

Titel **Bemonstering
tunnelafstroomwater**

Opdrachtgever **Bouwdienst Rijkswaterstaat
Postbus 20000
3502 LA Utrecht**

Datum **februari 1997**

R97019/929M1037A0/AVE

Bouwdienst Rijkswaterstaat
T.a.v. Mevrouw Ir. N.M. O'Prinsen
Postbus 20000
3502 LA Utrecht

uw kenmerk : -- datum : 20 februari 1997
ons kenmerk : U970111/929M1037A0/mgi contactpersoon : A.F.M. van Velsen
betreft : eindrapport bemonstering tunnelafstroomwater

Geachte mevrouw O'Prinsen,

Bijgaand zenden wij u in 10-voud de eindrapportage van het rapport "Bemonstering tunnelafstroomwater".

In het rapport zijn de met u besproken aanpassingen verwerkt.

Conform het contract zullen wij de eindfactuur indienen, nadat wij uw schriftelijke acceptatie van het eindrapport hebben ontvangen.

Wanneer u in de toekomst assistentie nodig heeft op het gebied van water- en slibafvoer van verkeerstunnels, kunt u altijd een beroep op ons doen.

Tenslotte willen wij u bedanken voor de prettige samenwerking.

Met vriendelijke groet,

MTI MILIEUTECHNOLOGISCH INSTITUUT C.V.


Dr. Ir. A.F.M. van Velsen

Gelieve op alle correspondentie ons projectnummer 929M1037A0 te vermelden.

INHOUD

1	INLEIDING	4
2	DOELSTELLING	5
3	OPBOUW RAPPORTAGE	6
4	BEMONSTERDE TUNNELS	7
5	MATERIAAL EN METHODES	8
5.1	Bemonstering tunnelafstroomwater	8
5.1.1	Algemene procedure	8
5.1.2	Debietmeting	8
5.1.3	Vaststellen waterkwantiteit per tunnel	9
5.1.4	Monstername watermonsters	9
5.2	Slibbemonstering	10
5.3	Analyses	11
5.3.1	Conservering van de watermonsters	11
5.3.2	Analyses	12
5.4	Neerslaggegevens	12
5.4.1	Kwantiteit	12
5.4.2	Kwaliteit regenwater	13
6	RESULTATEN	14
6.1	Beneluxtunnel	15
6.1.1	Hoeveel afgevoerd water	15
6.1.2	Samenstelling afgevoerd water	15
6.1.3	Slibverwijdering	16
6.2	Drechtunnel	17
6.2.1	Hoeveelheid afgevoerd water	17
6.2.2	Samenstelling afgevoerd water	18
6.2.3	Slibverwijdering	18
6.3	Vlaketunnel	20
6.3.1	Hoeveelheid afgevoerd water	20
6.3.2	Samenstelling afgevoerd water	20
6.3.3	Slibverwijdering	21
6.4	Zeeburgertunnel	22
6.4.1	Hoeveelheid afgevoerd water	22
6.4.2	Samenstelling afgevoerd water	23
6.4.3	Slibverwijdering	23

7	BESPREKING VAN DE RESULTATEN	25
7.1	Kwantiteit uitgeslagen water in relatie tot de neerslag	25
7.2	Samenstelling uitgeslagen water in relatie tot specifieke tunnelkenmerken.	26
7.2.1	Invloed type wegdek	26
7.2.2	Invloed van de verkeersintensiteit	28
7.2.3	Invloed van het wegmeubilair	28
7.2.4	Invloed van slibverwijdering	28
7.2.5	Invloed wanden wassen	28
7.3	Vuilvrachten van de vier bemonsterde tunnels	29
7.3.1	Invloed type wegdek	31
7.3.2	Invloed verkeersintensiteit	31
7.3.3	Invloed wegmeubilair	31
8	CONCLUSIES	32
9	REFERENTIES	33

BIJLAGE 1: Informatie reinigingsmiddel verkeerstunnels

BIJLAGE 2: Primaire meetresultaten Beneluxtunnel

BIJLAGE 3: Primaire meetresultaten Drechtunnel

BIJLAGE 4: Primaire meetresultaten Vlaketunnel

BIJLAGE 5: Primaire meetresultaten Zeeburgertunnel

1 INLEIDING

In opdracht van de Bouwdienst Rijkswaterstaat heeft MTI Milieutechnologie in de periode 22 mei t/m 6 november 1996 onderzoek uitgevoerd naar de kwantiteit en de kwaliteit van het uitgeslagen water van verkeerstunnels. Het onderzoek is uitgevoerd bij de Beneluxtunnel, de Drechtunnel, de Vlaketunnel en de Zeeburgertunnel.

De projectleiding was in handen van ir. N.M. O'Prinsen van de Bouwdienst Rijkswaterstaat. Het project is begeleid door een begeleidingscommissie met de volgende samenstelling:

- Ir. N.M. O'Prinsen, voorzitter (Bouwdienst Rijkswaterstaat);
- Drs. L.A. van Geldermalsen (Bouwdienst Rijkswaterstaat);
- Ing. J. Schipper (Bouwdienst Rijkswaterstaat);
- Ing. L. Swart (Bouwdienst Rijkswaterstaat);
- Ir. W. de Vos (RIZA).

Van de kant van MTI waren ing. Th. Vens en dr.ir. A.F.M. van Velsen aanwezig bij de vergaderingen van de begeleidingscommissie.

Tijdens de uitvoering van het project is de begeleidingscommissie driemaal bijeen geweest met een regelmaat van 1x per 2 maanden.

De uitvoerders van het onderzoek willen de begeleidingscommissie en de tunnelbeheerders bedanken voor de stimulerende en prettige samenwerking.

2 DOELSTELLING

Het doel van het onderzoek is het vaststellen van de kwantiteit en de kwaliteit van het water, dat wordt weggepompt uit de pompkelders van verkeerstunnels en de factoren, die hierop van invloed zijn.

Mogelijke factoren zijn:

- het type wegdek (DAB of ZOAB);
- de verkeersintensiteit;
- het neerslagpatroon;
- de reinigingsmethode en reinigingsintensiteit.

3 OPBOUW RAPPORTAGE

In hoofdstuk 4 worden de vier verkeerstunnels, die in het kader van het project zijn bemonsterd, kort beschreven.

Hoofdstuk 5 geeft een overzicht van de materialen en methodes. Tevens is in dit hoofdstuk aangegeven op welke manier de meetresultaten zijn verwerkt.

De verwerkte meetresultaten worden per tunnel gepresenteerd in hoofdstuk 6. De primaire meetresultaten zijn opgenomen in bijlagen 2 (Beneluxtunnel), 3 (Drechtunnel), 4 (Vlaketunnel) en 5 (Zeeburgertunnel).

De meetresultaten van de vier verkeerstunnels zijn met elkaar vergeleken in hoofdstuk 7. Hierbij is nagegaan of de kwantiteit en de samenstelling van het water, dat wordt weggepompt uit de pompkelders van verkeerstunnels wordt beïnvloed door de mogelijke factoren, genoemd in de doelstelling (zie hoofdstuk 2).

In hoofdstuk 8, zijn de conclusies van het onderzoek samengevat.

4 BEMONSTERDE TUNNELS

Verkeerstunnels zijn voorzien van een drainagesysteem dat het van regen afkomstige water, meesleep van voertuigen, tunnelwassingen en brandblusinstallaties afvoert. Het afvoersysteem bestaat uit één pompkelder in het diepste gedeelte van de tunnel, de middenpompkelder, en de hoofdpompkelders aan de beide tunnelingangen. Het water uit de middenpompkelder wordt naar de hoofdpompkelders bij de tunnelingang gepompt. In deze pompkelders wordt ook het afstroomwater van de toeritten verzameld. Bij de tunnelingang is een zandvang geïnstalleerd. Na bezinking wordt het water uitgeslagen naar het oppervlaktewater. Het bezinksel, bestaande uit zand en slib, wordt periodiek uit de zandvang verwijderd en afgevoerd.

Teneinde de invloed te kunnen vaststellen van de factoren, die mogelijk een invloed hebben op de kwaliteit van het tunnelwater, zijn er in het project vier verschillende tunnels bemonsterd, te weten de Beneluxtunnel, de Drechtunnel, de Viaketunnel en de Zeeburgertunnel. Deze tunnels zijn geselecteerd door de Bouwdienst Rijkswaterstaat. De specifieke gegevens van de bemonsterde tunnels zijn samengevat in tabel 1.

Tabel 1. Specifieke gegevens van de bemonsterde tunnels.

tunnel	wegdek	wegmeubilair	verhard opp. ¹⁾ (ha)	verkeersintensiteit ²⁾ (x1000/week)
Benelux	DAB ³⁾	geen	0,6 (noord)	591
			0,7 (zuid)	
Drecht	ZOAB ⁴⁾ (westbuis)	vangrails verzinkt	1,93 (noord)	720
	DAB (oostbuis)		1,19 (zuid)	
Viake	DAB	vangrails verzinkt	0,5 (noord)	213
	ZOAB (westzijde vanaf 19-8-1996)		0,5 (zuid)	
Zeeburger	ZOAB	geen	0,93 (noord)	623
			0,84 (zuid)	

¹⁾ Verhard oppervlak, zoals berekend voor de dimensionering van het rioleringsysteem.

²⁾ Verkeersintensiteit op basis van de jaargegevens 1995 van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat

³⁾ Dicht asfalt beton

⁴⁾ Zeer open asfalt beton.

5 MATERIAAL EN METHODES

5.1 Bemonstering tunnelafstroomwater

5.1.1 Algemene procedure

Gedurende de periode van 21 mei t/m 6 november 1996 (24 weken) zijn de vier geselecteerde verkeerstunnels bemonsterd.

In de bemonsterde tunnels is een debietmeting en -registratie uitgevoerd, op basis waarvan een volumeproportioneel monster is genomen. Het volumeproportionele monster is per periode van 2 weken verzameld en geanalyseerd. Het monster werd in een PE-vat opgeslagen en gekoeld bewaard bij 4°C. Op deze manier zijn per tunnel 12 verzamelmonsters verkregen.

Tijdens twee- wekelijkse bezoeken aan de tunnels zijn de watermonsters genomen, is de debietregistratie uitgelezen, is de apparatuur gecontroleerd en heeft er een gesprek plaatsgevonden met de tunnelbeheerder over relevante gegevens met betrekking tot de bedrijfsvoering.

5.1.2 Debietmeting

De debietmeting en -registratie is uitgevoerd met een 'clamp on' ultrasone debietmeter. Deze debietmeter maakt gebruik van ultrasone opnemers (transducers) die op de buitenkant van de bestaande leiding worden geklemd, zodat het proces niet hoeft te worden stilgelegd. De debietmeter maakt gebruik van de looptijdmethode.

Bij looptijd-doorstromingsmeters worden twee ultrasone sensoren toegepast die afwisselend als zender en als ontvanger werken. Pulsen van ultrasone energie worden door de wand van de leiding tussen de twee sensoren diagonaal door de gehele vloeistofstroom gestuurd. Voor de sensoren wordt een onderscheid gemaakt tussen de stroomopwaartse sensor en de stroomafwaartse sensor.

De tijd die de puls nodig heeft om de afstand tussen de twee sensoren te overbruggen, wordt beïnvloed door de stromingssnelheid van de vloeistof. Ultrasone pulsen die door de stroomopwaartse sensor naar de stroomafwaartse sensor worden gezonden worden versneld door de stromingssnelheid, terwijl pulsen die door de stroomafwaartse sensor naar de stroomopwaartse sensor worden gestuurd door de stromingssnelheid worden belemmerd. Er ontstaat daardoor een tijdsverschil tussen de stroomopwaartse en de stroomafwaartse looptijd dat recht-evenredig is met de stromingssnelheid. Wanneer de doorstroming nul bedraagt zijn de beide looptijden even lang. Dit zorgt ervoor dat bij geen doorstroming een actief nulpunt ter beschikking is, waardoor ook zeer lage doorstroming nog gemeten kan worden. Een vereiste voor de looptijd doorstromingsmeters is, dat de leiding altijd geheel met water gevuld moet zijn. Het ultrasone signaal gaat niet door lucht of gas.

Als de sensoren aan de zijkant van de leiding zijn gemonteerd en de leiding is niet gevuld, dan werkt het systeem wel, maar er treden meetfouten op omdat de computer de doorstroomsnelheid in volume-eenheden (m^3/h) omrekent en daarbij van de volle leidingdoorsnede uitgaat.

Om een goede werking van de meting te verkrijgen wordt er in plaats van een enkele puls, een pulstrein (tot 100 pulsen) uitgezonden. Het gevolg hiervan is, dat zelfs al wordt een aantal pulsen gemist, er toch nog een voldoende hoeveelheid informatie beschikbaar is waaruit de doorstroming berekend kan worden.

De nauwkeurigheid van de meting hangt in belangrijke mate af van de wijze van montage. Een niet nauwkeurig bekende en/of geprogrammeerde geometrie (zoals wanddikte, onrondheid, etc.) van de pijp zorgen voor afwijkingen.

De debietmeter meet de volumestroom in m^3/uur ; in het apparaat wordt ook een cumulatieve flow geregistreerd. Als uitgang geeft de debietmeter een mA signaal, dat correspondeert met het debiet (vooraf in te stellen bijv. $0 \text{ m}^3/\text{h} = 0 \text{ mA}$ en $100 \text{ m}^3/\text{h} = 20 \text{ mA}$). Dit signaal gaat naar een pulsgenerator. Hier wordt het mA signaal omgezet naar een hoeveelheid pulsen die evenredig is met het doorstroomde volume. De pulsen gaan naar een teller/deler. Hierop kan ingesteld worden na hoeveel pulsen de monstername-apparatuur geactiveerd wordt.

5.1.3 Vaststellen waterkwantiteit per tunnel

Per tunnel is, indien mogelijk, de totale hoeveelheid weggepompt water vastgesteld aan de hand van de debietmetingen.

Daarnaast zijn de debietmeters gebruikt voor het vaststellen van het actuele debiet van alle aanwezige pompen (ijken).

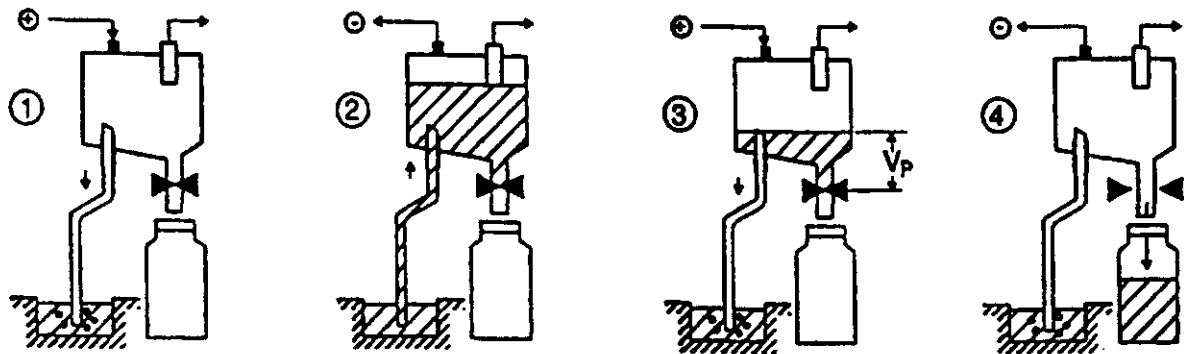
Op basis van het actuele debiet en het aantal draaiuren van de pompen is het ook mogelijk de totale hoeveelheid weggepompt water van een tunnel vast te stellen. Deze methode is toegepast bij de tunnels, waar zich in bepaalde perioden problemen hebben voorgedaan met de debietmeting.

5.1.4 Monstername watermonsters

De kwaliteit van het uitgeslagen water is vastgesteld door een volume-proportioneel verzamelmonster te analyseren. Het monster is genomen met behulp van een monstername-apparaat. De debietmeter geeft nadat een bepaalde hoeveelheid afvalwater is gepasseerd een pulssignaal naar het monstername-apparaat. Op dat moment start de monstername-cyclus, die bestaat uit de volgende onderdelen:

1. leegblazen van de aanzuigslang;
2. aanzuigen van het afvalwater uit de pompkelder of afvoerleiding;
3. monsterhoeveelheid afmeten door teveel genomen monster weg te laten lopen;
4. monster aflaten naar verzamelvat.

In figuur 1 is een voorbeeld van de toe te passen monstername weergegeven.



Figuur 1: vacuüm monsternamen

Voor de monsternamen wordt gebruik gemaakt van vacuüm monsternamen-apparaten van het merk ODS, type VMPT.

De aanzuigslang van de monsternamen-apparaat is in de monsternamenkelder gehangen. Om het monster altijd vanaf een gedefinieerde plaats aan te zuigen wordt de aanzuigslang bevestigd aan de geleideslang van één van de pompen.

5.2 Slibbemonstering

In verkeerstunnels is vóór de pompkelder een zandvang geïnstalleerd. In de zandvang krijgen de bezinkbare deeltjes in het toestromende water de kans te bezinken. Lichte slibdeeltjes kunnen evenwel de zandvang passeren en alsnog bezinken in de pompkelder. Een gedeelte van het slib zal derhalve ook met de waterpompen worden afgevoerd.

Als gevolg van de bezinking in de zandvang hoopt zich zand en slib op in de zandvang. Het slib wordt periodiek afgevoerd.

Om inzicht te krijgen in de slibproductie en de slibkwaliteit is in het kader van dit project per tunnel eenmaal de procedure van slibafvoer gevolgd. Indien mogelijk is niet de eerste, maar de tweede of derde slibafvoer die in het tijdsbestek van de waterbemonstering is uitgevoerd, gevolgd.

De slibbemonstering bestaat uit de volgende activiteiten:

- het volgen en beschrijven van de procedure van slibverwijdering en slibafvoer van de zandvang vóór de pompkelder, waar de waterbemonstering wordt uitgevoerd;
- het nemen van een representatief monster van het slib, zoals het uit de zandvang wordt opgepompt.

Bij de reiniging van een zandvang wordt eerst het bovenstaande water afgelaten. Het resterende slib, een laag ter dikte van 5-10 cm, wordt weggezogen.

- Tijdens het wegzuigen zijn door de medewerker van MTI op verschillende plaatsen twee steekmonsters genomen van het slib in de zandvang. Van de twee steekmonsters is een mengmonster gemaakt;
- het schatten van de hoeveelheid slib, die uit de zandvang wordt opgepompt en de hoeveelheid slib, die wordt afgevoerd.

5.3 Analyses

5.3.1 Conservering van de watermonsters

Bij de monsternamen worden de monsters geconserveerd volgens de NPR 6601 door opvang in een koeling (uitsluiting licht, temperatuur ca. 4 °C). Bovendien wordt er een inert monstervat gebruikt.

Conserveren van het monster verlengt weliswaar de houdbaarheid van het monster maar niet onbeperkt. Daarom worden elke twee weken de monsters verzameld en geanalyseerd.

Om veranderingen in het monster tijdens het transport naar het laboratorium te voorkomen wordt uit elk twee-wekelijks verzamelmonster een aantal deelmonsters genomen. De deelmonsters worden genomen volgens Tabel 2.

Tabel 2. Conserveringsrichtlijnen voor deelmonsters

analyse	minimale hoeveelheid	Type fles	conservering
metalen: koper chromium nikkel lood zink cadmium	100 ml	PE*	aanzuren met HNO ₃ tot pH=2
zwevende stof	1000 ml	glas	Fles volledig vullen, koelen
stikstof Kjeldahl	100 ml	glas	Aanzuren met H ₂ SO ₄ tot pH=2, koelen
chloride	100 ml	glas	Koelen
CZV	100 ml	PE*	Aanzuren met H ₂ SO ₄ tot pH=2, koelen
olie-IR	1000 ml	glas	Koelen
PAK's	1000 ml	glas	Koelen, in donker
pH	100 ml	glas	Koelen

* PE = polyethyleen

5.3.2 Analyses

In tabel 3 is een overzicht gegeven van de uitgevoerde wateranalyses, de toegepaste analysemethoden en het laboratorium, waar de analyses zijn uitgevoerd.

Tabel 3. Analyseschema watermonsters

analyse	methode & techniek	uitgevoerd door
metalen: koper chrom nikkel lood zink cadmium	Ultrasoon-ICP/AES, ontw. NPR 6425	BCO*
zwevende stof	Gravimetrie, NEN 6484/NEN 6621	MTI
stikstof Kjeldahl	Titrimetrie, NEN 6481	MTI
chloride	Coulometrie, BCO	MTI
CZV	Titrimetrie, NEN 6633	BCO*
olie-IR	Infrarood spectrometrie, NEN 6675	BCO*
PAK's 16 EPA	HPLC-UV/Fluorescentie, Ontw. NEN 5731	MTI
pH	Electrochemie, NPR 6522	MTI

* BCO Centrum voor Onderzoek BV, Breda

De analyses, zoals vermeld in tabel 3, zijn ook uitgevoerd op de slibmonsters met uitzondering van de CZV en het zwevende stofgehalte. Daarnaast zijn de slibmonsters geanalyseerd op:

- droge stof gravimetrie NEN 5747;
- gloeirest/gloeiverlies gravimetrie NEN 5754;
- zeefkromme SCG gravimetrie ontw. NEN 5743.

De analyses zijn uitgevoerd bij MTI en BCO; beiden zijn door STERLAB erkend.

5.4 Neerslaggegevens

5.4.1 Kwantiteit

Om een indicatie te krijgen van de hoeveelheid neerslag die gedurende een bepaalde periode nabij een verkeerstunnel is gevallen wordt gebruik gemaakt van gegevens van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch instituut (KNMI).

Dit instituut presenteert maandelijks een overzicht van de neerslag in Nederland. De neerslag wordt dagelijks op een groot aantal meetstations in Nederland gemeten. Voor een indicatie van de neerslag op de plaatsen van het onderzoek worden twee meetstations in de directe omgeving van de tunnels genomen. De gevonden waarden worden gemiddeld om de meest betrouwbare waarde te vinden.

In tabel 4 wordt weergegeven welke meetstations voor welke tunnel gebruikt worden.

Tabel 4. Meetstations voor neerslaggegevens per tunnel

Naam tunnel	lokatie meetstations
Beneluxtunnel	Rotterdam Waalhaven Poortugaal
Drechtunnel	Dordrecht Barendrecht
Vlaketunnel	Kapelle Krabbendijke
Zeeburgertunnel	Amsterdam Schellingwoude

5.4.2 Kwaliteit regenwater

De samenstelling van het regenwater in Nederland wordt gerapporteerd door het Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM).

De meest recente regenwatersamenstelling is gepubliceerd in oktober 1996. Het betreft de regenwatersamenstelling over 1994.

De samenstelling van het regenwater (1994) is per tunnel weergegeven in hoofdstuk 6, tezamen met de samenstelling van het weggepompte water. Hierbij is de regenwatersamenstelling van een nabij gelegen meetstation weergegeven, zoals weergegeven in tabel 5.

Tabel 5. Meetstations regenwatersamenstelling per tunnel

Naam tunnel	meetstation
Beneluxtunnel	Rotterdam
Drechtunnel	Rotterdam
Vlaketunnel	Huybergen
Zeeburgertunnel	de Bilt

6 RESULTATEN

De resultaten van het onderzoek zullen per tunnel worden gepresenteerd in de vorm van de bewerkte primaire gegevens. De primaire gegevens zijn opgenomen in de bijlagen.

De primaire gegevens, die standaard zijn weergegeven in de bijlagen, zijn:

1. een grafische weergave van de dagelijkse neerslag en de hoeveelheid uitgeslagen water op basis van de debietmetingen;
2. een overzicht van de draaiuren van de pompen en het gemeten debiet per pomp;
3. een schema van analyseresultaten per watermonster, het debiet per periode van twee weken en bijzonderheden, die van invloed kunnen zijn op de analyse-resultaten;
4. frequentie en data van het reinigen van de tunnelwanden en van de slibverwijdering uit de zandvang. Bij het reinigen van de tunnelwanden wordt een reinigingsmiddel gebruikt van de firma S.C. Johnson Professional BV. De beschikbare informatie over dit reinigingsmiddel is opgenomen in bijlage 1.

Bij de verwerking van de primaire gegevens zijn de volgende algemene uitgangspunten gehanteerd.

- Bij de statistische verwerking van de resultaten van de wateranalyses zijn uitsluitend de analyseresultaten van representatieve monsters gebruikt.
- Bij de statistische verwerking van de resultaten van de wateranalyses zijn alle representatieve monsters meegenomen, ook de watermonsters die zijn genomen in periodes, dat de tunnels gereinigd werden en zand en slib werd afgevoerd.
- In week 5/6 is in alle watermonsters een significant afwijkende, lage zinkconcentratie aangetroffen. Hiervoor is geen verklaring te geven, ook niet na controle van het analysetraject. In verband hiermee zijn de zinkconcentraties in de watermonsters van week 5/6 niet gebruikt bij de statistische verwerking.
- De samenstelling van het weggepompte water is weergegeven in de vorm van de proportioneel gemiddelde waarde over de gehele onderzoeksperiode. De proportioneel gemiddelde waarde is als volgt berekend.
Per periode is per component de concentratie vermenigvuldigd met het debiet. De aldus berekende waarde voor alle representatieve periodes zijn gesommeerd en gedeeld door de totale hoeveelheid tunnelwater, die in de betreffende periodes zijn weggepompt.
- In de proportioneel gemiddelde waarden zijn voor sommige componenten ranges aangegeven in plaats van absolute getallen. Dit is het gevolg van het feit, dat de betreffende componenten één of meerdere malen onder de detectiegrens worden aangetroffen.
Bij de minimale waarden in de gemiddelde resultaten is de concentratie voor de betreffende component op 0 gesteld. Bij de maximale waarde is aangenomen, dat de werkelijke concentratie gelijk is aan de detectiegrens.

- Indien de hoeveelheid weggepompt water niet in alle periodes rechtstreeks is vastgesteld met behulp van de debietmeting is de totale hoeveelheid water afgeleid van de draaiuren van de pompen en het gemeten pompdebiet.

6.1 Beneluxtunnel

De primaire gegevens van de Beneluxtunnel zijn opgenomen in bijlage 2.

6.1.1 Hoeveel afgevoerd water

Bij de debietmetingen van het uitgeslagen water hebben zich problemen voorgedaan bij de plaatsing van de transducers (week 1 t/m 4) en met het vervloeien van de contactgel tussen de transducers en de afvoerleiding (week 11 t/m 14). Als gevolg hiervan is in deze periodes de debietmeting minder betrouwbaar.

De totale hoeveelheid afgevoerd water op basis van het aantal draaiuren van de pompen en het debiet per pomp bedraagt ca 700 m³ over de totale onderzoeksperiode van 24 weken.

6.1.2 Samenstelling afgevoerd water

De samenstelling van het afgevoerde water is weergegeven in tabel 6.

De gemiddelde concentraties zijn gebaseerd op 8 representatieve monsters. In de periodes, dat er problemen waren met de debietmeting (zie 6.1.1) is het monstervat overstroomd, zodat het monster niet representatief was. Tijdens de laatste bemonsteringscyclus (week 23/24) is er geen water uitgeslagen, zodat er ook geen monster is verzameld.

In de bemonsteringsperiodes week 17/18 en week 21/22 was het monstervolume te gering om alle analyses uit te voeren. Van deze monsters is het gehalte aan zwevende stof en minerale olie niet geanalyseerd.

Tabel 6. Samenstelling uitgeslagen water Beneluxtunnel.

component	eenheid	aantal representatieve monsters	concentratie	
			proportioneel gem.	regenwater
pH	-	8	7,6	4,5
CZV	mg/l	8	73	—
N-Kjeldahl	mg/l	8	4,8	1
chloride	mg/l	8	170	2,9
zwevende stof	mg/l	6	17	—
zware metalen:				
cadmium	µg/l	8	0,2-1,1	0,2
chromium	µg/l	8	6,1-7,6	0
koper	µg/l	8	52	1,9
nikkel	µg/l	8	12	1,2
lood	µg/l	8	15	4,1
zink	µg/l	7	750	13,1
PAK 6	µg/l	8	0,12	—
PAK 10	µg/l	8	0,17	—
PAK 16	µg/l	8	0,26	—
minerale olie	µg/l	6	180-190	—

6.1.3 Slibverwijdering

Tijdens de onderzoeksperiode heeft tweemaal een reiniging van de zandvang en de pompkelder plaatsgevonden, nl. in week 7/8 en week 19/20.

De slibverwijdering van 24 september (week 19/20) is door MTI in het kader van het project bemonsterd.

Op 24 september heeft een slibverwijdering plaatsgevonden in de oostbuis van de Beneluxtunnel.

Voordat de zandvang wordt gelegeerd, wordt het bovenstaande water opgepompt en met een tankwagen afgevoerd. Vervolgens wordt het resterende slib van de bodem verwijderd. In totaal is tijdens de werkzaamheden ca. 3 m³ slib opgepompt, waarvan het bovenstaande water is afgelaten in de zandvang. Het slib wordt in een depot gestort. Aangezien de afgevoerde hoeveelheid slib niet is gewogen en het onbekend is hoeveel water is afgelaten uit de tankwagen is de slibhoeveelheid van 3 m³ slechts een ruwe schatting.

Tijdens het verwijderen van het slib is uit de zandvang op twee plaatsen een slibmonsters genomen. Van de twee slibmonsters is één mengmonster samengesteld en geanalyseerd. De samenstelling van het slib is weergegeven in tabel 7.

Tabel 7. Samenstelling slib Benelux-tunnel.

component	eenheid	waarde
droge stof	% (m/m)	35
gloeiverlies	% van ds	15
SCG-zeefkromme:		
< 2 μm	% min. delen	7
< 16 μm	% min. delen	13
< 25 μm	% min. delen	17
< 32 μm	% min. delen	17
< 50 μm	% min. delen	22
< 63 μm	% min. delen	24
< 125 μm	% min. delen	35
< 250 μm	% min. delen	57
< 500 μm	% min. delen	79
< 1,0 mm	% min. delen	94
< 2,0 mm	% min. delen	100
N-Kjeldahl	mg/kg ds	3600
chloride	mg/kg ds	1500
zware metalen:		
cadmium	mg/kg ds	4,1
chromium	mg/kg ds	100
koper	mg/kg ds	430
nikkel	mg/kg ds	66
lood	mg/kg ds	380
zink	mg/kg ds	2700
PAK 6		23
PAK 10	mg/kg ds	38
PAK 16	mg/kg ds	57
minerale olie	mg/kg ds	9300

6.2 Drechtunnel

De primaire gegevens van de Drechtunnel zijn opgenomen in bijlage 3.

6.2.1 Hoeveelheid afgevoerd water

Bij de debietmetingen van het uitgeslagen water hebben zich in de Drechtunnel geen problemen voorgedaan. De totale gemeten waterafvoer bedraagt ca 9445 m³.

Uit het dagelijkse afvoerpatroon (bijlage 3) blijkt dat er dagelijks water wordt weggepompt, ook wanneer er geen neerslag is. Dit blijkt het gevolg te zijn van infiltratie van grondwater door de tunnelwanden. Het infiltratiewater van de toeritten wordt via de hoofdpompkelder afgevoerd naar het oppervlaktewater.

6.2.2 Samenstelling afgevoerd water

De samenstelling van het afgevoerde water is samengevat in tabel 8. De gemiddelde concentraties zijn gebaseerd op 10 representatieve monsters. In twee meetperiodes is het monstervat overstroomd, zodat het monster niet representatief was.

Tabel 8. Samenstelling uitgeslagen water Drechtunnel.

component	eenheid	aantal representatieve monsters	concentratie	
			proportioneel gem.	regenwater
pH	-	10	7,7	4,5
CZV	mg/l	10	72	—
N-Kjeldahl	mg/l	10	6,7	1
chloride	mg/l	10	390	2,9
zwevende stof	mg/l	10	68	—
zware metalen:				
cadmium	µg/l	10	0,7-1,3	0,2
chrom	µg/l	10	7,1-11	0
koper	µg/l	10	68	1,9
nikkel	µg/l	10	5,8-9,1	1,2
lood	µg/l	10	65	4,1
zink	µg/l	9	510	13,1
PAK 6	µg/l	10	0,41	—
PAK 10	µg/l	10	0,55	—
PAK 16	µg/l	10	0,89	—
minerale olie	µg/l	10	190-210	—

6.2.3 Slibverwijdering

Tijdens de onderzoeksperiode heeft driemaal een reiniging van de zandvang en de pompkelder plaatsgevonden, nl. in week 5/6, week 15/16 en week 23/24. De slibverwijdering van 9 september (week 15/16) is door MTI in het kader van het project bemonsterd.

De slibverwijdering in de Drechtunnel wordt in twee gedeeltes uitgevoerd. In de hoofdpompkelder bevinden zich twee zandvangen, waarvan er één per keer wordt geleegd. De andere zandvang wordt bij de volgende slibverwijdering geleegd. De keldervloer van de hoofdpompkelder en de zandvang van de middenkelder worden bij iedere slibverwijdering schoongemaakt.

Voordat de zandvang wordt geleegd, wordt het bovenstaande water via een afsluiter in de zijwand van de zandvang afgelaten naar de pompkelder en weggepompt.

Vervolgens wordt het bezonken materiaal weggezogen in een tankwagen en wordt de zandvang gereinigd met spoelwater. Ook het spoelwater wordt opgezogen in de tankwagen. Na bezinking in de tankwagen wordt het bovenstaande water uit de tankwagen afgelaten in de zandvang. Het bezonken materiaal wordt overgebracht naar Zandrecycling Nederland te Poeldijk. Uit weging bij Zandrecycling Nederland bleek, dat tijdens deze slibverwijdering 6580 kg slib is afgevoerd.

Tijdens het schoonmaken van de bodem van de zandvang zijn twee steekmonsters genomen. Uit de twee steekmonsters is een mengmonster samengesteld en geanalyseerd. Aangezien het bovenstaande water uit de tankauto is afgelaten kan de samenstelling van het slibmonster afwijken van de samenstelling van het slib, dat is afgevoerd. De samenstelling van het slib is weergegeven in tabel 9.

Tabel 9. Samenstelling slib Drechtunnel

component	eenheid	waarde
droge stof	% (m/m)	33
gloeiverlies	% van ds	24
SCG-zeefkromme:		
< 2 μm	% min. delen	14
< 16 μm	% min. delen	34
< 25 μm	% min. delen	41
< 32 μm	% min. delen	44
< 50 μm	% min. delen	55
< 63 μm	% min. delen	59
< 125 μm	% min. delen	75
< 250 μm	% min. delen	92
< 500 μm	% min. delen	96
< 1,0 mm	% min. delen	99
< 2,0 mm	% min. delen	100
N-Kjeldahl	mg/kg ds	4300
chloride	mg/kg ds	810
zware metalen:		
cadmium	mg/kg ds	5
chromium	mg/kg ds	87
koper	mg/kg ds	920
nikkel	mg/kg ds	46
lood	mg/kg ds	680
zink	mg/kg ds	2900
PAK 6	mg/kg ds	26
PAK 10	mg/kg ds	37
PAK 16	mg/kg ds	53
minerale olie	mg/kg ds	12000

6.3 Vlaketunnel

De primaire gegevens van de Vlaketunnel zijn opgenomen in bijlage 4.

6.3.1 Hoeveelheid afgevoerd water

Bij de debietmetingen in de Vlaketunnel hebben zich geen problemen voorgedaan. De totale gemeten waterafvoer tijdens de onderzoeksperiode bedraagt ca 1664 m³.

6.3.2 Samenstelling afgevoerd water

De gemiddelde samenstelling van het afgevoerde water is samengevat in tabel 10. Alle monsters van de Vlaketunnel zijn representatief.

Bij de berekening van de gemiddelde samenstelling zijn ook de analyseresultaten meegenomen van week 23/24. In deze periode is slib verwijderd en was de concentratie van alle verontreinigingen significant hoger dan in de andere periodes.

Tabel 10. Samenstelling uitgeslagen water Vlaketunnel.

component	eenheid	aantal representatieve monsters	concentratie	
			proportioneel gem.	regenwater
pH	-	12	7,7	4,8
CZV	mg/l	12	120	-
N-Kjeldahl	mg/l	12	3,4	1,1
chloride	mg/l	12	94	2,4
zwevende stof	mg/l	12	110	-
zware metalen:				
cadmium	µg/l	12	0,8-1,5	0,2
chrom	µg/l	12	12-14	-
koper	µg/l	12	74	1,3
nikkel	µg/l	12	7,9-10	-
lood	µg/l	12	73	4,1
zink	µg/l	11	600	13,1
PAK 6	µg/l	12	0,55	-
PAK 10	µg/l	12	0,75	-
PAK 16	µg/l	12	1,08	-
minerale olie	µg/l	12	230	-

6.3.3 Slibverwijdering

De slibverwijdering vindt in de Vlaketunnel twee keer per jaar plaats. De laatste slibverwijdering vóór de onderzoeksperiode heeft op 1 t/m 5 april plaatsgevonden.

De slibverwijdering bij de Vlaketunnel wordt verdeeld over drie tot vier dagen. Tijdens de onderzoeksperiode heeft de slibverwijdering plaatsgevonden in de periode 31 oktober - 2 november. Op 31 oktober zijn de goten en de putten geleegd. Hierbij is 5780 kg slib afgevoerd. Op 1 november zijn de beide zandvangen van de hoofdpompkelders geleegd. De zandvangen strekken zich uit over de gehele breedte van de tunnel. Alvorens het slib uit de zandvang te verwijderen wordt het bovenstaande water afgepompt naar de pompkelder. Hierbij wordt ook een gedeelte van het slib meegevoerd. Tijdens het afvoeren van het bovenstaande water uit de zandvang zijn de pompen in de hoofdpompkelder bijna continu in bedrijf. Vervolgens wordt het slib van de bodem van de zandvang met een kolkenzuiger overgebracht in een tankwagen.

Tijdens het overbrengen van het slib zijn twee steekmonsters van de bodem van de zandvang genomen. Van deze steekmonsters is op het laboratorium een mengmonster samengesteld. Het mengmonster is geanalyseerd.

Nadat de zandvang is geleegd wordt het bovenstaande water uit de tankwagen afgelaten in de hoofdpompkelder. Als gevolg hiervan kan de samenstelling van het afgevoerde slib enigszins afwijken van het bemonsterde slib. In totaal is van beide zandvangers 4760 kg slib afgevoerd.

Op 2 november zijn de vloeren schoongemaakt, waarbij een geringe hoeveelheid slib is afgevoerd.

Het slib wordt afgevoerd naar Zandrecycling Nederland, regio Botlek. De tankwagens worden gewogen.

De samenstelling van het slib is weergegeven in tabel 11.

Tabel 11. Samenstelling slib Vlaketunnel

component	eenheid	waarde
droge stof	% (m/m)	52
gloeiverlies	% van ds	11
SCG-zeefkromme:		
< 2 μm	% min. delen	6
< 16 μm	% min. delen	11
< 25 μm	% min. delen	13
< 32 μm	% min. delen	13
< 50 μm	% min. delen	17
< 63 μm	% min. delen	20
< 125 μm	% min. delen	37
< 250 μm	% min. delen	71
< 500 μm	% min. delen	88
< 1,0 mm	% min. delen	96
< 2,0 mm	% min. delen	100
N-Kjeldahl	mg/kg ds	2500
chloride	mg/kg ds	160
zware metalen:		
cadmium	mg/kg ds	1,8
chrom	mg/kg ds	37
koper	mg/kg ds	190
nikkel	mg/kg ds	20
lood	mg/kg ds	220
zink	mg/kg ds	860
PAK 6	mg/kg ds	5
PAK 10	mg/kg ds	8,8
PAK 16	mg/kg ds	12
minerale olie	mg/kg ds	3500

6.4 Zeeburgertunnel

De primaire gegevens van de Zeeburgertunnel zijn opgenomen in bijlage 5.

6.4.1 Hoeveelheid afgevoerd water

De totale hoeveelheid afgevoerd water op basis van het aantal draaiuren van de pompen bedraagt ca 1100 m³. Dit komt goed overeen met de gemeten hoeveelheid (in 10 periodes) plus de hoeveelheid water op basis van de draaiuren van de pompen in de resterende 2 periodes (week 7 t/m 10).

6.4.2 Samenstelling afgevoerd water

De samenstelling van het afgevoerde water is weergegeven in tabel 12.

De gemiddelde concentraties zijn gebaseerd op 10 representatieve monsters. In de periodes, dat de debietmeting niet goed functioneerde waren de monsters niet representatief. Tijdens de gehele onderzoeksperiode was het aantal afgegeven pulsen van de debietmeting tweemaal zo groot als het aantal pulsen van de monstername-apparatuur. Dit is te beschouwen als een kenmerk van de combinatie pompdebiet-monstername-apparatuur. De monsternamecyclus neemt meer tijd in beslag dan de tijdsperiode tussen twee pulsen van de debietmeter. De monstername-apparatuur heeft gefunctioneerd met een teller/deler verhouding van 1/2, zodat de monsters volume-proportioneel genomen zijn.

Tabel 12. Samenstelling uitgeslagen water Zeeburgertunnel

component	eenheid	aantal representatieve monsters	concentratie	
			proportioneel gem.	regenwater
pH	-	10	7,7	5
CZV	mg/l	10	100	—
N-Kjeldahl	mg/l	10	3,4	1,2
chloride	mg/l	10	220	2,4
zwevende stof	mg/l	10	10	—
zware metalen:				
cadmium	µg/l	10	0,0-1,0	0,1
chrom	µg/l	10	3,4-6,8	—
koper	µg/l	10	57	1,9
nikkel	µg/l	10	6,8	—
lood	µg/l	10	6,8-9,0	4,1
zink	µg/l	9	380	13,1
PAK 6	µg/l	10	0,00-0,08	—
PAK 10	µg/l	10	0,00-0,10	—
PAK 16	µg/l	10	0,00-0,17	—
minerale olie	µg/l	10	78-94	—

6.4.3 Slibverwijdering

Op 22 en 23 juli is slib verwijderd uit de Zeeburgertunnel. De werkzaamheden werden over twee dagen verdeeld. Op 22 juli is de slibverwijdering door MTI gevolgd en is er een slibmonster genomen. Op die dag werd de Oostbuis van de tunnel gereinigd. In de Oostbuis bevinden zich drie zandvangen. De zandvangen en de keldervloer van de hoofdpompkelder aan de Noordzijde werden gereinigd. Op 23 juli is de Westbuis gereinigd. Na afdalen van het bovenstaande water werd het slib uit de zandvang onder vacuüm in een tankwagen gebracht. De vloer van de hoofdpompkelder werd schoongespoten met een hogedrukreiniger. Het spoelwater werd eveneens overgepompt in de tankwagen.

Het bovenstaande water in de tankwagen, dat grotendeels bestaat uit spoelwater, wordt afgelaten in de tunnel en komt weer in de zandvang terecht. Het resterende slib wordt gestort in een depot nabij de tunnel. De tankwagen wordt vóór en na slibinname niet gewogen. Geschat wordt, dat op beide dagen 1,5 - 2 m³ slib in het depot is gestort. Het slib uit de zandvang is bemonsterd tijdens het overpompen. Ook is er een slibmonster genomen tijdens het schoonspuiten van de zandvang en de kelder.

De samenstelling van het slib, zoals dat werd overgepompt naar de tankwagen is weergegeven in tabel 13.

Tabel 13. Samenstelling slib Zeeburgertunnel

component	eenheid	waarde
droge stof	% (m/m)	29
gloeiverlies	% van ds	27
SCG-zeefkromme:		
< 2 µm	% min. delen	20
< 16 µm	% min. delen	43
< 25 µm	% min. delen	50
< 32 µm	% min. delen	52
< 50 µm	% min. delen	63
< 63 µm	% min. delen	65
< 125 µm	% min. delen	72
< 250 µm	% min. delen	87
< 500 µm	% min. delen	97
< 1,0 mm	% min. delen	100
< 2,0 mm	% min. delen	100
N-Kjeldahl	mg/kg ds	5700
chloride	mg/kg ds	18000
zware metalen:		
cadmium	mg/kg ds	6
chromium	mg/kg ds	80
koper	mg/kg ds	650
nikkel	mg/kg ds	44
lood	mg/kg ds	630
zink	mg/kg ds	3400
PAK 6	mg/kg ds	45
PAK 10	mg/kg ds	110
PAK 16	mg/kg ds	160
minerale olie	mg/kg ds	57000

7 BESPREKING VAN DE RESULTATEN

7.1 Kwantiteit uitgeslagen water in relatie tot de neerslag

In tabel 14 is per tunnel de hoeveelheid opgevangen water berekend op basis van de totale neerslag tijdens de onderzoeksperiode en het verhard oppervlak. De theoretische hoeveelheid regenwaterafvoer is vergeleken met de gemeten hoeveelheid uitgeslagen water.

Tabel 14. Kwantiteit uitgeslagen water vs. neerslaggegevens

tunnel		Benelux	Drecht	Vlake	Zeeburger
neerslag	eenheid mm	343	354	338	328
verhard opp.	ha	0,7	1,2	0,5	0,8
RWA*	m ³	2.400	4.215	1.690	2.753
hoeveelheid uitgeslagen water	m ³	700	9.445	1.664	1.075
vangstpercentage	%	29	224	100	39

* RWA = regenwaterafvoer

Het vangstpercentage in de Beneluxtunnel bedraagt ca. 29%.

In de Drechtunnel wordt meer water uitgeslagen dan op grond van de neerslag verwacht mag worden. De reden hiervan is de infiltratie van grondwater door de wanden van de tunnel. De hoeveelheid infiltratiewater kan worden geschat op basis van de hoeveelheid uitgeslagen water in periodes zonder regenval. Deze hoeveelheid bedraagt ca. 40 m³/dag. Wanneer de hoeveelheid uitgeslagen water wordt gecorrigeerd voor het infiltratiewater bedraagt de waterafvoer ten gevolge van neerslag ca. 2725 m³. Dit betekent een vangstpercentage van 65%.

Het vangstpercentage in de Vlaketunnel en de Zeeburgertunnel bedraagt tijdens de onderzoeksperiode respectievelijk 100% en ca 39%.

Op grond van de verzamelde gegevens kan worden geconcludeerd, dat onder normale meteorologische condities het vangstpercentage bij tunnelingen 30 - 100% bedraagt. Het resterende water zal verdampen als gevolg van het grote oppervlak (opsppen en/of verstuiwen).

De grote variatie in het vangstpercentage is niet te verklaren uit het type wegdek. In het kader van dit onderzoek is het niet mogelijk gebleken vast te stellen, welke factoren van invloed zijn op het vangstpercentage.

7.2 Samenstelling uitgeslagen water in relatie tot specifieke tunnelkenmerken.

De gemiddelde samenstelling van het uitgeslagen water is in tabel 15 weergegeven in relatie tot een aantal specifieke tunnelkenmerken, nl.

- type wegdek (DAB, ZOAB of combinatie);
- wegmeubilair in de tunnelingang;
- verkeersintensiteit.

In tabel 15 is de gemiddelde samenstelling van het tunnelafstroomwater op twee manieren weergegeven:

- a. als proportioneel gemiddelde van alle representatieve monsters, d.w.z. inclusief de watermonsters, die zijn genomen tijdens de periodes, dat er slib is afgelaten;
- b. als proportioneel gemiddelde van alle representatieve monsters tijdens de periodes, dat er geen slib wordt afgelaten.

Het verschil in de beide proportionele gemiddelde waarden geeft inzicht in het effect van de slibverwijdering op de waterkwaliteit per tunnel.

Wanneer bepaalde verontreinigingen onder de detectiegrens aanwezig waren, is er bij de berekening van uit gegaan, dat de concentratie gelijk is aan de detectiegrens (worst case). Voor de overzichtelijkheid van de gegevens zijn een aantal primaire gegevens in tabel 15 samengevoegd: de somparameter van cadmium, chroom en nikkel en de somparameter PAK 16.

Uit tabel 15 blijkt, dat er geen eenduidige relatie aanwezig is tussen de samenstelling van het uitgeslagen water en de tunnelkenmerken.

7.2.1 Invloed type wegdek

Het type wegdek is niet eenduidig van invloed op de samenstelling van het uitgeslagen water. Het water van de Beneluxtunnel, waar het wegdek van de toeritten volledig uit DAB bestaat is minder verontreinigd dan het water van de Drecht- en de Vlaketunnel, waar het wegdek voor 50% uit DAB en voor 50% uit ZOAB bestaat.

Het uitgeslagen water van de Zeeburgertunnel (volledig ZOAB) lijkt het minst vervuild. Dit kan het gevolg zijn van de filterwerking van ZOAB. Dit verschijnsel is gerapporteerd bij het RIZA-onderzoek naar de kwaliteit van afstroomwater van snelwegen. (ref. 1). Het zwevende stofgehalte in het uitgeslagen water van de Zeeburgertunnel is laag, waardoor ook de concentratie van de verontreinigingen, die veelal deeltjes gebonden voorkomen, zoals metalen en organische componenten laag is. Bij de interpretatie van deze gegevens moet er echter rekening mee worden gehouden, dat er tijdens de periode van slibverwijdering in de Zeeburgertunnel geen representatief watermonster is genomen.

Wanneer de waterkwaliteit van de Zeeburgertunnel wordt vergeleken met de kwaliteit van het water van de andere tunnels over de periodes, dat er geen slib wordt verwijderd blijkt er geen significant verschil te bestaan tussen de kwaliteit van het water van de vier bemonsterde tunnels.

Tabel 15. Relatie gemiddelde samenstelling uitgeslagen water en tunnelkenmerken.

tunnel		Benelux	Drecht		Flake	Zeeburger	
type wegdek	DAB/ZOAB	DAB	DAB 50% ZOAB 50%		DAB 50% ZOAB ¹⁾ 50%	ZOAB	
verkeersintensiteit	x1000/week	591	720		213	623	
wegmeubilair	type	geen	vangrails verzinkt		vangrails verzinkt	geen	
		gemiddelde concentratie					
	eenheid	totale onderzoek	excl. periodes met slibafvoer	totale onderzoek	excl. periodes met slibafvoer	totale onderzoek	excl. periodes met slibafvoer
CZV	mg/l	73	84	72	57	120	100
zwevende stof	mg/l	17	20	68	21	110	10
N-Kjeldahl	mg/l	5	6	7	6,2	3	3
chloride	mg/l	170	241	390	197	94	220
zware metalen:							
Cd, Cr, Ni	µg/l	21	23	21	14	26	15
koper	µg/l	52	52	68	30	74	57
lood	µg/l	15	14	65	22	73	9
zink	µg/l	750	622	510	258	600	370
PAK 16	µg/l	0,26	0,20	0,89	0,34	1,08	0,17
minerale olie	µg/l	190	88	210	59	230	94

¹⁾ Vanaf 19-08-1996; voordien volledig DAB.

7.2.2 *Invloed van de verkeersintensiteit*

De verkeersintensiteit blijkt geen invloed te hebben op de samenstelling van het uitgeslagen water. De concentraties aan verontreinigingen in de Drecht- en de Vlaketunnel liggen in dezelfde orde van grootte, terwijl de verkeersintensiteit sterk verschilt, nl. 213.000 en 720.000 voertuigen/week. Opvallend is, dat de concentratie aan PAK's en minerale olie waarvan de bron gezocht moet worden in verkeersemisies, relatief hoog zijn in het water van de Vlaketunnel, waar de verkeersintensiteit laag is.

7.2.3 *Invloed van het wegmeubilair*

In de Drechtunnel en de Vlaketunnel zijn verzinkte vangrails geplaatst op het verharde oppervlak. Het is de verwachting, dat als gevolg van aantasting van het wegmeubilair een verhoogd zinkgehalte wordt aangetroffen in het tunnelwater. Het zinkgehalte van het water in deze tunnels is hoger dan het zinkgehalte van het water in de Zeeburgertunnel, waar geen verzinkt wegmeubilair is geïnstalleerd. Daar staat tegenover, dat het zinkgehalte in de Beneluxtunnel, waar ook geen verzinkt wegmeubilair aanwezig is, hoger is dan het gehalte in de Drechtunnel en de Vlaketunnel.

7.2.4 *Invloed van slibverwijdering*

Afhankelijk van de reinigingsprocedure kan tijdens het verwijderen van slib uit de tunnels de kwaliteit van het uitgeslagen water negatief worden beïnvloed, bijvoorbeeld door het afvoeren van het bovenstaande water uit de zandvang en uit de tankwagens naar de hoofdpompkelder. Uit de gegevens van tabel 15 blijkt het slibverwijderen een significante invloed te hebben op de totale gemiddelde samenstelling van het water in de Drechtunnel en de Vlaketunnel. De slibverwijdering in de Beneluxtunnel heeft nauwelijks invloed op de waterkwaliteit. Dit is waarschijnlijk het gevolg van de gevolgde procedure voor slibverwijdering in de Beneluxtunnel, waar het bovenstaande water van de zandvang per tankwagen is afgevoerd.

Tabel 15 geeft voorts aan, dat de samenstelling van het uitgeslagen water van de vier tunnels geen grote variatie vertoont, wanneer de periodes dat er slib wordt verwijderd niet worden meegenomen bij de berekening van het proportionele gemiddelde.

7.2.5 *Invloed wanden wassen*

In de bijlagen 2 t/m 5 is per tunnel aangegeven, wanneer de wanden en/of de profielen zijn gewassen. In de bijlagen 2 t/m 5 zijn tevens alle analyseresultaten vermeld van de twee-wekelijkse watermonsters.

Uit deze gegevens blijkt, dat de samenstelling van de twee-wekelijkse watermonsters niet significant wordt beïnvloed door het wassen van de wanden.

Waarschijnlijk komen de verontreinigingen, die worden afgezet op de tunnelwanden, hoofdzakelijk voor in deeltjesvorm, bv door adsorptie aan roetdeeltjes.

De deeltjes, die met het wassen van de wanden worden verwijderd, kunnen bezinken in de zandvang. Dit is een mogelijke verklaring voor de constatering, dat het wassen van de tunnelwanden geen negatieve invloed heeft op de waterkwaliteit.

7.3 Vuilvrachten van de vier bemonsterde tunnels

Naast de concentratie aan verontreinigingen is ook de vuilvracht van het tunnelwater voor het water, waarop wordt geloosd en de totale vuilvracht voor het milieu (water en slib) van belang. De vuilvrachten kunnen additionele informatie verschaffen over de verschillen tussen de bemonsterde tunnels.

In tabel 16 zijn de totale vuilvracht en de vuilvracht van het tunnelwater per tunnel weergegeven. De vuilvrachten van het tunnelwater zijn berekend op basis van de proportioneel gemiddelde concentraties van alle representatieve monsters. Wanneer bepaalde verontreinigingen onder de detectiegrens aanwezig waren, is er bij de berekening van uitgegaan, dat de concentratie gelijk is aan de detectiegrens. De totale jaarlijkse vuilvracht is indicatief berekend op basis van de vuilvracht van het tunnelwater en de vuilvracht van het slib, dat naar een depot is afgevoerd.

De vuilvracht van het slib is afgeleid van de slibbemonsteringen, de slibanalyses en de frequentie van het verwijderen van het slib. De berekening van de vuilvracht van het slib is zeer indicatief, omdat slechts één slibbemonstering per tunnel is uitgevoerd. Bovendien is de hoeveelheid afgevoerd slib van de Beneluxtunnel en de Zeeburgertunnel niet door weging vastgesteld, maar is het afgevoerde volume geschat. De massa van het slib, dat in deze tunnels is afgevoerd, is berekend uit het geschatte volume en de soortelijke massa van het slib, waarbij ervan is uitgegaan, dat water een soortelijke massa van 1 kg/dm^3 heeft en de vast bestanddelen een soortelijke massa van 2 kg/m^3 .

Uit tabel 16 blijkt, dat de vuilvracht van het uitgeslagen water in hoge mate afhankelijk is van de hoeveelheid uitgeslagen water. Dit is duidelijk te zien aan de vuilvracht van het water van de Drechttunnel. Als gevolg van de infiltratie van grondwater door de tunnelwand wordt dagelijks ca. 40 m^3 extra water afgepompt. De toevoer van het infiltratiewater leidt echter nauwelijks tot een verlaging van de concentraties in het uitgeslagen water, zodat de vuilvracht van de Drechttunnel op het water, waarop wordt geloosd, vele male hoger is dan die van de andere tunnels.

Ook de totale vuilvracht van de Drechttunnel is aanzienlijk hoger dan die van de andere tunnels. Dit geldt met name voor de oplosbare componenten (N-kjeldahl, chloride) en de zware metalen. Het is opmerkelijk, dat de vuilvracht van de componenten waarvan de bron exclusief gezocht moet worden in verkeersemisies (PAK's en minerale olie) in dezelfde orde van grootte ligt als die van tunnels met een vergelijkbare verkeersintensiteit (Beneluxtunnel en Zeeburgertunnel).

Vanwege de afwijkende condities bij de Drechttunnel als gevolg van de vermenging met infiltratiewater zijn de vuilvrachten van deze tunnel niet vergeleken met die van de andere tunnels.

Tabel 16. Jaarlijkse totale vuilvracht en vuilvracht naar het oppervlaktewater van de vier bemonsterde tunnels. De vuilvracht is per tunneluitgang berekend.

tunnel		Benelux	Drecht	Vlake	Zeeburger
type wegdek	DAB/ZOAB	DAB	DAB 50% ZOAB 50%	DAB 50% ZOAB 50%	ZOAB
verkeersintensiteit	x1000/week	591	720	213	623
wegmeubilair	type	geen	vangrails verzinkt	vangrails verzinkt	geen
	eenheid				
silbafvoer (nat)	kg/jaar	16.000	19.700	10.500	10.320
d.s. gehalte silb	%	33	33	52	29
silbproductie	kg/jaar	5.300	6.500	5.500	3.000
vuilvracht		totaal	totaal	totaal	totaal
			water	water	water
N-Kjeldahl chloride	kg/jaar	26	164	27	25
	kg/jaar	266	8.010	340	560
zware metalen:					
Cd, Cr, Ni	kg/jaar	930	1.330	420	425
koper	kg/jaar	2.360	7.380	1.320	2.080
lood	kg/jaar	2.040	5.750	1.470	1.910
zink	kg/jaar	15,4	29	6,7	11
			10	2	0,9
PAK 16	g/jaar	303	363	70	480
minerale olie	kg/jaar	50	82	20	171
			18	4	0,4
			4,4	0,8	0,2

¹⁾ Vanaf 19-8-1996: voordien volledig DAB

7.3.1 *Invloed type wegdek*

De totale vuilvrachten van de Beneluxtunnel en de Zeeburgertunnel liggen in dezelfde orde van grootte. Deze tunnels zijn vergelijkbaar met betrekking tot de verkeersintensiteit en het wegmeubilair. Voor het verklaren van verschillen in de vuilvrachten van de individuele componenten van deze tunnels kan in eerste instantie worden gedacht aan de invloed van het type wegdek. Tabel 16 geeft aan, dat de vuilvrachten aan zware metalen hoger is wanneer het wegdek uit DAB bestaat (Beneluxtunnel). De totale vuilvrachten van organische verontreinigingen, minerale olie en PAK's, zijn bij ZOAB echter hoger dan bij DAB.

7.3.2 *Invloed verkeersintensiteit*

De verkeersintensiteit van de Vlaketunnel is een factor 3 lager dan de verkeersintensiteit van de Beneluxtunnel en de Zeeburgertunnel.

De totale vuilvracht van de Vlaketunnel geeft per groep van componenten verschillen te zien in vergelijking met de andere tunnels. De vuilvracht aan zware metalen, N-Kjeldahl en chloride ligt in dezelfde orde van grootte als, of is enigszins lager dan die van de Beneluxtunnel en de Zeeburgertunnel. Dit wijst erop, dat deze verontreinigingen niet rechtstreeks zijn gerelateerd aan verkeersemmissies.

De totale vuilvrachten van PAK's en minerale olie zijn in de Vlaketunnel een factor 2,5 - 7 lager dan de vuilvrachten van deze componenten in de Beneluxtunnel en de Zeeburgertunnel. Dit wijst erop dat het vrijkomen van deze organische verontreinigingen rechtstreeks is gerelateerd aan de verkeersintensiteit.

7.3.3 *Invloed wegmeubilair*

Uit tabel 16 blijkt, dat er geen eenduidige relatie bestaat tussen de aanwezigheid van verzinkt wegmeubilair en de totale zinkvracht.

8 CONCLUSIES

In opdracht van de Bouwdienst Rijkswaterstaat is gedurende een aaneengesloten periode van 24 weken het uitgeslagen water van vier verkeerstunnels proportioneel bemonsterd en geanalyseerd. Uit de resultaten van het onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- De concentratie aan verontreinigende componenten in de proportionele monsters kan niet eenduidig worden gerelateerd aan de tunnelkenmerken:
 - type wegdek (DAB/ZOAB);
 - wegmeubilair;
 - verkeersintensiteit.
- Het wassen van de tunnelwanden heeft geen aantoonbare invloed op de kwaliteit van het tunnelwater, dat wordt weggepompt.
- Het uitvoeren van een slibverwijderingsprocedure heeft een negatieve invloed op de kwaliteit van het uitgeslagen water als gevolg van meesleep van lichte deeltjes met daaraan gebonden verontreinigingen. De kwaliteit van proportionele mengmonsters van periodes zonder slibverwijdering is voor de vier bemonsterde tunnels redelijk vergelijkbaar.
- De vuilvracht van het uitgeslagen water wordt vooral bepaald door de hoeveelheid uitgeslagen water en in veel mindere mate door de concentratie van de verontreinigingen.
- De totale vuilvracht (slib + water) van de tunnels wordt voor het merendeel afgevoerd met het slib en komt niet in het water terecht. Alleen redelijk tot goed oplosbare componenten, zoals stikstof en chloride, worden hoofdzakelijk met het water afgevoerd.

De vuilvrachten aan zware metalen blijken nauwelijks gerelateerd te zijn aan de verkeersintensiteit. De vuilvrachten aan organische verontreinigingen lijken wel gerelateerd te zijn aan de verkeersintensiteit.
- Het vangstpercentage van neerslag bij tunnelingen bedraagt 30 - 100% bij normale meteorologische omstandigheden.

9 REFERENTIES

1. R.P.M. Berber, G.B.J. Rijs en M.W. Brouwer.
Behandeling afstromend wegwater van snelwegen.
RIZA Nota nr. 96.017, 1996.
2. Verkeersgegevens jaarrapport 1995 Ministerie van Verkeer en Waterstaat,
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat,
Adviesdienst Verkeer en Vervoer.
3. Maandoverzicht en neerslag en verdamping in Nederland.
jaar 1996, MONV-bulletin KNMI.
4. M.H.M. Somhorst en A.R. Stolk.
Landelijk meetnet Regenwatersamenstelling. Meetresultaten 1994.
Rapport nr. 723101027.

BIJLAGE 1: Informatie reinigingsmiddel verkeerstunnels

S.C. Johnson Professional B.V.
Postbus 22
3640 AA Mijdrecht, Nederland
Telefoon: 02979-92500
Contact: R.F. Van der Wal
Alarmnummer:

VEILIGHEIDSinFORMATIEBLAD

1. PRODUKT IDENTIFIKATIE	MERKNAAM:	JONCLEAN 122	Revisie:		
	PRODUKT CODE:	675650/4	Datum Van Uitgifte:	06/04/93	
			Vervangen:	14/03/91	
	ARTIKELNUMMER:	137390/137400/137410			
	WIJZIGINGEN SINDE DE LAATSTE		Wijzigingen zijn gemaakt op de volgende secties: Geen		
	REVISIE:		belangrijke wijzigingen.		
2. SAMENSTELLING/ INFORMATIE VAN BESTANDDELEN	SAMENSTELLING	GEWICHT	CAS #	BLOOTSTELLINGS LIMIET	
				8 Duz (TWA)	15 Minuten (T)
	TRISODIUM NITRIL	5-10		ND	ND
	TRIACETATE (*)				
	ETHOXYLATED LINEAR	1-5	68439-45-2	ND	ND
	ALCOHOL (**)				
	ALKYL POLYGLYCOL ETHER	1-5		ND	ND
	AMMONIUM SULPHATE (***)				
	SODIUM METASILICATE	1-5	6834-92-0	ND	ND
	[****]				
WATER	65-80		ND	ND	
	(*)Classificatie: IRRITEREND.		(R36) Irriterend voor de ogen.		
	(**)Classificatie: SCHADELIJK.		(R22) Schadelijk bij opname door de mond.		
			(R36) Irriterend voor de ogen.		
			(R36) Irriterend voor de huid.		
	[***]Classificatie: IRRITEREND.		(R36) Irriterend voor de ogen.		
	[****]Classificatie: NIJEND.		(R34) Veroorzaakt brandwonden.		
3. RISICO'S	GEZONDHEIDSGEVAREN:	Irriterend bij huidcontact. Irriterend bij oogcontact			
		Irriterend bij inslikken.			
	SYMPTOMEN				
	INADEMING :	Spray-nevel, mist of damp kan irritatie veroorzaken a.			
		ademhalingswegen.			
	HUID :	Direkt contact kan irritatie veroorzaken.			
	OGEN :	Direct contact can cause severe irritation and possib			
		irreversible damage.			
	IN/VERSLIKKEN :	Kan door bijtende werking schade veroorzaken.			
	GEVAREN VOOR MENS EN MATERIAAL:	Niet vastgesteld.			
MILIEUGEVAREN:	Niet bekend van dit produkt.				
4. EERSTE HULP MAATREGELEN	INADEMEN :	Bij ademhalingsproblemen, arts waarschuwen. Slachtoff			
		frisse lucht brengen.			
	HUID :	Onmiddellijk met veel water uitspoelen, tenminste 20			
		minuten. Bij aanhoudende irritatie arts waarschuwen.			
	OGEN :	Ogen minimaal 20 minuten spoelen met veel water.			
		Onmiddellijk arts waarschuwen.			
	INSLIKKEN :	Drink water of melk (minstens 1/4 liter). Bij dit pro			
		moet bij medische behandeling rekening worden gehoude			
		met de mogelijkheid tot bijtende wonden aan mond, kee			
		en buik.			
5. BRAND- BESTRIJDINGS-	BRANDBLOSMIDDEL:	Geen speciale eisen.			
	SPECIALE WAARSCHUWING:	Draag geschikte beschermende kleding. Aan het vuur			

VEILIGHEIDSGINFORMATIEBLAD

Produkt Code: 675650/4

11. (cont.)	INSLIKKEN:	Bijtend voor slokdarmweefsel.
12. ECOLOGISCHE INFORMATIE	VIS TOXICITEIT (LC50): MGK (DUITSE WATERVERVUILING KLASSE): BIOLOGISCH AFBREEKBAAR:	Geen gegevens beschikbaar. Niet bekend van dit produkt. Geen gegevens beschikbaar.
13. INSTRUKTIES VOOR VERWIJDERING	PRODUKT AFVALVERWERKING: CONTAINER - AFVALVERWERKING: ALGEMEEN:	Afval ontstaan na normaal produkt gebruik kan in het ri worden geloosd. Voor onverdund produkt: Do not sever. Afval verwerken volgens plaatselijke milieuregels. Let op voor de afvalverwerking van dit materiaal kunnen locale regels van kracht zijn.
14. INFORMATIE MET BETREKKING TOT VERVOER	UN #: ND IMDG : ND IMDG BLAD :	ADR/RID: ND IATA: ND
15. WETTELIJKE VERPLICHTE INFORMATIE	KLASSIFIKATIE: R-ZINNEN: S-ZINNEN: AANVULLENDE ETIKETTERING: EINECS/TSCA STATUS: VbE (DUITSE REGELGEVING):	IRRITEREND (R36) Irriterend voor de ogen. (R38) Irriterend voor de huid. (S2) Buiten bereik van kinderen bewaren. (S26) Bij aanraking met de ogen onmiddellijk met overvloedig water afspoelen en deskundig medisch advies inwinnen. (S28) Na aanraking met de huid onmiddellijk wassen met veel water. ND Alle componenten zijn opgenomen in deze inventarisatie Niet bekend van dit produkt.
16. OVERIGE INFORMATIE	ETIKETTERING DETERGENTEN EN REINIGINGSMIDDELEN (69/542/EEC): BEVAT ZWARE METALEN: IRI KLASSIFICATIE:	(0.2-5%) Kationische oppervlakte actieve stoffen. (0.2-5%) Niet-ionogene oppervlakte actieve stoffen. (5-15%) NTA. Niet bekend van dit produkt. ND

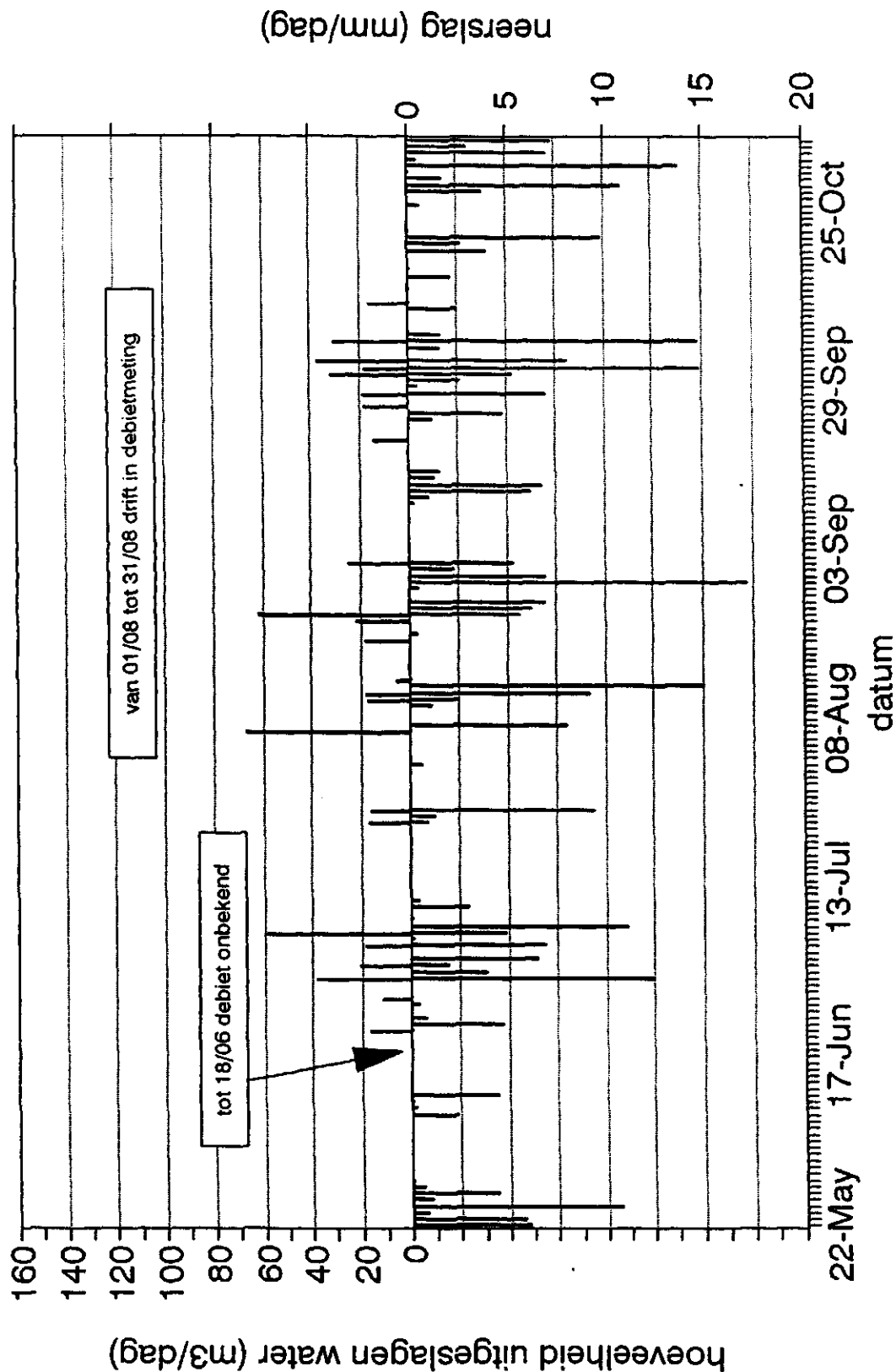
NA-Niet van toepassing, NSR-Geen speciale eisen, ND-Niet bekend van dit produkt, NC-Niet Geklassificeerd.

Niets van dit blad mag worden verveelvuldigd zonder schriftelijke toestemming van S.C. Johnson Nederland B.V. Ondanks alle aan de samenstelling van de tekst bestede zorg kan S.C. Johnson Nederland B.V. geen enkele aansprakelijkheid voor eventuele schade aanvaarden, die zou kunnen voortvloeien uit de hierin gegeven informatie. (21-JUL-94)

BIJLAGE 2: Primaire meetresultaten Beneluxtunnel

BENELUXTUNNEL

hoeveelheid afstroomwater en neerslag



datum : 17-Feb-97

urenstanden van de pompen

datum	POMP 1 stand	verschil	POMP 2 stand	verschil	POMP 3 stand	verschil	POMP 4 stand	verschil	totaal draaiuren	theoretische hoeveelheid m3	hoeveelheid afstroomwater m3	opmerkingen
25-05-96	122.04		136.07		115.38		93.90					
05-06-96	NA		NA		NA		NA					
19-06-96	122.08	0.04	136.11	0.04	115.68	0.30	94.00	0.10	0.48	33		
03-07-96	122.08	0.00	136.43	0.32	116.37	0.69	94.16	0.16	1.17	88	87	
17-07-96	124.55	2.47	136.80	0.37	116.37	0.00	94.39	0.23	3.07	70	77	
31-07-96	NA		NA		NA		NA				33	
14-08-96	125.85	1.30	137.49	0.69	116.84	0.47	94.92	0.53	2.99	140	102	
28-08-96	126.22	0.37	137.85	0.36	117.37	0.53	95.18	0.26	1.52	90	107	
11-09-96	130.88	4.66	138.09	0.24	117.60	0.23	95.39	0.21	5.34	98		
25-09-96	130.89	0.01	138.10	0.01	117.77	0.17	95.61	0.22	0.41	30	32	
09-10-96	134.73	3.84	138.58	0.48	118.04	0.27	95.94	0.33	4.92	119	152	
23-10-96	134.73	0.00	138.58	0.00	118.04	0.00	96.13	0.19	0.19	14	16	
06-11-96	134.73	0.00	138.58	0.00	118.04	0.00	96.13	0.00	0.00	0	0	
									totaal (m3)	682	608	

totaal draaiuren van 22/5 tot 19/6

totaal draaiuren van 17/7 tot 14/8

hoeveelheid afstroomwater > 73 m3

capaciteit van de pompen

	debiet (m3/uur)
POMP 1	10
POMP 2	in storing
POMP 3	75
POMP 4	75

Slibafvoer en overige schoonmaakactiviteiten in de Beneluxtunnel

periode	datum	activiteiten
week 1 en 2	22/05 tot 05/06	30/05 wanden wassen
week 3 en 4	05/06 tot 19/06	
week 5 en 6	19/06 tot 03/07	20/06 wanden wassen 25/06 slibafvoer Midden
week 7 en 8	03/07 tot 17/07	11/07 wanden wassen
week 9 en 10	17/07 tot 31/07	
week 11 en 12	31/07 tot 14/08	01/08 wanden wassen
week 13 en 14	14/08 tot 28/08	22/08 wanden wassen 27/08 slibafvoer Midden
week 15 en 16	28/08 tot 11/09	
week 17 en 18	11/09 tot 25/09	12/09 wanden wassen 24/09 slibafvoer Midden (bemonsterd)
week 19 en 20	25/09 tot 09/10	03/10 wanden wassen 01/10 slibafvoer Noord
week 21 en 22	09/10 tot 23/10	
week 23 en 24	23/10 tot 06/11	24/10 wanden wassen

Frequentie van werkzaamheden

Reinigen tunnel:

- Wanden wassen : 16 keer per jaar met een frequentie van 1 keer per 3 weken
- NY geleideprofielen : 14 keer per jaar
- type reinigingsmiddel dat gebruikt wordt voor het wanden wassen en reiniging NY geleideprofiel is "Johnson 112"

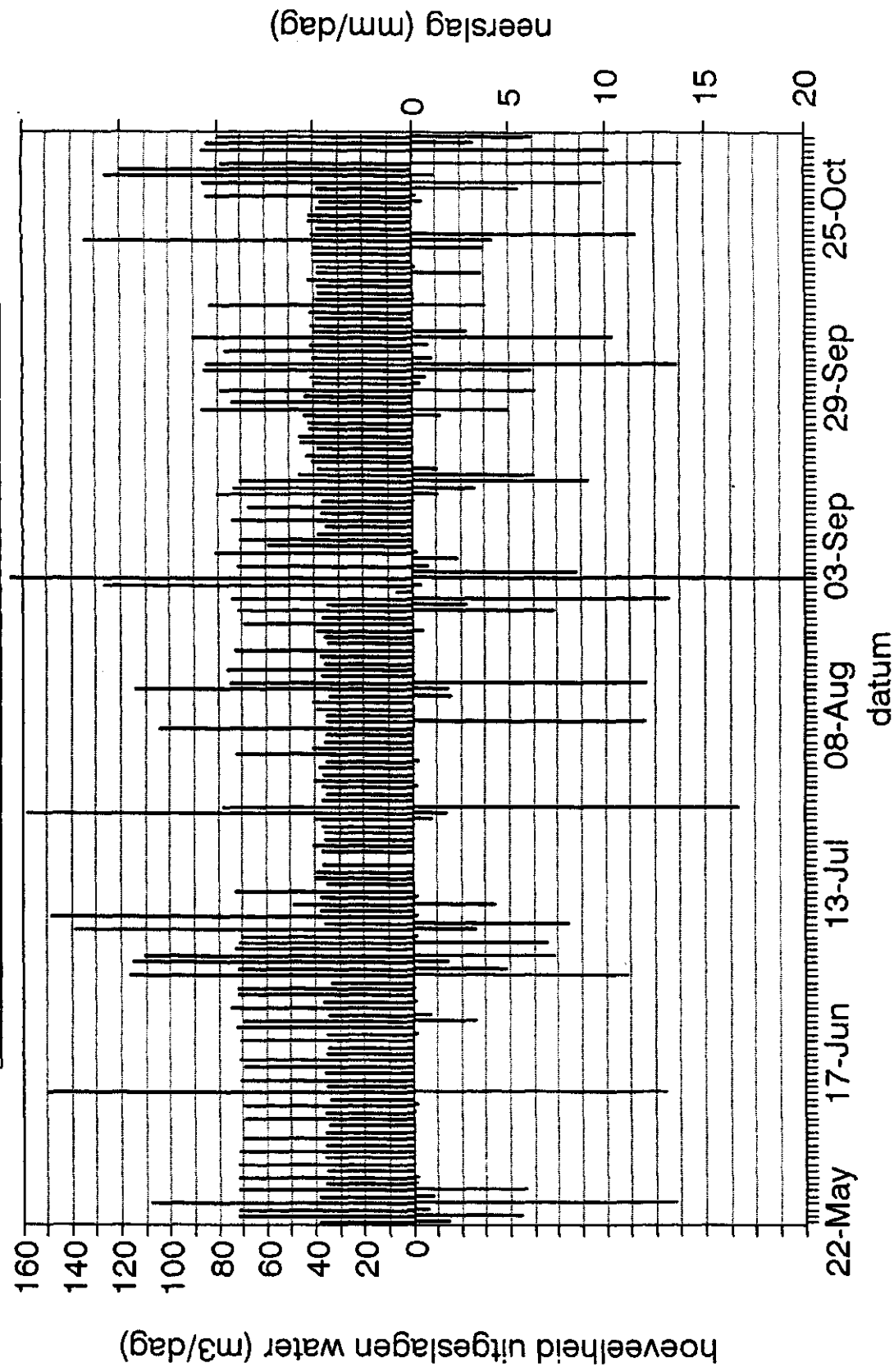
Afvoer slib:

- hellingpompkelder Noord en Zuid : 4 keer per jaar
- hoofdpompkelder Noord en Zuid : 2 keer per jaar
- middenpompkelder : 8 keer per jaar
- zandvang (inrit Z.O. en N.W.) : 6 keer per jaar
- zandvang (inrit N.O. en Z.W.) : 4 keer per jaar
- 24 september is er slib afgevoerd uit de zandvang (inrit Z.O.) op de lokatie waar bemonsteringsapparatuur is geïnstalleerd;
- slib wordt afgevoerd met kolkenzuigers en gestort in de ontwateringscontainer op het steunpunt Hellevoetsluis. Na ontwateren wordt de steekvaste specie overgezet in het veem.

BIJLAGE 3: Primaire meetresultaten Drechtunnel

DRECHTTUNNEL

hoeveelheid afstroomwater en neerslag



Tunnelproject M1037A0
DRECHTTUNNEL

datum : 17-Feb-97

urenstanden van de pompen

datum	POMP 1		POMP 2		POMP 3		POMP 4		totaal draaiuren	theoretische hoeveelheid m3	hoeveelheid afstroomwater m3	opmerkingen
	stand	verschil	stand	verschil	stand	verschil	stand	verschil				
22-05-96	3510.9		3560.7		3527.0		3535.5					
05-06-96	3512.5	1.6	3562.2	1.5	3529.5	2.5	3537.2	1.7	7.3	1022	828	
19-06-96	3513.7	1.2	3563.5	1.3	3530.8	1.3	3539.2	2.0	5.8	812	779	
03-07-96	3515.6	1.9	3565.2	1.7	3532.8	2.0	3541.1	1.9	7.5	1050	984	
17-07-96	3517.2	1.6	3566.6	1.4	3534.3	1.5	3542.9	1.8	6.3	882	884	
31-07-96	3517.9	0.7	3568.1	1.5	3535.5	1.2	3544.2	1.3	4.7	658	647	
14-08-96	3519.1	1.2	3569.3	1.2	3536.8	1.3	3545.4	1.2	4.9	686	735	
28-08-96	3520.1	1.0	3570.3	1.0	3538.1	1.3	3547.0	1.6	4.9	686	660	
11-09-96	3520.7	0.6	3571.7	1.4	3540.7	2.6	3549.3	2.3	6.9	966	862	
25-09-96	3521.4	0.7	3572.9	1.2	3542.2	1.5	3550.9	1.6	5.0	700	737	
08-10-96	3522.8	1.4	3574.2	1.3	3543.7	1.5	3552.4	1.5	5.7	798	778	
23-10-96	3523.9	1.1	3575.3	1.1	3545.1	1.4	3553.7	1.3	4.9	686	691	
06-11-96	3525.5	1.6	3576.8	1.5	3546.6	1.5	3555.8	2.1	6.7	938	860	
geschat debiet van de pompen 140 m3/uur (afgeleid van schakelmomenten van de pompen)									totaal (m3)	9884	9445	

	pH	CZV mg/l	onopgel. best mg/l	cadmium ug/l	chrom ug/l	koper ug/l	nikkel ug/l	lood ug/l	zink ug/l	N-tijeldahl mg/l	chloride mg/l	PAK's 6 ug/l	PAK's 10 ug/l	PAK's 16 ug/l	minerale olie ug/l	hoeveelheid afstromingswater m3	monster represen.	opmerkingen
week 1 t/m 2	7.3	40	7.3	<1	8	15	<6	5	200	13	190	0.02	0.02	0.04	<50	828	nee	vat overstroomd
week 3 t/m 4	7.9	80	16	<1	<6	16	<6	8	230	9.3	450	0.09	0.13	0.19	<50	779	ja	wanden wassen
week 5 t/m 6	7.6	110	28	<1	<6	72	10	54	(51)	9.0	220	0.36	0.46	0.78	<50	984	ja	
week 7 t/m 8	7.3	150	310	3	38	290	24	310	1400	9.9	150	1.20	1.60	2.40	1100	684	ja	slibvoer en wanden wassen
week 9 t/m 10	7.8	40	31	<1	7	30	7	22	480	6.3	130	0.20	0.24	0.35	<50	647	ja	
week 11 t/m 12	7.8	50	9.2	<1	<6	17	<4	6	240	8.1	120	0.08	0.11	0.17	<50	735	ja	wanden wassen
week 13 t/m 14	7.5	40	13	<1	<6	<6	<6	5	120	3.8	160	0.11	0.38	0.57	90	660	ja	
week 15 t/m 16	7.7	30	16	1	<6	16	<6	12	280	4.4	120	0.04	0.04	0.06	70	862	ja	slibvoer (bemonsterd) en wanden wassen
week 17 t/m 18	7.7	50	37	<1	<6	35	<6	45	370	3.1	140	0.05	0.06	0.08	80	737	ja	
week 19 t/m 20	7.6	30	14	<1	7	15	<6	6	200	2.1	130	0.07	0.07	0.11	50	778	ja	
week 21 t/m 22	7.6	30	24	<1	<6	10	<6	6	180	12	150	0.23	0.32	0.61	<50	661	nee	vat overstroomd
week 23 t/m 24	7.5	130	180	2	15	130	12	130	1000	8.6	2100	1.60	2.10	2.90	400	860	ja	slibvoer

Slibafvoer en overige schoonmaakactiviteiten in de Drechtunnel

periode	datum	activiteiten
week 1 en 2	22/05 tot 05/06	
week 3 en 4	05/06 tot 19/06	11/06 wanden wassen
week 5 en 6	19/06 tot 03/07	
week 7 en 8	03/07 tot 17/07	16/07 slibafvoer en wanden wassen
week 9 en 10	17/07 tot 31/07	
week 11 en 12	31/07 tot 14/08	13/08 wanden wassen
week 13 en 14	14/08 tot 28/08	
week 15 en 16	28/08 tot 11/09	09/09 slibafvoer en wanden wassen
week 17 en 18	11/09 tot 25/09	
week 19 en 20	25/09 tot 09/10	
week 21 en 22	09/10 tot 23/10	
week 23 en 24	23/10 tot 06/11	31/10 slibafvoer en wanden wassen

Frequentie van werkzaamheden

Reinigen tunnel:

- Wanden wassen : ca. 12 keer per jaar; zomers 1 keer per 4 weken en 's winters 1 keer per 2 weken
- type reinigingsmiddel dat gebruikt wordt voor het wanden wassen en reiniging GM-profiel is "natuurlijke zeep (?)"

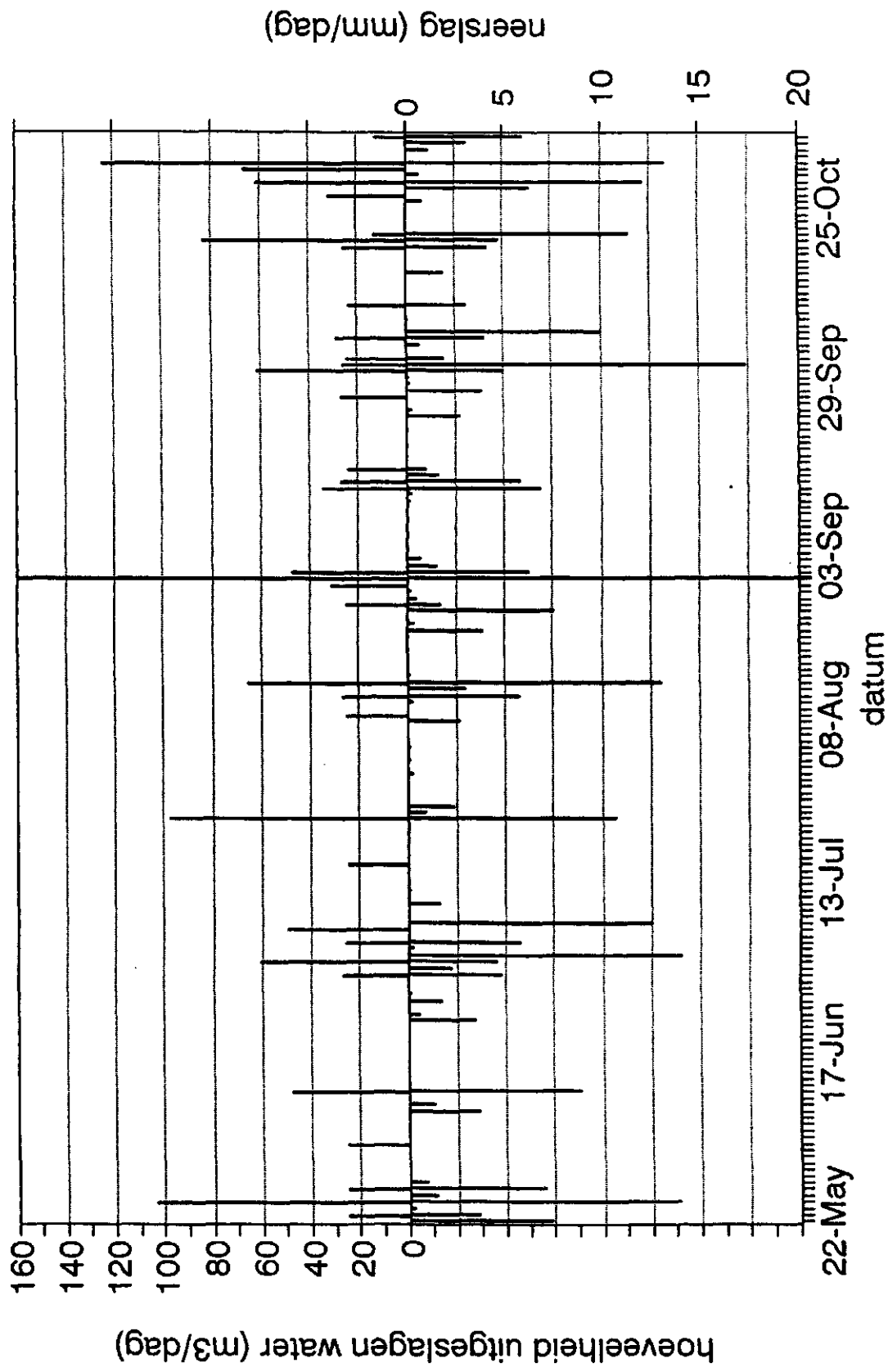
Afvoer slib:

- frequentie : 6 keer per jaar
- slib afvoer in week 13, 29, 37 en 44
- 31 oktober is voor het laatst slib afgevoerd;
- slib wordt afgevoerd met kolkenzuigers naar zandrecycling Hartelmond.

BIJLAGE 4: Primaire meetresultaten Vlaketunnel

VLAKETUNNEL

hoeveelheid afstroomwater en neerslag



datum : 17-Feb-97

urenstanden van de pompen

datum	POMP 1		POMP 2		POMP 3		totaal draaluren	theoretische hoeveelheid m3	hoeveelheid afstroomwater m3	opmerkingen
	stand	verschil	stand	verschil	stand	verschil				
22-05-96	71		50		47					beginstand
05-06-96	week 1-2						2	390	178	
19-06-96	week 3-4	0	51	1	49	1	0	75	48	
03-07-96	week 5-6	72	1	51	0	0	0	0	87	
17-07-96	week 7-8	72	0	51	0	0	0	0	100	
31-07-96	week 9-10	72	0	51	0	0	0	0	97	
14-08-96	week 11-12	72	0	52	1	1	2	260	116	
28-08-96	week 13-14	73	1	52	0	0	0	75	25	
11-09-96	week 15-16	73	0	52	0	0	0	0	321	
25-09-96	week 17-18	74	1	53	1	1	3	335	85	
09-10-96	week 19-20	75	1	53	0	0	2	205	167	
23-10-96	week 21-22	75	0	54	1	1	0	130	144	
06-11-96	week 23-24	76	1	54	0	0	2	205	296	pompstanden gereset!
		NA		NA	NA					
							totaal	1675	1664	

capaciteit van de pompen

	debiet (m3/uur)
POMP 1	75
POMP 2	130
POMP 3	130

datum : 19-Feb-97

	pH	CZV mg/l	onopgel. best mg/l	cadmium ug/l	chrom ug/l	koper ug/l	nikkel ug/l	lood ug/l	zink ug/l	N-kjeldahl mg/l	chloride mg/l	PAK's 6 ug/l	PAK's 10 ug/l	PAK's 16 ug/l	minerale olie ug/l	hoeveelheid afstroomwater m3	monster represen.	opmerkingen
week 1 t/m 2	7.2	80	66	<1	11	56	6	36	440	3.2	160	0.86	1.00	1.50	340	176	ja	wanden wassen: G.M. profielen
week 3 t/m 4	7.8	100	63	<1	7	65	9	49	570	2.8	660	0.29	0.31	0.46	260	48	ja	
week 5 t/m 6	7.1	120	43	<1	<6	52	9	27	(34)	4.3	160	0.37	0.49	0.82	<50	67	ja	
week 7 t/m 8	7.4	90	33	<1	6	51	12	28	390	4.8	160	0.11	0.16	0.27	180	100	ja	wanden wassen
week 9 t/m 10	7.7	120	140	1	13	66	14	76	840	5.7	60	0.61	0.75	1.10	250	97	ja	
week 11 t/m 12	7.6	80	25	<1	<6	36	5	21	320	4.2	55	0.33	0.27	0.46	<50	116	ja	
week 13 t/m 14	7.8	70	29	<1	<6	26	<6	16	230	7.7	77	0.72	0.93	1.3	140	25	ja	asfalteren DAB/ZOAB
week 15 t/m 16	7.8	30	25	<1	<6	27	<6	21	260	<1	20	< det.	< det.	< det.	70	321	ja	
week 17 t/m 18	8.0	30	10	<1	<6	16	<6	15	120	<1	26	0.01	0.01	0.02	<50	85	ja	wanden wassen: G.M. profielen
week 19 t/m 20	7.8	70	16	<1	7	21	<6	10	160	1.6	37	0.04	0.03	0.05	160	167	ja	
week 21 t/m 22	8.1	30	16	<1	<6	16	<6	9	100	2.1	24	< det.	< det.	< det.	130	144	ja	
week 23 t/m 24	7.7	350	450	4	46	240	26	280	1800	7.6	110	2.00	2.90	4.10	620	296	ja	slabvoer

< det. waarde kleiner dan de detectiegrens

Slibafvoer en overige schoonmaakactiviteiten in de Vlaketunnel

periode	datum	activiteiten
week 1 en 2	22/05 tot 05/06	28/05 wanden wassen 29/05 GM profiel reinigen
week 3 en 4	05/06 tot 19/06	
week 5 en 6	19/06 tot 03/07	
week 7 en 8	03/07 tot 17/07	09/07 wanden wassen
week 9 en 10	17/07 tot 31/07	
week 11 en 12	31/07 tot 14/08	
week 13 en 14	14/08 tot 28/08	
week 15 en 16	28/08 tot 11/09	
week 17 en 18	11/09 tot 25/09	17/09 wanden wassen 18/09 GM profiel reinigen
week 19 en 20	25/09 tot 09/10	
week 21 en 22	09/10 tot 23/10	
week 23 en 24	23/10 tot 06/11	28/10 slibafvoer uit goten en kelders

Frequentie van werkzaamheden

Reinigen tunnel:

- Wanden wassen : 8 keer per jaar
- GM profielen reinigen : 4 keer per jaar
- type reinigingsmiddel dat gebruikt wordt voor het wanden wassen en reiniging GM-profiel is "Johnson 112"

Afvoer slib:

- frequentie : 2 keer per jaar
- 1 t/m 5 april is er slib afgevoerd;
- 28 oktober t/m 1 november is er weer slib afgevoerd;
- slib wordt afgevoerd met kolkenzuigers naar Zandrecycling Nederland, regio Botlek.

Slibafvoer en overige schoonmaakactiviteiten in de Zeeburgertunnel

periode	datum	activiteiten
week 1 en 2	22/05 tot 05/06	
week 3 en 4	05/06 tot 19/06	week 24 wanden wassen
week 5 en 6	19/06 tot 03/07	week 27 wanden wassen
week 7 en 8	03/07 tot 17/07	
week 9 en 10	17/07 tot 31/07	week 30 wanden wassen, GM profiel week 31 22/07 slibafvoer
week 11 en 12	31/07 tot 14/08	week 33 wanden wassen
week 13 en 14	14/08 tot 28/08	
week 15 en 16	28/08 tot 11/09	week 36 wanden wassen
week 17 en 18	11/09 tot 25/09	week 39 wanden wassen, GM profiel
week 19 en 20	25/09 tot 09/10	
week 21 en 22	09/10 tot 23/10	week 42 wanden wassen
week 23 en 24	23/10 tot 06/11	week 45 wanden wassen

Frequentie van werkzaamheden

Reinigen tunnel:

- Wanden wassen : ca. 17 keer per jaar met een frequentie van 1 keer per 3 weken.
- GM profielen reinigen : ca. 6 keer per jaar met een frequentie van 1 keer per 8 weken
- type reinigingsmiddel dat gebruikt wordt voor het wanden wassen en reiniging GM-profiel is "Johnson 112"

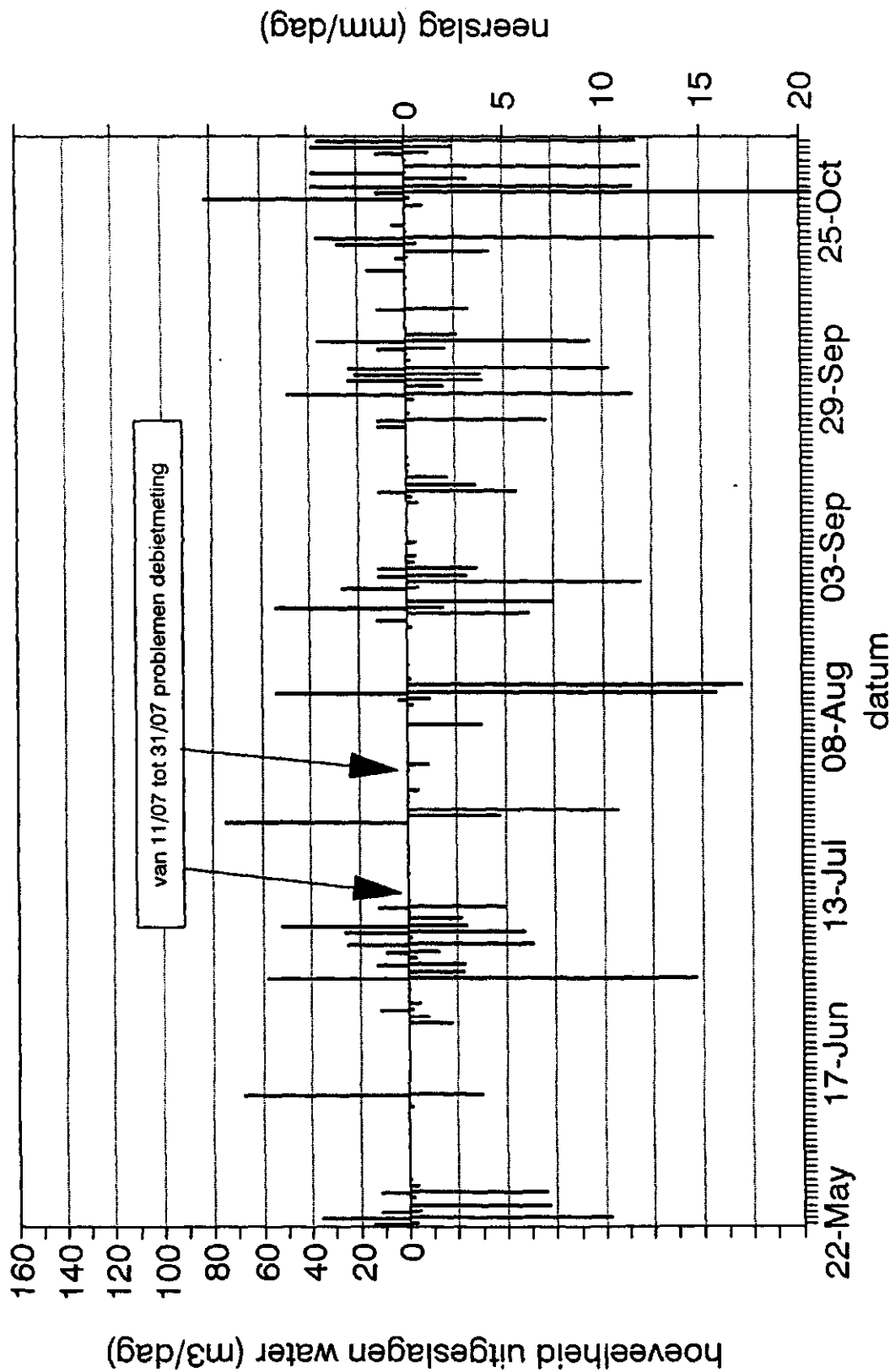
Afvoer slib:

- frequentie : 4 keer per jaar
- in week 31 en in week 48 is er slib afgevoerd;
- slib wordt afgevoerd met kolkenzuigers en afgeleverd bij de waterzuiveringsinstallatie gemeente Amsterdam.

BIJLAGE 5: Primaire meetresultaten Zeeburgertunnel

ZEEBURGERTUNNEL

hoeveelheid afstroomwater en neerslag



datum : 17-Feb-97

urenstanden van de pompen

datum	POMP 1		POMP 2		POMP 3		POMP 4 zandvanger		MIXER		totaal draaiuren	theoretische hoeveelheid m3	hoeveelheid afstroomwater m3	opmerkingen
	stand	verschil	stand	verschil	stand	verschil	stand	verschil	stand	verschil				
22-05-96	74.0		335.4		344.0		17.5		19.4					
05-06-96	74.2	0.2	335.6	0.2	344.4	0.4	17.5	0.0	19.4	0.0	0.8	72	75	
19-06-96	74.3	0.1	336.0	0.4	344.6	0.2	17.5	0.0	19.4	0.0	0.7	63	68	
03-07-96	74.6	0.3	336.3	0.3	344.9	0.3	17.5	0.0	19.4	0.0	0.9	82	82	
17-07-96	75.0	0.4	336.6	0.3	345.2	0.3	17.5	0.0	19.4	0.0	1.1	95		afsluiter geopend
31-07-96	75.6	0.5	336.8	0.0	345.4	0.2	17.6	0.1	19.6	0.2	0.8	75		
14-08-96	75.8	0.2	337.1	0.6	345.6	0.2	17.6	0.0	19.6	0.0	0.9	85	58	
28-08-96	76.0	0.2	337.3	0.2	345.8	0.3	17.6	0.0	19.6	0.0	0.6	58	67	
11-09-96	76.2	0.1	337.5	0.3	345.9	0.1	17.6	0.0	19.6	0.0	0.5	45	50	
25-09-96	76.3	0.1	337.6	0.1	346.1	0.1	17.6	0.0	19.6	0.0	0.4	32	36	
08-10-96	76.7	0.4	337.8	0.2	346.5	0.4	17.6	0.0	19.6	0.0	1.0	93	165	
23-10-96	77.1	0.4	338.4	0.6	347.0	0.5	17.6	0.0	19.6	-0.0	1.5	134	97	
06-11-96	78.0	1.0	339.2	0.8	348.0	1.0	17.6	0.0	19.6	0.0	2.7	241	167	
											totaal	1073	885	

capaciteit van de pompen

	debiet (m3/uur)
POMP 1	90
POMP 2	90
POMP 3	90
POMP 4	90

datum	19-Feb-97														hoeveelheid afstroomwater m3	monster reprezen.	opmerkingen
	pH	CZV mg/l	onopgel. beest mg/l	cadmium ug/l	chrom ug/l	koper ug/l	nikkel ug/l	lood ug/l	zink ug/l	N-kijdsdeht mg/l	chloride mg/l	PAK's 8 ug/l	PAK's 10 ug/l	PAK's 15 ug/l	minerale olie ug/l		
week 1 t/m 2	7.3	150	17	<1	10	79	15	16	750	8.9	900	0.07	0.07	0.14	100	75	ja
week 3 t/m 4	7.1	120	31	1.2	6	100	11	31	590	4.5	150	0.23	0.30	0.48	230	68	ja wanden wassen
week 5 t/m 6	7.3	140	9.8	<1	<6	91	11	5	(53)	4.8	360	0.10	0.11	0.24	<50	82	ja wanden wassen
week 7 t/m 8	7.6	100	17	1.1	<6	84	10	12	450	4.0	140	0.11	0.11	0.23	270	NA	nee vat overstroomd
week 9 t/m 10	7.5	170	30	1	13	120	16	32	830	4.9	300	0.24	0.30	0.48	170	75	nee verhouding monster/debiet niet goed: silb- afvoer, wanden wassen en GM-profiel reinigen
week 11 t/m 12	7.6	90	20	1.5	6	97	22	15	460	5.1	230	0.06	0.11	0.18	<50	58	ja wanden wassen
week 13 t/m 14	7.6	150	26	<1	<6	68	10	8	320	4.8	230	0.42	0.46	0.77	100	67	ja
week 15 t/m 16	7.9	90	9.3	1	<6	56	<6	5	340	2.9	100	0.04	0.02	0.05	50	50	ja wanden wassen
week 17 t/m 18	8.0	130	NA	<1	<6	43	8	11	250	2.9	130	0.16	0.2	0.24	<50	36	ja wanden wassen en GM profiel reinigen
week 19 t/m 20	8.1	70	3.5	<1	8	46	<6	<4	230	2.5	79	< det.	< det.	< det.	100	165	ja
week 21 t/m 22	7.8	110	7.3	<1	<6	27	8	5	320	3.2	180	0.02	0.01	0.04	<50	87	ja wanden wassen
week 23 t/m 24	7.8	70	3	<1	<6	29	<6	<4	330	<1	100	0.01	0.03	0.04	110	187	ja wanden wassen

hoeveelheid afstroomwater week 9-10 afgeleid van pompstanden
NA gegevens niet beschikbaar

Slibafvoer en overige schoonmaakactiviteiten in de Zeeburgertunnel

periode	datum	activiteiten
week 1 en 2	22/05 tot 05/06	
week 3 en 4	05/06 tot 19/06	week 24 wanden wassen
week 5 en 6	19/06 tot 03/07	week 27 wanden wassen
week 7 en 8	03/07 tot 17/07	
week 9 en 10	17/07 tot 31/07	week 30 wanden wassen, GM profiel week 31 22/07 slibafvoer
week 11 en 12	31/07 tot 14/08	week 33 wanden wassen
week 13 en 14	14/08 tot 28/08	
week 15 en 16	28/08 tot 11/09	week 36 wanden wassen
week 17 en 18	11/09 tot 25/09	week 39 wanden wassen, GM profiel
week 19 en 20	25/09 tot 09/10	
week 21 en 22	09/10 tot 23/10	week 42 wanden wassen
week 23 en 24	23/10 tot 06/11	week 45 wanden wassen

Frequentie van werkzaamheden

Reinigen tunnel:

- Wanden wassen : ca. 17 keer per jaar met een frequentie van 1 keer per 3 weken.
- GM profielen reinigen : ca. 6 keer per jaar met een frequentie van 1 keer per 8 weken
- type reinigingsmiddel dat gebruikt wordt voor het wanden wassen en reiniging GM-profiel is "Johnson 112"

Afvoer slib:

- frequentie : 4 keer per jaar
- in week 31 en in week 48 is er slib afgevoerd;
- slib wordt afgevoerd met kolkenzuigers en afgeleverd bij de waterzuiveringsinstallatie gemeente Amsterdam.