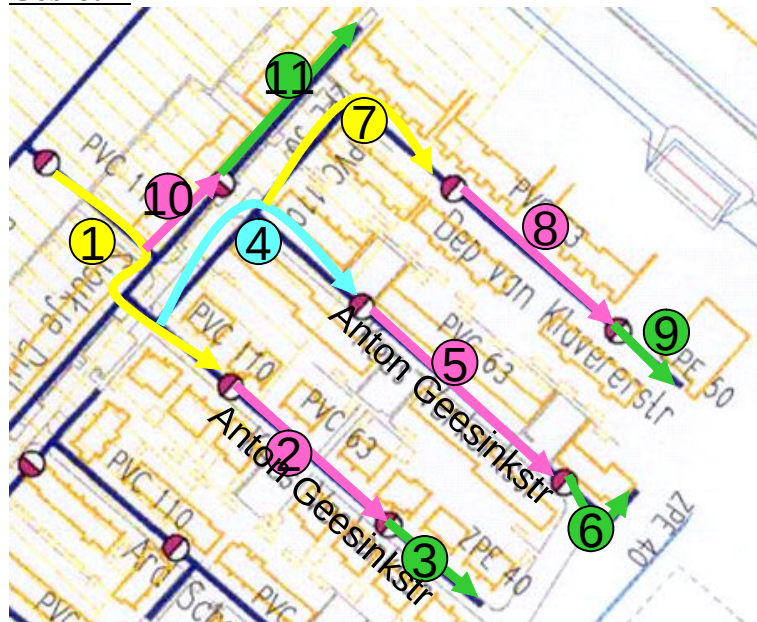
- [1] Blokker, E. J. M. (2005). *Bepaling capaciteit drinkwaterleidingnetten op wijkniveau; Een aanpassing van de $q\sqrt{n}$ -methode voor het ontwerp van zelfreinigende netten*, Kiwa Water Research B.V., Nieuwegein, KWR 05.072.
- [2] Blokker, E. J. M. (2006). *Modelleren van afnamepatronen; beschrijving en evaluatie van simulatiemodel SIMDEUM*, Kiwa Water Research B.V., Nieuwegein, BTO 2006.010.
- [3] Blokker, E. J. M. en A. J. Vogelaar (T.B.P.). *Leidingnetmodel Franeker op basis van stochastische afnamepatronen*, Kiwa Water Research B.V., Nieuwegein, BTO 2006.0xx.
- [4] Blokker, E. J. M., Vreeburg, J. H. G. en Vogelaar, A. J., "Combining the probabilistic demand model SIMDEUM with a network model" (2006). *Water Distribution System Analysis #8*, (American Society of Civil Engineers, 2006).
- [5] Boomen, M. van den en J. H. G. Vreeburg (1999). *Nieuwe ontwerprichtlijnen voor distributienetten*, Kiwa Water Research B.V., Nieuwegein, ISBN 90-74741-78-9, SWE 99.011.
- [6] Schaap, P. G. en E. J. M. Blokker (2006). *Meetplan evaluatie zelfreinigende netten; beoordeling zelfreinigend vermogen*, Kiwa Water Research B.V., Nieuwegein, KWR 06.019 (DPW).

Websites:

<http://www.knmi.nl> , 10 juli 2006.

I Spuiplannen en uitvoering

Gebied 1



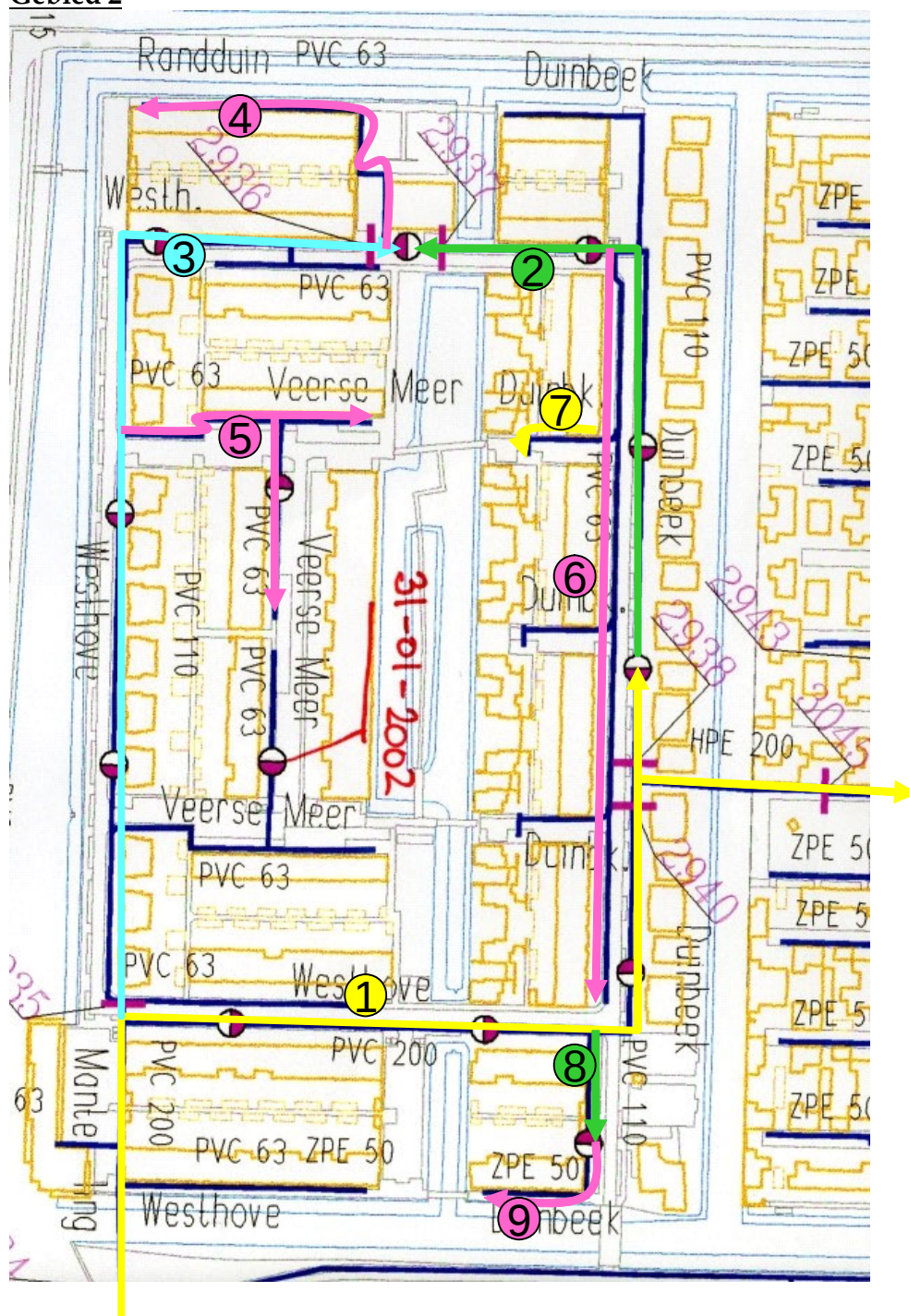
Spuiplan:

Actie	Straatnaam	Diameter		Q (m³/h)	Lengte (m)		Spuittijd (sec)		Afsluiters	Brandkraan
		A	B		A	B	A	B		
1	Sjoukje Dijkstralaan/ Anton Geesinkstraat	110 pvc		46,4	146		98			3230
2	Anton Geesinkstraat	63 pvc		14,3	80		53			3231
3	Anton Geesinkstraat	50 zpe	40 zpe	9	14	16	10	6		Spuipunt thv huis# 48
4	Anton Geesinkstraat	110 pvc		46,4	112		75			3232
5	Anton Geesinkstraat	63 pvc		14,3	101		68			3233
6	Anton Geesinkstraat	50 zpe	40 zpe	9	11	25	7	10		Spuipunt thv huis# 42
7	Bep van Klaverenstraat	110 pvc		46,4	109		73			3234
8	Bep van Klaverenstraat	63 pvc		14,3	94		63			3235
9	Bep van Klaverenstraat	50 zpe		9	30		20			Spuipunt thv huis# 62
10	Sjoukje Dijkstralaan	63 pvc		14,3	38		25			3217
11	Sjoukje Dijkstralaan	50 zpe	40 zpe	9	64	15	43	6		Spuipunt thv huis# 1

Uitvoering spui-actie (30 aug 2006):

Actie	monster- code	start actie	stop actie	monsters	bereik tr	Q (m³/h)	online meting tr	Bijzonderheden
1	H-W1-01 H-W1-12	10:38	10:41	10:39	0-10	47	ja	Proef mislukt ivm met lucht door de Dr Lange tr bleef bij 10 FTU na controle 0,3 FTU. Extra tr monster genomen voor controle
2	H-W1-02	11:00	11:02	11:00	0-10	14,5	ja	Q meting doet het niet.Q te hoog Korte tr piek boven het bereik
3	H-W1-03	11:10	-	-	-	7,5	nee	Slang wordt ingekort
4	H-W1-04	11:36	11:38	11:37	0-10	44	ja	-
5	H-W1-05	11:56	11:58	11:57	0-10	14,5	ja	-
6	H-W1-06	12:04	-	-	-	8	nee	-
7	H-W1-07	12:29	12:31	12:30	0-10	-	ja	Geen Q kunnen vaststellen +/- 45
8	H-W1-08	12:43	12:45	12:44	0-50	-	ja	Geen Q kunnen vaststellen +/- 14
9	H-W1-09	12:49	-	-	-	7,5	nee	-
10	H-W1-10	13:05	13:06	13:05	0-50	-	ja	Geen Q kunnen vaststellen +/- 14 25 sec is te kort om alle monsters te nemen. Tr is als laatste genomen en heeft een lage tr. Eventueel tr uit SS.
11	H-W1-11	13:16	-	-	-	7,5	nee	Mengmonster alleen van 50 mm

Gebied 2



Spuiplan:

Actie	Straatnaam	Diameter		Q (m³/h)	Lengte (m)		Spuittijd (sec)		Afsluiters	Brandkraan
		A	B		A	B	A	B		
1	Westhove/ Duinbeek	200 pvc		150	375		480		2942+ 2943+ 2941+ 2936	2946 (70) en 2985 (80)
2	Westhove/ Duinbeek	110 pvc		46,4	300		200		2936+ 3045	2949
3	Westhove	110 pvc		46,4	375		250		2937+ 3045	2949
4	Randduin	63 pvc	50 zpe	14,3 / 9	100	39	66	17	3045	Spuipunt thv huis# 30
5	Veerse Meer	63 zpe		14,3	145		97		3045	Spuipunt thv huis# 22
6	Duinbeek	63 pvc	50 zpe	14,3 / 9	215	57	143	25	3045	Spuipunt thv huis# 16
7	Duinbeek	50 zpe		9	34		23		3045	Spuipunt thv huis# 84
8	Duinbeek	110 pvc		46,4	40		27		3045	3032
9	Duinbeek	50 zpe		9	56		38		3045	Spuipunt thv huis# 2

Uitvoering spui-actie (31 aug 2006):

Actie	monster- code	start actie	stop actie	monsters	bereik tr	Q (m³/h)	online meting tr	Bijzonderheden
1	H-W2-01	12:03	12:11	12:07	0-50	86 en +- 85	ja	2 brandkranen tegelijk opengezet.
2	H-W2-02	12:31	12:33	12:32	0-50	46,4	ja	-
3	H-W2-03	12:45	12:52	12:47	0-50	46,5	ja	Opvallend 12:52 allang water van 200 mm tr blijft hoog rond 3 FTU
4	H-W2-04	13:05	13:08	-	-	7,5	nee	Meng monster 50 mm +/- 22 sec en 63 mm +/- 132 sec Q 137 l/min
5	H-W2-05	13:30	13:32	-	-	14,5	nee	Q 133 l/min Meng monster eerste 110 sec
6	H-W2-06	-	-	-	-	-	nee	Geen water uit dienstkraan waarschijnlijk niet aangesloten of af geknipt
7	H-W2-07	14:03	14:03	-	-	+/- 7,5	nee	Combi monster omdat actie 6 niet lukte. Eerste 23 sec 50 mm
	H-W2-10	14:03	14:05	-	-	+/- 7,5		H-W2-10 +/- 100 sec 63 mm Q 125 l/min
8	H-W2-08	14:11	14:12	14:11	0-50	> 50	ja	Q-meter reagreerde traag uit verversingsgrafiek
9	H-W2-09	14:35	-	-	-	+/- 7,5	nee	Geen Q bevestiging in logboek

[illegible]

Spuiplan:

Actie	Straatnaam	Diameter	Q (m³/h)	Lengte (m)	Spuittijd (sec)	Afsluiters	Brandkraan
		A		A	A		
1	Zandbos	100AC	42,5	270	180	2274	2133
2	Zandbos	100AC	42,5	280	187	2281	2133
3	Zandbos	63 zpe	14,3	102	68		Spuipunt thv huis# 16
4	Roosterbos	150AC	95,3	247	165	2250	2086
5	Roosterbos	63 zpe	14,3	85	57	2250	Spuipunt thv huis# 1
6	Wallebos	150AC	95,3	220	147	2232+ 2231	2069
7	Weerterbos	100AC	42,5	95	63	2232+ 2231	2051
8	Wilbrinkbos	63 zpe	14,3	153	102	2232+ 2231	Spuipunt thv huis# 33

Uitvoering spui-actie (30 en 31 aug 2006):

Actie	monster-code	d	start actie	stop actie	monsters	bereik tr	Q (m³/h)	online meting tr	Bijzonderheden
1	H-W3-01 H-W3-09	31	08:50	08:56	08:52	0-500	42	ja	De Dr. Lange was niet aangesloten op de logger 8:55 extra monster genomen
2	H-W3-02 H-W3-11	31	09:07	09:11	09:08 09:10	0-100	42	ja	9:10 extra monster genomen
3	H-W3-03	31	09:38	-	-	-	7	nee	Jerrycan gevuld in 110 sec. Q 115 l/min
4	H-W3-04	31	09:50	09:55	09:52	0-100	80 - 83	ja	Laatste water van de kant van de aanvoer 6-7 FTU
5	H-W3-05	31	10:23	-	-	-	7	nee	Bij aansluiten dienstkraan gaan lekken. Gat vol reparaatie nieuwe dienstkraan. Daarna direct een spuimonster genomen. Q 114 l/min Probleem monster van (begin?) leiding of al ververst.
6	H-W3-06 H-W3-10	30	14:15	14:17	14:16	0-500	83,4	ja	14:19-14:20 hele set extra monsters genomen van het schoonwaterfront. Dit in verband met de uitlezing van de Dr. Lange van 12 FTU
7	H-W3-07	30	14:36	14:38	14:37	0-100	45	ja	aantal keer boven de 150 FTU en een keer 182 FTU gezien
8	H-W3-08	30	14:44	-	-	-	7,5	nee	Spuisnelheid ca. 0,78 m/s

II Resultaten spuiacties

monstercode	troebelheid (FTE)	ss (mg/l)	ijzer (µg/l)	ATP (ng/l)
H-W1-01	0,83	1,1	180	< 4
H-W1-02	0,525	2,8	70	< 4
H-W1-03	0,19	0,3	< 50	9
H-W1-04	2,35	6	410	4
H-W1-05	0,76	11,4	350	6
H-W1-06	1,145	1,4	270	8
H-W1-07	1,75	12	240	< 4
H-W1-08	1,5	14,8	220	5
H-W1-09	0,3	0,8	80	< 4
H-W1-10	6,05	35,5	670	29
H-W1-11	0,43	1,2	90	10
H-W2-01	4,85	10,4	710	9
H-W2-02	2,15	3,7	320	4
H-W2-03	2,05	2,9	610	4
H-W2-04	2,19	2,1	430	12
H-W2-05	0,795	1	170	< 4
H-W2-07	0,74	1,5	140	13
H-W2-10	0,515	0,8	110	< 4
H-W2-08	2,7	4,1	500	5
H-W2-09	1,195	1,1	250	15
H-W3-01	10,5	19,7	1500	6
H-W3-09	10,45	9,6	1200	20
H-W3-02	25	21,6	2600	< 4
H-W3-11	14	13	3800	23
H-W3-03	6	5	720	14
H-W3-04	5,25	4,2	950	19
H-W3-05	2,8	2,7	490	18
H-W3-06	26	22,6	3100	11
H-W3-10	9,7	13,8	2100	9
H-W3-07	94	91,8	11000	17
H-W3-08	7,2	7,9	1400	10