Effecten van infiltratie in de bodem

provincie GELDERLAND

gemeente Apeldoorn

Waterschap Veluwe

Tauw

NUON WATER

Effecten van infiltratie in de bodem

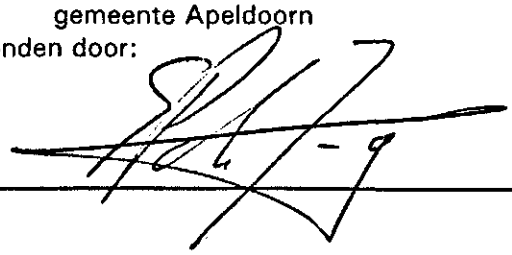
Een onderzoek naar de kwalitatieve aspecten van infiltratie in de bodem

Auteurs:

S.P. de Jong
P. Kreule
B. Darwinkel

Deventer, 3 maart 1999
RAP\981410.wp1\b
Projectnummer 70376.19

Colofon:
Tauw bv
Adviesgroep water en ruimtelijke ordening
Postbus 133
7400 AC Deventer
Effecten van infiltratie in de bodem
drs. S.P. de Jong (pl), drs.ing. P. Kreule, ing. B. Darwinkel
Foto omslag: Infiltratievoorziening in Groesbeek, zie paragraaf 4.3.
Deventer, 3 maart 1999
RAP\981410.wp1\b
Projectnummer 70376.19
Documentnummer R1/2
Aantal pagina's 89
Opdrachtgever: provincie Gelderland, waterschap Veluwe, NUON Water, gemeente Apeldoorn
Akkoord bevonden door:



INHOUD

Conclusies en aanbevelingen		5
1	Inleiding	13
	1.1 Ontwikkelingen	13
	1.2 Situatie in Gelderland en doelstelling	13
	1.3 Aanpak	14
	1.4 Leeswijzer	14
	1.5 Presentatie van de resultaten	15
Deel 1: Literatuurstudie		19
2	Kwaliteit van neerslag	21
3	Kwaliteit van afstromend regenwater	25
	3.1 Algemeen	25
	3.2 Daken	25
	3.3 (Woon)straten	28
	3.4 Parkeerplaatsen	30
	3.5 Auto(snel)wegen	32
	3.6 Combinaties van verharde oppervlakken	35
	3.7 Beschouwing resultaten	37
4	Effecten van infiltratie in de bodem	39
	4.1 Algemeen	39
	4.2 Daken	39
	4.3 (Woon)straten	41
	4.4 Parkeerplaatsen	42
	4.5 Auto(snel)wegen	43
	4.6 Combinaties van soorten verhard oppervlak	46
	4.7 Beschouwing resultaten	48
5	Conclusies literatuurstudie	49
6	Beschouwde literatuur	51
Deel 2: Meetcampagne		55
7	Opzet meetcampagne	57
	7.1 Geselecteerde locaties	57
	7.2 Onderzoeksopzet veldwerk	58
	7.3 Onderzoeksopzet analysewerk	60

8 Resultaten meetcampagne, berekening doorslagter mijnen en evenwichtsconcentraties 63

8.1 Algemeen 63
8.2 Resultaten meetcampagne 64
8.2.1 Locatie 1 64
8.2.2 Locatie 2 65
8.2.3 Locatie 3 67
8.2.4 Locatie 4 69
8.2.5 Locatie 5 70
8.2.6 Locatie 6 70
8.2.7 Locatie 7 73
8.2.8 Locatie 8 75
8.2.9 Locatie 9 76
8.2.10 Locatie 10 77
8.2.11 Locatie 11 77
8.2.12 Locatie 12 78
8.2.13 Locatie 13 81
8.2.14 Locatie 14 83
8.2.15 Locatie 15 83
8.2.16 Locatie 16 84
8.2.17 Locatie 17 85
8.3 Berekening doorslagtermijnen en evenwichtsconcentraties 86

9 Conclusies meetcampagne 89

Deel 3: Bijlagen

1. Kwaliteit neerslag.
2. Kwaliteit regenwater van daken.
3. Kwaliteit wegwater van (woon)straten en parkeerplaatsen.
4. Kwaliteit regenwater van auto(snel)wegen.
5. Kwaliteit regenwater van combinaties van verhard oppervlak.
6. Infiltratie van regenwater afkomstig van daken.
7. Infiltratie van regenwater afkomstig van (woon)straten.
8. Infiltratie van regenwater afkomstig van auto(snel)wegen.
9. Infiltratie van regenwater afkomstig van combinaties van verhard oppervlak.
10. Resultaten meetcampagne.
11. Berekening doorslagtermijn en evenwichtsconcentraties.

Conclusies en aanbevelingen

In voorliggend rapport zijn de resultaten van de studie "Effecten van infiltratie in de bodem" gepresenteerd. Doelstelling van de studie is inzicht verschaffen in de effecten van infiltratie in de bodem en de kwaliteit van regenwater dat van diverse soorten verhard oppervlak afstroomt.

De studie omvat een literatuurstudie en een meetcampagne. In het kader van de meetcampagne is de bodem bij 17 infiltratievoorzieningen in Gelderland bemonsterd. De literatuurstudie richt zich op het in beeld brengen van de effecten van infiltratie in de bodem en de kwaliteit van regenwater dat afstroomt van diverse soorten verhard oppervlak. Daarbij zijn Nederlandse en buitenlandse meetgegevens in beschouwing genomen. De gekozen opzet van de studie, dat wil zeggen zowel een meetcampagne als een literatuurstudie, heeft als doel om na te kunnen gaan of de in Gelderland aangetroffen situatie al dan niet overeenkomt met meetgegevens van elders.

Om de resultaten te structureren is in de studie onderscheid gemaakt naar verschillende soorten verhard oppervlak, namelijk daken, (woon)straten, parkeerplaatsen en auto(snel)wegen. Daarbij is binnen de categorie "daken" nog onderscheid gemaakt naar schuine daken en platte daken. Bij (woon)straten en parkeerplaatsen is onderscheid gemaakt naar "open" (klinker) bestrating en "dichte" (asfalt) bestrating. Ook bij auto(snel)wegen is onderscheid gemaakt naar open en gesloten wegdek. Onder open en dicht wordt dan ZOAB (zeer open asfaltbeton) respectievelijk DAB (dicht asfaltbeton) verstaan.

Conclusies

Literatuurstudie

Regenwater dat van verhard oppervlak afstroomt overschrijdt de streefwaarden voor grondwater. Opvallend is dat de concentraties een grote bandbreedte vertonen, waardoor het niet mogelijk is om een exacte kwaliteit van afstromend regenwater vast te stellen. Verder blijkt dat met name het regenwater dat van auto(snel)wegen afstroomt wordt bemonsterd. Van de andere soorten verhard oppervlak zijn slechts een beperkte hoeveelheid deels oude meetgegevens beschikbaar.

Het regenwater dat van daken (schuine en platte) afstroomt vertoont met name hoge zink-, lood- en chroomconcentraties. Dat wil zeggen de zink-, lood- en chroomconcentraties zijn significant hoger dan de concentraties in neerslag en overschrijden de streefwaarden respectievelijk met een factor 7 à 35, een factor 1,5 à 50 en een factor 2,5 à 6. De hoge zink- en loodconcentraties zijn te traceren naar het uitlogen van zink en lood. De PAK-concentraties zijn in orde van grootte gelijk aan die in neerslag, maar overschrijden doorgaans wel de streefwaarden. Afhankelijk van de soort PAK kunnen de overschrijdingen oplopen tot meer dan 100 keer de streefwaarden.

Bij (woon)straten, parkeerplaatsen en auto(snel)wegen zijn de PAK-concentraties in het afstromend regenwater wel duidelijk hoger dan in neerslag. Afhankelijk van de soort PAK lopen de overschrijdingen op tot meer dan 100 keer de streefwaarden. De metalen en olie vertonen zowel over- als onderschrijdingen van de streefwaarden voor grondwater. De overschrijdingen voor olie lopen daarbij op tot meer dan 100 keer de streefwaarden. Opvallend is dat juist bij rustige (woon)straten hoge concentraties voor stikstof, fosfaat en CZV zijn aangetroffen, waarbij een relatie wordt gelegd naar hondenpoep. Ook blijkt dat de concentraties in het regenwater dat van ZOAB afstroomt aanzienlijk lager zijn dan van DAB.

Wat betreft metalen, olie en PAK is er geen duidelijke correlatie te vinden tussen verkeersintensiteit en de kwaliteit van het afstromende regenwater. Opgemerkt wordt dat de meest "rustige" straat die in de literatuurstudie is meegenomen een verkeersintensiteit van ongeveer 950 motorvoertuigbewegingen per etmaal heeft.

De PAK in afstromend regenwater is vrijwel volledig aan deeltjes geadsorbeerd. Ook metalen adsorberen aan deeltjes echter doorgaans in geringere mate dan PAK. Dit met uitzondering van zink in het van daken afstromend regenwater. Een klein deel van het zink is dan geadsorbeerd aan deeltjes.

Uit de literatuurstudie volgt dat bij infiltratievoorzieningen met name de lood-, zink- en PAK-concentraties de streefwaarden voor grond overschrijden. Deze overschrijdingen treden op in de eerste decimeters grond onder de infiltratievoorziening. Op een diepte van 0,5 à 1,0 m zijn de concentraties in de regel lager dan de streefwaarden. Illustratief hiervoor zijn twee in Hilversum bemonsterde zakputten. De voorzieningen zijn in 1905 en 1920 aangelegd voor het infiltreren van regenwater afkomstig van daken. Ondanks het decennia lang infiltreren van regenwater dat van de daken met zinken dakgoten en loodslabben afstroomt zijn er geen verhoogde concentraties aangetroffen op een diepte van 1 m.

Meetcampagne
Van de 17 bemonsterde infiltratievoorzieningen in Gelderland ontvangt 1 voorziening regenwater dat afstroomt van een schuin dak, 4 voorzieningen ontvangen regenwater van een plat dak, 4 voorzieningen ontvangen regenwater van een met klinkers verharde (woon)straat, 3 voorzieningen ontvangen regenwater van geasfalteerde parkeerplaatsen, 1 voorziening ontvangt regenwater van met klinkers verharde parkeerplaatsen, 1 voorziening ontvangt regenwater van een met puin-/asfaltgranulaat verhard parkeerterrein, 1 voorziening ontvangt regenwater van een onverhard parkeerterrein en 2 voorzieningen ontvangen regenwater van een auto(snel)weg voorzien van DAB. Dit betekent dat de categorieën geasfalteerde (woon)straat en auto(snel)weg voorzien van ZOAB niet zijn meegenomen in de meetcampagne. Bij de 17 voorzieningen is de grond geanalyseerd op cadmium, kwik, koper, nikkel, lood, zink, chroom, arseen, PAK (16 van EPA) en olie. Het grondwater is bij 5 voorzieningen bemonsterd op cadmium, kwik, koper, nikkel, lood, zink, chroom, arseen, olie, benzeen, tolueen, ethylbenzeen, xyleen en naftaleen. PAK is niet bemonsterd, omdat PAK nauwelijks oplost in water. Bij 12 voorzieningen is het grondwater niet bemonsterd,

omdat het grondwater dieper dan 2 m onder de onderzijde van de voorziening stond.

Bij 15 voorzieningen is matig grof zand in de bodem aangetroffen. Kleiig zand is bij 2 voorzieningen aangetroffen. Een laag slib van 0,1 à 0,2 m dik is bij 7 voorzieningen vastgesteld. Het slib heeft een aanzienlijk hogere humus- en lutumfractie dan de grond ter plaatse van de bemonsterde voorzieningen.

Van 4 infiltratievoorzieningen is het jaar van aanleg bekend. De oudste van de 4 voorzieningen is in 1958 aangelegd en de jongste in 1992. Bij alle vier is slib aangetroffen.

Uit de resultaten van de meetcampagne blijkt dat met name de lood-, zink-, PAK- en olieconcentraties in de slib- of bovenste grondlaag (indien er geen slib is aangetroffen) van 0,1 à 0,2 m dikte de streefwaarden voor grond overschrijden. De lood-, zink-, PAK- en olieconcentraties in de sliblaag zijn gemiddeld respectievelijk ongeveer 40, 5, 5 en 10 keer hoger dan in bovenste grondlaag. Voor lood en zink zijn in de slib- of bovenste grondlaag overschrijdingen van de streefwaarden tot een factor 40 respectievelijk 70 aangetroffen. De maximum overschrijdingen van PAK en olie zijn meer dan 100 keer de streefwaarden. Bij deze overschrijdingen van de streefwaarden worden ook de interventiewaarden overschreden. Op een diepte van 0,4 à 0,5 m onder de bodem van de voorziening zijn de grondconcentraties op een enkele uitzondering lager dan de streefwaarden.

Opvallend is dat de drie bemonsterde infiltratievoorzieningen bij geasfalteerde parkeerplaatsen langs de A12 een afwijkend beeld vertonen. Bij deze locaties zijn ook hoge cadmium-, kwik-, koper- en nikkelconcentraties aangetroffen en juist lage loodconcentraties. Bij de met klinkers verharde parkeerplaats in de bebouwde omgeving, het met puin-/asfaltgranulaat verharde parkeerterrein en het onverharde parkeerterrein is dit afwijkende beeld niet aangetroffen. Een mogelijke verklaring voor de hoge cadmium-, kwik-, koper- en nikkelconcentraties is dat de grond geroerd is.

Indien puin in de bemonsterde infiltratievoorzieningen is aangetroffen blijkt dat de inspoeling van verontreinigingen plaatsvindt tot waar het puin zich bevindt. Dat wil zeggen accumulatie van verontreinigingen aan grond c.q. slib vindt plaats onder het puin.

Bij 1 van de 5 locaties waar het grondwater is bemonsterd overschrijdt cadmium de streefwaarde, waarbij in de grond geen verhoogde concentratie is vastgesteld. Bij een andere voorziening overschrijden tolueen en xyleen de streefwaarden voor grondwater. Deze overschrijdingen treden echter ook op in het referentiemonster. Dit geldt ook voor het grondwater dat bij de parkeerplaatsen langs de A12 is bemonsterd.

De resultaten van de meetcampagne stemmen overeen met de bevindingen uit de literatuurstudie. Ook uit metingen elders blijkt dat in de eerste decimeters van de bodem de concentraties de streefwaarden overschrijden,

maar dat op een diepte van 0,5 à 1,0 m de concentraties lager zijn dan de streefwaarden.

Aanvullend op de meetcampagne zijn doorslagtermijnen en evenwichtsconcentraties berekend. Wanneer regenwater wordt geïnfiltreerd zullen verontreinigingen in het regenwater aan de grond adsorberen. Deze adsorptie vertraagt het transport van verontreinigen door de onverzadigde zone van de bodem naar het grondwater. Op het moment dat alle adsorptieplaatsen zijn bezet treedt doorslag op. Dit betekent dat het geïnfiltreerde regenwater in ongewijzigde concentraties percoleert naar het grondwater. De doorslagtermijn is de tijdsperiode die verstrijkt van het starten met infiltreren tot het moment van doorslaan. Uit de berekeningen volgt dat nikkel, cadmium, arseen en in iets mindere mate koper en zink relatief snel doorslaan. De doorslagtermijn is afhankelijk van de distributiecoëfficiënt of Kd-waarde voor grond en het infiltratiedebiet. Daarbij is de Kd-waarde gelijk aan de verhouding tussen de hoeveelheid aan de grond geadsorbeerde verontreinigingen en de hoeveelheid verontreinigingen in oplossing. De Kd-waarde is als het ware een maat voor de adsorptiecapaciteit van de grond. De adsorptiecapaciteit van een leemarme zandbodem is aanzienlijk lager dan een veenbodem of sliblaag. Zo is voor nikkel en cadmium berekend dat de doorslagtermijn in een leemarme zandbodem ongeveer 440 keer respectievelijk 125 keer korter is dan in een veenbodem of sliblaag. Het infiltratiedebiet kan worden verkleind door het op de infiltratievoorziening aangesloten oppervlak te verkleinen bij gelijkblijvend infiltratie-oppervlak. Ter illustratie: bij een verhouding van A/L = 125 (A/L = aangesloten oppervlak/infiltratie-oppervlak) is de doorslagtermijn van nikkel en cadmium voor een sliblaag van 0,1 m ongeveer 35 à 140 jaar. Bij een verhouding van A/L = 1275 is de doorslagtermijn ongeveer 4 à 14 jaar.

De evenwichtsconcentratie is evenredig met het product van de Kd-waarde voor grond en de concentratie van het geïnfiltreerde regenwater. De evenwichtsconcentratie is de maximum concentratie in grond voor een gegeven grondsoort en kwaliteit van het geïnfiltreerde regenwater. Voor een leemarme zandgrond zijn de Kd-waarden en daarmee ook de evenwichtsconcentraties aanzienlijk lager dan voor een klei- en met name veengrond. De evenwichtsconcentraties zijn berekend door gebruik te maken van de in de literatuurstudie beschreven kwaliteit van afstromend regenwater en Kd-waarden uit de literatuur. Omdat zowel de kwaliteit van afstromend regenwater als de Kd-waarden niet exact bekend zijn vertonen de evenwichtsconcentraties aanzienlijke bandbreedten. Uit de berekeningen volgt dat de evenwichtsconcentraties voor zink, lood, olie en PAK de interventiewaarden overschrijden. Omdat de andere metalen doorgaans in lagere concentraties optreden zijn de evenwichtsconcentraties van deze metalen veelal lager dan de streefwaarden of overschrijden de streefwaarden in geringe mate. Opgemerkt wordt dat in de literatuurstudie geen correlatie is gevonden tussen verkeersintensiteit en de kwaliteit van het afstromend regenwater. Dit heeft als consequentie dat er ook bij infiltratie van regenwater afkomstig van wegoppervlakken geen correlatie is tussen de verkeersintensiteit en de evenwichtsconcentraties. Of anders geformuleerd: Op basis van de huidige inzichten kan niet worden gesteld dat het infiltreren van regenwater afkomstig van een weg met een verkeersintensi-

teit van bijvoorbeeld 1.000 motorvoertuigbewegingen per etmaal resulteert in lagere evenwichtsconcentraties dan een weg met een verkeersintensiteit van 9.000 motorvoertuigbewegingen per etmaal. Dit heeft als consequentie dat bij infiltratie van regenwater er geen onderscheid kan worden gemaakt tussen de weg met 1.000 motorvoertuigbewegingen per etmaal en de weg met 9.000 motorvoertuigbewegingen per etmaal.

Aanbevelingen

De aanbevelingen zijn opgenomen in de volgende punten.

- Infiltratie van regenwater leidt tot accumulatie van verontreinigingen in de bovenste decimeter(s) van de bodem. Om te voorkomen dat verontreinigingen na verloop van tijd door kunnen slaan naar het grondwater is het noodzakelijk dat de slib- en/of bovenste grondlaag direct onder de infiltratievoorziening periodiek wordt vervangen. De doorslagtermijn en daarmee ook de vervangingstermijn zijn niet exact te berekenen. Beide zijn onder meer afhankelijk van het op de voorziening aangesloten verhard oppervlak en de grondsoort. Uit de conclusies volgt dat de doorslagtermijn van mobiele stoffen als nikkel en cadmium voor een sliblaag van 0,1 m ongeveer 35 à 140 jaar is. Dit voor een verhouding van aangesloten verhard oppervlak en het oppervlak van de infiltratievoorziening van 125. Bij een verhouding van 1275 is de doorslagtermijn afgenomen tot 4 à 14 jaar. Voor een leemarme zandgrond ligt de doorslagtermijn voor nikkel en cadmium een factor 440 respectievelijk 125 lager. Aanbevolen wordt om bij de dimensionering van infiltratievoorzieningen de verhouding tussen het aangesloten oppervlak en het infiltratie-oppervlak zo klein mogelijk te maken en een filter (bijvoorbeeld humusrijke sliblaag) toe te passen. De inspoeling van verontreinigingen in de bodem wordt daarmee beperkt.

- Omdat verontreinigingen accumuleren in het slib en/of de bovenste laag grond is het wenselijk dat deze op eenvoudige wijze kan worden verwijderd. Infiltratie via het maaiveld (bijvoorbeeld via een verlaagd aangelegd grasveld of een greppel) heeft uit dit oogpunt bezien de voorkeur boven een ondergrondse voorziening. Foutieve aansluitingen en eventuele calamiteiten (bijvoorbeeld het lozen van olie) zijn direct zichtbaar, waardoor adequaat handelen mogelijk is. Infiltratie via het maaiveld heeft ook als voordeel dat door aerobe biologische activiteiten in de bodem de afbraak van verontreinigingen wordt bevorderd.

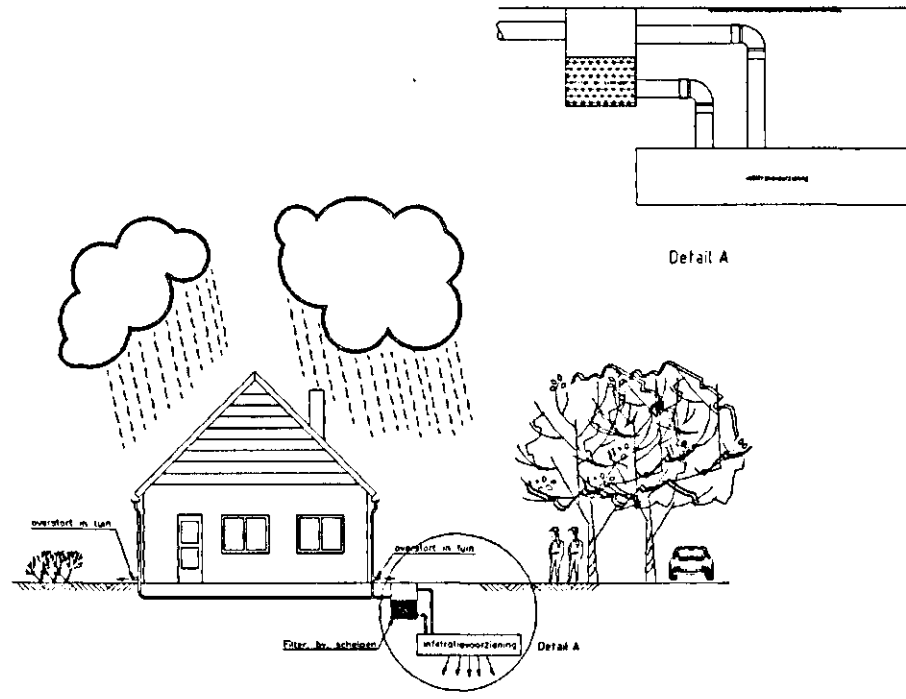
- Bij de aanleg van infiltratievoorzieningen wordt nog al eens puin gebruikt. Uit onderhoudsoverwegingen is het gebruiken van puin niet wenselijk, omdat door het puin de bovenste laag grond moeilijker is te verwijderen.

- Door bronmaatregelen te treffen kan de verontreiniging van afstromend regenwater door diffuse bronnen worden beperkt. Dit resulteert in een geringere accumulatie van verontreinigingen in de grond c.q. het slib. Bij bronmaatregelen kan worden gedacht aan het voorkomen van het toe-

passen van bestrijdingsmiddelen en uitloogbare materialen, zoals zink, lood en koper. Bronmaatregelen resulteren als het ware in een langere levensduur van een sliblaag in de infiltratievoorziening. Opgemerkt moet worden dat het treffen van bronmaatregelen ook wenselijk is indien het regenwater niet wordt geïnfiltreerd in de bodem. Immers ook als het regenwater wordt ingezameld via de riolering en afgevoerd naar een rioolwaterzuiveringsinrichting (RWZI) wordt het milieu belast met bijvoorbeeld bestrijdingsmiddelen, zink, lood en koper. De belasting van het milieu vindt dan op een andere wijze plaats dan bij infiltratie, namelijk via de overstortingen vanuit het rioolstelsel, het effluent van de RWZI en het zuiveringsslib van de RWZI.

- Als aanbevelingen voor een beslisboom zijn de volgende opmerkingen gemaakt. Op basis van de resultaten van de meetcampagne en de literatuurstudie komen zowel dak- als wegoppervlakken in aanmerking voor infiltratie. Dit mits de infiltratie niet plaatsvindt in een gebied met een bodemverontreiniging, omdat door infiltratie de verspreidingskans van de bodemverontreiniging toeneemt. Verder zijn bronmaatregelen wenselijk, dat wil zeggen:
  . geen uitloogbare materialen zoals zinken dakgoten, loodslabben en koperen daken;
  . geen of beperkt gebruik van wegenzout;
  . geen chemische onkruidbestrijding;
  . geen verduurzaamd hout.
  Bij infiltratie gaat de voorkeur uit naar infiltratie via het maaiveld. De verhouding tussen aangesloten verhard oppervlak en het oppervlak van de infiltratievoorziening dient zo klein mogelijk te zijn. Ook is het toepassen van een filter gewenst. In figuur 1 is een voorbeeld gegeven voor een ondergrondse voorziening.

In het voorbeeld is aangegeven dat het te infiltreren regenwater via een filter wordt afgevoerd naar de infiltratievoorziening. Het filter heeft als doel om deeltjes met de daaraan geadsorbeerde verontreinigingen uit het regenwater te filteren. Als mogelijk filter kan worden gedacht aan onder meer schelpen, omdat met schelpen tevens de zuurgraad van het regenwater wordt verlaagd (pH hoger). Bij een lagere zuurgraad neemt de mobiliteit van metalen af, dat wil zeggen adsorptie van metalen aan grond neemt toe. De effectiviteit c.q. het rendement zal proefondervindelijk moeten worden vastgesteld.



Figuur 1 Voorbeeld van ondergrondse voorziening.

1 Inleiding

1.1 Ontwikkelingen

In het stedelijk waterbeheer is het al vele tientallen jaren de praktijk dat de riolering de inzameling en het transport van afvalwater en afstromend regenwater verzorgt. Oorspronkelijk was de riolering niet bedoeld voor de inzameling van het regenwater, maar alleen voor het afvalwater om de verspreiding van ziekteverwekkers tegen te gaan. Door de toenemende verstedelijking is steeds meer regenwater via de riolering afgevoerd om te voorkomen dat straten "blank" komen te staan. Deze benadering van het waterbeheer wordt veelal aangeduid met de 'end of pipe'-benadering en kent enige nadelen, zoals:

- het optreden van overstorten vanuit gemengde rioolstelsels;
- het optreden van piekafvoeren;
- de noodzaak om water aan te voeren voor het doorspoelen en op peil houden van waterlopen;
- het optreden van grote fluctuaties in aanvoer van afval- en regenwater op de RWZI, waardoor ook het zuiveringsrendement fluctueert.

De laatste paar jaren wordt steeds meer gedacht aan een bronbenadering. Bij deze benadering van het stedelijk waterbeheer worden de verschillende waterstromen zoveel mogelijk van elkaar gescheiden en zo dicht mogelijk bij de bron behandeld. Een voordeel van deze benadering is dat water minder wordt getransporteerd en dat voor de verschillende waterstromen op maat gesneden behandelings- en/of zuiveringstechnieken kunnen worden toegepast. Zo kan regenwater dat van (afgekoppelde) verharde oppervlakken afstroomt in de bodem worden geïnfiltreerd, waarmee een bijdrage wordt geleverd aan de bestrijding van de verdroging. Tevens nemen de piekafvoeren af en wordt minder regenwater naar de RWZI afgevoerd. Dit laatste werkt positief door naar het zuiveringsrendement van de RWZI. Tot het domein van de bronbenadering worden ook gerekend de maatregelen die gericht zijn op de reductie van het drinkwatergebruik en het voorkomen van verontreinigingen.

1.2 Situatie in Gelderland en doelstelling

In het nieuwe WHP en Streekplan van Gelderland is het duurzaam inrichten van stedelijk gebied speerpunt van beleid. Dit met als doel het realiseren van een betere inpassing van het stedelijk gebied in haar omgeving. Afkoppelen van verharde oppervlakken kan een bijdrage leveren aan het realiseren van het ingezette beleid. Naast de duidelijke voordelen kent afkoppelen echter ook enige (potentiële) nadelen. Tijdens neerslagsituaties stromen ook verontreinigingen van verharde oppervlakken af, waardoor de verontreinigingslast in afstromend regenwater groter is dan de verontreinigingslast in neerslag. Momenteel is er nog geen scherp beeld ten aanzien van de kwaliteit van het afstromende regenwater en de effecten van infiltreren. De provincie Gelderland, het waterschap Veluwe, NUON en de gemeente Apeldoorn hebben TauwMabeg civiel en bouw opdracht gegeven tot het uitvoeren van het onderzoek: "Effecten van infiltratie in bodem".

Doel van de studie is het verschaffen van inzicht in enerzijds de kwaliteit van afstromend regenwater en anderzijds de effecten van infiltratie in de bodem.

1.3 Aanpak

De studie bestaat uit twee onderdelen, namelijk:

1. een literatuurstudie gericht op het in beeld brengen van de kwaliteit van afstromend regenwater en de effecten van infiltratie in de bodem;
2. een meetcampagne, waarbij oude infiltratievoorzieningen (zakputten) zijn bemonsterd.

Bij het selecteren van de te bemonsteren infiltratievoorzieningen is het op de voorziening aangesloten verhard oppervlak als uitgangspunt gebruikt. In tabel 1.1 is de daarbij gehanteerde indeling van soorten verhard oppervlak weergegeven.

Tabel 1.1 Soorten verhard oppervlak.

Dak	Schuin Plat
(Woon)straat	Dicht (asfalt verharding) Open (klinker verharding)
Parkeerplaats	Dicht (asfalt verharding) Open (klinker verharding)
Auto(snel)weg	Dicht (DAB) Open (ZOAB)

Bij parkeerplaatsen is verder nog onderscheid gemaakt naar parkeerplaatsen waar uitsluitend auto's parkeren en parkeerplaatsen waar auto's en vrachtwagens parkeren.

1.4 Leeswijzer

Het voorliggende rapport is verdeeld in drie delen.

Deel 1: Literatuurstudie
Deel 1 van het rapport omvat de volgende hoofdstukken:

- Hoofdstuk 2 Kwaliteit van neerslag.
- Hoofdstuk 3 Kwaliteit van afstromend regenwater.
- Hoofdstuk 4 Effecten van infiltratie in de bodem.
- Hoofdstuk 5 Conclusies literatuurstudie.
- Hoofdstuk 6 Beschouwde literatuur.

Deel 2: Meetcampagne
Deel 2 van het rapport omvat de volgende hoofdstukken:

- Hoofdstuk 7 Opzet meetcampagne.
- Hoofdstuk 8 Resultaten meetcampagne, berekening doorslagtermijnen en evenwichtsconcentraties.
- Hoofdstuk 9 Conclusies meetcampagne.

Deel 3: Bijlagen
Deel 3 van het rapport omvat de volgende bijlagen:

Bijlage 1	Kwaliteit neerslag.
Bijlage 2	Kwaliteit regenwater van daken.
Bijlage 3	Kwaliteit regenwater van (woon)straten en parkeerplaatsen.
Bijlage 4	Kwaliteit regenwater van auto(snel)wegen.
Bijlage 5	Kwaliteit regenwater van combinaties van verhard oppervlak.
Bijlage 6	Infiltratie van regenwater afkomstig van daken.
Bijlage 7	Infiltratie van regenwater afkomstig van (woon)straten.
Bijlage 8	Infiltratie van regenwater afkomstig van auto(snel)wegen.
Bijlage 9	Infiltratie van regenwater afkomstig van combinaties van verhard oppervlak.
Bijlage 10	Resultaten meetcampagne.
Bijlage 11	Berekening doorslagtermijn en evenwichtsconcentraties.

1.5 Presentatie van de resultaten

De resultaten van de literatuurstudie en de meetcampagne zijn in tabellen weergegeven. Aanvullend zijn figuren gemaakt. De figuren zijn in de "hoofdtekst" opgenomen en de tabellen in de bijlage.

De interpretatie van de resultaten heeft plaatsgevonden aan de hand van het op 15 mei 1994 van kracht geworden toetsingskader, zoals gedefinieerd in de "Circulaire Interventiewaarden Bodemsanering", gepubliceerd in de Staatscourant nr. 95, dinsdag 24 mei 1994. Hierbij is de volgende terminologie gehanteerd:
- bij een overschrijding van de streefwaarde (S) is er "geen sprake van een *duurzame bodemkwaliteit* (voor de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, dier of plant)";
- bij een overschrijding van de toetsingswaarde (T = 0,5 (S + I)) is er sprake van een situatie waarbij het uitvoeren van een *nader bodemonderzoek* nodig is;
- bij een overschrijding van de interventiewaarde (I) is er mogelijk "sprake van een *ernstige bodemverontreiniging*".

De streef- en interventiewaarden voor de grond zijn afhankelijk van het organische stofgehalte (humus) en/of de lutumfractie (klei). Voor de grondmonsters die in het kader van de meetcampagne zijn genomen, zijn de fracties in het laboratorium vastgesteld. Een overzicht van de, op basis van de lutum- en humusgehalten, berekende STI-waarden is opgenomen in de

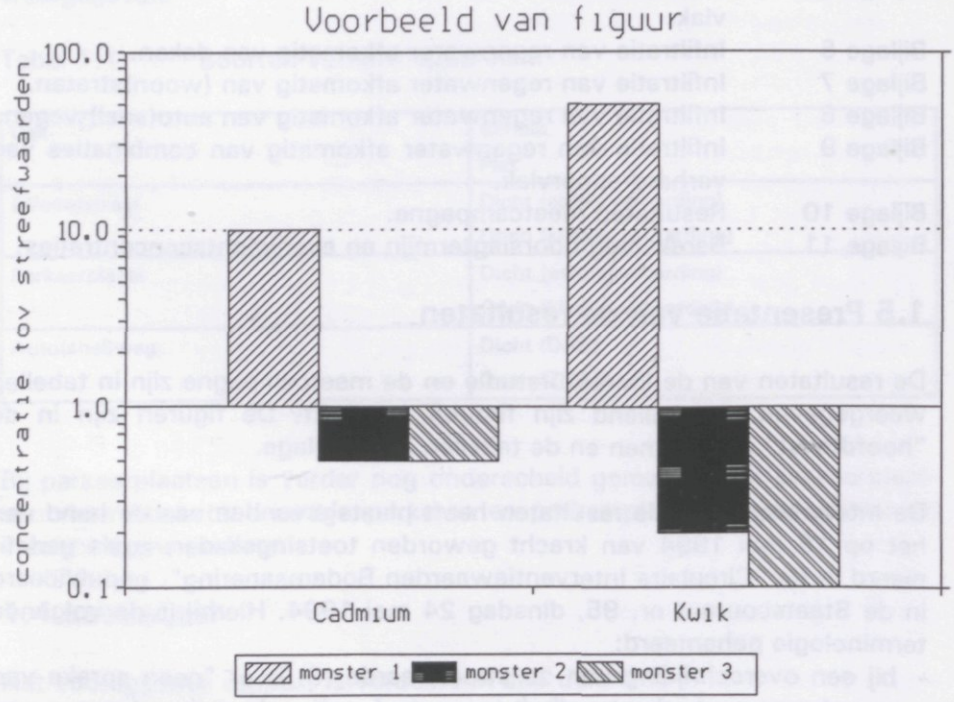
bijlagen. Voor de individuele PAK's en PAK (som 16) zijn geen STI-waarden vastgesteld, daarom is alleen PAK (som 10) getoetst.

De streef- en interventiewaarden voor grondwater zijn niet afhankelijk van het organisch stofgehalte en/of de lutumfractie.

De STI-waarden voor grondwater zijn niet alleen gebruikt om grondwater aan te toetsen, maar ook om neerslag en afstromend regenwater aan te toetsen. Opgemerkt moet worden dat de STI-waarden niet zijn geformuleerd voor een dergelijke toetsing. De toetsing heeft daardoor slechts een indicatieve waarde, maar geeft wel een indruk van de kwaliteit van neerslag en afstromend regenwater.

Figuren

Figuur 1.1 toont een voorbeeld van de wijze waarop de resultaten zijn gepresenteerd.



Figuur 1.1 Voorbeeldfiguur.

In de voorbeeldfiguur zijn langs de x-as twee parameters uitgezet, namelijk: cadmium en kwik.

Langs de y-as is het quotiënt van de op metingen gebaseerde concentraties en de streefwaarden uitgezet. Dat wil zeggen de gemeten concentratie gedeeld door de streefwaarde voor de betreffende parameter (in dit voorbeeld cadmium of kwik). Het quotiënt is in de figuur weergegeven door "concentratie ten opzichte van streefwaarden". Bij een overschrijding van de streefwaarde is het quotiënt groter dan één, bij een gelijke concentratie

aan de streefwaarde is het quotiënt gelijk aan één en bij een onderschrijding van de streefwaarde is het quotiënt kleiner dan één. Voor de y-as is een logaritmische schaalverdeling gebruikt.

Door de gekozen wijze van presenteren kan snel worden afgelezen of de op metingen gebaseerde concentraties de streefwaarden over- dan wel onderschrijden. Zo volgt uit de voorbeeldfiguur dat in "monster 1" de cadmium- en kwikconcentraties de streefwaarden 10 keer (quotiënt = 10) respectievelijk 50 keer overschrijden (quotiënt = 50). In "monster 2" onderschrijden de cadmium- en kwikconcentraties de streefwaarden met een factor 2 (quotiënt = 0,5) respectievelijk een factor 5 (quotiënt = 0,2). Tot slot onderschrijden de cadmium- en kwikconcentraties in "monster 3" de streefwaarden met een factor 2 (quotiënt = 0,5) respectievelijk een factor 10 (quotiënt = 0,1).

De concentraties in grondwater, afstromend regenwater en neerslag zijn getoetst aan de streefwaarden voor grondwater. De concentraties in grond zijn getoetst aan de streefwaarden voor grond, waarbij de streefwaarden zijn gebaseerd op de voor het monster vastgestelde organische stofgehalte (humus) en de lutumfractie (klei).

Tabellen
In de tabellen zijn de resultaten eventueel voorzien van een "+", "+ +" of "+ + +". De betekenis hiervan is als volgt:

+ groter dan de streefwaarde (S) en kleiner of gelijk aan de toetsingswaarde (T);
+ + groter dan de toetsingswaarde (T) en kleiner of gelijk aan de interventiewaarde (I);
+ + + groter dan de interventiewaarde (I).

De concentraties die niet zijn voorzien van een "+", "+ +" of "+ + +" zijn lager dan de streefwaarden.

De concentraties in grondwater, afstromend regenwater en neerslag zijn getoetst aan de STI-waarden voor grondwater. De concentraties in grond zijn getoetst aan de STI-waarden voor grond, waarbij de STI-waarden zijn gebaseerd op de voor het monster vastgestelde organische stofgehalte (humus) en de lutumfractie (klei).

Deel 1: Literatuurstudie

2 Kwaliteit van neerslag

In dit hoofdstuk staat de kwaliteit van neerslag centraal.

Het literatuuronderzoek gericht op de kwaliteit van neerslag heeft de volgende bronnen opgeleverd:

- Berbee, R.P.M., G.B.J. Rijs, M.W. Brouwer, 1996. *Behandeling afstromend wegwater van snelwegen*, RIZA, Lelystad.
- Somhorst, M.H.M., A.P. Stolk, 1996. *Landelijk meetnet regenwatersamenstelling, Meetresultaten 1994*, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- TauwMabeg civiel en bouw, 1997. *Proefproject infiltratie Zwolle; Deelrapport D*, Deventer.

Resultaten van voorgenoemde studies zijn in bijlage 1 opgenomen. Uit de gegevens volgt dat de bandbreedten groot zijn. Dit geldt voor zowel zware metalen als ook voor de PAK.

Om een indruk te krijgen van de kwaliteit van afstromend regenwater zijn de meetresultaten wat betreft de metalen, olie en PAK (10 van VROM) getoetst aan de streefwaarden voor grondwater. Het betreft daarbij ongefiltreerde concentraties. In tabel 2.1 is een beknopte beschrijving van de meetlocaties opgenomen.

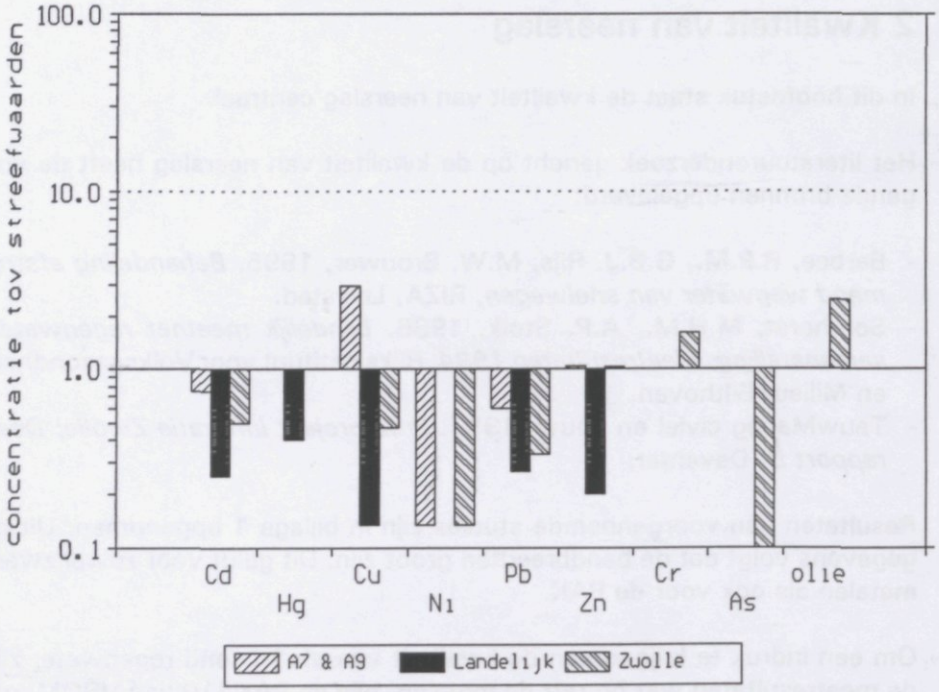
Tabel 2.1 Overzicht van de locaties.

Locatie	Omgeving
Zwolle	Van den Tyverbelt, rustige woonstraat in Zwolle
A7	Rijksweg (DAB) nabij Purmerend, verkeersintensiteit 53.000 voertuigen/etmaal
A9	Rijksweg (ZOAB) nabij Spaarnwoude, verkeersintensiteit 86.000 voertuigen/etmaal
Landelijk meetnet	Gemiddelde in Nederland

De toetsing heeft slechts een indicatieve waarde, omdat de betreffende normen niet primair voor dit doel zijn geformuleerd. De resultaten zijn weergegeven in de figuren 2.1 en 2.2. Langs de x-as zijn de volgende parameters uitgezet:

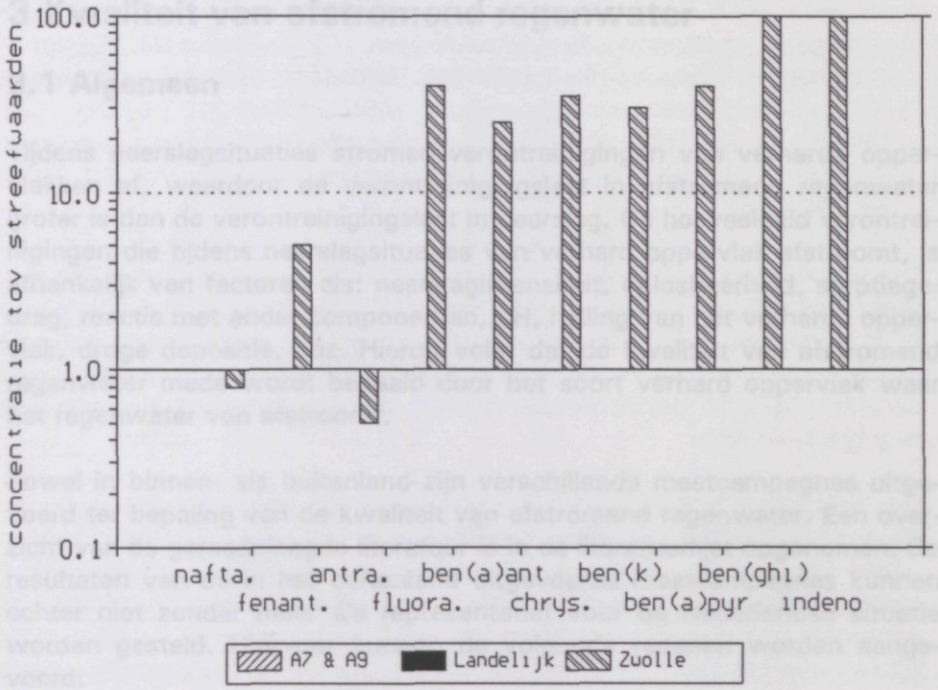
- cadmium (Cd), kwik (Hg), koper (Cu), nikkel (Ni), lood (Pb), zink (Zn), chroom (Cr), arseen (As), olie (olie);
- naftaleen (nafta), fenanthreen (fenant), anthraceen (antra), fluorantheen (fluora), benzo(a)anthraceen (ben(a)ant), chryseen (chrys), benzo(k)fluorantheen (ben(k)), benzo(a)pyreen (ben(a)pyr), benzo(g,h,i)pyreen (ben(ghi)), ideno(1,2,3cd)pyreen (ideno).

Langs de y-as is het quotiënt van de op metingen gebaseerde gemiddelde concentratie in de neerslag en de streefwaarden voor grondwater, zie verder paragraaf 1.5.



Figuur 2.1 Concentraties van metalen en olie in neerslag ten opzichte van de streefwaarden voor grondwater. Er zijn geen analyses uitgevoerd op: 1) arseen, kwik en olie bij A7 & A9 en 2) arseen, chroom, nikkel, zink en olie bij het landelijk meetnet. In Zwolle was de kwikconcentratie lager dan de detectielimiet en is in de figuur gelijk aan de streefwaarde weergegeven.

Uit de figuren 2.1 en 2.2 volgt dat de concentraties van metalen in neerslag doorgaans lager zijn dan de streefwaarden voor grondwater. Uitzondering hierop vormen koper en chroom. In tegenstelling tot de metalen overschrijden olie en PAK wel de streefwaarden voor grondwater. Dit met uitzondering van naftaleen en anthraceen.



Figuur 2.2 Concentraties van PAK in neerslag ten opzichte van de streefwaarden voor grondwater.

Er zijn geen analyses uitgevoerd op PAK bij de A7 & A9 en het landelijk meetnet.

3 Kwaliteit van afstromend regenwater

3.1 Algemeen

Tijdens neerslagsituaties stromen verontreinigingen van verharde oppervlakken af, waardoor de verontreinigingslast in afstromend regenwater groter is dan de verontreinigingslast in neerslag. De hoeveelheid verontreinigingen die tijdens neerslagsituaties van verhard oppervlak afstroomt, is afhankelijk van factoren als: neerslagintensiteit, oplosbaarheid, sorptiegedrag, reactie met ander componenten, pH, helling van het verharde oppervlak, droge depositie, enz. Hieruit volgt dat de kwaliteit van afstromend regenwater mede wordt bepaald door het soort verhard oppervlak waar het regenwater van afstroomt.

Zowel in binnen- als buitenland zijn verschillende meetcampagnes uitgevoerd ter bepaling van de kwaliteit van afstromend regenwater. Een overzicht van de geraadpleegde literatuur is in de literatuurlijst opgenomen. De resultaten van de in het buitenland uitgevoerde meetcampagnes kunnen echter niet zonder meer als representatief voor de Nederlandse situatie worden gesteld. Hiervoor kunnen de volgende redenen worden aangevoerd:
- verschillen in kwaliteit van de droge en natte depositie;
- verschillen in neerslagpatroon;
- verschillen in bouwstijl (materiaalgebruik, oppervlakken);
- verschillen in onderhoud.

Uit het literatuuronderzoek blijkt dat in Nederland met name onderzoek is gedaan aan autosnelwegen en veel minder aan verharde oppervlakken binnen de bebouwde kom.

In dit hoofdstuk komt in de paragrafen 3.2 tot en met 3.7 het volgende aan de orde:
- de kwaliteit van regenwater dat van daken afstroomt;
- de kwaliteit van regenwater dat van (woon)straten afstroomt;
- de kwaliteit van regenwater dat van parkeerplaatsen afstroomt;
- de kwaliteit van regenwater dat van auto(snel)wegen afstroomt;
- de kwaliteit van regenwater dat van combinaties van soorten verhard oppervlak afstroomt (bijvoorbeeld daken en straten);
- een beschouwing van de kwaliteit van afstromend regenwater.

3.2 Daken

Resultaten van de volgende studies zijn opgenomen in bijlage 2:

- Bannerman, R.T., et al, 1993. *Sources of pollutants in Wisconsin stormwater*. Water Science and Technolocy, Vol. 28, No. 3-5, pp 241-259.
- Mottier, V. et al, 1997. *Qualitative aspects of roof runoff*. Urban Rainwater: Resourcefully Used, Proceedings of the eigth European Junior Scientist Workshop (SOCOMA), TauwMabeg Civiel en Bouw, 1997, Deventer.

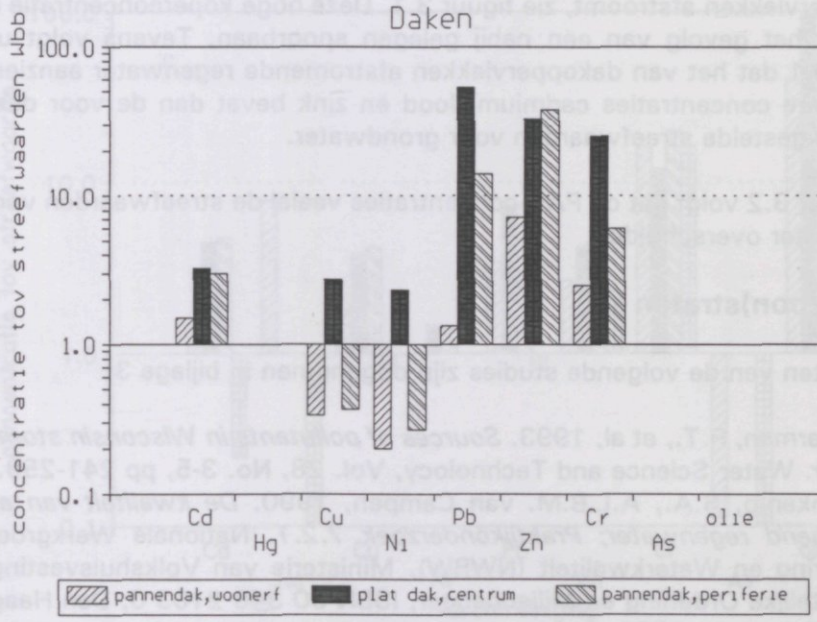
- Oldenkamp, S.A., A.L.B.M. van Campen, 1990. *De kwaliteit van afstromend regenwater; Praktijkonderzoek 7.2.1.* Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit (NWRW), Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, ISBN 90 346 2103 0, Den Haag.
- Pitt, R., et al., 1995. *Urban stormwater toxic pollutants: assessment, sources, and treatabillity.* Water Environment Research, Vol. 67, No. 3, pp 260-275.

Opvallend is dat de meetresultaten grote bandbreedten vertonen. Dit geldt met name voor de door de NWRW gemeten zinkconcentraties. Een consequentie hiervan is dat een exacte kwaliteit van het afstromende regenwater niet is te geven. De resultaten van Pitt en Bannerman geven aan dat de verontreinigingen met name aan deeltjes zijn geadsorbeerd. Een uitzondering hierop is zink.

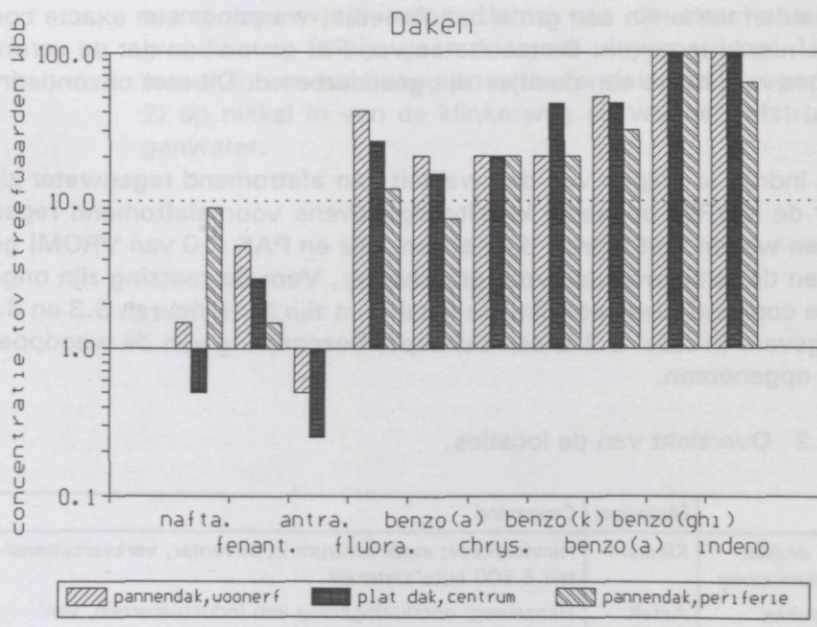
Om een indruk te krijgen van de kwaliteit van afstromend regenwater zijn de door de NWRW bepaalde kwaliteitsgegevens voor afstromend regenwater wat betreft de metalen, olie en PAK (10 van VROM) getoetst aan de streefwaarden voor grondwater. Voor de toetsing zijn ongefiltreerde concentraties gebruikt. De resultaten van deze toetsing zijn in de figuren 3.1 en 3.2 weergegeven. In tabel 3.1 is een beknopte beschrijving van de dakoppervlakken opgenomen.

Tabel 3.1 Overzicht van de locaties.

Locatie	Materiaal	Omgeving
Pannen dak, woonerf	Dakpannen, zinken dakgoot, pvc-pijp	Koningspage; rustige woonwijk (leeftijd ± 6 jaar)
Pannen dak, periferie	Dakpannen, zinken dakgoot en pvc-pijp	Dahliastraat; aan rand woonwijk, provinciale weg op circa 100 m (huis is van circa 1935)
Plat dak, centrum	Grint en bitumen	Handelskade, 4e verdieping aan drukke weg en spoorlijn (leeftijd ± 4 jaar)



Figuur 3.1 Concentraties van zware metalen en olie in van daken afstromend regenwater ten opzichte van de streefwaarden voor grondwater. Kwik, arseen en olie zijn niet geanalyseerd.



Figuur 3.2 Concentraties van PAK in van daken afstromend regenwater ten opzichte van de streefwaarden voor grondwater. Antraceen is niet aangetoond in regenwater dat afstroomt van "pannendak, periferie".

Het regenwater dat van het platte dakoppervlak afstroomt heeft aanzienlijk hogere koperconcentraties dan het regenwater dat van de twee andere

dakoppervlakken afstroomt, zie figuur 3.1. Deze hoge koperconcentratie is wellicht het gevolg van een nabij gelegen spoorbaan. Tevens volgt uit figuur 3.1 dat het van dakoppervlakken afstromende regenwater aanzienlijk hogere concentraties cadmium, lood en zink bevat dan de voor deze metalen gestelde streefwaarden voor grondwater.

Uit figuur 3.2 volgt dat de PAK-concentraties veelal de streefwaarden voor grondwater overschrijden.

3.3 (Woon)straten

Resultaten van de volgende studies zijn opgenomen in bijlage 3:

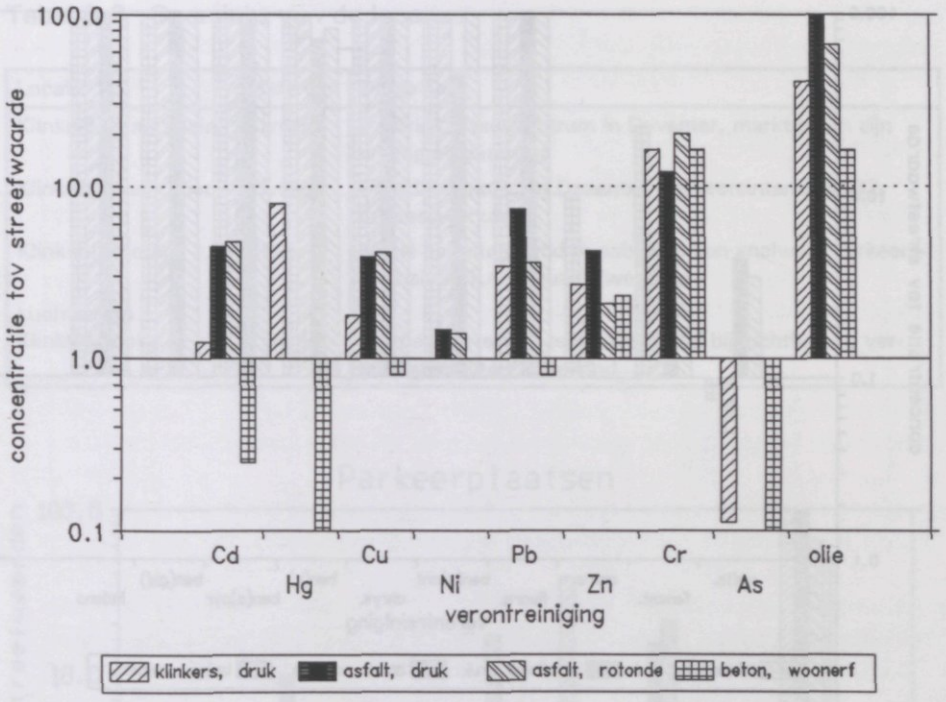
- Bannerman, R.T., et al, 1993. *Sources of pollutants in Wisconsin stormwater*. Water Science and Technolocy, Vol. 28, No. 3-5, pp 241-259.
- Oldenkamp, S.A., A.L.B.M. van Campen, 1990. *De kwaliteit van afstromend regenwater; Praktijkonderzoek 7.2.1*. Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit (NWRW), Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, ISBN 90 346 2103 0, Den Haag.
- Pitt, R., et al., 1995. *Urban stormwater toxic pollutants: assessment, sources, and treatabillity*. Water Environment Research, Vol. 67, No. 3, pp 260-275.

Resultaten van de voorgenoemde studies zijn in bijlage 3 opgenomen. De meetwaarden vertonen een grote bandbreedte, waardoor een exacte concentratie niet is te geven. De resultaten van Pitt geven aan dat de verontreinigingen met name aan deeltjes zijn geadsorbeerd. Dit met uitzondering van zink.

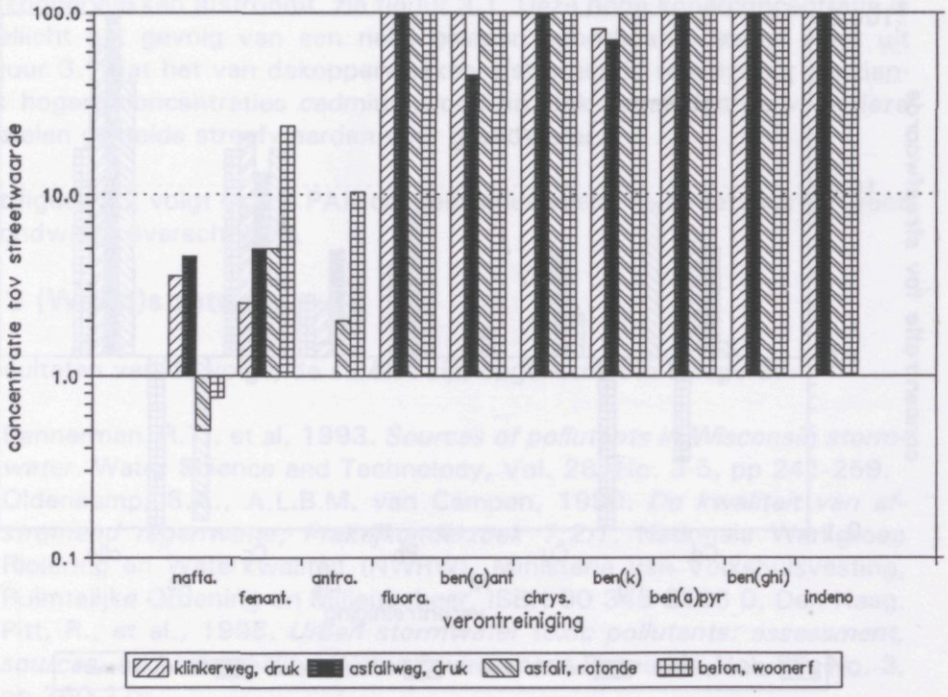
Om een indruk te krijgen van de kwaliteit van afstromend regenwater zijn de door de NWRW bepaalde kwaliteitsgegevens voor afstromend regenwater van wegen wat betreft de metalen, olie en PAK (10 van VROM) getoetst aan de streefwaarden voor grondwater. Voor de toetsing zijn ongefiltreerde concentraties gebruikt. De resultaten zijn in de figuren 3.3 en 3.4 weergegeven. In tabel 3.2 is een beknopte beschrijving van de wegoppervlakken opgenomen.

Tabel 3.2 Overzicht van de locaties.

Locatie	Materiaal	Omgeving
Klinkers, drukke hoofdverkeersweg	Klinkers	Handelskade; stadscentrum in Deventer, verkeersintensiteit 5.500 auto's/etmaal
Asfalt, drukke verkeersweg	Asfalt	Hanzeweg; ontsluitingsweg van industrieterrein, verkeersintensiteit 17.000 auto's/etmaal
Asfalt, rotonde	Asfalt	Zamenhofplein; ontsluiting binnenstad, spoorweg op circa 100 m, verkeersintensiteit 10.000 auto's/etmaal
Betonklinkers, woonerf	Klinkers (beton)	Koningspage; woonerf, verkeersintensiteit 949 auto's/etmaal



Figuur 3.3 Concentraties van zware metalen en olie in van wegen afstromend regenwater ten opzichte van de streefwaarden voor grondwater. Er zijn geen analyses uitgevoerd op: 1) kwik en arseen in van asfaltweg en rotonde afstromend regenwater en 2) op nikkel in van de klinkerweg en woonerf afstromend regenwater.



Figuur 3.4 Concentraties van PAK in van wegen afstromend regenwater ten opzichte van de streefwaarden voor grondwater.

Uit de figuren 3.3 en 3.4 volgt dat de concentraties van zware metalen, olie en PAK in het afstromend regenwater doorgaans hoger zijn dan de streefwaarden voor grondwater. Alleen arseen vormt hierop een uitzondering.

3.4 Parkeerplaatsen

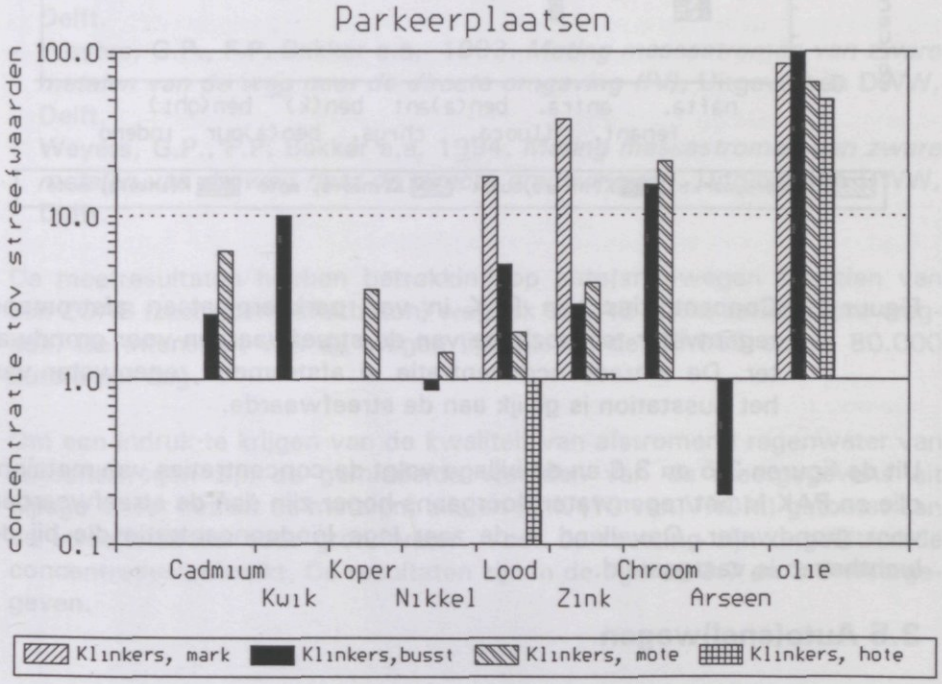
De resultaten van de volgende studie zijn opgenomen in bijlage 3:

- Oldenkamp, S.A., A.L.B.M. van Campen, 1990. *De kwaliteit van afstromend regenwater; Praktijkonderzoek 7.2.1.* Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit (NWRW), Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, ISBN 90 346 2103 0, Den Haag.

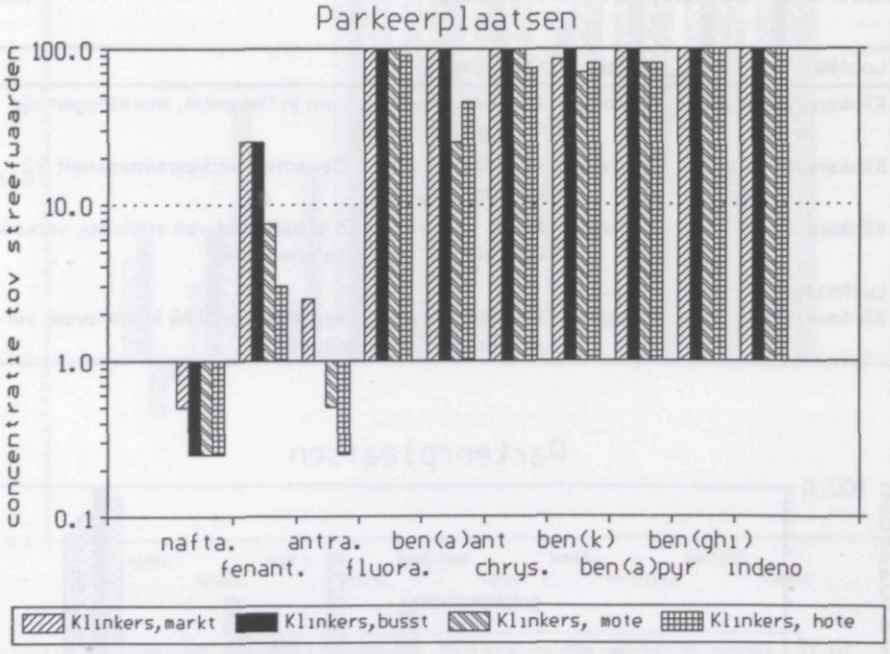
Om een indruk te krijgen van de kwaliteit van afstromend regenwater zijn de door de NWRW bepaalde kwaliteitsgegevens voor afstromend regenwater van wegen wat betreft de metalen, olie en PAK (10 van VROM) getoetst aan de streefwaarden voor grondwater. Voor de toetsing zijn ongefiltreerde concentraties gebruikt. De resultaten zijn in de figuren 3.5 en 3.6 weergegeven. In tabel 3.3 is een beknopte beschrijving van de wegoppervlakken opgenomen.

Tabel 3.3 Overzicht van de locaties.

Locatie	Materiaal	Omgeving
Klinkers, marktplein	Klinkers	De Brink; stadscentrum in Deventer, marktdagen zijn vrijdag en zaterdag
Klinkers, busstation	Klinkers	Hoofdbusstation in Deventer, verkeersintensiteit 32 bussen/werkdag
Klinkers, motel	Klinkers	Motel aan stadsrand in nabijheid van snelweg, verkeersintensiteit 1.400 auto's/werkdag
Luchthaven Klinkers, hotel	Klinkers	Dagparkeerterrein tegenover hotel bij luchthaven, verkeersintensiteit onbekend



Figuur 3.5 Concentraties van metalen en olie in van parkeerplaatsen afstromend regenwater ten opzichte van de streefwaarden voor grondwater. Er zijn geen analyses uitgevoerd op 1) cadmium, kwik, koper, nikkel, chroom en arseen in afstromend regenwater van het marktterrein De Brink, 2) kwik en arseen in afstromend regenwater van het parkeerterrein bij het motel en 3) cadmium, kwik, koper, nikkel, chroom en arseen in afstromend regenwater van het parkeerterrein bij het hotel.



Figuur 3.6 Concentraties van PAK in van parkeerplaatsen afstromend regenwater ten opzichte van de streefwaarden voor grondwater. De antraceenconcentratie in afstromend regenwater van het busstation is gelijk aan de streefwaarde.

Uit de figuren 3.5 en 3.6 en de bijlage volgt de concentraties van metalen, olie en PAK in het regenwater doorgaans hoger zijn dan de streefwaarden voor grondwater. Opvallend is de zeer lage loodconcentratie die bij de luchthaven is vastgesteld.

3.5 Auto(snel)wegen

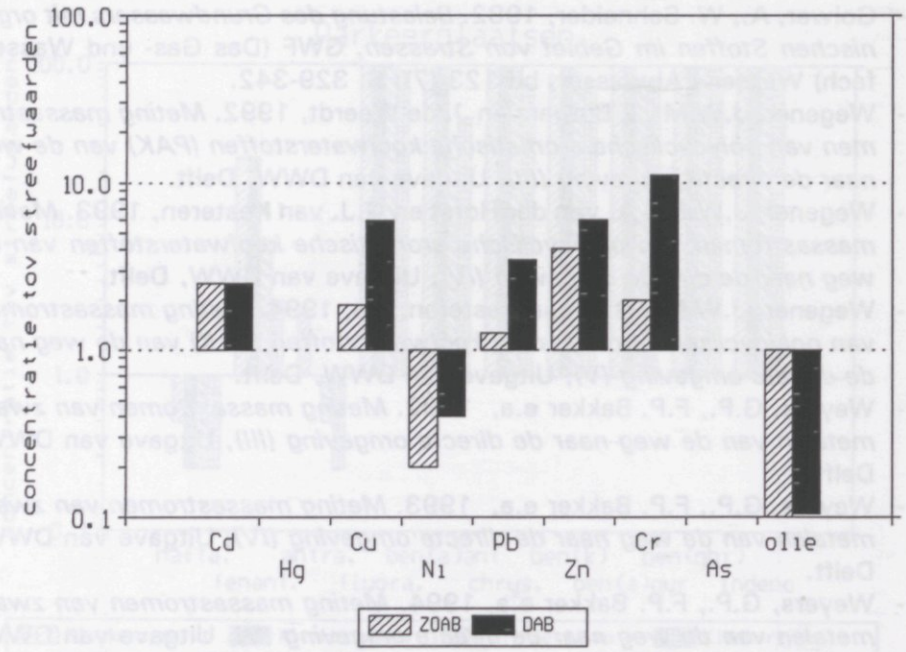
Resultaten van de volgende studies zijn opgenomen in bijlage 4:

- Beekman, W., J. Bunnik, C. van Hemel-Gommer, 1997. *Risico's van risico's van run-off van de Amsterdamseweg voor pompstation La Cabine, Fase 1: Kwaliteit van run-off en bodemvocht onder infiltratiepoelen*, KIWA, Nieuwegein.
- Berbee, R.P.M., G.B.J. Rijs, M.W. Brouwer, 1996. *Behandeling afstromend wegwater van snelwegen*, Rijkswaterstaat RIZA, Lelystad.
- Hewitt, C.N., M.B. Rashed, 1992. *Removal rates of selected pollutants in de run-off waters from a major rural highway*, Water Research, Vol. 26, No. 3, pp. 311-319.
- Stotz, G., 1987. *Investigations of the properties of the surface water run-off from federal highways in the* , The science of the Total Environment, 59, pp. 329-337.
- Lygren, E., E. Gjessing, L. Berglind, 1984. *Pollution transport from a highway*, The science of the Total Environment, 33, pp. 147-159.

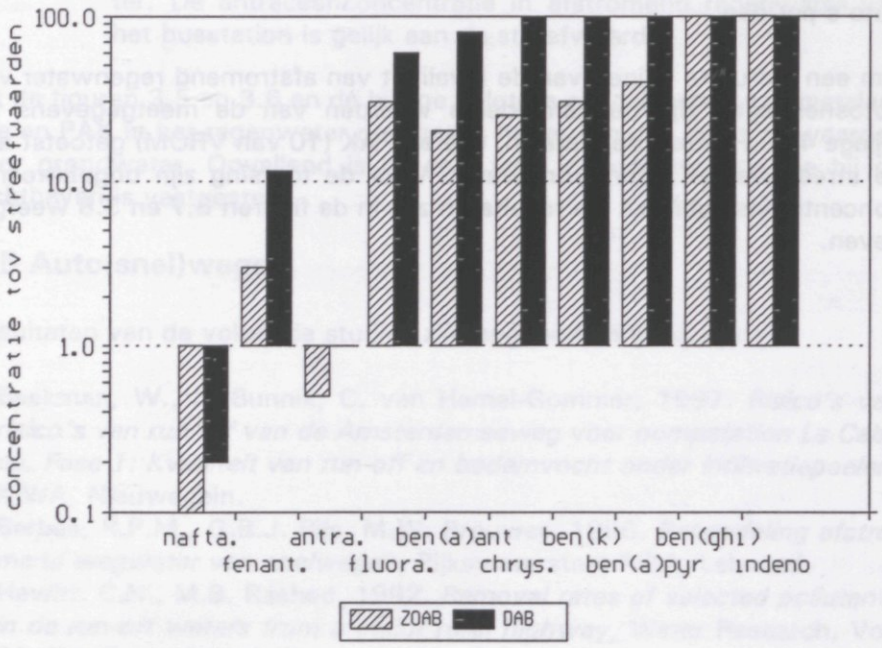
- Golwer, A., W. Schneider, 1982. *Belastung des Grundwassers mit organischen Stoffen im Gebiet von Strassen*, GWF (Das Gas- und Wasserfach) Wasser - Abwasser, bd 123 (7), S. 329-342.
- Wegener, J.W.M., I. Burgers en J. de Weerdt, 1992. *Meting massastromen van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) van de weg naar de directe omgeving (III)*, Uitgave van DWW, Delft.
- Wegener, J.W.M., A. van der Horst en G.J. van Kesteren, 1993. *Meting massastromen van polycyclische aromatische koolwaterstoffen van de weg naar de directe omgeving (IV)*, Uitgave van DWW, Delft.
- Wegener, J.W.M., G.J. van Kesteren, e.a, 1994. *Meting massastromen van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) van de weg naar de directe omgeving (V)*, Uitgave van DWW, Delft.
- Weyers, G.P., F.P. Bakker e.a, 1992. *Meting massastromen van zware metalen van de weg naar de directe omgeving (III)*, Uitgave van DWW, Delft.
- Weyers, G.P., F.P. Bakker e.a, 1993. *Meting massastromen van zware metalen van de weg naar de directe omgeving (IV)*, Uitgave van DWW, Delft.
- Weyers, G.P., F.P. Bakker e.a, 1994. *Meting massastromen van zware metalen van de weg naar de directe omgeving (V)*, Uitgave van DWW, Delft.

De meetresultaten hebben betrekking op auto(snel)wegen voorzien van een ZOAB (zeer open asfaltbeton) wegdek of DAB (dicht asfaltbeton) wegdek. De intensiteit van de wegen ligt tussen de 20.000 en de 80.000 auto's per dag.

Om een indruk te krijgen van de kwaliteit van afstromend regenwater van autosnelwegen zijn de gemiddelde waarden van de meetgegevens uit bijlage 4 wat betreft de metalen, olie en PAK (10 van VROM) getoetst aan de streefwaarden voor grondwater. Voor de toetsing zijn ongefiltreerde concentraties gebruikt. De resultaten zijn in de figuren 3.7 en 3.8 weergegeven.



Figuur 3.7 Concentraties van zware metalen en olie in van autosnelwegen afstromend regenwater ten opzichte van de streefwaarden voor grondwater.



Figuur 3.8 Concentraties van PAK in van autosnelwegen afstromend regenwater ten opzichte van de streefwaarden voor grondwater.

Uit de figuren 3.7 en 3.8 volgt dat de concentraties doorgaans de streefwaarden voor grondwater overschrijden. Dit met uitzondering van nikkel, olie en naftaleen.

3.6 Combinaties van verharde oppervlakken

Resultaten van de volgende studies zijn in bijlage 5 opgenomen:

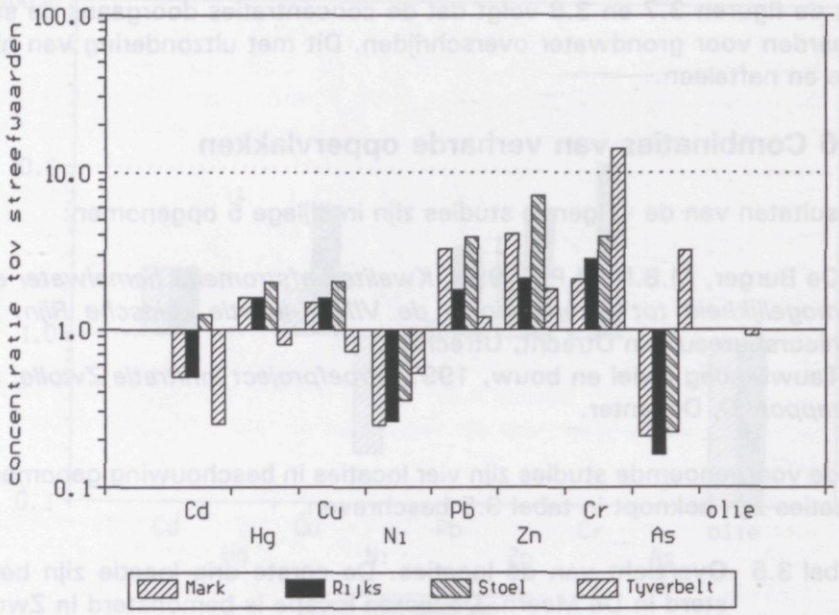
- De Burger, M.B.M.M.P., 1997. *Kwaliteit afstromend hemelwater en de mogelijkheid tot afkoppelen in de VINEX-locatie Leidsche Rijn*, Ingenieursbureau van Utrecht, Utrecht.
- TauwMabeg civiel en bouw, 1997. *Proefproject infiltratie Zwolle; Deelrapport D*, Deventer.

In de voorgenoemde studies zijn vier locaties in beschouwing genomen. De locaties zijn beknopt in tabel 3.5 beschreven.

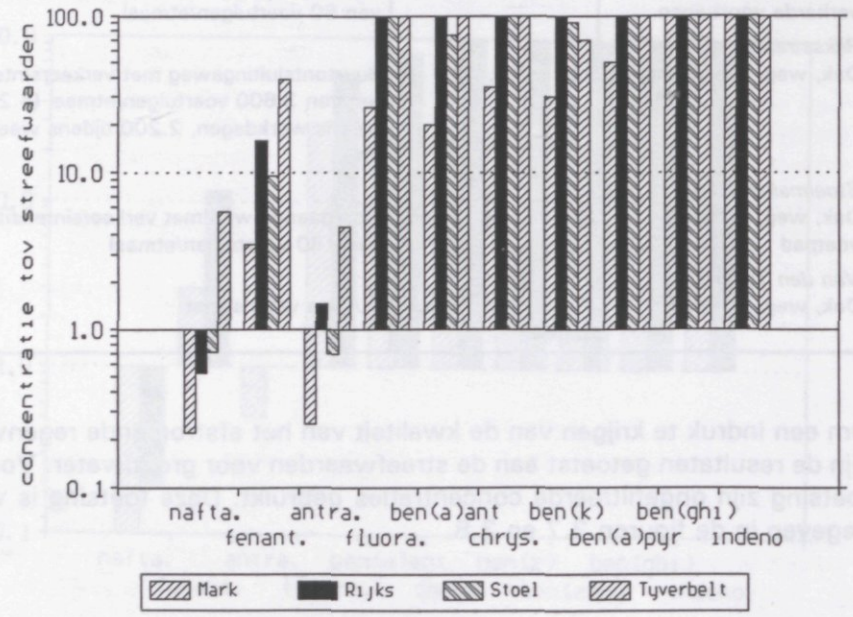
Tabel 3.5 Overzicht van de locaties. De eerste drie locatie zijn bemonsterd in De Meern. De vierde locatie is bemonsterd in Zwolle.

Locatie Type oppervlak	Materiaal	Omgeving
Marketentsterlaan Dak, weg, parkeer, verharde voortuinen	nb, klinker, nb, nb	Doodlopende straat met verkeersintensiteit van 60 voertuigen/etmaal
Rijksstraatweg Dak, weg, voet-/fietspad	nb, asfalt, nb	Buurtontsluitingsweg met verkeersintensiteit van 3.600 voertuigen/etmaal (4.200 tijdens werkdagen, 2.200 tijdens weekend)
Stoelmakerslaan Dak, weg, parkeer, voetpad	nb, klinker, nb, nb	Doorgaande weg met verkeersintensiteit van 180 voertuigen/etmaal
Van den Tyverbelt Dak, weg, voetpad	Pannen, klinkers, tegels	Rustige woonstraat

Om een indruk te krijgen van de kwaliteit van het afstromende regenwater zijn de resultaten getoetst aan de streefwaarden voor grondwater. Voor de toetsing zijn ongefiltreerde concentraties gebruikt. Deze toetsing is weergegeven in de figuren 3.7 en 3.8.



Figuur 3.7 Concentraties van zware metalen en olie in van wegen en daken afstromend regenwater ten opzichte van de streefwaarden voor grondwater.



Figuur 3.8 Concentraties van PAK in van wegen en daken afstromend regenwater ten opzichte van de streefwaarden voor grondwater.

Uit de figuren 3.7 en 3.8 volgt dat de concentraties van metalen, olie en PAK doorgaans hoger zijn dan de streefwaarden voor grondwater.

Bij het proefproject in Zwolle (Van den Tyverbelt) zijn naast ongefiltreerde monsters ook gefiltreerde monsters geanalyseerd. Uit de resultaten volgt dat de concentraties zware metalen en arseen in het ongefiltreerde monster hoger zijn dan in het gefiltreerde monster. Bij PAK lijkt deze situatie ook op te treden, maar het beeld is minder duidelijk omdat veel concentraties lager zijn dan de detectielimiet.

3.7 Beschouwing resultaten

De PAK-concentraties in regenwater dat afstroomt van verhard oppervlak overschrijden de streefwaarden voor grondwater in ruime mate. Uitzondering hierop vormen naftaleen en anthraceen, waarvoor zowel overschrijdingen als onderschrijdingen van streefwaarden zijn vastgesteld. De PAK-concentraties in van daken afstromend regenwater zijn lager dan in van straten, parkeerplaatsen en DAB-auto(snel)wegen afstromend regenwater. De concentraties in van ZOAB-wegen afstromend regenwater zijn beduidend lager dan in DAB-wegen afstromend regenwater. De oorzaak hiervan ligt in de poriënstructuur van het ZOAB en dat de PAK geadsorbeerd zit aan deeltjes. De vervuiling blijft achter in de poriën en stroomt niet af zoals bij DAB. Door de open structuur van het ZOAB is de verwaaiing van verontreiniging geringer dan bij DAB.

De concentraties van de metalen vertonen een minder eenduidig beeld dan dat voor de PAK. De arseenconcentraties onderschrijden doorgaans de streefwaarden voor grondwater. De zink- en chroomconcentraties overschrijden de streefwaarden. Voor cadmium, kwik, koper, nikkel en lood treden zowel over- als onderschrijdingen van de streefwaarden voor grondwater op. Op basis van de concentraties ontstaat de indruk dat regenwater afkomstig van daken meer zink en lood bevat dan regenwater afkomstig van straten, parkeerplaatsen en auto(snel)wegen. Net als bij PAK zijn de concentraties van de metalen in gefiltreerde monsters lager dan in de ongefiltreerde monsters. Dit geldt voor zowel dakoppervlakken als voor straatoppervlakken.

4 Effecten van infiltratie in de bodem

4.1 Algemeen

Wanneer van verharde oppervlakken afstromend regenwater ongezuiverd in de bodem wordt geïnfiltreerd kan dit negatieve gevolgen hebben voor de grond- en grondwaterkwaliteit. De mate waarin negatieve effecten optreden is afhankelijk van:
- de kwaliteit van het geïnfiltreerde water;
- de hoeveelheid infiltrerend water in relatie tot het infiltratie-oppervlak;
- het bodemtype.

De effecten voor de grond- en grondwaterkwaliteit kunnen derhalve per infiltratievoorziening verschillen.

In dit hoofdstuk komt in de paragrafen 4.2 tot en met 4.7 het volgende aan de orde:
- de effecten van infiltratie van regenwater afkomstig van daken op grond- en grondwater;
- de effecten van infiltratie van regenwater afkomstig van (woon)straten op grond- en grondwater;
- de effecten van infiltratie van regenwater afkomstig van parkeerplaatsen op grond- en grondwater;
- de effecten van infiltratie van regenwater afkomstig van auto(snel)wegen op grond- en grondwater;
- de effecten van infiltratie van regenwater afkomstig van combinaties van oppervlakken op grond- en grondwater;
- een beschouwing van de effecten van infiltratie op grond- en grondwater.

4.2 Daken

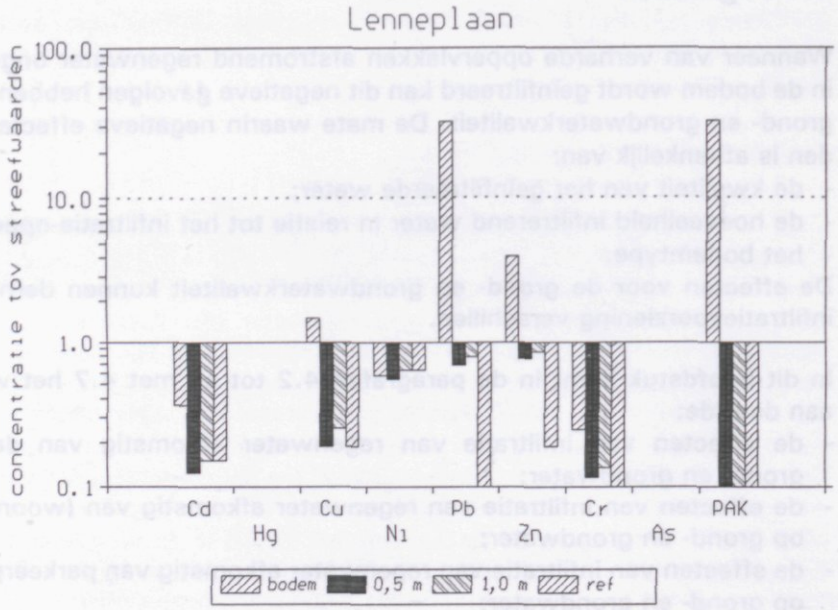
Resultaten van de volgende studie zijn in bijlage 6 opgenomen:

- TauwMabeg civiel en bouw, 1997. *Oude Haven Hilversum Water in Balans; Vooronderzoek/Plan van Aanpak*, Deventer.

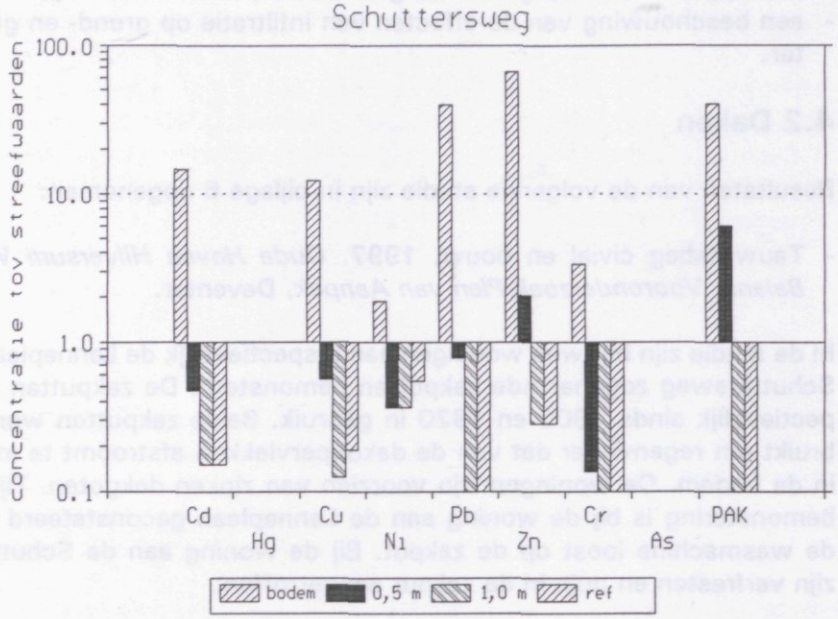
In de studie zijn bij twee woningen aan respectievelijk de Lenneplaan en de Schuttersweg zogenaamde zakputten bemonsterd. De zakputten zijn respectievelijk sinds 1905 en 1920 in gebruik. Beide zakputten worden gebruikt om regenwater dat van de dakoppervlakken afstroomt te infiltreren in de bodem. De woningen zijn voorzien van zinken dakgoten. Tijdens de bemonstering is bij de woning aan de Lenneplaan geconstateerd dat ook de wasmachine loost op de zakput. Bij de woning aan de Schuttersweg zijn verfresten en puin in de zakput aangetroffen.

Grond
In de figuren 4.1 en 4.2 zijn de resultaten van de bemonstering op verschillende dieptes beneden de bodem van de zakputten weergegeven. Langs de x-as zijn de verschillende bemonsterde metalen en PAK (10) uitgezet. Langs de y-as is het quotiënt van de gemeten concentraties en de streefwaarden voor de bodem uitgezet, zie verder paragraaf 1.5. In de

figuren is tevens de referentieboring weergegeven. Deze boring is op enkele meters afstand van de zakput uitgevoerd.



Figuur 4.1 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden in en onder de zakput, inclusief referentieconcentratie.



Figuur 4.2 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden in en onder zakput, inclusief de referentieconcentratie.

Uit de resultaten volgt dat met name de directe bodem van beide zakputten verontreinigd is met zware metalen en PAK. Circa 50 cm onder de

bodem van de zakput blijken alle getoetste parameters aan de streefwaarden te voldoen, met uitzondering van zakput bij de woning aan de Schuttersweg: hier voldoet zink direct onder de zakput niet aan de toetsingswaarde. Op een diepte van 1 m onder de zakput voldeed zink aan de streefwaarde en kon zelfs geen verhoogd gehalte ten opzichte van de referentieboring worden vastgesteld.

Grondwater
Bij de Schuttersweg is ook een peilbuis gezet met een filter op 8,0 - 9,0 m beneden maaiveld. Het grondwater is alleen geanalyseerd op lood en zink. Hierin zijn geen verontreinigingen hoger dan de streefwaarden aangetroffen.

4.3 (Woon)straten

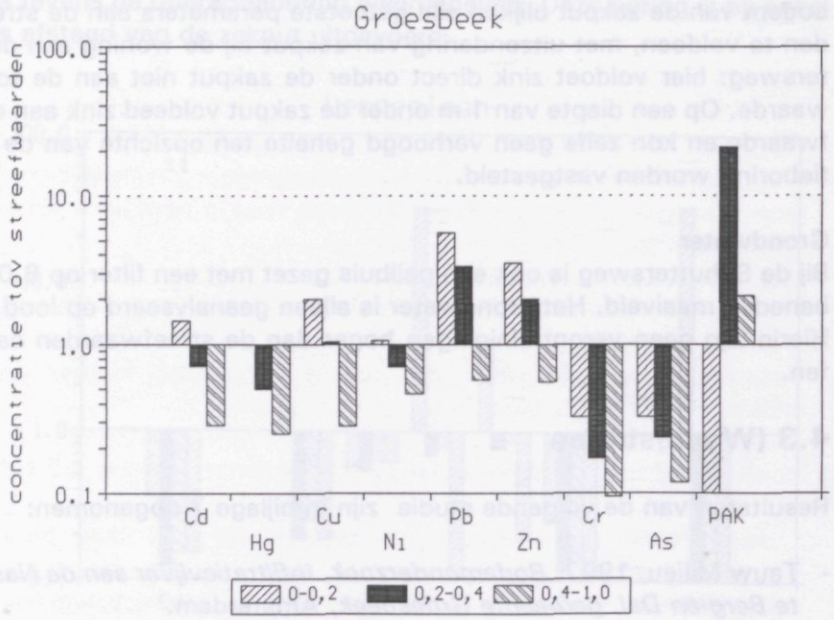
Resultaten van de volgende studie zijn in bijlage 7 opgenomen:

- Tauw Milieu, 1997. *Bodemonderzoek, Infiltratievijver aan de Nassaulaan te Berg en Dal, gemeente Groesbeek,* Amsterdam.

In de gemeente Groesbeek is sinds 1960 het wegoppervlak van de Nassaulaan aangesloten op een infiltratieveld. Het infiltratieveld heeft een oppervlak van 800 m^2. Het aangesloten wegoppervlak is ongeveer 4,4 hectare.

De grond is bemonsterd door middel van 6 boringen van 1 m diep. Van de boringen zijn mengmonsters gemaakt van drie lagen in de bodem. Deze zijn: 0 - 0,2 m beneden maaiveld, 0,2 - 0,4 m beneden maaiveld en 0,4 - 1,0 m beneden maaiveld.

Grond
In figuur 4.3 zijn resultaten van de mengmonsters voor de drie lagen in de bodem weergegeven. Langs de x-as zijn de zware metalen en PAK (10 van VROM) uitgezet. Langs de y-as is het quotiënt van de gemeten concentraties en de streefwaarden voor de bodem uitgezet.



Figuur 4.3 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden voor de bodem ter plaatse.

Uit de figuur en de tabel in bijlage 6 volgt dat de concentraties lood en zink in het mengmonster van 0-0,2 m beneden maaiveld verhoogd zijn tot boven de toetsingswaarden. De concentraties cadmium, koper en nikkel zijn verhoogd tot boven de streefwaarden. De concentratie kwik is gelijk aan de streefwaarde.

In het mengmonster van 0,2-0,4 m beneden maaiveld zijn de concentraties koper, lood, zink en PAK verhoogd tot boven de streefwaarden.

In het mengmonster van 0,4-1,0 m beneden maaiveld zijn de concentraties PAK verhoogd tot boven de streefwaarden.

Grondwater

Het grondwater bevindt zich vermoedelijk op een diepte van ongeveer 20 m beneden maaiveld. Gezien de diepte van de grondwaterstanden beneden maaiveld is het grondwater niet bemonsterd.

4.4 Parkeerplaatsen

Het literatuuronderzoek gericht op het effect van infiltratie van regenwater afkomstig van parkeerplaatsen op grond en grondwater heeft geen bron opgeleverd.

4.5 Auto(snel)wegen

Resultaten van de volgende studie zijn opgenomen in bijlage 8:

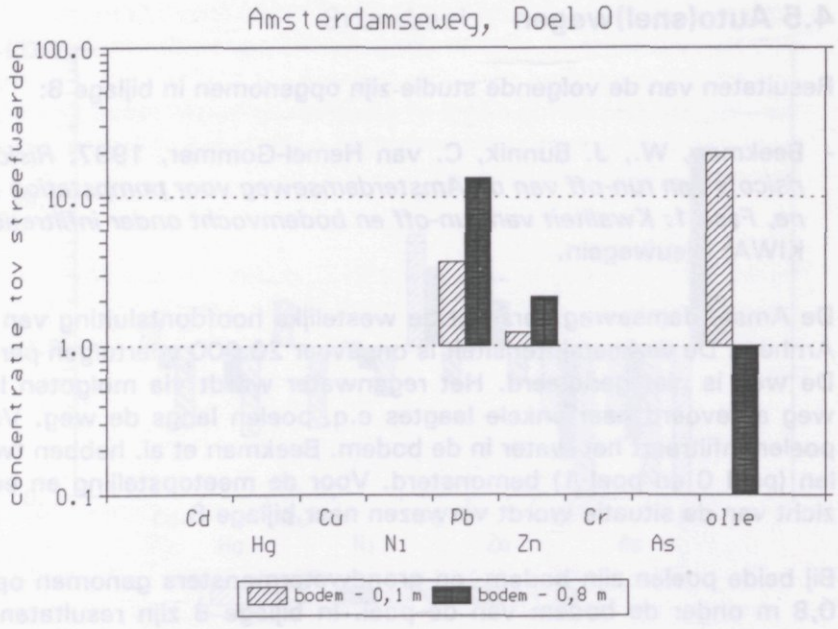
- Beekman, W., J. Bunnik, C. van Hemel-Gommer, 1997. *Risico's van risico's van run-off van de Amsterdamseweg voor pompstation La Cabine, Fase 1: Kwaliteit van run-off en bodemvocht onder infiltratiepoelen*, KIWA, Nieuwegein.

De Amsterdamseweg verzorgt de westelijke hoofdontsluiting van de stad Arnhem. De verkeersintensiteit is ongeveer 20.000 voertuigen per etmaal. De weg is niet gerioleerd. Het regenwater wordt via molgoten langs de weg afgevoerd naar enkele laagtes c.q. poelen langs de weg. Vanuit de poelen infiltreert het water in de bodem. Beekman et al. hebben twee poelen (poel 0 en poel 1) bemonsterd. Voor de meetopstelling en een overzicht van de situatie wordt verwezen naar bijlage 8.

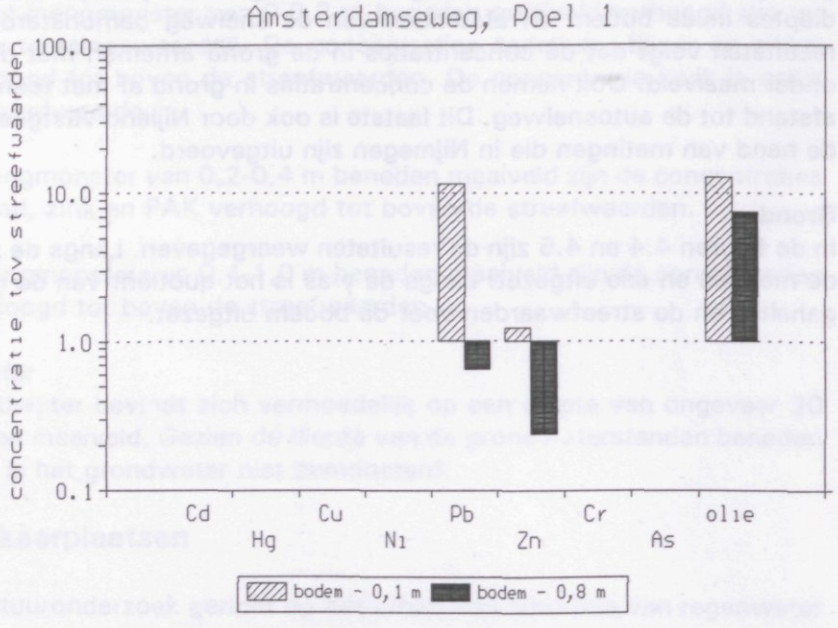
Bij beide poelen zijn bodem- en grondwatermonsters genomen op 0,1 en 0,8 m onder de bodem van de poel. In bijlage 8 zijn resultaten van de studie opgenomen.

In de studies van Weyers et al en Wegener et al is onderzoek gedaan naar de accumalatie van verontreinigingen in de bodem langs snelwegen ten gevolge van run-off natte en droge verwaaiing. Daarbij is op verschillende dieptes in de bodem en afstanden van de snelweg bemonsterd. Uit de resultaten volgt dat de concentraties in de grond afnemen met de diepte onder maaiveld. Ook nemen de concentraties in grond af met toenemende afstand tot de autosnelweg. Dit laatste is ook door Nijland vastgesteld aan de hand van metingen die in Nijmegen zijn uitgevoerd.

Grond
In de figuren 4.4 en 4.5 zijn de resultaten weergegeven. Langs de x-as zijn de metalen en olie uitgezet. Langs de y-as is het quotiënt van de gemeten gehaltes en de streefwaarden voor de bodem uitgezet.



Figuur 4.4 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden voor de bodem ter plaatse poel 0. Er zijn geen analyses uitgevoerd op cadmium, kwik, koper, nikkel, chroom en arseen.

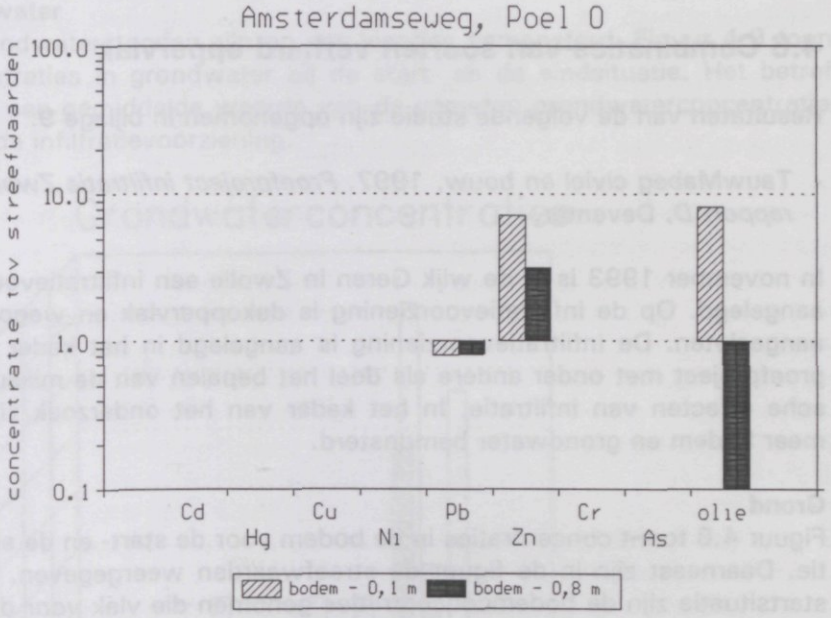


Figuur 4.5 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden voor de bodem ter plaatse poel 1. Er zijn geen analyses uitgevoerd op cadmium, kwik, koper, nikkel, chroom en arseen.

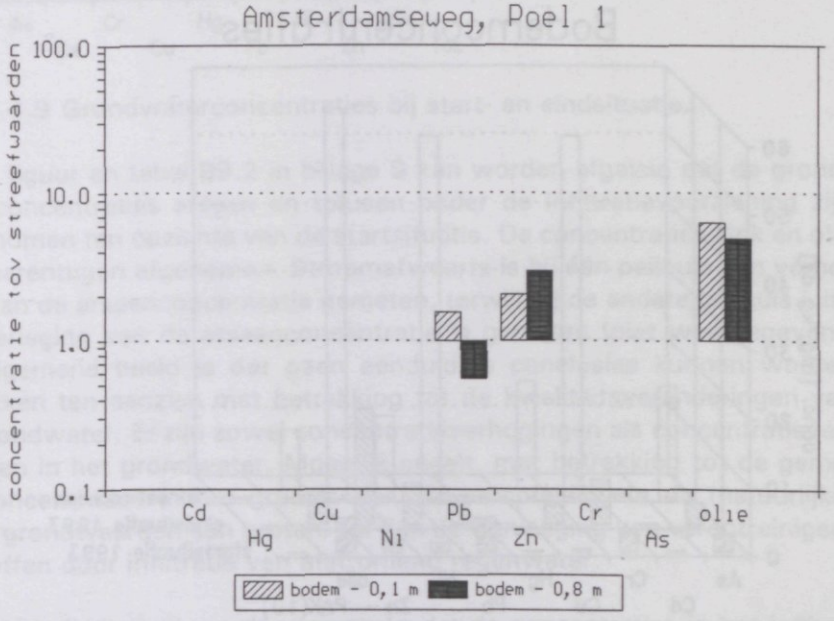
In poel 1 zijn de gehalten op 0,8 m beneden de bodem van de poel lager dan op 0,1 m. Dit verwachte beeld volgt echter niet uit poel 0. Daar zijn de zink- en loodgehalten op 0,8 m juist hoger dan op 0,1.

Grondwater

In de figuren 4.6 en 4.7 zijn de resultaten van de grondwateranalyse weergegeven. Langs de x-as zijn de metalen en olie uitgezet. Langs de y-as is het quotiënt van de gemeten concentraties en de streefwaarden voor grondwater uitgezet.



Figuur 4.6 Grondwaterconcentraties poel 0. Er zijn geen analyses uitgevoerd op cadmium, kwik, koper, nikkel, chroom en arseen.



Figuur 4.7 Grondwaterconcentraties poel 1. Er zijn geen analyses uitgevoerd op cadmium, kwik, koper, nikkel, chroom en arseen.

Net als bij bodemgehalten is het beeld voor de grondwaterconcentraties niet eenduidig. Er worden op 0,8 m beneden de bodem van de poelen zowel hoger als lagere concentraties dan op 0,1 m aangetroffen.
Ook zijn er zowel overschrijdingen als onderschrijdingen van de streefwaarden.

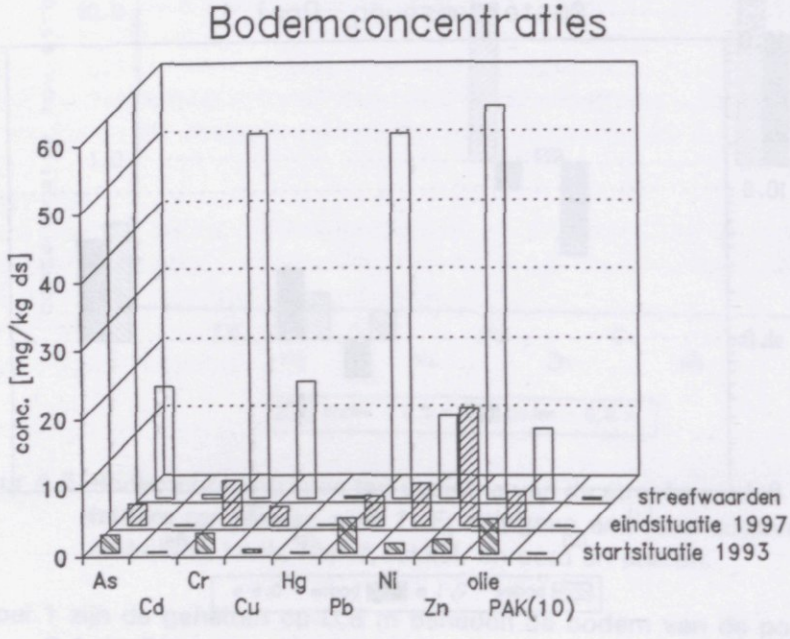
4.6 Combinaties van soorten verhard oppervlak

Resultaten van de volgende studie zijn opgenomen in bijlage 9:

- TauwMabeg civiel en bouw, 1997. *Proefproject infiltratie Zwolle; Deelrapport D*, Deventer.

In november 1993 is in de wijk Geren in Zwolle een infiltratievoorziening aangelegd. Op de infiltratievoorziening is dakoppervlak en wegoppervlak aangesloten. De infiltratievoorziening is aangelegd in het kader van een proefproject met onder andere als doel het bepalen van de milieuhygiënische effecten van infiltratie. In het kader van het onderzoek zijn onder meer bodem en grondwater bemonsterd.

Grond
Figuur 4.8 toont concentraties in de bodem voor de start- en de eindsituatie. Daarnaast zijn in de figuur de streefwaarden weergegeven. Voor de startsituatie zijn de bodemconcentraties genomen die vlak voor de aanleg van de voorziening zijn gemeten. Ten behoeve van de eindsituatie is in 1997 een deel van de voorziening verwijderd en zijn aan de onderzijde van de voorziening grondmonsters genomen.

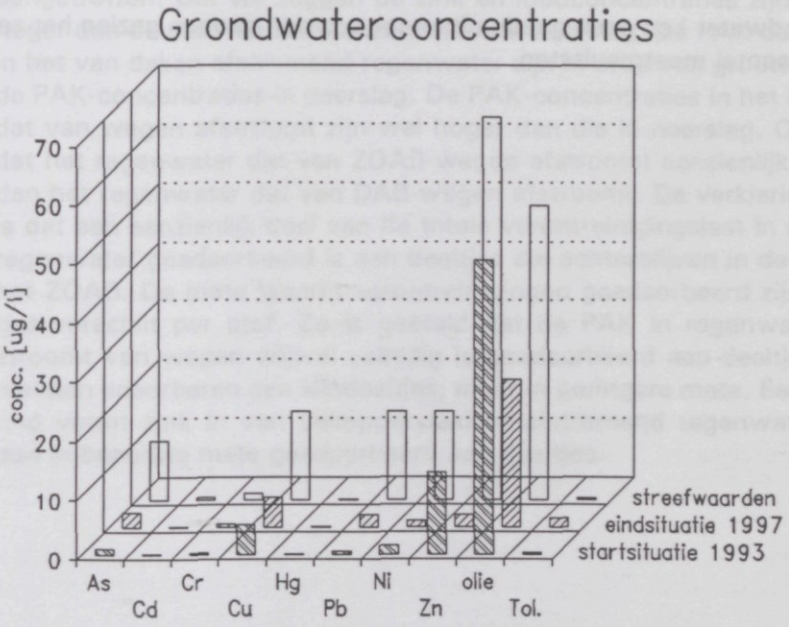


Figuur 4.8 Bodemconcentraties bij start- en eindsituatie.

Uit de figuur en tabel B9.1 in bijlage 7 volgt dat de concentraties chroom, koper, nikkel en zink met een factor 2 tot 10 zijn toegenomen. De gemeten concentraties liggen alle beneden de streefwaarden. De concentraties gemeten in het dieptetraject 10-20 cm liggen op ongeveer hetzelfde niveau als de concentraties gemeten in de bovenste 10 cm.

Grondwater

De grondwaterstanden zijn op zes locaties bemonsterd. Figuur 4.9 toont concentraties in grondwater bij de start- en de eindsituatie. Het betreft daarbij een gemiddelde waarde van de gemeten grondwaterconcentraties onder de infiltratievoorziening.



Figuur 4.9 Grondwaterconcentraties bij start- en eindsituatie.

Uit de figuur en tabel B9.2 in bijlage 9 kan worden afgeleid dat de grondwaterconcentraties arseen en tolueen onder de infiltratievoorziening zijn toegenomen ten opzichte van de startsituatie. De concentraties zink en olie zijn daarentegen afgenomen. Stroomafwaarts is bij één peilbuis een verhoging van de arseenconcentratie gemeten, terwijl bij de andere peilbuis juist een verlaging van de arseenconcentratie is gemeten (niet weergegeven). Het algemene beeld is dat geen eenduidige conclusies kunnen worden getrokken ten aanzien met betrekking tot de kwaliteitsveranderingen van het grondwater. Er zijn zowel concentratieverhogingen als concentratieverlagingen in het grondwater. Mogelijk speelt, met betrekking tot de gemeten concentraties in het grondwater, de verspreiding in de (natuurlijke) achtergrondwaarden een grotere rol dan de toevoeging van verontreinigende stoffen door infiltratie van afstromend regenwater.

Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat de concentraties in het infiltratiewater voor wat betreft de zware metalen en PAK (zie tabel B5.1 in bijlage 5) veelal hoger zijn dan de concentraties in grondwater.

4.7 Beschouwing resultaten

Het algemene beeld dat volgt uit de figuren en de tabellen is dat in de bodem direct onder de infiltratievoorziening accumultatie van verontreinigingen plaatsvindt ten gevolge van infiltratie. Hierdoor treden overschrijdingen van streefwaarden voor grond op. Op grotere diepte neemt de accumultatie af tot de referentieconcentraties. Dit beeld is voor daken, (woon)straten en autosnelwegen aangetroffen.
Er zijn ook uitzonderingen. Zo zijn er bij de Amsterdamseweg ook hogere gehalten op grotere diepte onder de voorziening aangetroffen dan direct onder de bodem van de voorziening.

Voor grondwater kan geen goede uitspraak worden gedaan gezien het zeer beperkte aantal meetresultaten.

5 Conclusies literatuurstudie

Uit de literatuurstudie volgt dat infiltratie van afstromend regenwater veelal leidt tot accumulatie van verontreinigingen in de grond direct onder de bodem van de infiltratievoorzieningen. Op grotere diepte onder de bodem van de infiltratievoorziening neemt de hoeveelheid geaccumuleerde verontreinigingen af. Dit algemene beeld is bij zowel daken als straten aangetroffen en lijkt daarmee niet direct te worden bepaald door het soort verhard oppervlak. Wat wel volgt uit de literatuurstudie is dat de kwaliteit van regenwater afhankelijk is van het soort verhard oppervlak. Zo wordt in regenwater dat van dakoppervlakken afstroomt met name zink en lood aangetroffen. Dat wil zeggen de zink en loodconcentraties zijn beduidend hoger dan de zink- en loodconcentraties in neerslag. De PAK-concentraties in het van daken afstromend regenwater zijn in orde van grootte gelijk aan de PAK-concentraties in neerslag. De PAK-concentraties in het regenwater dat van wegen afstroomt zijn wel hoger dan die in neerslag. Opvallend is dat het regenwater dat van ZOAB-wegen afstroomt aanzienlijk schoner is dan het regenwater dat van DAB-wegen afstroomt. De verklaring hiervoor is dat een aanzienlijk deel van de totale verontreinigingslast in afstromend regenwater geadsorbeerd is aan deeltjes die achterblijven in de poriën van het ZOAB. De mate waarin verontreinigingen geadsorbeerd zijn aan deeltjes verschilt per stof. Zo is gesteld dat de PAK in regenwater dat afstroomt van wegen vrijwel volledig is geadsorbeerd aan deeltjes. Ook de metalen adsorberen aan slibdeeltjes, maar in geringere mate. Een uitzondering vormt zink in van dakoppervlakken afstromend regenwater. Zink is dan in beperkte mate geadsorbeerd aan deeltjes.

6 Beschouwde literatuur

Bannerman, R.T., e.a., 1993. *Sources of pollutants in Wisconsin stormwater.* Wat.Sci. Tech. Vol.28, No. 3-5, pp 241-259, 1993.

Beekman, W., J. Bunnik, C. van Hemel-Gommer, 1997. *Risico's van run-off van de Amsterdamseweg voor pompstations La Cabine, Fase 1: Kwaliteit van run-off en bodemvocht onder infiltratiepoelen, KIWA, Nieuwegein.*

Berbee, R.P.M., G.B.J. Rijs en M.W. de Brouwer, 1996. *Behandeling afstromend wegwater van snelwegen*, RIZA, Lelystad.

Borgwardt, S., 1994. *Belastet die Versicherung von Niederschlägen Boden und Grundwasser?* In: NST.N nr. 5, pg. 124-130.

Braal de A., Geldof, G.D., *Urban Rainwater: Resourcefully Used.* Proceedings of de Eight European Junior Scientist Workshop, SOCOMA, Deventer The Netherlands, January 1997.

Bruun, M., T. Kristiansen, F.H.M. van de Ven, P. Jacobsen, 1992. *Assessment of Combined Server Overflow Reduction Techniques*, Proceedings of NOVATECH 92. pp. 375-384. Lyon, Frankrijk.

CUWVO Werkgroep VI, 1986. *Diffuse bronnen van waterverontreiniging.*

Dillig, M., 1994. *Neue Wege in der Regenwasserbehandlung*, Wasser & Boden.

Golwer, A., W. Schneider, 1982. *Belastung des Grundwassers mit organischen Stoffen im Gebiet von Strassen*, GWF (Das Gas- und Wasserfach) Wasser - Abwasser, bd 123 (7), S. 329-342.

Grotehusmann, D., 1995. *Versicherung von Niederschlagsabflüssen unter Berücksichtigung des Grundwasserschutzes.* In: SuG nr. 31, pg. 76-96.

Hewitt, C.N., M.B. Rashed, 1992. *Removal rates of selected pollutants in de run-off waters from a major rural highway*, Water Research, Vol. 26, No. 3, pp. 311-319.

Lygren, E., E. Gjessing, L. Berglind, 1984. *Pollution transport from a highway*, The science of the Total Environment, 33, pp. 147-159.

Jacobs, E. *Vergelijkende onderzoeken Dak- en straatoppervlakken.* Tabel met (trajecten) van concentraties van verschillende stoffen (COD, NNH4-N, Pb, Cu, Cd, Zn, T-PAK). Gegevens uit verschillende onderzoeken (NWRW en buitenlandse onderzoeken), Projectgroep OASA.

Lambrechts, A.C.W., S.P. de Jong, 1996 *Leidraad aan- en afkoppelen verharde oppervlakken, Basisdocument*, Tauw Civiel en Bouw, Deventer.

Mikkelson, P.S., P. Jacobsen, 1996. *Reduction of Urban runoff pollution discharces by means of stormwater infiltration and detention Sassins*. Seventh International Conference on Urban Storm Drainage, pp 515-520, Hannover, Germany.

Mikkelson, P.S., G. Weijer, C. Berry, Y. Walden, V. Colandini, S. Poulsen, D. Grotehusmann, R. Rohlfing, 1993. *Pollution from urban stormwater infiltration*, Sixth International Conference on Urban Storm Drainage, pp. 1187-1194, Niagara Falls, Canada.

Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit, 1990. *De kwaliteit van afstromend regenwater, Praktijkonderzoek, 7.2.1.* Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.

Nijland, H.J., 1998. *Infiltratie hemelwater*, notitie Dienst Volkshuisvesting en Milieu Afdeling Milieu, Onderafdeling Bodem, Gemeente Nijmegen.

Oostergo, H.D., 1993. *Oriënterende studie naar de emissies van zware metalen, PAK, asbest en olie door het wegverkeer*, BKH Delft rapport W-DWW-93-711.

Pitt, R., e.a., 1995. *Urban stormwater toxic pollutants: assessment, sources, and treatability*. Water Environment Research, Vol. 67, No. 3, pp 260-275.

Schulze, M., e.a., 1995. *Dezentrale Regenwasserbehandlung durch Versicherung auf einem Gewerbegrundstück*. In: Abwasserableitung 42.Jahrgang, nr. 5, pg. 735-739.

Stotz, G., 1987. *Investigations of the properties of the surface water runoff from federal highways in the* , The science of the Total Environment, 59, pp. 329-337.

TauwMabeg civiel en bouw, 1997. *Oude Haven Hilversum, Water in Balans, Vooronderzoek/Plan van Aanpak*, Deventer.

TauwMabeg civiel en bouw bv, 1994. *Proefproject infiltratie Zwolle, deelrapport: State of the Art*, Deventer.

TAUW Infra Consult b.v., 1993. *Inventarisatie van de belasting van de Noord-Hollandse watersystemen door diffuse verontreiniging*, Deventer, rapportnummer 3251543.

Tukkers, A., 1986. *Literatuuronderzoek samenstelling runoff van wegen en voorspellende berekening t.a.v. bermbodem-, grond waterkwaliteit voor een periode van 100 jaar*, Woerden.

Ven, F.H.M. van de, e.a., 1986. *Kwaliteit van het afgevoerde water van een hoofdweg in Lelystad*, werkdocument 1986 - 4 Abw, Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Lelystad.

De Waal Malefijt, A.J.W., 1982. *Cadmium, chroom, koper, lood, nikkel en zink in huishoudelijk afvalwater en in af te voeren regenwater*, H2O pp. 355-361.

Walden, Y., 1992. *Urban Stormwater Infiltration: Water Quality Issues for UK Guidlines*. Proceedings of the Fifth European Junior Scientist Course, SOCOMA, pp. 123-131. Klintholm Havn, Mφn, Denmark.

Wegener, J.W.M., I. Burgers en J. de Weerdt, 1992. *Meting massastromen van PAK van de weg naar de directe omgeving*, Uitgave van DWW, Delft.

Wegener, J.W.M., A. van der Horst en G.J. van Kesteren, 1993. *Meting massastromen van polycyclische aromatische koolwaterstoffen van de weg naar de directe omgeving (IV)*, Uitgave van DWW, Delft.

Wegener, J.W.M., G.J. van Kesteren, e.a, 1994. *Meting massastromen van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) van de weg naar de directe omgeving (V)*, Uitgave van DWW, Delft.

Weyers, G.P., F.P. Bakker e.a, 1993. *Meting massastromen van zware metalen van de weg naar de directe omgeving (IV)*, Uitgave van DWW, Delft.

Weyers, G.P., F.P. Bakker e.a, 1994. *Meting massastromen van zware metalen van de weg naar de directe omgeving (V)*, Uitgave van DWW, Delft.

Xanthopoulos, C., H.H. Hahn, 1993. *Anthropogenic Pollutants Wash-Off from Street Surfaces*. Sixth International Conference on Urban Storm Drainage, Proceedings-Volume 1, pp 417-422, Niagara Falls, Ontario, Canada.

Deel 2: Meetcampagne

7 Opzet meetcampagne

7.1 Geselecteerde locaties

Binnen de provincie Gelderland zijn in eerste instantie 20 locaties met infiltratievoorzieningen geselecteerd, verdeeld over verschillende soorten verhard oppervlak. Er zijn zowel risico-volle als risico-arme situaties voor effecten van infiltratie uitgekozen. Bij een infiltratieput bij de snelweg worden eerder effecten van infiltratie verwacht dan bijvoorbeeld in een rustige woonwijk.

In tabel 7.1 is zijn de geselecteerde infiltratievoorzieningen weergegeven, inclusief enkele kenmerken van de voorzieningen de afgekoppelde oppervlakken, de omgeving van de voorzieningen en eventueel andere bijzonderheden.

Wanneer de infiltratievoorzieningen zijn aangelegd is van de meeste locaties niet bekend. Voor alle onderzochte locaties geldt echter dat reeds gedurende een minimale periode van 5 jaar wordt geïnfiltreerd.

Tabel 7.1 Geselecteerde infiltratievoorzieningen, type voorziening, type afgekoppeld oppervlak, omgevingskenmerken, historie van de locaties en bijzonderheden.

	Locatie	Type infiltratievoorziening	Type afgekoppeld oppervlak (+ m^2)[1]	Omgevingskenmerken	Aanleg voorziening	Bijzonderheden
1.	Dorpshuis Hoenderloo	Zakput	schuine daken, klinkers; 360	rustige dorpsstraat	circa 1982	-
2.	Basisschool Hoenderloo	Zakput	plat dak, zinken goot; 225	schoolplein, plantsoen	1968	-
3.	Ugchelen	Zakput	klinkers, elementenverharding; 300	weg (klinkers) en plantsoen, rustige woonwijk	1958	grondwater in put, 3 weken voor bemonstering thinner in riool (mondelinge info: bewoners)
4.	Ziekenhuis Nijmegen	Vloeibed	platte daken; 500	platte daken, parkeerplaats, stedelijk gebied	circa 1992	-
5.	Universiteit Nijmegen	Zakput	parkeerplaats (klinkers); 100	stedelijk gebied	?	-
6.	Huissen, Kolk 58	Transformatorhuisje[2]	plat dak; 10	woonwijk	?	-
7.	Huissen, Loosstraat 116	Transformatorhuisje[2]	plat dak, zinken goot: 10	woonwijk	?	-
8.	Ede (omgeving Van Heeckerenlaan)	Opvangput	wegen (klinkers); 100	woonwijk	?	geen infiltratie in bodem

	Locatie	Type infiltratievoorziening	Type afgekoppeld oppervlak (+ m²)[1]	Omgevingskenmerken	Aanleg voorziening	Bijzonderheden
9.	Ede (omgeving Van Heeckerenlaan)	Zakput	wegen (klinkers); 100	woonwijk	?	putdeksel onder maaiveld
10.	Ede (omgeving Van Heeckerenlaan)	Zakput	wegen (klinkers); 100	woonwijk	?	-
11.	Parkeerplaats "'t Ginkelse Zand"	Zakput	parkeerplaats (asfalt); 1000	parkeerplaats bij snelweg	?	putdeksel onder maaiveld, water in put
12/13.	Parkeerplaats "Buunderkamp"	Zakput	parkeerplaats (asfalt); 3000	parkeerplaats bij snelweg	?	putdeksel onder maaiveld, water in put
14.	Rijksweg A12	Infiltratieput	wegen (asfalt); 500	snelweg	?	hoge voertuigbeweging
15.	Apeldoorn (Koningin Julianatoren)	Open verharding	puin/asfaltgranulaat (5.000 m²)	parkeerplaats	?	-
16.	Apeldoorn (Koningin Julianatoren)	Infiltratieveld	onverhard (5.000 m²)	parkeerplaats	?	-
17.	Apeldoorn (Koningin Julianatoren)	Infiltratieveld	onverhard	berm langs Amersfoortseweg	?	-
18 t/m 20.	Ede	Zakput	wegen (?)	woonwijk	?	putdeksels onder maaiveld

1. Afgekoppeld oppervlak, ingeschat op basis van kaartmateriaal.
2. Geen aangelegde infiltratievoorziening, directe infiltratie ter hoogte van maaiveld.
? Informatie ontbreekt.

7.2 Onderzoeksopzet veldwerk

Bodem voorziening
Per locatie is een mengmonster (van 5 deelmonsters) samengesteld van de op de bodem van de voorziening aanwezige sliblaag. Indien geen sliblaag aanwezig was is een mengmonster samengesteld van de bovenste 5-10 cm van de bodem van de voorziening. Uitzondering hierop is de bemonstering bij de Koningin Julianatoren in Apeldoorn (locaties 15, 16 en 17). Bij de locaties 15 en 16 is een mengmonster van 10 deelmonsters samengesteld. Bij locatie 17 is een mengmonster van 4 deelmonsters samengesteld.

Om een uitspraak te kunnen doen over de invloed van de infiltratie van afstromend water op de bodemkwaliteit is een referentiemonster genomen van de bodem op enkele meters afstand (op dezelfde diepte) van de infiltratievoorziening. Hierbij wordt aangegeven dat dit referentiemonster (grond) niet goed vergelijkbaar is met het monster van het ingespoelde slib (indien aanwezig). Daarom is, indien slib in de voorziening aanwezig was, naast een slibmonster ook een monster van de bodem direct onder deze sliblaag (eerste 5 cm) genomen.

Grondwater/ondergrond
Om een indruk te krijgen van de verticale verspreiding van de verontreinigende stoffen (doorslag naar het grondwater) zijn, afhankelijk van de grondwaterstand ter plaatse, grondwatermonsters dan wel grondmonsters op grotere diepte genomen, zo mogelijk onder de voorziening.

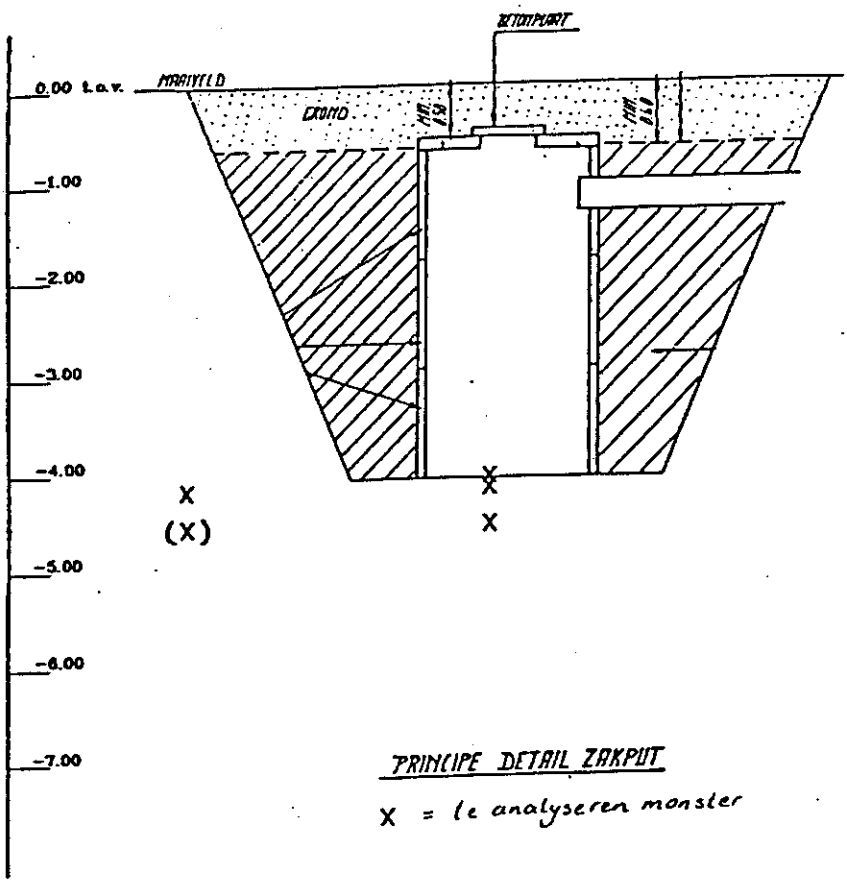
Indien de grondwaterspiegel zich op maximaal 2 meter onder de onderzijde van de voorziening bevond is een grondwatermonster genomen. Hiertoe is een peilbuis geplaatst in de infiltratievoorziening of direct naast de infiltratievoorziening, indien het plaatsen van een peilbuis in de infiltratievoorziening praktisch gezien niet mogelijk was.

Het filter van de geplaatste peilbuizen is in het oppervlakkige grondwater gezet. Een week na plaatsing van de peilbuizen is een grondwatermonster genomen. Door analyse van dit monster wordt een indruk verkregen van de kwaliteit van het grondwater direct onder/naast de voorziening.

Om een uitspraak te kunnen doen over de invloed van de infiltratie van afstromend water op de grondwaterkwaliteit is een referentiemonster genomen van het grondwater op grotere afstand, zo mogelijk stroomopwaarts, van de voorziening. Er is geen geohydrologisch onderzoek uitgevoerd om de stromingsrichting van het grondwater in kaart te brengen. Voor plaatsing van de referentiebuis is daarom een relatief grote afstand (± 50 meter) ten opzichte van de voorziening gehanteerd. Hierbij wordt opgemerkt dat de afstand ten opzichte van de voorziening dermate groot is genomen dat geen beïnvloeding van de voorziening wordt verwacht. Dit is belangrijk in situaties waarbij de buis als gevolg van onduidelijke stromingsrichting stroomafwaarts is geplaatst. Anderzijds is de kans op beinvloeding van andere bronnen (bijvoorbeeld lekkende riolering) groter naarmate de afstand tot de voorziening groter is. Indien in het veld een redelijk 'goede' inschatting van de stromingsrichting kon worden gemaakt (bijvoorbeeld op basis van de aanwezigheid van sloten), dan is hiermee met betrekking tot de plaatsbepaling van de referentiebuis rekening gehouden.

Indien de grondwaterspiegel zich op een grotere diepte dan 2 meter onder de onderzijde van de voorziening bevond is een grondmonster van de ondergrond genomen. Dit monster is op een diepte van 0,4 tot 0,5 meter ten opzichte van de onderzijde van de voorziening genomen. Bij de uitvoering van de boring tot een halve meter is de grond per 10 centimeter bemonsterd, opdat in een later stadium, indien gewenst, de verspreiding naar de diepte nader in beeld kan worden
gebracht.

Om een uitspraak te kunnen doen over de invloed van de infiltratie van afstromend water op de bodemkwaliteit is indien relevant een referentiemonster genomen van de bodem op enkele meters afstand (op dezelfde diepte) van de infiltratievoorziening. In figuur 7.1 is als voorbeeld bij een dwarsdoorsnede van een zakput aangegeven waar de grondmonstername volgens de bovenstaande opzet plaatsvindt.



Figuur 7.1 Plaats van grondmonstername bij zakput (dwarsdoorsnede).

7.3 Onderzoeksopzet analysewerk

De tijdens het veldwerk genomen monsters zijn geanalyseerd op het voorkomen van verontreinigende stoffen. Het gekozen analysepakket is afhankelijk van het type verhard oppervlak.

Per locatie zijn alle monsters op hetzelfde pakket geanalyseerd. Dit om de resultaten onderling vergelijkbaar te maken. In tabel 7.2 is een overzicht gegeven van een analysepakket gerelateerd aan de onderscheiden typen verhard oppervlak. Hierbij zijn de tijdens het veldwerk aangetroffen typen in vier categorieën ondergebracht, waarvan de pakkettoekenning is geba-

seerd op meetgegevens ter plaatse van een tweetal voorzieningen in Zwolle en literatuurgegevens.

Tabel 7.2 Analysepakketten gerelateerd aan de typen verhard oppervlak.

Type verhard oppervlak	Analysepakket	
	Grond	Grondwater
Daken schuin	- zware metalen[1]	- zware metalen[1] - BTEXN - olie
Daken plat	- zware metalen[1] - PAK[2] - olie	- zware metalen[1] - BTEXN - olie
Wegen	- zware metalen[1] - PAK[2] - olie	- zware metalen[1] - BTEXN - olie
Daken en wegen	- zware metalen[1] - PAK[2] - olie	- zware metalen[1] - BTEXN - olie

1. Chroom, nikkel, koper, zink, lood, cadmium, kwik en arseen.
2. PAK (16) EPA.

In de grondwatermonsters zijn in plaats van PAK(16) vluchtige aromaten (BTEXN) geanalyseerd. Vluchtige aromaten hebben een hogere wateroplosbaarheid dan PAK verbindingen, PAK lossen nauwelijks op in water. Daarom is BTEXN een meer representatieve parameter voor grondwater dan PAK.

8 Resultaten meetcampagne, berekening doorslagtermijnen en evenwichtsconcentraties

8.1 Algemeen

De uitvoering van het veldwerk heeft hoofdzakelijk plaatsgevonden in de periode van 5-18 mei 1998. Op 19 oktober 1998 is het grondwater bij de parkeerplaats Buunderkamp bemonsterd en op 2 december 1998 zijn de locaties bij de Koningin Julianatoren bemonsterd.

De geselecteerde voorzieningen betroffen voornamelijk zakputten. Bij het ziekenhuis in Nijmegen is echter een vloeibed bemonsterd, waarbij dezelfde onderzoeksopzet is gehanteerd als bij de zakputten. Ook de infiltratie bij twee transformatorhuisjes is op deze manier onderzocht. Te Ede is alleen het slib in een opvangput met afgedichte onderkant bemonsterd, om de kwaliteit van het slib te kunnen bepalen. Bij de Koningin Julianatoren is de grond bemonsterd ter plaatse van een met puin-/asfaltgranulaat verhard parkeerterrein, een onverhard parkeerterrein en de berm tussen de Amersfoortseweg, waaraan de Koningin Julianatoren is gesitueerd, en de parkeerterreinen.

Een aantal zakputten lag circa 0,5 meter beneden maaiveld, en was niet te bemonsteren zonder zoek- en graafwerk. Dit was het geval bij de zakputten langs de A12 ("'t Ginkelse Zand" en "Buunderkamp") en een zakput in Ede.

Tijdens het veldwerk zijn de peilbuizen en referentieboringen steeds vlakbij de voorziening geplaatst. De afstand tot het midden van de put varieerde van 2 tot 4 meter. De referentie peilbuizen zijn steeds op een afstand van circa 50 meter van de put geplaatst. Bij de locatie in Ugchelen is in het veld aan de hand van aanwezige sloten een inschatting gemaakt van de stromingsrichting, waarbij de peilbuis stroomopwaarts van de voorzieningen is geplaatst. Bij de overige twee locaties waarbij grondwater werd aangetroffen op geringe diepte in Huissen zijn de peilbuizen buiten het beïnvloedingsgebied van de voorziening geplaatst.

In de zakput te Ugchelen en in de zakputten bij de parkeerplaats "Buunderkamp" werd water aangetroffen. Bij deze putten was het daarom niet mogelijk de ondergrond onder de put te bemonsteren. Wel is het natte slib bemonsterd, om een indicatie te krijgen van de kwaliteit van het slib in deze putten. Het water in de zakput in Ugchelen bleek op grondwaterniveau te staan, zodat bij deze put een peilbuis geplaatst en bemonsterd kon worden.

In het veld bleek dat 3 van de 20 geselecteerde voorzieningen praktisch gezien moeilijk te bemonsteren waren. Dit betrof een aantal van de geselecteerde zakputten in de gemeente Ede. De meeste van de hier aanwezige zakputten liggen onder maaiveld en waren daarom niet goed te vinden tijdens de veldwerkzaamheden. In overleg met de opdrachtgever is er daar-

om voor gekozen niet meer dan 17 voorzieningen en locaties te bemonsteren.

De boring ter plaatse van de zakput bij de Basisschool in Hoenderloo werd op 40 cm onder de put gestaakt vanwege de aanwezigheid van puin.

In tabel 8.1 zijn de bemonsterde locaties ingedeeld naar soort verhard oppervlak dat is aangesloten op de infiltratievoorziening.

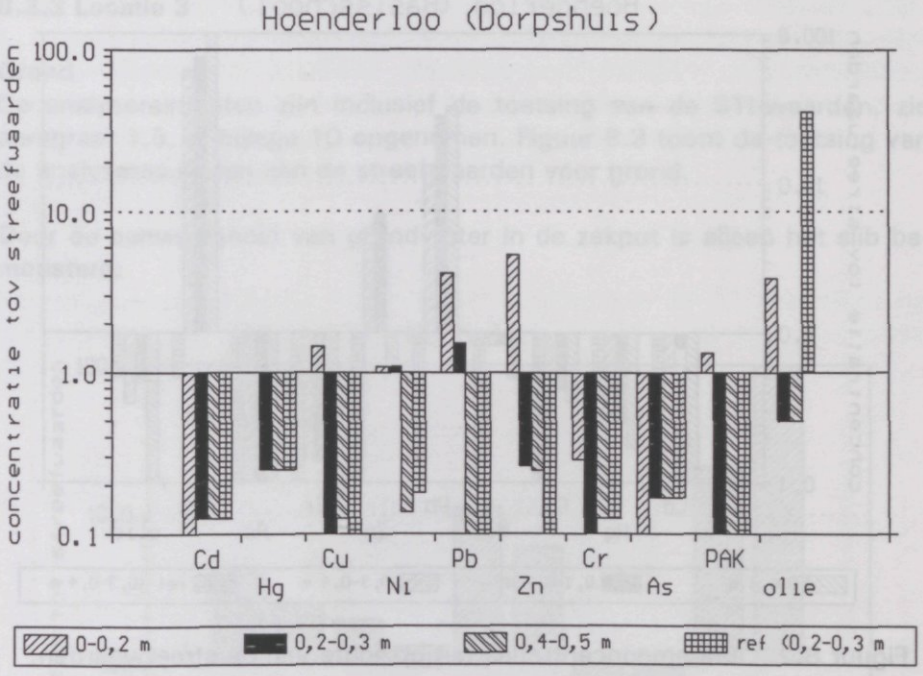
Tabel 8.1 Overzicht bemonsterde locaties.

Type oppervlak		Locatienummer (zie tabel 7.1)
Dak	schuin	1
	plat	2, 4, 6, 7
(Woon)straat	dicht	-
	open	3, 8, 9, 10
Parkeerplaats	dicht	11, 12, 13
	open	5, 15, 16
Auto(snel)weg	dicht	14, 17
	open	-
Combinatie van daken en wegen		-

8.2 Resultaten meetcampagne

8.2.1 Locatie 1

Grond
De analyseresultaten zijn inclusief de toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5 in bijlage 10 opgenomen. Figuur 8.1 toont de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grond.



Figuur 8.1 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

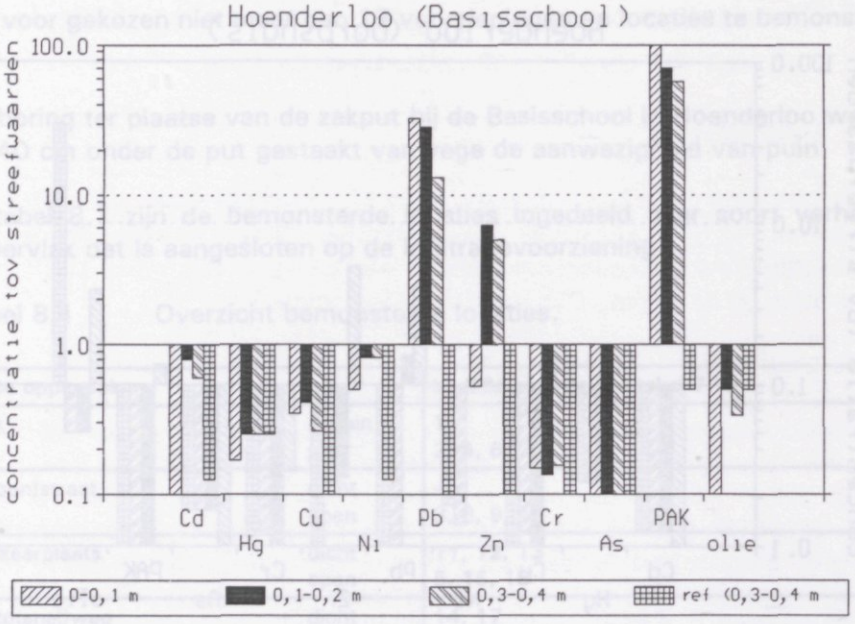
Uit de tabel in de bijlage en de figuur volgt dat de koper-, nikkel-, PAK- en olieconcentraties in de sliblaag de streefwaarden overschrijden. De loodconcentratie in de sliblaag overschrijden de toetsingswaarde en de zinkconcentratie de interventiewaarde. Op een diepte van 0,4 tot 0,5 m beneden de bodem van de zakput zijn geen overschrijdingen van de streefwaarden vastgesteld.

In de referentieboring is op 0,2 tot 0,3 m beneden de bodem van de zakput een overschrijding van de streefwaarden voor olie vastgesteld. De reden van deze overschrijding is niet bekend.

Grondwater
Grondwater is niet bemonsterd.

8.2.2 Locatie 2

Grond
De analyseresultaten zijn inclusief de toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. Figuur 8.2 toont de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grond.



Figuur 8.2 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

Uit de tabel in de bijlage en de figuur volgt dat de lood- en PAK-concentraties in het slib de interventiewaarden overschrijden. Op een diepte van 0,1 tot 0,2 m beneden de bodem van de zakput overschrijden de zink- en loodconcentraties de interventiewaarden. De PAK-concentraties overschrijden de streefwaarden. Op een diepte van 0,3 tot 0,4 m beneden de bodem van de zakput overschrijden de zink-, lood en PAK-concentraties respectievelijk de toetsingswaarde, de interventiewaarde en de streefwaarde. In het referentieboring zijn geen overschrijdingen van de streefwaarden vastgesteld.

De hogere zinkconcentraties onder de bodem van de zakput dan in de sliblaag kunnen het gevolg zijn van in het verleden uitgevoerde werkzaamheden aan de zakput, waardoor het slib en de bovengrond bijvoorbeeld enigszins geroerd kunnen zijn. Omdat er geen gegevens beschikbaar zijn ten aanzien van de eventueel uitgevoerde werkzaamheden aan de zakput kan de genoemde verklaring niet verder worden onderbouwd.

Opgemerkt moet worden dat door de aanwezigheid van puin in de bodem van de infiltratievoorziening diepere inspoeling van verontreinigingen bevorderd zal worden, omdat inspoeling door de hoge porositeit van puin makkelijk plaatsvindt.

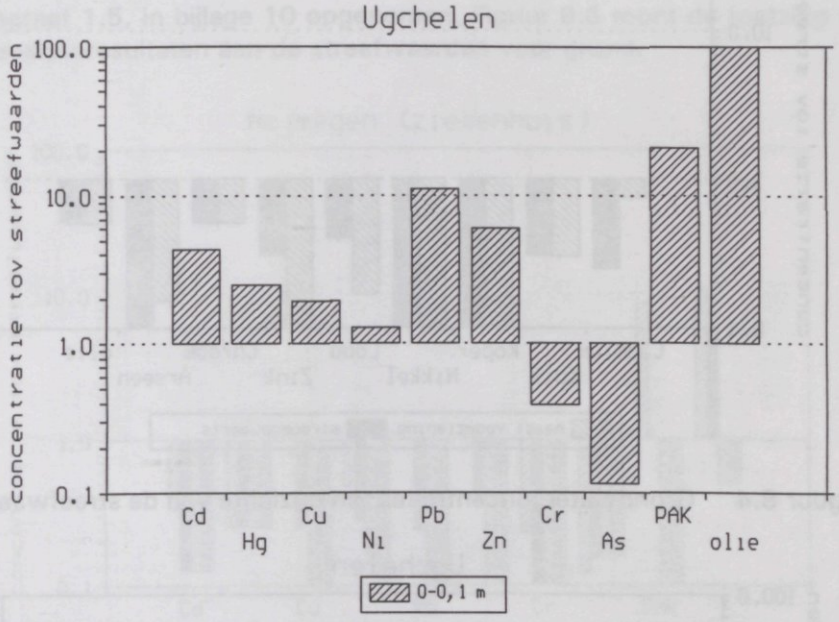
Grondwater
Grondwater is niet bemonsterd.

8.2.3 Locatie 3

Grond

De analyseresultaten zijn inclusief de toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. Figuur 8.3 toont de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grond.

Door de aanwezigheid van grondwater in de zakput is alleen het slib bemonsterd.



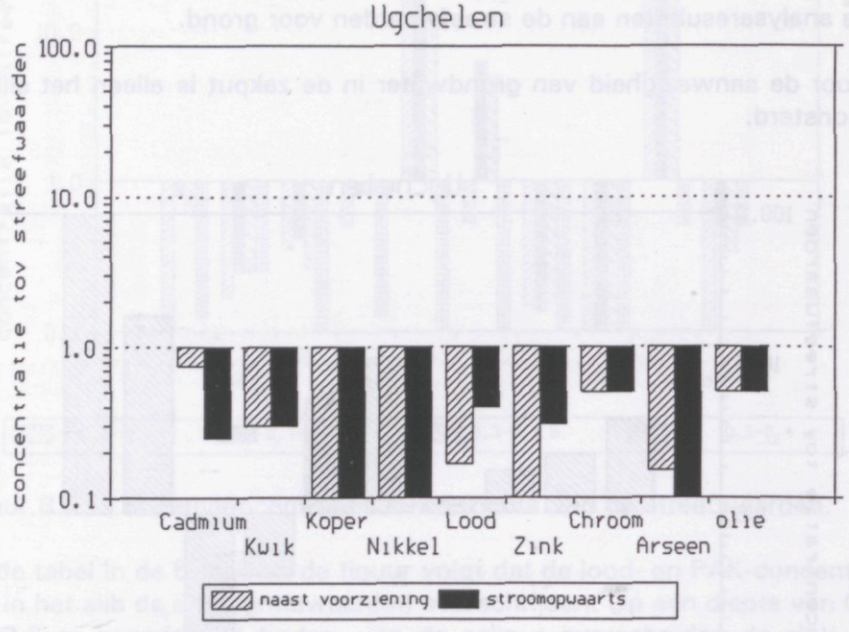
Figuur 8.3 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

Uit de tabel in de bijlage en de figuur volgt dat de koper- en cadmiumconcentraties in de sliblaag de streefwaarden overschrijden. De PAK-concentraties overschrijden de toetsingswaarde en de zink-, lood- en olieconcentraties overschrijden de interventiewaarden.

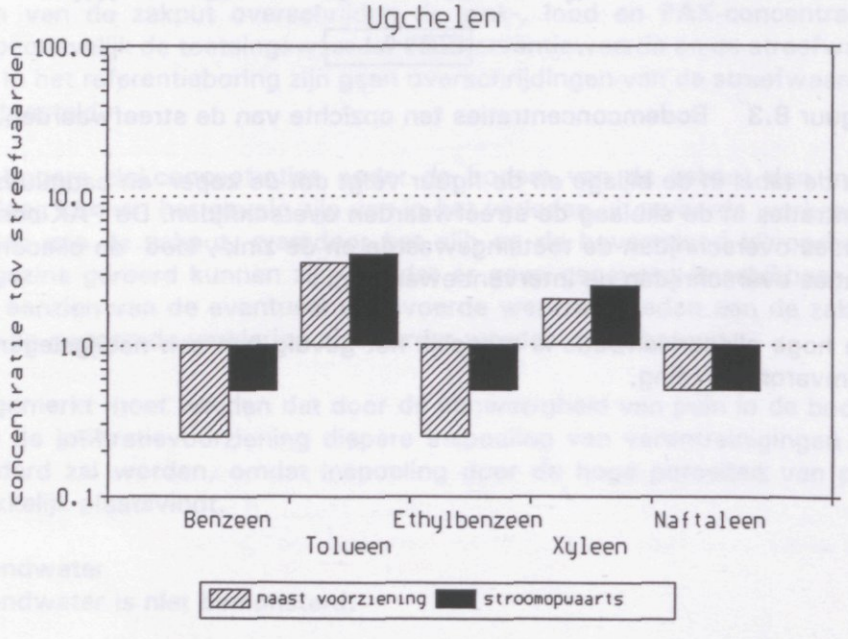
De hoge olieconcentratie is mogelijk het gevolg van een nabijgelegen bodemverontreiniging.

Grondwater

De analyseresultaten zijn inclusief de toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. De figuren 8.4 en 8.5 tonen de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grondwater.



Figuur 8.4 Grondwaterconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.



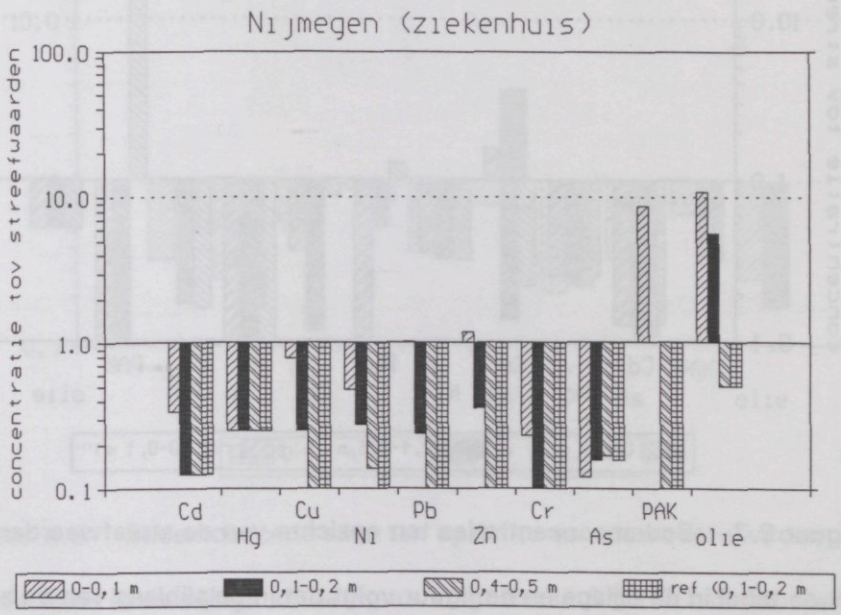
Figuur 8.5 Grondwaterconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

Uit de tabel en de figuren volgt dat alleen tolueen en xyleen de streefwaarden voor grondwater overschrijden. De overschrijdingen zijn daarbij zowel in de peilbuis naast de zakput als in de peilbuis 50 m stroomopwaarts vastgesteld. Opgemerkt wordt dat de waargenomen overschrijdingen van de streefwaarden vaker optreden in de bebouwde omgeving.

8.2.4 Locatie 4

Grond

De analyseresultaten zijn inclusief de toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. Figuur 8.6 toont de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grond.



Figuur 8.6 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

Uit de tabel in de bijlage en de figuur volgt dat in 0,0 tot 0,1 m beneden de bodem van het vloeiveld alleen de zink-, PAK- en olieconcentraties de streefwaarden voor grond overschrijden. Op 0,1 tot 0,2 m beneden de bodem het vloeiveld overschrijdt alleen de olieconcentratie de streefwaarde. De PAK-concentratie is gelijk aan de streefwaarde. Op een diepte van 0,4 tot 0,5 m beneden de bodem van het vloeiveld en in de referentieboring zijn de concentraties lager dan de streefwaarden.

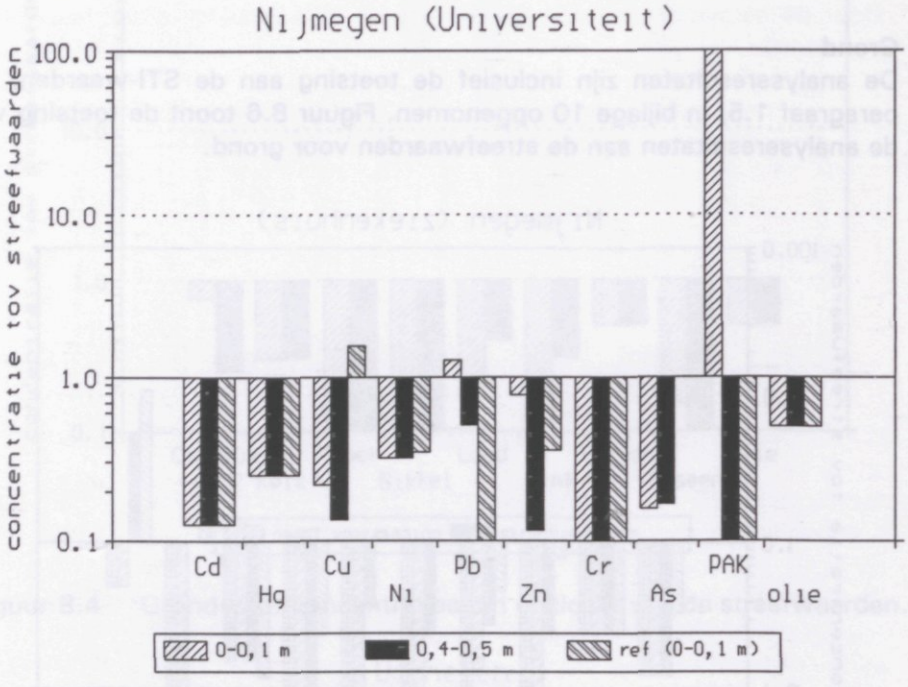
Grondwater

Het grondwater is niet bemonsterd.

8.2.5 Locatie 5

Grond

De analyseresultaten zijn inclusief de toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. Figuur 8.7 toont de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grond.



Figuur 8.7 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

Uit de tabel in de bijlage en de figuur volgt dat in de sliblaag van de zakput alleen de PAK-concentraties de interventiewaarden overschrijden. De loodconcentraties overschrijden de streefwaarden in geringe mate. Op een diepte van 0,4 tot 0,5 m beneden de bodem van de zakput zijn geen overschrijdingen van de streefwaarden vastgesteld.

In de referentieboring is de koperconcentratie in geringe mate hoger dan de streefwaarde. Een verklaring voor deze overschrijding is niet bekend.

Grondwater

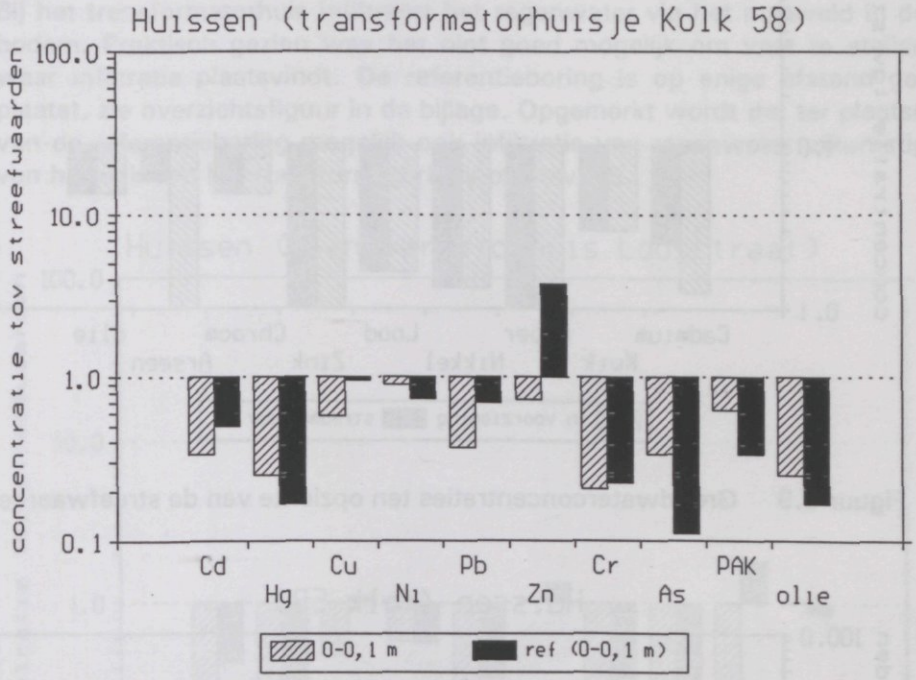
Het grondwater is niet bemonsterd.

8.2.6 Locatie 6

Grond

De analyseresultaten zijn inclusief de toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. Figuur 8.8 toont de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grond.

Bij het transformatorhuis infiltreert het regenwater via het maaiveld in de bodem. Praktisch gezien was het niet goed mogelijk om vast te stellen waar infiltratie plaatsvindt. De referentieboring is op enige afstand geplaatst, zie overzichtsfiguur in de bijlage. Opgemerkt wordt dat ter plaatse van de referentieboring mogelijk ook infiltratie van regenwater afkomstig van het dak van het transformatorhuis plaatsvindt.

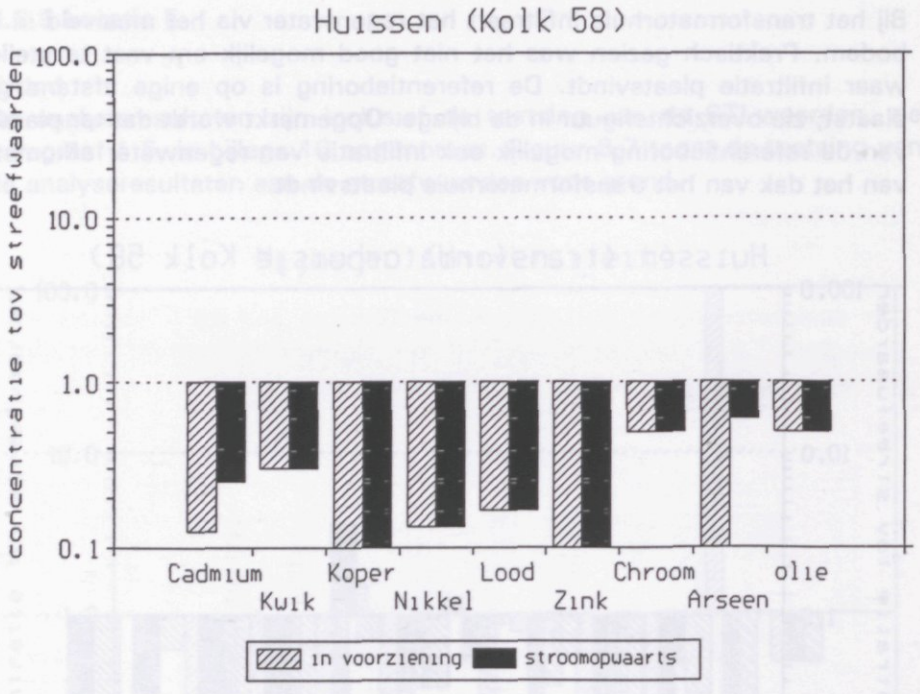


Figuur 8.8 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

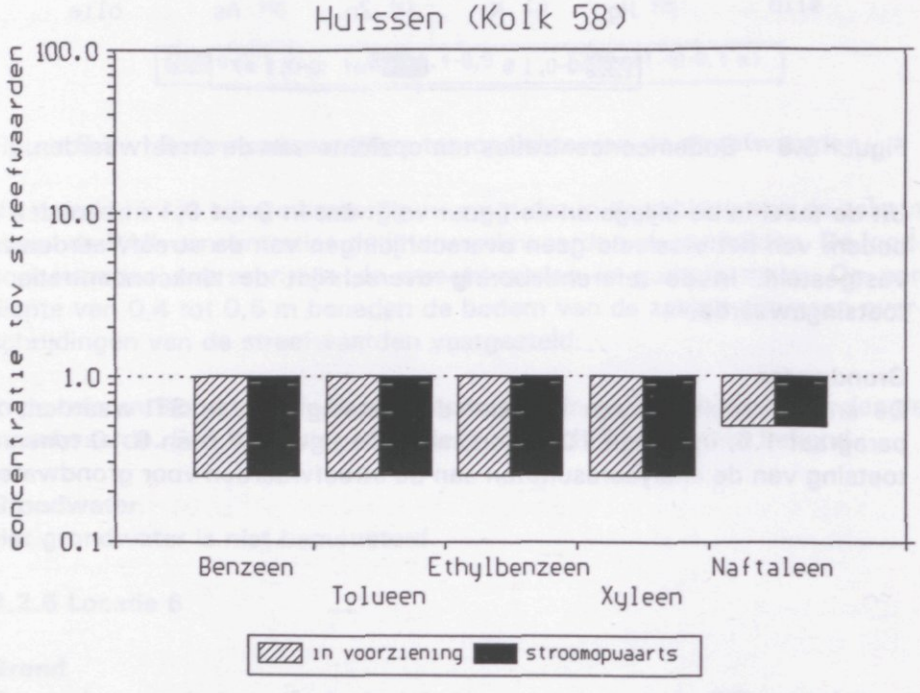
Uit de tabel in de bijlage en de figuur volgt dat in 0 tot 0,1 m beneden de bodem van het vloeiveld geen overschrijdingen van de streefwaarden zijn vastgesteld. In de referentieboring overschrijdt de zinkconcentratie de toetsingswaarde.

Grondwater

De analyseresultaten zijn inclusief de toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. De figuren 8.9 en 8.10 tonen de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grondwater.



Figuur 8.9 Grondwaterconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.



Figuur 8.10 Grondwaterconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

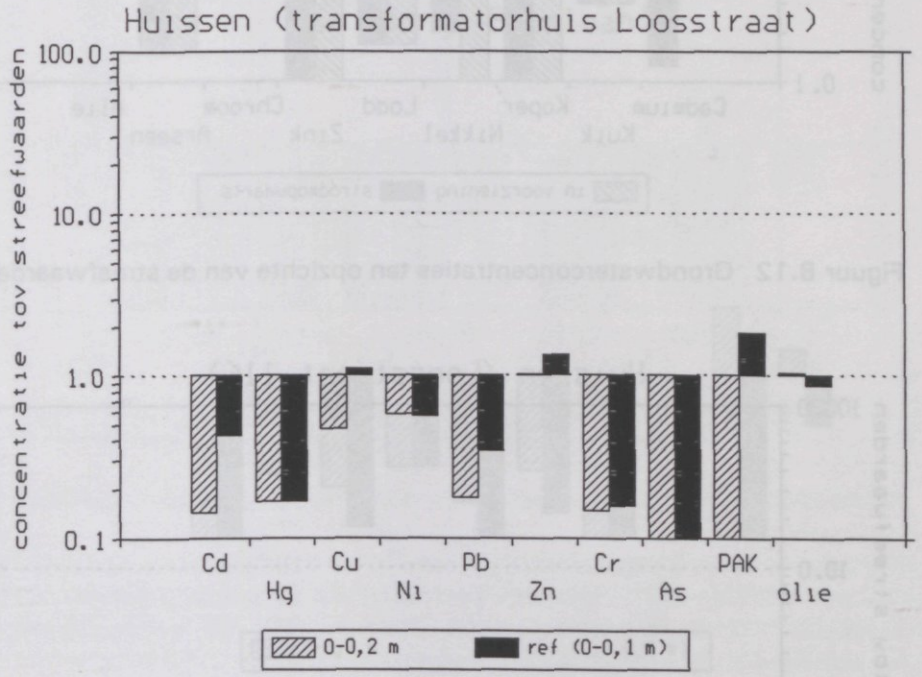
Uit de tabel in de bijlage en de figuren volgt dat de gemeten concentraties de streefwaarden voor grondwater niet overschrijden.

8.2.7 Locatie 7

Grond

De analyseresultaten zijn inclusief de toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. Figuur 8.11 toont de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grond.

Bij het transformatorhuis infiltreert het regenwater via het maaiveld in de bodem. Praktisch gezien was het niet goed mogelijk om vast te stellen waar infiltratie plaatsvindt. De referentieboring is op enige afstand geplaatst, zie overzichtsfiguur in de bijlage. Opgemerkt wordt dat ter plaatse van de referentieboring mogelijk ook infiltratie van regenwater afkomstig van het dak van het transformatorhuis plaatsvindt.

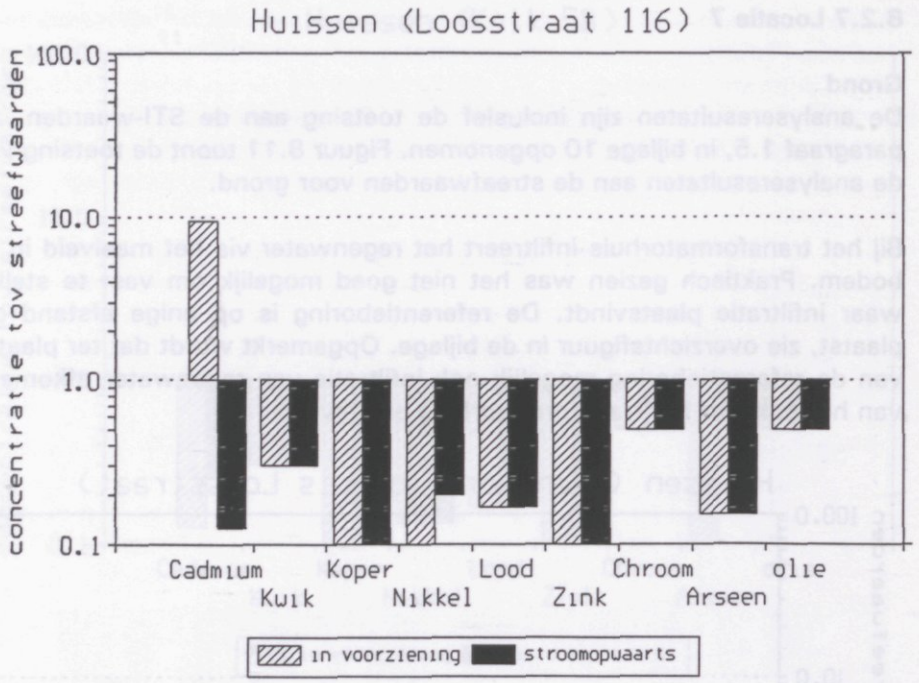


Figuur 8.11 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

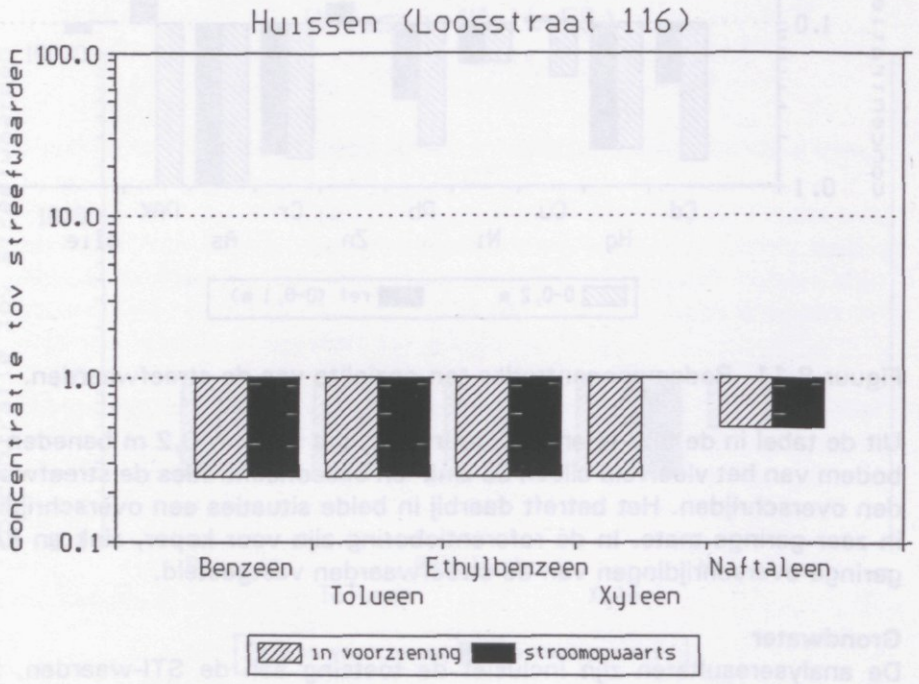
Uit de tabel in de bijlage en de figuur volgt dat in 0 tot 0,2 m beneden de bodem van het vloeiveld alleen de zink- en olieconcentraties de streefwaarden overschrijden. Het betreft daarbij in beide situaties een overschrijding in zeer geringe mate. In de referentieboring zijn voor koper, zink en PAK geringe overschrijdingen van de streefwaarden vastgesteld.

Grondwater

De analyseresultaten zijn inclusief de toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. De figuren 8.12 en 8.13 tonen de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grondwater.



Figuur 8.12 Grondwaterconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.



Figuur 8.13 Grondwaterconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

Uit de tabel in de bijlage en de figuren volgt dat alleen de cadmiumconcentratie ter plaatse van de voorziening de toetsingswaarde overschrijdt. De

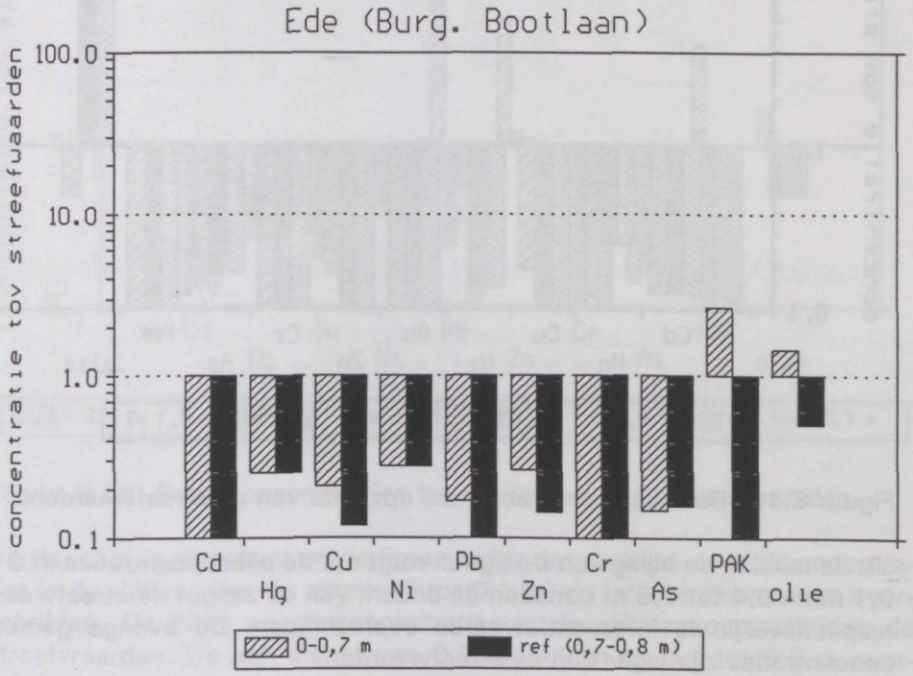
verhoogde cadmiumconcentratie is niet aangetroffen in de grond en is daardoor niet op basis van dit onderzoek te relateren aan het infiltreren van regenwater via het vloeiveld.

8.2.8 Locatie 8

Grond

De analyseresultaten zijn inclusief de toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. Figuur 8.14 toont de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grond.

Deze voorziening heeft een dichte bodem, waardoor alleen het slib in de voorziening is bemonsterd.



Figuur 8.14 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

Uit de tabel in de bijlage en de figuur volgt dat in het slib de PAK- en olieconcentraties de streefwaarden overschrijden. In de referentieboring zijn geen overschrijdingen van de streefwaarden vastgesteld.

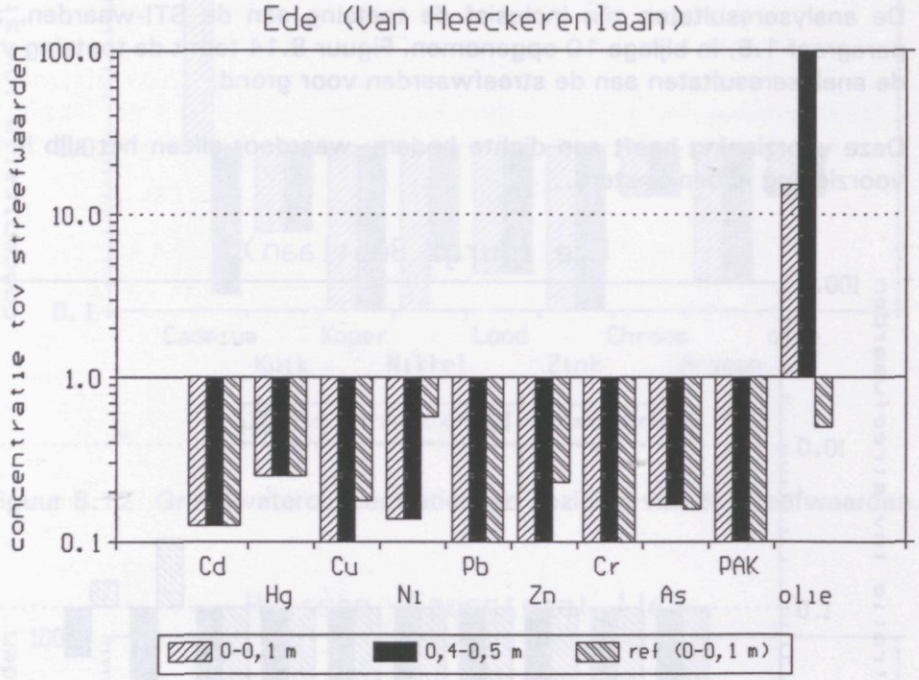
Grondwater

Het grondwater is niet bemonsterd.

8.2.9 Locatie 9

Grond

De analyseresultaten zijn inclusief de toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. Figuur 8.15 toont de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grond.



Figuur 8.15 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

Uit de tabel in de bijlage en de figuur volgt dat de olieconcentraties in 0 tot 0,1 m en 0,4 tot 0,5 m beneden de bodem van de zakput de streefwaarde respectievelijk de interventiewaarde overschrijden. De overige gemeten concentraties zijn lager dan de streefwaarden.

De hogere olieconcentratie op 0,4 tot 0,5 m dan op 0 tot 0,1 m beneden de bodem van de zakput kan het gevolg zijn van in het verleden uitgevoerde werkzaamheden aan de zakput, waardoor bijvoorbeeld olie in de voorziening is terecht gekomen en het slib en de bovengrond enigszins zijn geroerd. Omdat er geen gegevens beschikbaar zijn ten aanzien van de eventueel uitgevoerde werkzaamheden aan de zakput kan de genoemde verklaring niet worden onderbouwd.

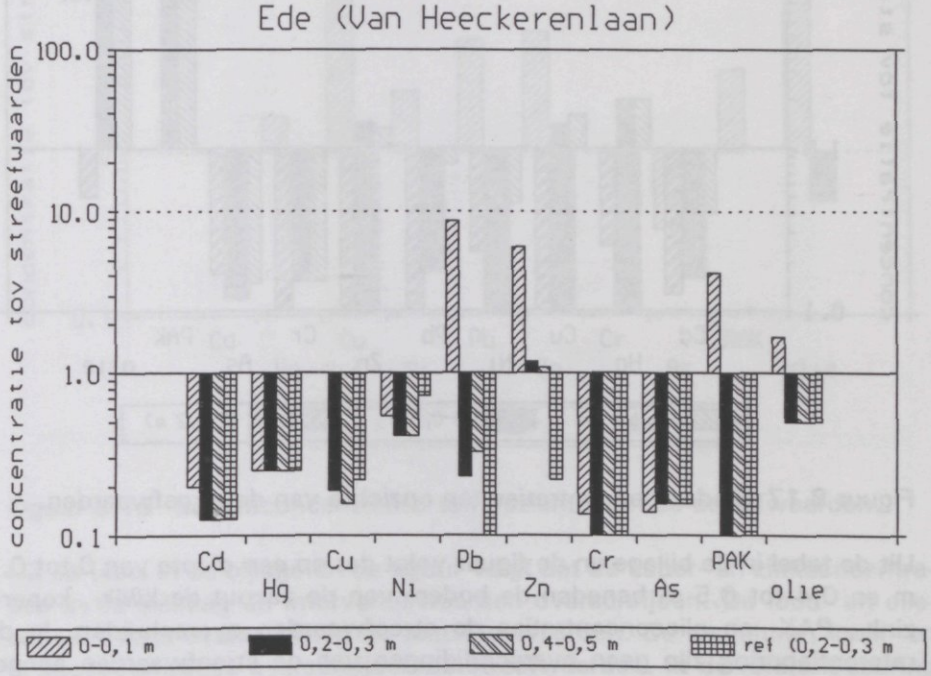
Grondwater

Het grondwater is niet bemonsterd.

8.2.10 Locatie 10

Grond

De analyseresultaten zijn inclusief de toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. Figuur 8.16 toont de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grond.



Figuur 8.16 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

Uit de tabel in de bijlage en de figuur volgt dat de lood- en zinkconcentraties in de sliblaag van de zakput (0 tot 0,1 m) de interventiewaarden overschrijden. De PAK- en olieconcentraties in de sliblaag overschrijden de streefwaarden. Op een diepte van 0,2 tot 0,3 m en 0,4 tot 0,5 m overschrijdt alleen zink de streefwaarde. De overschrijding is daarbij zeer gering. De overige concentraties zijn lager dan de streefwaarden.

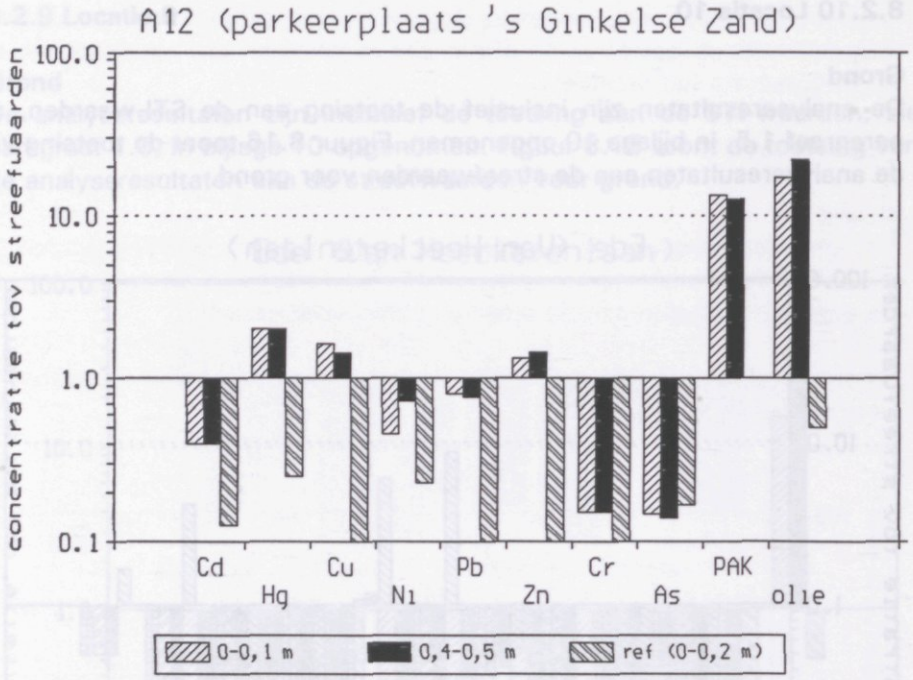
Grondwater

Het grondwater is niet bemonsterd.

8.2.11 Locatie 11

Grond

De analyseresultaten zijn inclusief de toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. Figuur 8.17 toont de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grond.



Figuur 8.17 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

Uit de tabel in de bijlage en de figuur volgt dat op een diepte van 0 tot 0,1 m en 0,4 tot 0,5 m beneden de bodem van de zakput de kwik-, koper-, zink-, PAK- en olieconcentraties de streefwaarden overschrijden. In de referentieboring zijn geen overschrijdingen van de streefwaarden aangetroffen.

Op basis van de resultaten worden de overschrijdingen van de streefwaarden van de grond beneden de zakput toegeschreven aan het infiltreren van regenwater.

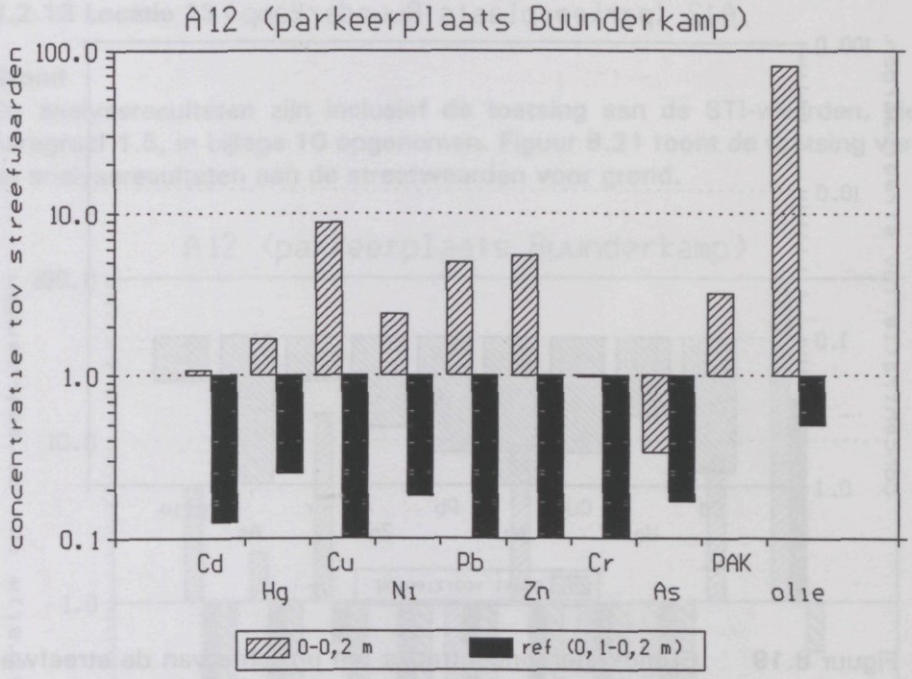
Grondwater

Het grondwater is niet bemonsterd.

8.2.12 Locatie 12

Grond

De analyseresultaten zijn inclusief de toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. Figuur 8.18 toont de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grond.

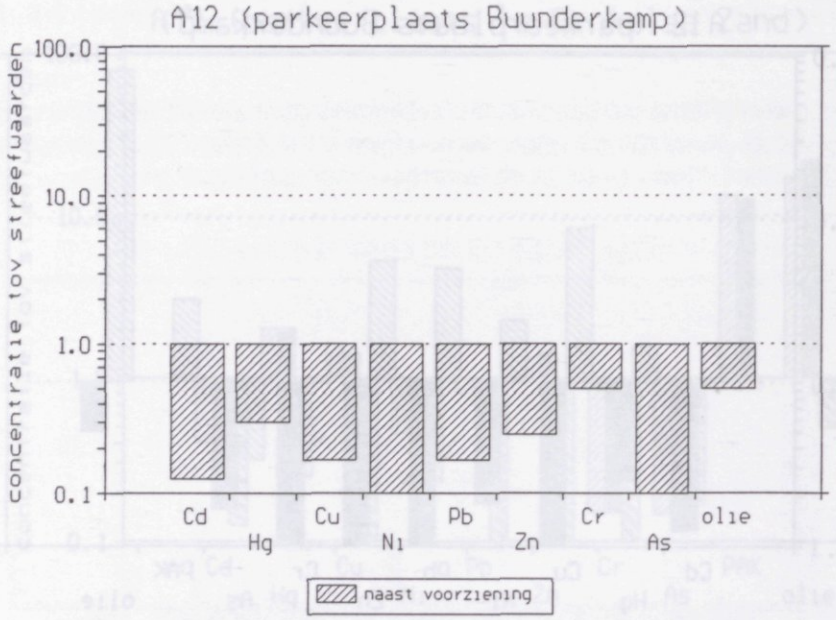


Figuur 8.18 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

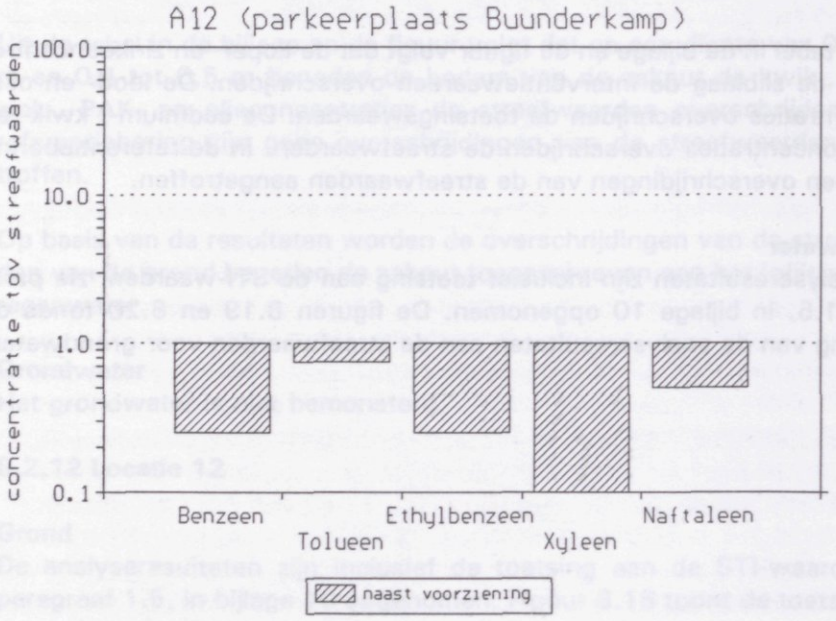
Uit de tabel in de bijlage en de figuur volgt dat de koper- en zinkconcentraties in de sliblaag de interventiewaarden overschrijden. De lood- en olieconcentraties overschrijden de toetsingswaarden. De cadmium-, kwik- en PAK-concentraties overschrijden de streefwaarden. In de referentieboring zijn geen overschrijdingen van de streefwaarden aangetroffen.

Grondwater

De analyseresultaten zijn inclusief toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. De figuren 8.19 en 8.20 tonen de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grondwater.



Figuur 8.19 Grondwaterconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.



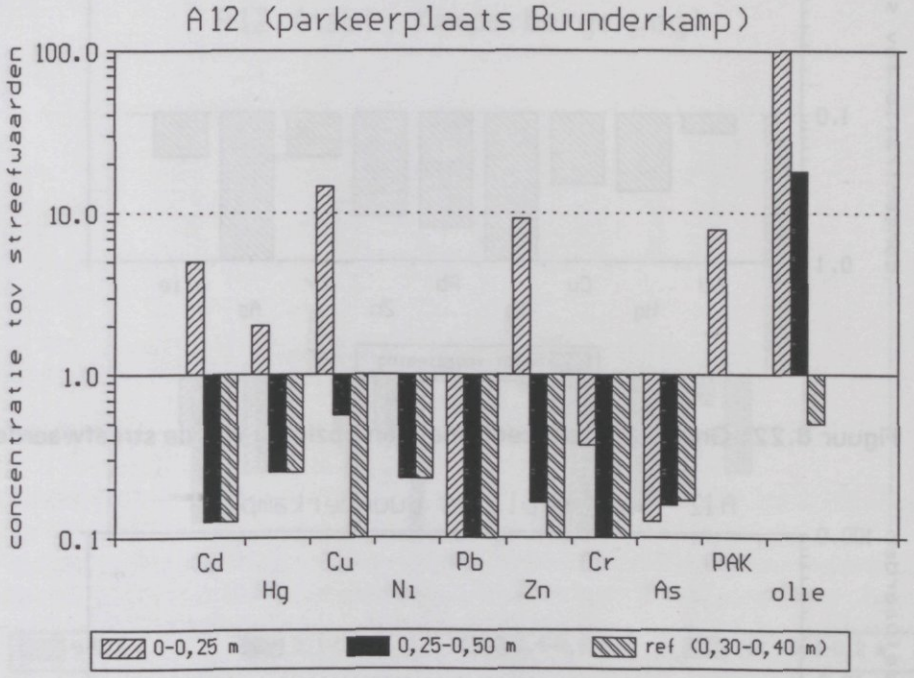
Figuur 8.20 Grondwaterconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

Uit de tabel en de figuren volgt dat de streefwaarden voor grondwater niet worden overschreden.

8.2.13 Locatie 13

Grond

De analyseresultaten zijn inclusief de toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. Figuur 8.21 toont de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grond.

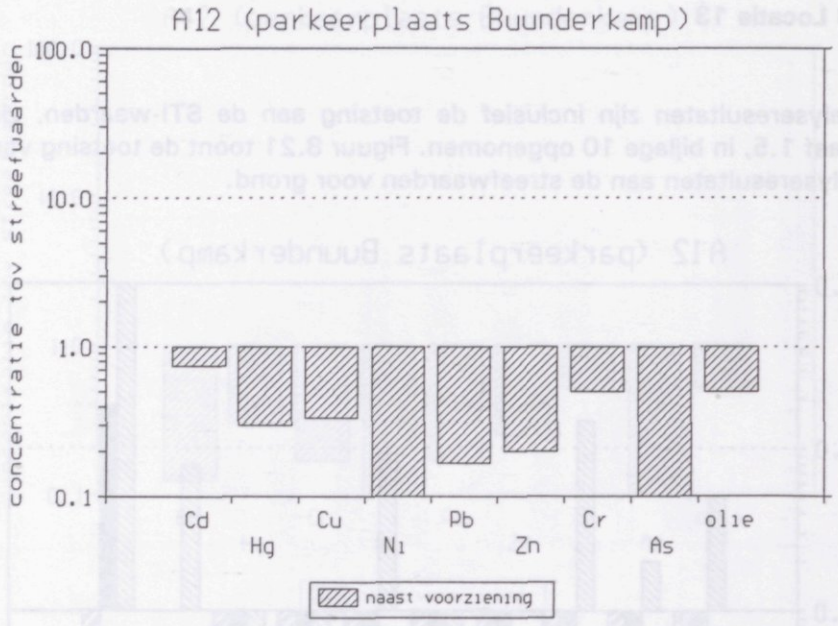


Figuur 8.21 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

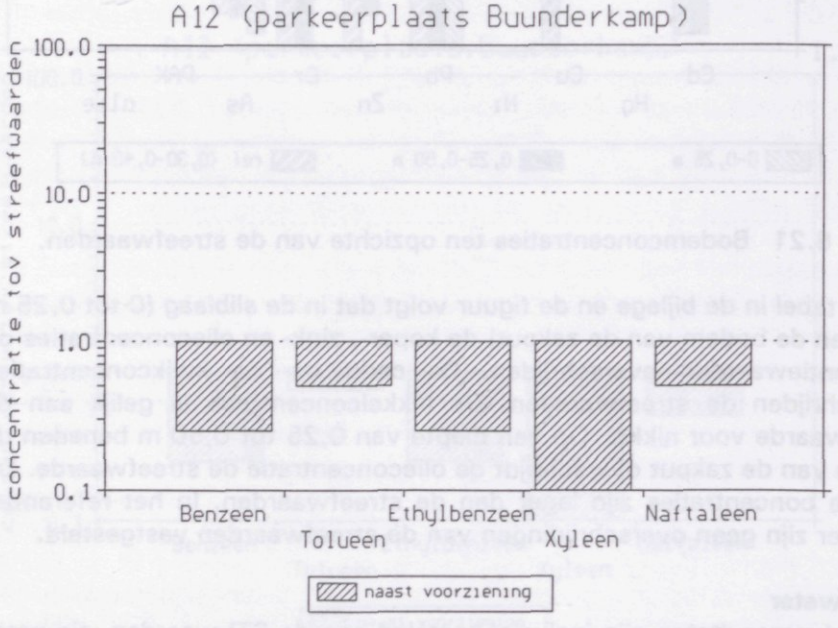
Uit de tabel in de bijlage en de figuur volgt dat in de sliblaag (0 tot 0,25 m beneden de bodem van de zakput) de koper-, zink- en olieconcentraties de interventiewaarden overschrijden. De cadmium- en kwikconcentraties overschrijden de streefwaarden. De nikkelconcentratie is gelijk aan de streefwaarde voor nikkel. Op een diepte van 0,25 tot 0,50 m beneden de bodem van de zakput overschrijdt de olieconcentratie de streefwaarde. De overige concentraties zijn lager dan de streefwaarden. In het referentiemonster zijn geen overschrijdingen van de streefwaarden vastgesteld.

Grondwater

De analyseresultaten zijn inclusief toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. De figuren 8.22 en 8.23 tonen de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grondwater.



Figuur 8.22 Grondwaterconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

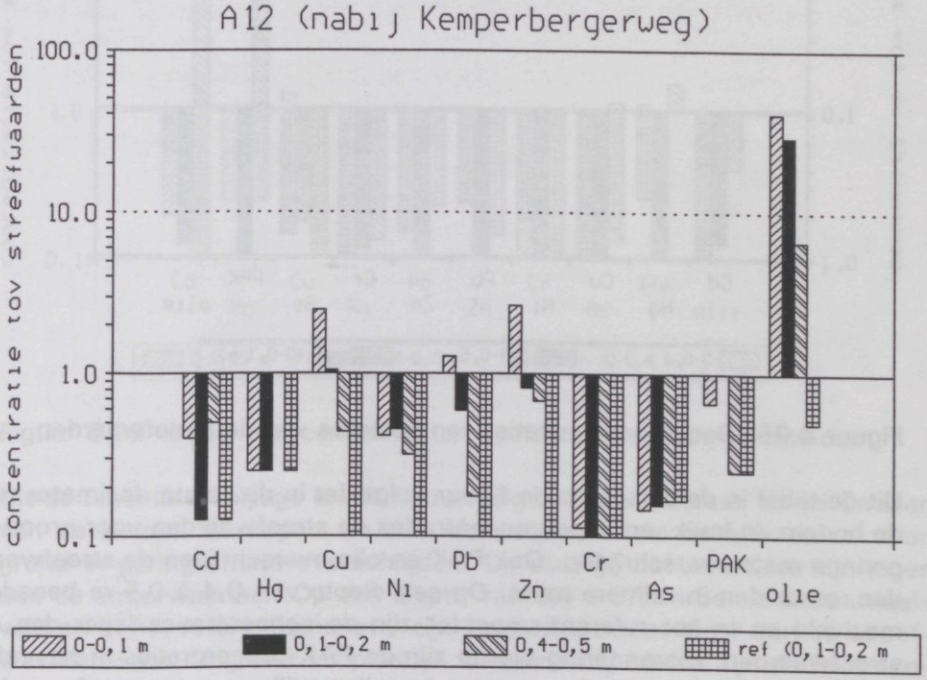


Figuur 8.23 Grondwaterconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

Uit de tabel en de figuren volgt dat de streefwaarden voor grondwater niet worden overschreden.

8.2.14 Locatie 14

Grond
De analyseresultaten zijn inclusief de toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. Figuur 8.24 toont de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grond.



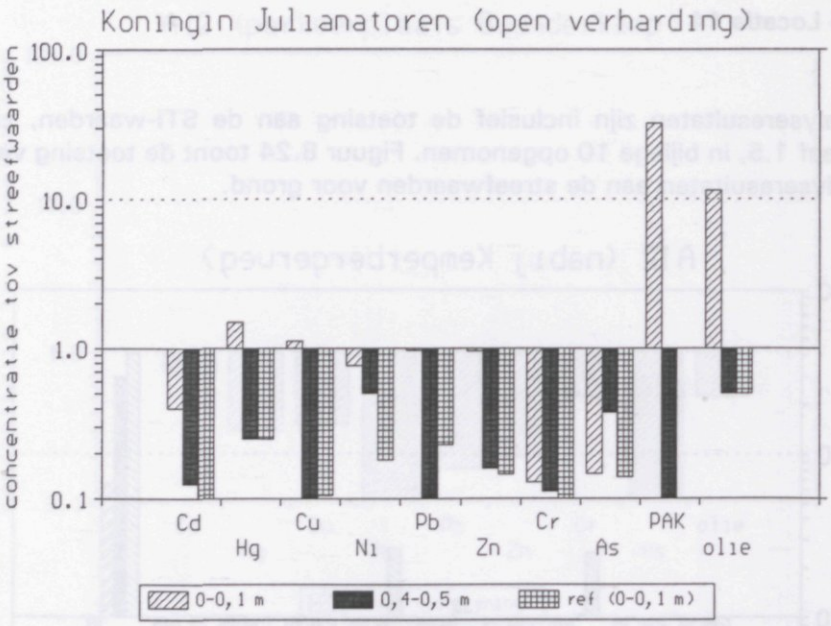
Figuur 8.24 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

Uit de tabel in de bijlage en de figuur volgt dat in de sliblaag beneden de bodem van het infiltratiebassin de koper-, zink-, lood- en olieconcentraties hoger dan de streefwaarden. De overige concentraties zijn lager dan de streefwaarden. Op een diepte van 0,1 tot 0,2 m beneden de bodem van de voorziening overschrijden nog alleen koper en olie de streefwaarden. De concentraties zijn daarbij geringer dan in de sliblaag. Op een diepte van 0,4 tot 0,5 m beneden de bodem van de voorziening overschrijdt alleen olie de streefwaarde. De concentraties in het referentiemonster overschrijden de streefwaarden niet.

Grondwater
Het grondwater is niet bemonsterd.

8.2.15 Locatie 15

Grond
De analyseresultaten zijn inclusief de toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. Figuur 8.25 toont de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grond.



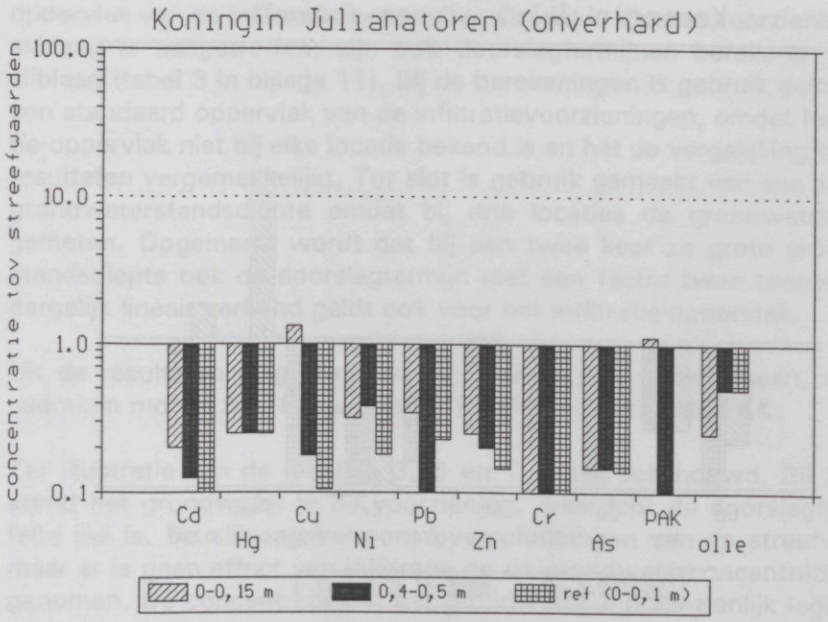
Figuur 8.25 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

Uit de tabel in de bijlage en de figuur volgt dat in de eerste decimeter van de bodem de kwik- en koperconcentraties de streefwaarden voor grond in geringe mate overschrijden. Ook PAK en olie overschrijden de streefwaarden, maar dan in ruimere mate. Op een diepte van 0,4 à 0,5 m beneden maaiveld en in het referentiemonster zijn de concentraties lager dan de streefwaarden. Uitzondering hierop zijn de PAK-concentraties in het referentiemonster. Deze PAK-concentraties zijn gelijk aan de streefwaarden van de grond ter plaatse.

Grondwater
Het grondwater is niet bemonsterd.

8.2.16 Locatie 16

Grond
De analyseresultaten zijn inclusief de toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. Figuur 8.26 toont de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grond.



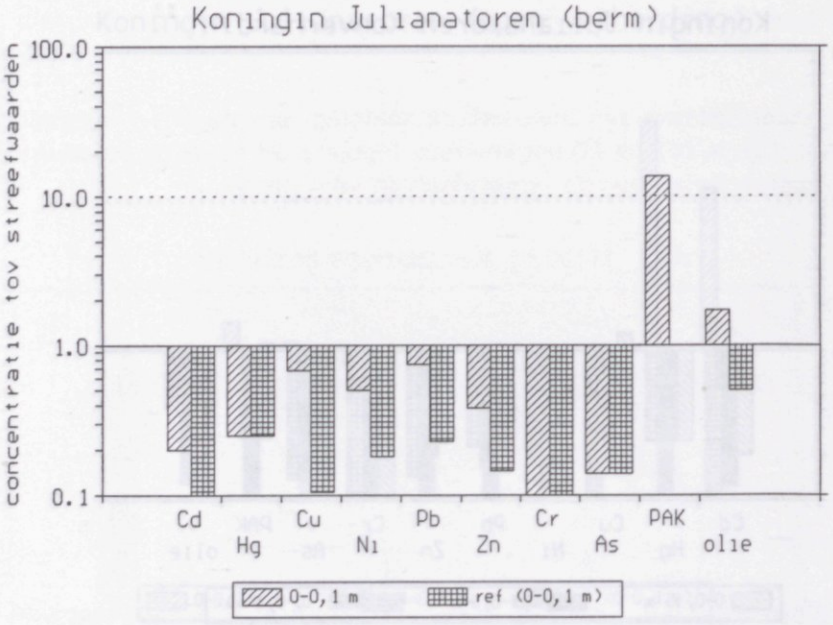
Figuur 8.26 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

Uit de tabel in de bijlage en de figuur volgt dat in de eerste 15 centimeter van de bodem de koper- en PAK-concentraties de streefwaarden voor grond in geringe mate overschrijden. De overige concentraties zijn lager dan de streefwaarden. Op een diepte van 0,4 à 0,5 m beneden het maaiveld en in het referentiemonster zijn de concentraties lager dan de streefwaarden voor de grond ter plaatse. Uitzondering hierop zijn de PAK-concentraties in het referentiemonster. Deze PAK-concentraties zijn gelijk aan de streefwaarden van de grond ter plaatse.

Grondwater
Het grondwater is niet bemonsterd.

8.2.17 Locatie 17

Grond
De analyseresultaten zijn inclusief de toetsing aan de STI-waarden, zie paragraaf 1.5, in bijlage 10 opgenomen. Figuur 8.27 toont de toetsing van de analyseresultaten aan de streefwaarden voor grond.



Figuur 8.27 Bodemconcentraties ten opzichte van de streefwaarden.

Uit de tabel in de bijlage en de figuur volgt dat de PAK- en olieconcentraties in de eerste decimeter van de bodem de streefwaarden voor grond overschrijden. De concentraties van de overige stoffen en de concentraties in referentiemonster zijn lager dan de streefwaarden. Uitzondering hierop zijn de PAK-concentraties in het referentiemonster. Deze PAK-concentraties zijn gelijk aan de streefwaarden van de grond ter plaatse.

Grondwater
Het grondwater is niet bemonsterd.

8.3 Berekening doorslagtermijnen en evenwichtsconcentraties

Aanvullend op de meetcampagne zijn doorslagtermijn en evenwichtsconcentraties berekend. De doorslagtermijn is onder meer afhankelijk van de verhouding tussen de hoeveelheid verhard oppervlak dat is aangesloten op de infiltratievoorziening zelf, de afstand tussen de infiltratievoorziening en het grondwater en de zogenaamde Kd-waarde. Deze Kd-waarde is de verhouding tussen de hoeveelheid aan de bodem geadsorbeerde verontreinigingen en de hoeveelheid verontreinigingen in oplossing. De Kd-waarde verschilt per verontreiniging en per bodemsoort. Omdat de Kd-waarde niet exact bekend is, vertonen de doorslagtermijnen aanzienlijke bandbreedten. De evenwichtsconcentraties zijn berekend aan de hand van de concentraties in regenwater dat afstroomt van schuine daken, platte daken, woonstraten, parkeerplaatsen of auto(snel)wegen. De concentraties zijn ontleend aan de literatuurstudie.

In de tabellen 1 en 2 in bijlage 11 zijn per locatie doorslagtermijnen opgenomen. Daarbij is uitgegaan van leemarm zand, een grondwaterstand van 2 m beneden de bodem van de infiltratievoorziening en een standaard

oppervlak van de infiltratievoorziening. Omdat in diverse voorzieningen een sliblaag is aangetroffen, zijn ook doorslagtermijnen berekend voor een sliblaag (tabel 3 in bijlage 11). Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van een standaard oppervlak van de infiltratievoorzieningen, omdat het infiltratie-oppervlak niet bij elke locatie bekend is en het de vergelijking tussen de resultaten vergemakkelijkt. Tot slot is gebruik gemaakt van een standaard grondwaterstandsdiepte omdat bij drie locaties de grondwaterstand is gemeten. Opgemerkt wordt dat bij een twee keer zo grote grondwaterstandsdiepte ook de doorslagtermijn met een factor twee toeneemt. Een dergelijk lineair verband geldt ook voor het infiltratie-oppervlak.

Uit de resultaten volgt dat van de metalen met name arseen, nikkel en cadmium mobiel zijn. Fenantreen is relatief mobiel bij de PAK.

Ter illustratie zijn de locaties 3, 6 en 7 nader beschouwd. Bij locatie 3 stond het grondwater in de voorziening, waardoor de doorslagtermijn in feite nul is. De sliblaag vertoont overschrijdingen van de streefwaarden, maar er is geen effect van infiltratie op de grondwaterconcentraties waargenomen. De concentraties in het grondwater zijn aanzienlijk lager dan in regenwater afkomstig van een woonstraat, zie tabel 4 in bijlage 11.

Bij de locaties 6 en 7 stond het grondwater circa 1,5 m beneden de bodem van de voorziening. Vergelijking van de gemeten grondconcentraties met de berekende evenwichtsconcentraties (voor een leemarme zandgrond) leert dat de accumulatie van verontreinigingen nog niet is opgelopen tot de evenwichtsconcentratie. Uitzondering daarop zijn cadmium en nikkel. In een bodem met een hogere adsorptiecapaciteit dan een leemarme zandgrond, zoals veen of klei is de evenwichtsconcentratie ook voor deze parameters nog niet bereikt (zie bijlage 11). Deze conclusie wordt gestaafd met de gemeten grondwaterkwaliteit die geen overschrijdingen vertoont.

9 Conclusies meetcampagne

Uit de meetcampagne volgt dat in de grond direct onder de bodem van die infiltratievoorzieningne regelmatig de lood-, zink-, PAK- en olieconcentraties de streefwaarden voor grond overschrijden. Op grotere diepte onder de bodem van de infiltratievoorzieningen nemen de concentrties af. Uitzondering op dit algemene beeld vormen de parkeerplaatsen bij de A12. Bij de parkeerplaatsen zijn ook cadmium-, kwik-, koper- en nikkelconcentratie aangetroffen. Opvallend is dat bij twee van de drie parkeerplaatsen bij de A12 de loodconcentraties lager zijn dan de streefwaarden. Dit in tegenstelling tot de resultaten bij de andere infiltratievoorzieningen. Een verklaring voor de lage loodconcentraties en de hoge cadmium-, kwik-, koper- en nikkelconcentraties is niet voorhanden.

Bij vijf locaties is naast grond ook het grondwater bemonsterd. Bij één locatie overschrijden tolueen en xyleen de streefwaarden voor grondwater. Deze overschrijdingen treden echter ook op in het referentiemonster. Opvallend is dat bij locatie 3 (Ugchelen) de streefwaarden voor grond wel voor diverse parameters in aanzienlijke mate worden overschreden.

Deventer, 3 maart 1999
RAP\981410.wp1\b
Projectnummer 70376.19

Deel 3: Bijlagen

Bijlage 1

Kwaliteit neerslag

Kwaliteit van neerslag

In tabel B1.1 is een overzicht opgenomen van de kwaliteit van neerslag. De gegevens zijn ontleend aan de volgende bronnen (zie ook hoofdstuk 2):

- Berbee, R.P.M., G.B.J. Rijs, M.W. Brouwer, 1996. *Behandeling afstromend wegwater van snelwegen*, RIZA, Lelystad.
- Somhorst, M.H.M., A.P. Stolk, 1996. *Landelijk meetnet regenwatersamenstelling, Meetresultaten 1994*, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- TauwMabeg civiel en bouw, 1997. *Proefproject infiltratie Zwolle; Deelrapport D*, Deventer.

Interpretatie van de analyseresultaten van grond en grondwater heeft plaatsgevonden aan de hand van het op 15 mei 1994 van kracht geworden toetsingskader, zoals gedefinieerd in de "Circulaire Interventiewaarden Bodemsanering", gepubliceerd in de Staatscourant nr. 95, dinsdag 24 mei 1994.

Hierbij is de volgende terminologie gehanteerd:
- bij een overschrijding van de streefwaarde (S) is er "geen sprake van een **duurzame bodemkwaliteit** (voor de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, dier of plant)";
- bij een overschrijding van de toetsingswaarde (T = 0,5 (S + I)) is er sprake van een situatie waarbij het uitvoeren van een **nader bodemonderzoek** nodig is;
- bij een overschrijding van de interventiewaarde (I) is er mogelijk "sprake van een **ernstige bodemverontreiniging**".

De interpretatie van de analyseresultaten is als volgt omschreven:

+	groter dan de streefwaarde (S) en kleiner of gelijk aan de toetsingswaarde (T);
+ +	groter dan de toetsingswaarde (T) en kleiner of gelijk aan de interventiewaarde (I);
+ + +	groter dan de interventiewaarde (I).

N.B. Indien er geen meetresultaten in de desbetreffende literatuur zijn opgenomen is dat in de tabel weergegeven door een "blanco cel".

Tabel B1.1 Analyseresultaten neerslag en interpretatie.

	Locaties					
	A7 en A9		Landelijk meet-net		Van der Tyverbelt (Zwolle)	
Metalen (µg/l)						
Arseen (As)					0,9 (<1,0-1,5)	
Cadmium (Cd)	0,3 (0,1-0,7)		0,1		0,2 (<0,2-0,4)	
Chroom (Cr)	1 (0,1-1)				1,6 (<2-3,5)	+
Koper (Cu)	44 (8-105)	+	2		7 (<4-15)	
Kwik (Hg)			0,02		<0,1 (<0,1-<0,1)	
Lood (Pb)	9 (1-27)		4		<10 (<10-<10)	
Nikkel (Ni)	2 (1-3)				2 (<2-5)	
Zink (Zn)	68 (12-194)	+	13		67 (38-130)	+
Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (µg/l)						
Naftaleen					0,08 (<0,05-0,2)	
Acenafthyleen						
Acenaftheen						
Fluoreen						
Fenanthreen					0,1 (0,05-0,2)	
Anthraceen					0,01 (<0,01-0,03)	
Fluorantheen					0,2 (0,03-0,6)	
Pyreen						
Benzo(a)anthraceen					0,05 (<0,01-0,2)	
Chryseen					0,07 (<0,01-0,25)	
Benzo(k)fluorantheen					0,03 (<0,01-0,1)	
Benzo(a)pyreen					0,04 (<0,01-0,15)	
Dibenz(a,h)anthraceen						
Benzo(g,h,i)peryleen					0,03 (<0,01-0,1)	
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen					0,04 (<0,01-0,15)	
Totaal 10 Leidraad					0,7 (0,2-2)	
Totaal 16 EPA						

	Locaties					
	A7 en A9		Landelijk meet-net		Van der Tyverbelt (Zwolle)	
Aromaten (µg/l)						
Benzeen						
Tolueen						
Ethylbenzeen						
Xyleen						
Naftaleen						
Overige stoffen (µg/l)						
olie					123 (<50-350)	+
CZV						
N-Kj						
N-tot						
P-tot						

Bijlage 2

Kwaliteit regenwater van daken

Kwaliteit regenwater van daken

In de tabellen is een overzicht opgenomen van de kwaliteit van regenwater van daken. De gegevens zijn ontleend aan de volgende bronnen (zie ook hoofdstuk 3):

- Bannerman, R.T., et al, 1993. *Sources of pollutants in Wisconsin stormwater*. Water Science and Technolocy, Vol. 28, No. 3-5, pp 241-259.
- Mottier, V. et al, 1997. *Qualitative aspects of roof runoff*. Urban Rainwater: Resourcefully Used, Proceedings of the eigth European Junior Scientist Workshop (SOCOMA), TauwMabeg Civiel en Bouw, 1997, Deventer.
- Oldenkamp, S.A., A.L.B.M. van Campen, 1990. *De kwaliteit van afstromend regenwater; Praktijkonderzoek 7.2.1*. Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit (NWRW), Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, ISBN 90 346 2103 0, Den Haag.
- Pitt, R., et al., 1995. *Urban stormwater toxic pollutants: assessment, sources, and treatabillity*. Water Environment Research, Vol. 67, No. 3, pp 260-275.

Interpretatie van de analyseresultaten van grond en grondwater heeft plaatsgevonden aan de hand van het op 15 mei 1994 van kracht geworden toetsingskader, zoals gedefinieerd in de "Circulaire Interventiewaarden Bodemsanering", gepubliceerd in de Staatscourant nr. 95, dinsdag 24 mei 1994.

Hierbij is de volgende terminologie gehanteerd:
- bij een overschrijding van de streefwaarde (S) is er "geen sprake van een **duurzame bodemkwaliteit** (voor de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, dier of plant)";
- bij een overschrijding van de toetsingswaarde (T = 0,5 (S + I)) is er sprake van een situatie waarbij het uitvoeren van een **nader bodemonderzoek** nodig is;
- bij een overschrijding van de interventiewaarde (I) is er mogelijk "sprake van een **ernstige bodemverontreiniging**".

De interpretatie van de analyseresultaten is als volgt omschreven:

+	groter dan de streefwaarde (S) en kleiner of gelijk aan de toetsingswaarde (T);
+ +	groter dan de toetsingswaarde (T) en kleiner of gelijk aan de interventiewaarde (I);
+ + +	groter dan de interventiewaarde (I).

Daken: kwaliteit van het afstromende regenwater.

Bron:	Oldenkamp et.al. minimum - maximum (gemiddelde) · = niet geanalyseerd n.a. = niet aangetoond						Pitt et.al. - = niet geanalyseerd				Bannerman et.al. o = opgelost t = totaal - onvoldoende gegevens - niet geanalyseerd							
	pannendak woonerf W1		plat dak stadscentrum W2		pannendak periferie W3		daken ongefilterd min-max (gemiddeld)		daken gefilterd min-max (gemiddeld)		daken woongebied		daken commercieel gebied		daken industrie gebied			
suspended solids (mg/l)	3,4 - 7,0 (4,5)		-		2		0,5 - 92 (14) ug/l		-		27 o 91 t		15 o 112 t		41 o 78 t			suspended solids (mg/l)
CZV (mg/l)	12 - 17 (13)		12 - 132 (76)		12 - 13 (12,5)		-		-		-		-		-			CZV (mg/l)
N-Kjeldahl (mg/l)	0,8 - 2,2 (1,8)		4,9 - 8,6 (6,8)		3,1 - 3,1 (3,1)		-		-		-		-		-			N-Kjeldahl (mg/l)
N-tot (mg/l)	-		-		-		-		-		-		-		-			N-tot
P-tot (mg/l)	-		-		-		-		-		0,15 t 0,06 o		0,20 t 0,08 o		0,11 0,02			P-tot
Olie (IR) (mg/l)	-		-		-		-		-		-		-		-			Olie (IR) (mg/l)
Pb (ug/l)	15 - 24 (20)	+	395 - 1200 (798)	+ + +	160 - 255 (208)	+ + +	1,3 - 170 (41)	+	(1,1)		21 t	+	9 t		8 t			Pb
Zn (ug/l)	385 - 800 (465)	+ +	2050 - 2200 (2125)	+ + +	2350 - 2500 (2425)	+ + +	11 - 1580 (250)	+	9 - 1550 (220)	+	149 t	+	330 t	+	1155 t	+ + +		Zn
Cd (ug/l)	0,6	+	1,3	+	1,2	+	0,2 - 30 (3,4)	+ +	0,1 - 0,7 (0,4)		--		--		--			Cd
Cr (ug/l)	2,5	+	25	+ +	6	+	5,0 - 510 (85)	+ + +	1,4 - 2,3 (1,8)	+	--		--		--			Cr
Cu (ug/l)	5,0		41	+	5,5		1,5 - 900 (110)	+ + +	1,1 - 8,7 (2,9)		10 o 15 t		6 o 9 t		6 t			Cu
Ni (ug/l)	3		35	+	4		2,6 - 70 (16)	+	-		-		-		-			Ni
Hg (ug/l)	-		-		-		-		-		-		-		-			Hg
As (ug/l)	-		-		-		-		-		-		-		-			As

Bron:	Mottier et.al. gemiddelde (maximum = first flush) - = niet geanalyseerd						daken (literatuur)		
	pannendak		polyester dak		grinddak				
suspended solids (mg/l)	18,2		22,9		3,2		22-40		suspended solids (mg/l)
CZV (mg/l)									CZV (mg/l)
N-Kjeldahl (mg/l)	-		-		-		-		N-Kjeldahl (mg/l)
N-tot (mg/l)	1,7		2,7		4,2		-		N-tot
P-tot (mg/l)	0,09		0,13		0,04		-		P-tot
Olie (IR) (mg/l)	-		-		-		-		Olie (IR) (mg/l)
Pb (ug/l)	20,3 (172)	+ + +	10,6 (510)	+ + +	2,6 (22)	+	23 - 198	+ + +	Pb
Zn (ug/l)	21,1 (360)	+	62,8 (2076)	+ + +	7,5 (36)		24- 290	+	Zn
Cd (ug/l)	0,20 (2,1)		0,14 (3,1)		0,07 (0,2)		0,7		Cd
Cr (ug/l)	0,75		0,49		0,53		-		Cr
Cu (ug/l)	125,0 (1950)	+ + +	324,1 (6817)	+ + +	19,7 (140)	+ + +	27 - 235	+ + +	Cu
Ni (ug/l)	-		-		-		-		Ni
Hg (ug/l)	-		-		-		-		Hg
As (ug/l)	-		-		-		-		As

Bron:	Oldenkamp et.al. minimum - maximum (gemiddelde) - = niet geanalyseerd n.a. = niet aangetoond					concentraties in ug/l	Pitt et.al. - = niet geanalyseerd	concentraties in ug/l			Bannerman et.al. o = opgelost t = totaal - = niet geanalyseerd					concentraties in ug/l
ug/l	pannendak woonerf W1		plat dak stadscentrum W2		pannendak *periferie* W3		daken *ongefilterd*		daken *gefilterd*		daken woongebied		daken commercieel gebied		daken *industrie* gebied	
Naftaleen	0,15 - 1,40 (0,15)	+	n.a. -0,10		n.a. -1,8	+	13 - 21 (17)	+	-		-		-		-	
Acenafthyleen	n.a. -0,20 (n.a.)		n.a.-n.a.		n.a.		-		-		-		-		-	
Acenaftheen	n.a.-0,80 (n.a.)		n.a. -0,15		n.a.		-		-		-		-		-	
Fluoreen	0,03 - 0,03 (0,03)		0,02 - 0,06		0,03 - 0,03		-		-		-		-		-	
Fenantreen	0,07 - 0,15 (0,10)	+	(0,03 - 0,10)	+	0,02 - 0,04	+	-		-		-		-		-	
Anthraceen	0,01 - 0,02 (0,01)		n.a. -0,01		n.a.		-		-		-		-		-	
Fluorantheen	0,15 - 0,70 (0,20)	+	(0,05 - 0,20)	+	0,04 - 0,08	+	7,6 - 45 (23)	+ + + + + +	4,8 - 14 (9,3)	+ + + + + +	-		-		-	
Pyreen	0,03 - 0,25 (0,15)		0,03 - 0,15		0,02 - 0,05		(28)		-		-		-		-	
Benzo (a) anthraceen	0,02 - 0,10 (0,04)	+	0,01 - 0,05	+	0,01 - 0,02	+	(16)	+ + +	-		-		-		-	
Chryseen	0,04 - 0,15 (0,04)	+	0,02 - 0,06	+	0,02 - 0,06	+	-		-		-		-		-	
Benzo (b) fluorantheen	0,04 - 0,25 (0,05)		0,02 - 0,10		0,02 - 0,10		6,4 - 260 (76)		-		-		-		-	
Benzo (k) fluorantheen	0,02 - 0,10 (0,02)	+	0,01 - 0,08	+	0,01 - 0,03	+	-		-		-		-		-	
Benzo (a) pyreen	0,04 - 0,15 (0,05)	+ + +	0,01 - 0,08	+ + +	0,01 - 0,05	+	34 - 300 (99)	+ + + + + +	-		-		-		-	
Dibenz (a,h) anthraceen	0,04 - 0,10 (0,04)		0,01 - 0,03		0,01 - 0,02		-		-		-		-		-	
Benzo (g,h,i) peryleen	0,04 - 0,10 (0,04)	+	0,01 - 0,10	+ + +	0,01 - 0,06	+	-		-		-		-		-	
Indeno (1,2,3-c,d) pyreen	0,03 - 0,10 (0,04)	+	0,01 - 0,09	+ + +	0,00 - 0,05	+	-		-		-		-		-	
Totaal (6)							-		-		-		-		-	
Totaal (10)							-		-		-		-		-	
Totaal (16)	0,80 - 3,10 (2,50)		0,5 - 1,30		0,40 - 0,60 (0,50)		-		-		-		-		-	

Bron:	Mottier et.al. gemiddelde (maximum = first flush) - = niet geanalyseerd							
ug/l	pannendak		polyester dak		grinddak		daken (literatuur)	
Naftaleen	-		-		-		-	
Acenafthyleen	-		-		-		-	
Acenaftheen	-		-		-		-	
Fluoreen	-		-		-		-	
Fenantreen	-		-		-		-	
Anthraceen	-		-		-		-	
Fluorantheen	-		-		-		-	
Pyreen	-		-		-		-	
Benzo (a) anthraceen	-		-		-		-	
Chryseen	-		-		-		-	
Benzo (b) fluorantheen	-		-		-		-	
Benzo (k) fluorantheen	-		-		-		-	
Benzo (a) pyreen	-		-		-		-	
Dibenz (a,h) anthraceen	-		-		-		-	
Benzo (g,h,i) peryleen	-		-		-		-	
Indeno (1,2,3-c,d) pyreen	-		-		-		-	
Totaal (6)	-		-		-		-	
Totaal (10)	-		-		-		-	
Totaal (16)	-		-		-		-	

Deventer, 20 oktober 1998
NOT\971934.wp1\m
Projectnummer 70301.85

Bijlage 3

Kwaliteit regenwater van (woon)straten en parkeerplaatsen

Kwaliteit regenwater van (woon)straten en parkeerplaatsen

In de tabellen is een overzicht opgenomen van de kwaliteit van regenwater van (woon)straten en parkeerplaatsen. De gegevens zijn ontleend aan de volgende bronnen (zie ook hoofdstuk 3):

- Bannerman, R.T., et al, 1993. *Sources of pollutants in Wisconsin stormwater*. Water Science and Technolocy, Vol. 28, No. 3-5, pp 241-259.
- Oldenkamp, S.A., A.L.B.M. van Campen, 1990. *De kwaliteit van afstromend regenwater; Praktijkonderzoek 7.2.1*. Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit (NWRW), Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, ISBN 90 346 2103 0, Den Haag.
- Pitt, R., et al., 1995. *Urban stormwater toxic pollutants: assessment, sources, and treatabillity*. Water Environment Research, Vol. 67, No. 3, pp 260-275.

Interpretatie van de analyseresultaten van grond en grondwater heeft plaatsgevonden aan de hand van het op 15 mei 1994 van kracht geworden toetsingskader, zoals gedefinieerd in de "Circulaire Interventiewaarden Bodemsanering", gepubliceerd in de Staatscourant nr. 95, dinsdag 24 mei 1994.

Hierbij is de volgende terminologie gehanteerd:
- bij een overschrijding van de streefwaarde (S) is er "geen sprake van een **duurzame bodemkwaliteit** (voor de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, dier of plant)";
- bij een overschrijding van de toetsingswaarde (T = 0,5 (S + I)) is er sprake van een situatie waarbij het uitvoeren van een **nader bodemonderzoek** nodig is;
- bij een overschrijding van de interventiewaarde (I) is er mogelijk "sprake van een **ernstige bodemverontreiniging**".

De interpretatie van de analyseresultaten is als volgt omschreven:

+	groter dan de streefwaarde (S) en kleiner of gelijk aan de toetsingswaarde (T);
+ +	groter dan de toetsingswaarde (T) en kleiner of gelijk aan de interventiewaarde (I);
+ + +	groter dan de interventiewaarde (I).

Bestratingen: kwaliteit van het afstromende regenwater.

Bron:	NWRW minimum - maximum (gemiddelde) - = niet geanalyseerd n.a. = niet aangetoond																		Pitt				
	Handelskade klinkerweg druk W5		Hanzeweg asfaltweg druk W6		Zamenhofplein asfalt rotonde W7		Koningspage betontegels woonerf W8		L. Bisschopstr. promenade betontegels W9		De Brink markt/parkeerterrein klinkers W10		Busstation hoofdbusstation klinkers W11		Parkeerterrein bij motel klinkers W12		Parkeerterrein bij luchthaven klinkers W13		Straten ongefilterd		Straten gefilterd	
suspended solids (mg/l)	8,4-98 (53)		10,4-169 (49,9)		20,2-230 (106)		44		456		120-343 (232)		130*-553 (386)		106-388 (247)		8,1-4,4 (6,3)		7,0 - 110 (49) ug/l			
CZV (mg/l)	26-83 (32)		60-235 (116)		41-96 (67)		10-19 (15)		172		146-585 (365)		320-820 (535)		48-625 (63)		14-29 (21)					
N-Kjeldahl (mg/l)	0,2-2,4 (1,0)		1,6-5,2 (3,5)		0,7-2,8 (1,4)		0,4-1,9 (1,2)		2,8		4,8-13 (8,9)		1,4-13 (9,6)		1,9-11 (2,6)		0,9-2,5 (0,9)					
N-tot																						
P-tot (mg/l)																						
Olie (IR) (mg/l)	1-2,3 (2,0)		4,0-14 (5,6)		1,8-3,7 (3,3)		0,4-1,3 (0,8)		3,8-9,3		4,1-2,5 (4,2)		2,5-25 (5,3)		2,2-7,8 (3,2)		n.a.-0,3 (n.a.)					
Pb (ug/l)	20-53 (52)	+ +	71-310 (110)	+ + +	2-450 (54)	+ +	10-14 (12)		800-1000	+ + +	10-495 (253)	+ + +	1-155 (75)	+ +	11-150 (29)	+	n.a.-6 (1)		1,5 - 150 (43)	+	1,1 - 3,9 (2,0)	
Zn (ug/l)	160-465 (175)	+	250-500 (275)	+	68-430 (136)	+	49-250 (150)	+	860-1600	+ + +	265-4700 (2483)	+ + +	160-970 (185)	+	69-250 (250)	+	50-84 (70)	+	4,0 - 130 (58)	+	4,0 - 76 (31)	+
Cd (ug/l)	0,5	+	1,4-2,2 (1,8)	+	1,0-2,8 (1,9)	+	0,1		3,4	+ +	-		1,0	+	2,4	+	-		0,4 - 220 (37)	+ +	0,1 - 0,6 (0,3)	
Cr (ug/l)	16	+	4,5-19 (12)	+	6,5-34 (20)	+ +	16		55	+ + +	-		15	+	21	+ +	-		2,8 - 30 (9,9)	+ + +	1,3 - 2,7 (1,8)	+
Cu (ug/l)	27	+	35-80 (58)	+ +	18-105 (62)	+ +	12		115	+ + +	-		15		53	+ +	-		10 - 1250 (280)	+ + +	1,0 - 11 (3,8)	
Ni (ug/l)	-		9-14 (22)	+	13-28 (21)	+	-		50	+ +	-		13		22	+ +	-		1,2 - 70 (17)	+		
Hg (ug/l)	0,4	+ +	-		-		n.a.		0,7	+ + +	-		0,5	+ + +	-		-					
As (ug/l)	1,1		-		-		0,4		5,0		-		2,0		-		-					

Bron:	Bannerman o = opgelost t = totaal																	
	Woongebied						Commercieel gebied						Industrie gebied					
	Rustige straat		Straat		Drukke straat		Rustige straat		Straat		Drukke straat		Rustige straat		Straat		Drukke straat	
suspended solids (mg/l)	662		326		-		-		-		232		-		763		690	
CZV (mg/l)																		
N-Kjeldahl (mg/l)																		
N-tot																		
P-tot (mg/l)	1,31		1,07		-		-		-		0,47		-		1,50		0,94	
Olie (IR) (mg/l)																		
Pb (ug/l)	33	+	55	+ +	-		-		-		50	+ +	-		86	+ + +	60	+ +
Zn (ug/l)	220	+	339	+	-		-		-		508	+ +	-		479	+ +	575	+ +
Cd (ug/l)	0,8	+	1,4	+	-		-		-		1,8	+	-		0,4		0,6	
Cr (ug/l)	5		12		-		-		-		16	+	-		15		23	+
Cu (ug/l)	24	+	56	+ +	-		-		-		46	+ +	-		18	+	14	
Ni (ug/l)																		
Hg (ug/l)																		
As (ug/l)																		

suspended solids (mg/l)	
CZV (mg/l)	
N-Kjeldahl (mg/l)	
Olie (IR) (mg/l)	
Pb	
Zn	
Cd	
Cr	
Cu	
Ni	
Hg	
As	

Bron:	NWRW minimum - maximum (gemiddelde) - = niet geanalyseerd n.a. = niet aangetoond																	Pitt				
ug/l	Handelskade klinkerweg druk W5		Hanzeweg asfaltweg druk W6		Zamenhofplein asfalt rotonde W7		Koningspage betontegels woonerf W8		L. Bisschopstr. promenade betontegels W9		De Brink markt/parkeer-terrein klinkers W10		Busstation hoofdbusstation klinkers W11		Parkeerterrein bij motel klinkers W12		Parkeerterrein bij luchthaven klinkers W13		Straten ongefilterd		Straten gefilterd	
Naftaleen	n.a.-2,60 (0,35)	+	0,40-0,60 (0,45)	+	n.a.-1,40 (0,05)		n.a.-0,15	+	n.a.		n.a.-0,10		n.a.-0,05 (n.a.)		n.a.-0,05 (n.a.)		0,05-n.a. (n.a.)					
Acenafthyleen	n.a.-0,10 (0,05)		n.a.-1,50 (n.a.)		n.a.-n.a. (n.a.)		n.a. -0,20		n.a.-1,00		n.a.		n.a.-1,3 (n.a.)		n.a.-n.a. (n.a.)		n.a.-n.a. (n.a.)					
Acenaftheen	n.a.-0,35 (0,15)		n.a.-0,50 (0,20)		n.a.-0,40 (n.a.)		n.a.-n.a.		n.a.		n.a.-0,25		n.a.-0,30 (n.a.)		n.a.-n.a. (n.a.)		n.a.-n.a. (n.a.)					
Fluoreen	n.a.-0,35 (n.a.)		0,01-0,25 (0,02)		0,01-0,10 (0,05)		n.a.-0,50		0,07-0,20		0,08-0,15		0,05-0,40 (0,15)		0,01-0,05 (0,03)		n.a.-0,02 (n.a.)					
Fenantreen	0,05-0,35 (0,05)	+	0,09-0,35 (0,10)	+	0,08-0,35 (0,10)	+	0,04-0,90	+	0,50-1,00	+	0,50	+	0,20-1,30 (0,50)	+	0,10-0,20 (0,15)	+	n.a.-0,25 (0,06)					
Anthraceen	0,01-0,04 (0,02)	+	n.a.-0,06 (0,02)	+	0,01-0,08 (0,04)	+	0,01-0,40	+	0,07-0,15	+	0,04-0,06	+	0,02-0,10 (0,02)	+	n.a.-0,02 (0,01)		n.a.-0,01 (n.a.)					
Fluorantheen	0,10-0,90 (0,60)	+	0,15-3,00 (1,80)	+ + +	0,15-2,3 (0,60)	+	0,10-5,1	+	1,00-2,00	+	1,0-1,20	+	1,00-8,80 (1,30)	+	0,25-1,10 (0,80)	+	0,08-1,30 (0,45)	+	0,6	+	0,5	+
Pyreen	0,06-0,45 (0,45)		0,06-1,60 (0,30)		0,07-1,9 (0,40)		0,04-2,8		0,25-1,20		0,7-1,00		0,50-11,0 (0,90)		0,15-0,60 (0,40)		0,05-1,00 (0,25)		1,0		0,7	
Benzo (a) anthraceen	0,02-0,25 (0,25)	+	0,05-0,40 (0,09)	+	0,02-0,60 (0,30)	+	0,01-1,9	+ + +	0,15-0,80	+	0,15-0,25	+	0,20-1,50 (0,35)	+	0,04-0,05 (0,05)	+	n.a. -0,40 (0,09)	+				
Chryseen	0,04-0,30 (0,25)	+ + +	0,04-0,80 (0,40)	+ + +	0,06-1,20 (0,40)	+ + +	0,02-3,1	+ + +	0,20-0,90	+ + +	0,30-0,35	+ + +	0,30-1,40 (0,40)	+ + +	0,10-0,60 (0,20)	+ + +	0,05-0,50 (0,15)	+ + +				
Benzo (b) fluorantheen	0,04-0,35 (0,20)		0,06-0,70 (0,25)		0,05-1,40 (0,40)		0,05-1,8		0,20-0,90		0,25-0,35		0,20-0,40 (0,30)		0,15-0,15 (0,15)		0,05-0,80 (0,20)		14			
Benzo (k) fluorantheen	0,02-0,20 (0,08)	+ + +	0,02-0,20 (0,07)	+ + +	0,02-0,40 (0,20)	+ + +	0,03-1,2	+ + +	0,07-0,50	+ + +	0,08-0,09	+ + +	0,09-1,00 (0,15)	+ + +	0,06-0,08 (0,07)	+ + +	n.a.-0,30 (0,08)	+ + +	15	+ + +		
Benzo (a) pyreen	0,03-0,40 (0,15)	+ + +	0,04-0,45 (0,25)	+ + +	0,03-0,60 (0,30)	+ + +	0,03-1,8	+ + +	0,15-0,70	+ + +	0,15-0,20	+ + +	0,15-0,30 (0,20)	+ + +	0,06-0,09 (0,08)	+ + +	n.a.-0,40 (0,08)	+ + +	19	+ + +		
Dibenz (a,h) anthraceen	0,04-0,15 (0,07)		0,03-0,25 (0,05)		0,03-0,60 (0,06)		0,02-0,9		0,15-0,60		0,06-0,20		0,25-0,35 (0,30)		0,09-0,20 (0,10)		n.a.-0,70 (0,15)					
Benzo (g,h,i) peryleen	0,04-0,25 (0,10)	+ + +	0,04-0,60 (0,20)	+ + +	0,04-0,90 (0,30)	+ + +	0,03-1,4	+ + +	0,10-0,70	+ + +	0,15-0,25	+ + +	0,20-0,30 (0,25)	+ + +	0,10-0,20 (0,15)	+ + +	n.a.-0,60 (0,20)	+ + +				
Indeno (1,2,3,c,d) pyreen	0,03-0,35 (0,06)	+ + +	0,03-0,50 (0,20)	+ + +	0,04-0,90 (0,20)	+ + +	0,03-1,2	+ + +	0,10-0,70	+ + +	0,15-0,20	+ + +	0,25-0,30 (0,30)	+ + +	0,07-0,25 (0,10)	+ + +	n.a.-0,50 (0,07)	+ + +				
Totaal (6)	0,26-2,15 (1,49)		0,34-5,45 (2,77)		0,33-6,50 (2,00)		0,27-12,5		1,62-5,50		1,78-2,29		2,04-10,00 (2,55)		0,73-1,84 (1,34)		0,13-3,90 (1,08)					
Totaal (10)																						
Totaal (16)	1,1-6,3 (3,50)		1,1-12 (4,3)		0,7-12,00 (4,90)		0,60-23,0		3,00-12,0		4,10-4,70		3,90-28,00 (5,0)		1,40-3,70 (2,40)		0,23-6,90 (2,00)					

Bron:	Bannerman o = opgelost t = totaal																	
	Woongebied						Commercieel gebied						Industrie gebied					
ug/l	Rustige straat		Straat		Drukke straat		Rustige straat		Straat		Drukke straat		Rustige straat		Straat		Drukke straat	
Naftaleen																		
Acenafthyleen																		
Acenaftheen																		
Fluoreen																		
Fenantreen																		
Anthraceen																		
Fluorantheen																		
Pyreen																		
Benzo (a) anthraceen																		
Chryseen																		
Benzo (b) fluorantheen																		
Benzo (k) fluorantheen																		
Benzo (a) pyreen																		
Dibenz (a,h) anthraceen																		
Benzo (g,h,i) peryleen																		
Indeno (1,2,3,c,d) pyreen																		
Totaal (6)																		
Totaal (10)																		
Totaal (16)																		

Deventer, 20 oktober 1998
NOT\971934.wp1\m
Projectnummer 70301.85

Bijlage 4

Kwaliteit regenwater van auto(snel)wegen

Kwaliteit regenwater van auto(snel)wegen

In de tabellen B4.1 tot en met B4.3 is een overzicht opgenomen van de kwaliteit van regenwater dat van auto(snel)wegen afstroomt. De gegevens zijn ontleend aan de volgende bronnen (zie ook hoofdstuk 3):

1 Beekman, W., J. Bunnik, C. van Hemel-Gommer, 1997. *Risico's van risico's van run-off van de Amsterdamseweg voor pompstation La Cabine, Fase 1: Kwaliteit van run-off en bodemvocht onder infiltratiepoelen*, KIWA, Nieuwegein.

2 Berbee, R.P.M., G.B.J. Rijs, M.W. Brouwer, 1996. *Behandeling afstromend wegwater van snelwegen*, Rijkswaterstaat RIZA, Lelystad.

3 Hewitt, C.N., M.B. Rashed, 1992. *Removal rates of selected pollutants in de run-off waters from a major rural highway*, Water Research, Vol. 26, No. 3, pp. 311-319.

4 Stotz, G., 1987. *Investigations of the properties of the surface water run-off from federal highways in the* , The science of the Total Environment, 59, pp. 329-337.

5 Wegener, J.W.M., I. Burgers en J. de Weerdt, 1992. *Meting massastromen van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) van de weg naar de directe omgeving (III)*, Uitgave van DWW, Delft.

6 Wegener, J.W.M., A. van der Horst en G.J. van Kesteren, 1993. *Meting massastromen van polycyclische aromatische koolwaterstoffen van de weg naar de directe omgeving (IV)*, Uitgave van DWW, Delft.

7 Wegener, J.W.M., G.J. van Kesteren, e.a, 1994. *Meting massastromen van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) van de weg naar de directe omgeving (V)*, Uitgave van DWW, Delft.

8 Weyers, G.P., F.P. Bakker e.a, 1991. *Meting massastromen van zware metalen van de weg naar de directe omgeving (III)*, Uitgave van DWW, Delft.

9 Weyers, G.P., F.P. Bakker e.a, 1992. *Meting massastromen van zware metalen van de weg naar de directe omgeving (III)*, Uitgave van DWW, Delft.

10 Weyers, G.P., F.P. Bakker e.a, 1993. *Meting massastromen van zware metalen van de weg naar de directe omgeving (IV)*, Uitgave van DWW, Delft.

11 Weyers, G.P., F.P. Bakker e.a, 1994. *Meting massastromen van zware metalen van de weg naar de directe omgeving (V)*, Uitgave van DWW, Delft.

Interpretatie van de analyseresultaten van grond en grondwater heeft plaatsgevonden aan de hand van het op 15 mei 1994 van kracht geworden toetsingskader, zoals gedefinieerd in de "Circulaire Interventiewaarden Bodemsanering", gepubliceerd in de Staatscourant nr. 95, dinsdag 24 mei 1994.
Hierbij is de volgende terminologie gehanteerd:

- bij een overschrijding van de streefwaarde (S) is er "geen sprake van een **duurzame bodemkwaliteit** (voor de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, dier of plant)";

- bij een overschrijding van de toetsingswaarde (T = 0,5 (S + I)) is er sprake van een situatie waarbij het uitvoeren van een **nader bodemonderzoek** nodig is;
- bij een overschrijding van de interventiewaarde (I) is er mogelijk "sprake van een **ernstige bodemverontreiniging**".

De interpretatie van de analyseresultaten is als volgt omschreven:

+	groter dan de streefwaarde (S) en kleiner of gelijk aan de toetsingswaarde (T);
+ +	groter dan de toetsingswaarde (T) en kleiner of gelijk aan de interventiewaarde (I);
+ + +	groter dan de interventiewaarde (I).

N.B. Indien in de desbetreffende literatuur geen meetresultaten zijn aangetroffen is dat in de tabel weergegeven door een "blanco cel".

Tabel B4.1 Overzicht van de gemeten concentraties (de bandbreedten zijn tussen (..-..) weergegeven).

DAB	Locaties Verkeersintensiteit (voertuigen per etmaal) literatuur					
	Amsterdamseweg 20.000 1		M6 37.600 3		A81, A6 & A8/B10 40.600-47.000 4	
Metalen (µg/l)						
Arseen (As)	<4					
Cadmium (Cd)	(<0,4-0,52)		3,0		4,9 (2,8-5,9)	
Chroom (Cr)	(<2-14,8)				11,7 (5,2-20,4)	
Koper (Cu)	(<10-100)		63,0		9,1 (5,8-11,7)	
Kwik (Hg)	(<0,05-0,07)					
Lood (Pb)	(<10-50)		18,1		203 (163-245)	
Nikkel (Ni)	<10					
Zink (Zn)	(45-313)				433 (320-620)	
PAK (µg/l)						
Naftaleen	(<0,02-0,1)					
Acenafthyleen						
Acenaftheen						
Fluoreen						
Fenanthreen	(0,06-0,13)					
Anthraceen	<0,02					
Fluorantheen	(0,17-0,41)					
Pyreen						
Benzo(a)anthraceen	(<0,02-0,05)					
Chryseen	(0,04-0,11)					
Benzo(k)fluorantheen	(<0,02-0,04)					
Benzo(a)pyreen	(<0,02-0,04)					

DAB	Locaties Verkeersintensiteit (voertuigen per etmaal) literatuur					
	Amsterdamseweg 20.000 1		M6 37.600 3		A81, A6 & A8/B10 40.600-47.000 4	
Dibenz(a,h)anthraceen						
Benzo(g,h,i)pyreen						
Indeno(1,2,3oc,d)	(0,02-0,06)					
pyreen						
PAK 10 Leidraad	(0,43-0,99)					
PAK 16 EPA			1,86		2,70 (2,51-2,97)	
Overig stoffen (mg/l)						
Minerale olie					4,86 (2,05-7,02)	
CZV					103,7 (85,6-107,1)	
N-Kj						
N-tot						
P-tot					0,30 (0,25-0,35)	

Tabel B4.2 Overzicht van de gemeten concentraties van snelwegen van DAB (mediaan is cursief weergegeven; de bandbreedten zijn tussen (..-..) weergegeven).

DAB	Locatie Verkeersintensiteit (voertuigen per etmaal) Literatuurnr.							
	Krabbendijke A58 21.000 5[1] & 9[2]		Badhoevedorp A9 74.000 8[3]				Purmerend A7 53.000 2[4]	
			slib mg per g slib		water			
Metalen (µg/l)								
Arseen (As)								
Cadmium (Cd)	3,3		0,02		4,44		*0,8* (0,8-0 ,9)	
Chroom (Cr)	9,4		0,11		1,51		*5* (3-26)	
Koper (Cu)	55,6		0,72		21,8		125; *121* (91-163)	
Kwik (Hg)								
Lood (Pb)	66,5		1,49		11,7		85; *93* (51-106)	
Nikkel (Ni)	13,4		0,07		9,64		*5* (4-10)	
Zink (Zn)	248,8		2,14		385		393; *452* (225-493)	
PAK (µg/l)								
Naftaleen	0,012							
Acenafthyleen								
Acenaftheen								
Fluoreen								
Fenanthreen	0,17							
Anthraceen	0,017							
Fluorantheen	0,22							
Pyreen								
Benzo(a)anthraceen	0,12							
Chryseen	0,16							
Benzo(k)fluorantheen	0,20							

DAB	Locatie Verkeersintensiteit (voertuigen per etmaal) Literatuurnr.							
	Krabbendijke A58 21.000 5[1] & 9[2]		Badhoevedorp A9 74.000 8[3]				Purmerend A7 53.000 2[4]	
			slib mg per g slib		water			
Metalen (µg/l)								
Benzo(a)pyreen	0,21							
Dibenz(a,h)anthraceen								
Benzo(g,h,i)pyreen	0,14							
Indeno(1,2,3Oc,d)	0,21							
pyreen								
PAK 10 Leidraad	1,47						5,9 (3,7-4,3)	
PAK 16 EPA							5,5 (5,2-5,8)	
Overig stoffen (mg/l)								
Minerale olie							(3-8)	
CZV							(143-149)	
N-Kj							(2-3)	
N-tot								
P-tot								

1 Gemiddelde over 16 weken.
2 Gemiddelde over 17 weken. Het afstromende regenwater is gefilterd en het afgefiltereerde slib is op PAK geanalyseerd. Omdat uit onderzoek is gebleken dat de hoeveelheid PAK in het gefiltreerde water te verwaarlozen is ten opzichte van de hoeveelheid in het afgefiltreerde slib is het water niet geanalyseerd op PAK.
3 Gemiddelde over XX weken.
4 Gemiddelde over XX weken.

Tabel B4.3 Overzicht van de gemeten concentraties van snelwegen van ZOAB (mediaan is cursief weergegeven, de bandbreedten zijn tussen (..-..) weergegeven).

ZOAB	Locatie Verkeersintensiteit (voertuigen per etmaal) Literatuurnr.					
	Spaarnewoude A9 78.000 2[1]		Nijkerk A28 39.000 6[2] & 10[3]		Spaarnewoude A9 78.000 7[4] & 11	
Metalen (µg/l)						
Arseen (As)						
Cadmium (Cd)	*0,1*		0,62		0,36	
Chroom (Cr)	*1* (0,4-2)		3,4		3,0	
Koper (Cu)	51; *40* (14-107)		25,3		16	
Kwik (Hg)						
Lood (Pb)	8; *7* (2-22)		29,1		20	
Nikkel (Ni)	*1* (1-6)		6,8		1,9	
Zink (Zn)	60; *47* (18-133)		55,6		53	
PAK (µg/l)						
Naftaleen			0,008		0,009	
Acenafthyleen						
Acenaftheen						
Fluoreen						
Fenanthreen			0,031		0,075	
Anthraceen			0,003		0,011	
Fluorantheen			0,07		0,14	
Pyreen						
Benzo(a)anthraceen			0,019		0,047	
Chryseen			0,025		0,061	
Benzo(k)fluorantheen			0,016		0,033	

ZOAB	Locatie Verkeersintensiteit (voertuigen per etmaal) Literatuurnr.					
	Spaarnewoude A9 78.000 2[1]		Nijkerk A28 39.000 6[2] & 10[3]		Spaarnewoude A9 78.000 7[4] & 11	
Benzo(a)pyreen			0,023		0,050	
Dibenz(a,h)anthraceen						
Benzo(g,h,i)pyreen			0,040		0,082	
Indeno(1,2,3Oc,d)			0,036		0,061	
pyreen						
PAK 10 Leidraad	(<0,2-0,2)		0,27		0,57	
PAK 16 EPA	(<0,3)					
Overig stoffen (mg/l)						
Minerale olie	(<0,1-0,2)					
CZV	(16-18)					
N-Kj	(0,3-0,5)					
N-tot						
P-tot						

1 Gemiddelde over XX weken.
2 Gemiddelde over 14 weken.
3 Gemiddelde over 17 weken. Het afstromende regenwater is gefilterd en het afgefiltereerde slib is op PAK geanalyseerd. Omdat uit onderzoek is gebleken dat de hoeveelheid PAK in het gefiltreerde water te verwaarlozen is ten opzichte van de hoeveelheid in het afgefiltreerde slib is het water niet geanalyseerd op PAK.
4 Gemiddelde over 15 weken.

Bijlage 5

Kwaliteit regenwater van combinaties van verhard oppervlak

Kwaliteit regenwater van combinaties van verhard oppervlak

In tabel B5.1 is een overzicht opgenomen van de kwaliteit van regenwater van combinaties van verhard oppervlak. Aanvullend is in tabel B5.2 onderscheid gemaakt naar ongefiltreerde en gefiltreerde concentraties. De gegevens zijn ontleend aan de volgende bronnen (zie ook hoofdstuk 3):

- De Burger, M.B.M.M.P., 1997. *Kwaliteit afstromend hemelwater en de mogelijkheid tot afkoppelen in de VINEX-locatie Leidsche Rijn*, Ingenieursbureau van Utrecht, Utrecht.
- TauwMabeg civiel en bouw, 1997. *Proefproject infiltratie Zwolle; Deelrapport D*, Deventer.

Interpretatie van de analyseresultaten van grond en grondwater heeft plaatsgevonden aan de hand van het op 15 mei 1994 van kracht geworden toetsingskader, zoals gedefinieerd in de "Circulaire Interventiewaarden Bodemsanering", gepubliceerd in de Staatscourant nr. 95, dinsdag 24 mei 1994.
Hierbij is de volgende terminologie gehanteerd:
- bij een overschrijding van de streefwaarde (S) is er "geen sprake van een **duurzame bodemkwaliteit** (voor de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, dier of plant)";
- bij een overschrijding van de toetsingswaarde (T = 0,5 (S + I)) is er sprake van een situatie waarbij het uitvoeren van een **nader bodemonderzoek** nodig is;
- bij een overschrijding van de interventiewaarde (I) is er mogelijk "sprake van een **ernstige bodemverontreiniging**".

De interpretatie van de analyseresultaten is als volgt omschreven:

+	groter dan de streefwaarde (S) en kleiner of gelijk aan de toetsingswaarde (T);
+ +	groter dan de toetsingswaarde (T) en kleiner of gelijk aan de interventiewaarde (I);
+ + +	groter dan de interventiewaarde (I).

N.B. Indien in de desbetreffende literatuur geen meetresultaten zijn aangetroffen in dat in de tabel weergegeven door een "blanco cel".

Tabel B5.1 Overzicht van de gemeten concentraties.

		Locaties							
		Mark		Rijks		Stoel		Tyver	
Metalen (µg/l)									
Arseen	(As)	2,1		1,6		2,2		32 (0,5-140)	+
Cadmium	(Cd)	0,2		0,2		0,5	+	0,1 (<0,1-0,3)	
Chroom	(Cr)	2,1	+	2,8	+	3,9	+	14 (1-26)	+
Koper	(Cu)	22,3	+	23,8	+	30,4	+	11 (8-17)	
Kwik	(Hg)	0,08	+	0,08	+	0,10	+	0,04 (<0,03-<0,05)	
Lood	(Pb)	49	+ +	27	+	58	+ +	18 (<1-49)	+
Nikkel	(Ni)	3,7		3,9		5,3		8 (3-18)	
Zink	(Zn)	263	+	137	+	459	+ +	118 (<10-390)	+
PAK (µg/l)									
Naftaleen		0,022		0,053		0,072		0,56 (<0,05-2,7)	
Acenafthyleen									
Acenaftheen									
Fluoreen									
Fenanthreen		0,07		0,32		0,19		0,79 (0,01-3,9)	
Anthraceen		0,005		0,029		0,014		0,09 (<0,01-0,45)	
Fluorantheen		0,13		1,32		0,51		0,89 (<0,01-4,4)	
Pyreen									
Benzo(a)anthraceen		0,04		0,22		0,15		0,22 (<0,01-1,1)	
Chryseen		0,07		0,42		0,20		0,23 (<0,01-1,1)	
Benzo(k)fluorantheen		0,03		0,16		0,09		0,07 (<0,01-0,35)	
Benzo(a)pyreen		0,05		0,22		0,15		0,17 (<0,01-0,8)	
Dibenz(a,h)anthraceen									
Benzo(g,h,i)pyreen		0,10		0,33		0,17		0,20 (<0,01-1,0)	

	Locaties							
	Mark		Rijks		Stoel		Tyver	
PAK (µg/l)								
Indeno(1,2,30c,d)	0,08		0,38		0,18		0,12 (<0,01-0,6)	
Pyreen								
PAK 10 Leidraad	0,59		3,28		1,86		3,3 (<0,2-16)	
PAK 16 EPA								
Aromaten (µg/l)								
Benzeen								
Tolueen								
Ethylbenzeen								
Xyleen[1]								
Naftaleen								
Chloorhoudende koolwaterstoffen								
Trichlooretheen (tri)								
Tetrachlooretheen (per)								
Tetrachlooretheen (tetra)								
EOX								
Overig stoffen (µg/l)								
Minerale olie	64		148		85		46 (<50-	
CZV mg/l								
N-Kj mg/l	4,07		2,06		4,27			
N-tot mg/l								
P-tot mg/l	0,41		0,44		0,51			

1 Som van para-, meta-, en orthoxyleen.

Tabel B5.2 Overzicht van de gemeten concentraties in het gefiltreerde en het ongefiltreerde (0,45 μm) infiltratiewater bij de infiltratievoorziening in Zwolle (Tyverbelt).

Bemonsteringsdatum	Concentraties (μg/l tenzij anders vermeld)					
	18-04-1995		08-06-'95		29-10-'96	
Onderzochte stoffen	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd
Metalen						
Chroom (Cr)	12	< 1	21	< 1	26	< 2
Nikkel (Ni)	3	< 1	10	< 1	18	< 2
Koper (Cu)	17	6	12	5	13	7
Zink (Zn)	21	7	65	60	390	13
Lood (Pb)	< 10	< 5	12	< 5	49	< 10
Cadmium (Cd)	0,3	< 0,1	< 0,2	< 0,1	0,3	< 0,2
Kwik (Hg)	< 0,1	< 0,03	< 0,1	< 0,03	< 0,1	< 0,1
Arseen (As)	< 1	1	2,5	< 0,5	140	3,5
PAK						
Naftaleen	< 0,05	0,08	2,7	0,06	< 0,05	< 0,05
Fenanthreen	0,03	0,02	3,9	0,03	0,01	0,01
Anthraceen	< 0,01	< 0,01	0,45	< 0,011	< 0,01	<0,01
Fluorantheen	0,02	< 0,01	4,4	0,01	< 0,01	<0,01
Benzo(a)anthraceen	< 0,01	< 0,01	1,1	< 0,01	< 0,01	<0,01
Chryseen	< 0,01	< 0,01	1,1	< 0,01	< 0,01	<0,01
Benzo(k)fluorantheen	< 0,01	< 0,01	0,35	< 0,01	< 0,01	<0,01
Benzo(a)pyreen	0,01	< 0,01	0,8	< 0,01	< 0,01	<0,01
Benzo(g,h,i)pyreen	< 0,01	< 0,01	1,0	< 0,01	< 0,01	<0,01
Indeno(1,2,30c,d) pyreen	< 0,01	< 0,01	0,6	< 0,01	< 0,01	<0,01
PAK(10)-totaal	< 0,2	< 0,2	16	< 0,2	0,01	0,01
Aromaten						
Benzeen	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-	-
Tolueen	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	-	-
Ethylbenzeen	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-	-
Xyleen[1]	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	-	-
Chloorhoudende koolwaterstoffen						
Trichlooretheen (tri)	< 0,1	< 0,1	0,2	< 0,1	-	-
Tetrachlooretheen (per)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-
Tetrachlooretheen (tetra)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-
EOX	< 1	< 1	< 1	< 1	-	-
Overig stoffen						
Minerale olie	< 100	< 100	< 100	< 100	-	-

1 Som van para-, meta-, en orthoxyleen.

Bijlage 6

Infiltratie van regenwater afkomstig van daken

Infiltratie van regenwater afkomstig van daken

Het literatuuronderzoek gericht op het effect van infiltratie van regenwater van daken op grond en grondwater heeft de volgende bron opgeleverd:

- TauwMabeg civiel en bouw, 1997. *Oude Haven Hilversum Water in Balans; Vooronderzoek/Plan van Aanpak*, Deventer.

Het veldwerk heeft bestaan uit de volgende werkzaamheden:
- bemonsteren van twee zakputten (bij een woning aan de Lenneplaan en een woning aan de Schuttersweg);
- het nemen van een referentiemonster op enkele meters afstand van de zakput;
- het plaatsen van een peilbuis en bemonsteren grondwater.

De figuren B6.1 en B6.2 tonen de situatie ter plaatse.

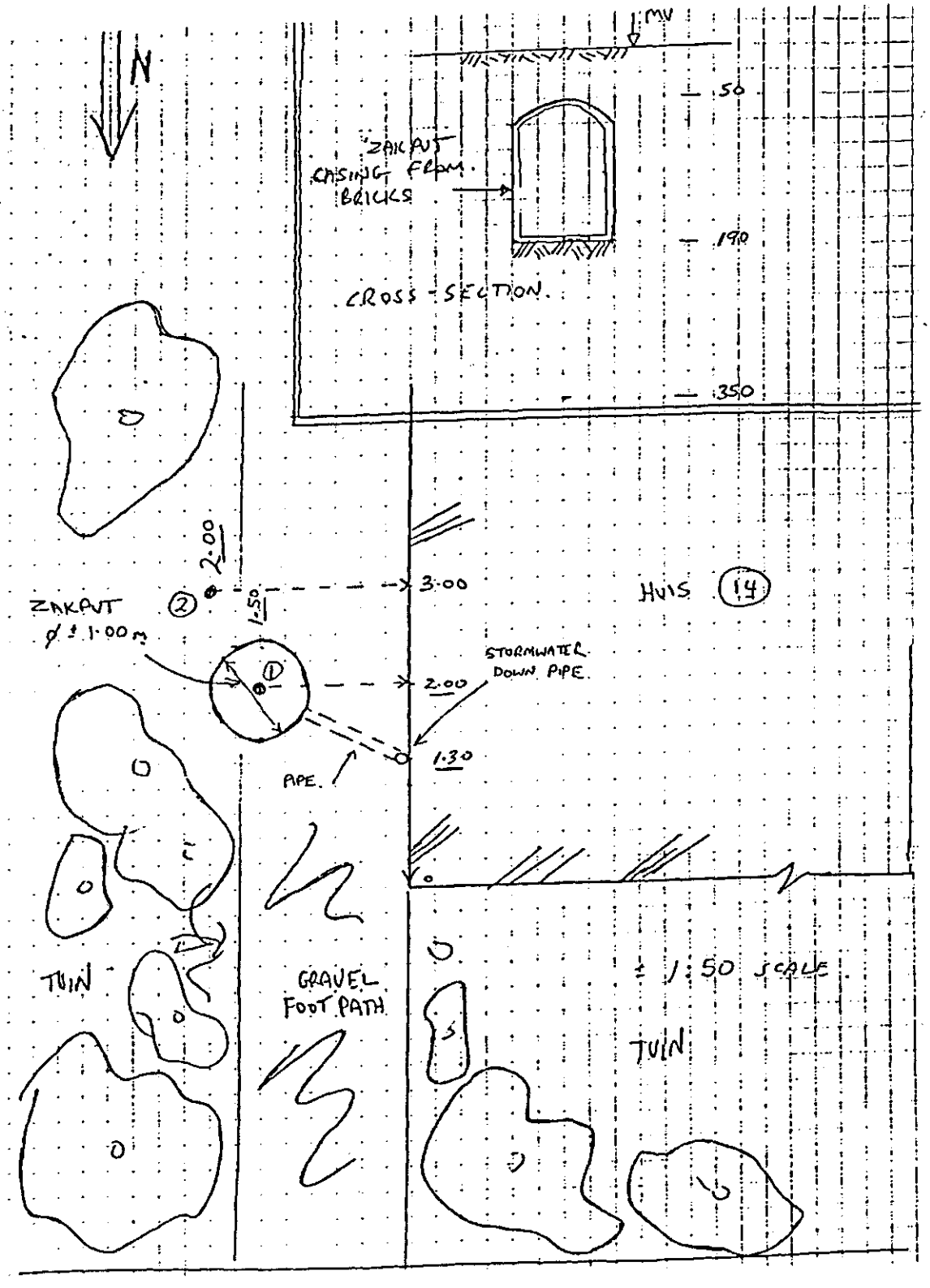
Ter plaatse van de zakputten zijn drie monsters genomen. Deze zijn:
- bodem de bodem van de zakput;
- 0,5 m op 0,5 m beneden de bodem van de zakput;
- 1,0 m op 1,0 m beneden de bodem van de zakput.

Interpretatie van de analyseresultaten van grond en grondwater heeft plaatsgevonden aan de hand van het op 15 mei 1994 van kracht geworden toetsingskader, zoals gedefinieerd in de "Circulaire Interventiewaarden Bodemsanering", gepubliceerd in de Staatscourant nr. 95, dinsdag 24 mei 1994.

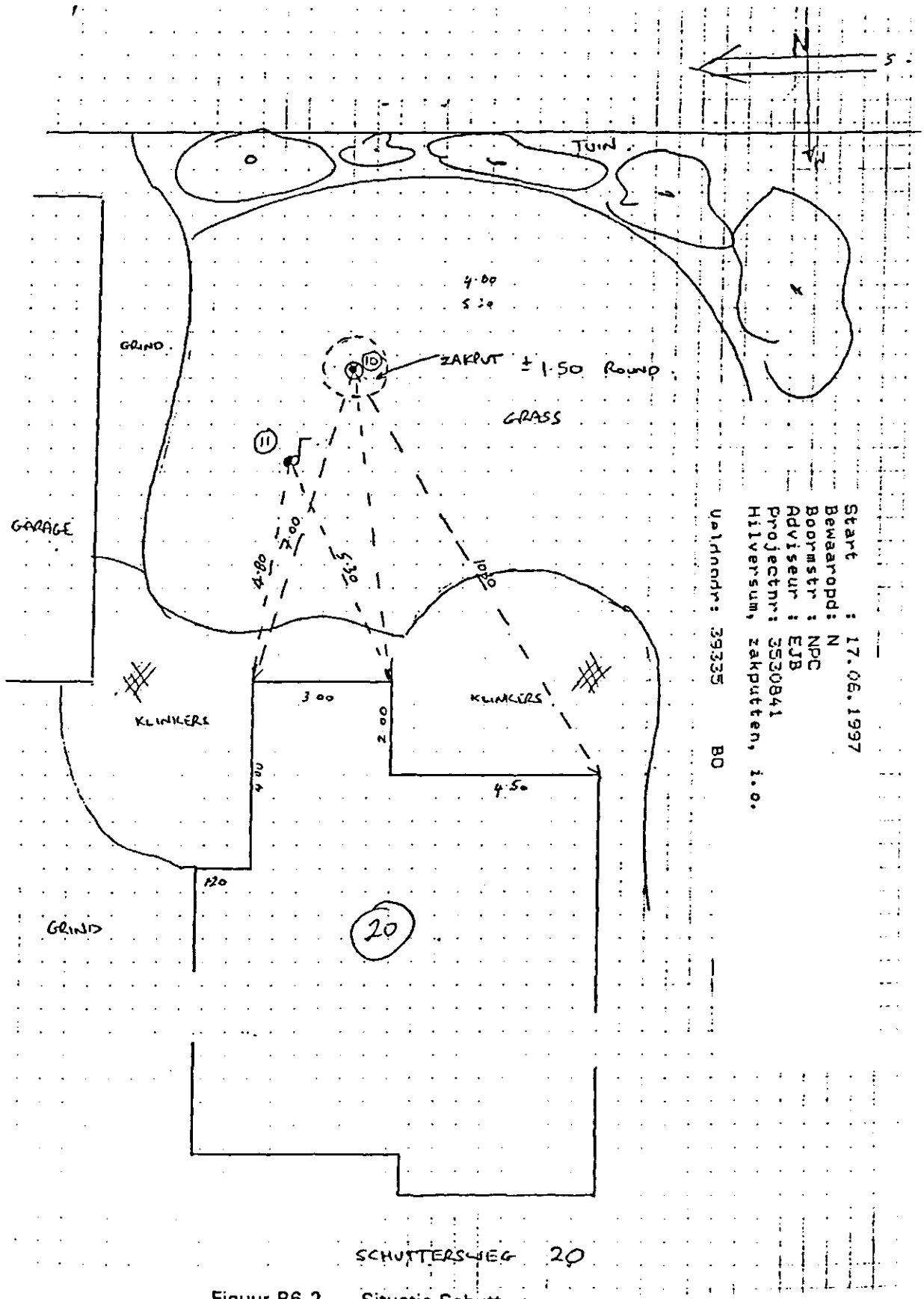
Hierbij is de volgende terminologie gehanteerd:
- bij een overschrijding van de streefwaarde (S) is er "geen sprake van een **duurzame bodemkwaliteit** (voor de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, dier of plant)";
- bij een overschrijding van de toetsingswaarde (T = 0,5 (S + I)) is er sprake van een situatie waarbij het uitvoeren van een **nader bodemonderzoek** nodig is;
- bij een overschrijding van de interventiewaarde (I) is er mogelijk "sprake van een **ernstige bodemverontreiniging**".

De interpretatie van de analyseresultaten is als volgt omschreven:
+ groter dan de streefwaarde (S) en kleiner of gelijk aan de toetsingswaarde (T);
+ + groter dan de toetsingswaarde (T) en kleiner of gelijk aan de interventiewaarde (I);
+ + + groter dan de interventiewaarde (I);
< < niet aangetoond boven de detectiegrens, de detectiegrens ligt echter boven de streefwaarde.

De analyseresultaten van de grond en de interpretatie zijn in de tabellen B6.1 en B6.2 weergegeven.



Figuur B6.1 Situatie Lenneplaan.



Figuur B6.2 Situatie Schuttersweg.

Tabel B6.1 Analyseresultaten grond (mg/kg d.s.) en interpretatie.

Zakput Lenneplaan								
Locatie	Bodem		0,5		1,0		Referentie	
Lutum %	16,0		1,0		1,0		1,0	
Humus %	9,0		0,0		0,0		0,0	
Metalen								
Arseen (As)								
Cadmium (Cd)	0,25		<0,050		<0,060		<0,060	
Chroom (Cr)	20,0		6,0		7,0		5,0	
Koper (Cu)	45,0	+	3,0		4,0		3,0	
Lood (Pb)	2400	+ + +	35,0		40,0		3,0	
Nikkel (Ni)	15,0		6,0		7,0		7,0	
Zink (Zn)	450	+ +	40,0		45,0		10,0	
Polycyclische aromatische koolwaterstoffen								
Naftaleen	1,1		0,00020		0,00018		0,00016	
Fenanthreen	3,1		0,0013		0,00043		0,00024	
Anthraceen	0,46		0,00019		0,00005		0,00002	
Fluorantheen	6,8		0,0033		0,00100		0,00030	
Benzo(a)anthraceen	2,2		0,0011		0,00027		0,00013	
Chryseen	3,0		0,0017		0,00049		0,00012	
Benzo(k)fluorantheen	2,1		0,0015		0,00036		0,00009	
Benzo(a)pyreen	3,1		0,0023		0,00052		0,00017	
Benzo(g,h,i)peryleen	2,9		0,0030		0,00077		0,00013	
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4,7		0,0046		0,0010		*	
Totaal 10 Leidraad	29	+ +	0,019		0,0051		0,0013	

Tabel B6.2 Analyseresultaten grond (mg/kg d.s.) en interpretatie.

Zakput Schuttersweg								
Locatie	Bodem		0,5		1,0		Referentie	
Lutum %	6,3		1,0		1,0		1,0	
Humus %	30		0,0		1,0		1,0	
Metalen								
Arseen (As)								
Cadmium (Cd)	16,0	+ +	0,19		<0,06		<0,06	
Chroom (Cr)	210	+ +	7,0		4,0		5,0	
Koper (Cu)	450	+ + +	9,0		2,0		3,0	
Kwik (Hg)								
Lood (Pb)	3400	+ + +	40,0		2,0		3,0	
Nikkel (Ni)	30,0	+	4,0		4,0		6,0	
Zink (Zn)	7500	+ + +	110	+	15,0		15,0	
Polycyclische aromatische koolwaterstoffen								
Naftaleen	4,6		0,010		<0,0000-05		<0,0-00005	
Fenanthreen	33		0,46		0,00082		0,0012	
Anthraceen	3,8		0,044		0,00007		0,00-019	
Fluorantheen	32		0,30		0,00061		0,0041	
Benzo(a)anthraceen	7,7		0,067		0,00011		0,0016	
Chryseen							0,0020	
Benzo(k)fluorantheen	6,1		0,059		<0,0009		0,0011	
Benzo(a)pyreen	11		0,097		0,00013		0,0021	
Benzo(g,h,i)peryleen	7,7		0,089		0,00033		0,0018	
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	11		0,13		0,00037		0,0025	
Totaal 10 Leidraad	120	+ + +	1,2	+	0,0029		0,017	

Bijlage 7

Infiltratie van regenwater afkomstig van (woon)straten

Infiltratie van regenwater afkomstig van (woon)straten

Het literatuuronderzoek gericht op het effect van infiltratie van regenwater afkomstig van (woon)straten heeft de volgende bron opgeleverd:

- Tauw Milieu, 1997. *Bodemonderzoek, Infiltratievijver aan de Nassaulaan te Berg en Dal, gemeente Groesbeek*, Deventer.

Het veldwerk heeft bestaan uit de volgende werkzaamheden:
- 6 boringen tot 1,0 m - mv.

Van de grondmonsters zijn drie mengmonsters samengesteld. Deze zijn:

- MMA 0,0 - 0,2 m-mv, boring 1 t/m 6;
- MMB 0,2 - 0,4 m-mv, boring 1 t/m 6;
- MMC 0,4 - 1,0 m-mv, boring 1 t/m 6.

Interpretatie van de analyseresultaten van grond en grondwater heeft plaatsgevonden aan de hand van het op 15 mei 1994 van kracht geworden toetsingskader, zoals gedefinieerd in de "Circulaire Interventiewaarden Bodemsanering", gepubliceerd in de Staatscourant nr. 95, dinsdag 24 mei 1994.

Hierbij is de volgende terminologie gehanteerd:
- bij een overschrijding van de streefwaarde (S) is er "geen sprake van een **duurzame bodemkwaliteit** (voor de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, dier of plant)";
- bij een overschrijding van de toetsingswaarde (T = 0,5 (S + I)) is er sprake van een situatie waarbij het uitvoeren van een **nader bodemonderzoek** nodig is;
- bij een overschrijding van de interventiewaarde (I) is er mogelijk "sprake van een **ernstige bodemverontreiniging**".

De interpretatie van de analyseresultaten is als volgt omschreven:
+ groter dan de streefwaarde (S) en kleiner of gelijk aan de toetsingswaarde (T);
+ + groter dan de toetsingswaarde (T) en kleiner of gelijk aan de interventiewaarde (I);
+ + + groter dan de interventiewaarde (I);
< < niet aangetoond boven de detectiegrens, de detectiegrens ligt echter boven de streefwaarde.

De analyseresultaten van de grond en de interpretatie zijn in de volgende tabel weergegeven.

Tabel B7.1 Analyseresultaten grond (mg/kg d.s.) en interpretatie.

Monsteromschrijving	MMA		MMB		MMC	
Diepte (m -mv)	(0-0,2)		(0,2-0,4)		(0,4-1,0)	
Lutum %	7,0		7,0		7,0	
Humus %	9,0		9,0		9,0	
Metalen						
Arseen (As)	7	-	5	-	< 5	-
Cadmium (Cd)	1,0	+	0,5	-	0,2	-
Chroom (Cr)	21	-	11	-	6	-
Koper (Cu)	50	+	26	+	7	-
Kwik (Hg)	0,2	-	0,1	-	< 0,1	-
Lood (Pb)	370	+ +	220	+	38	-
Nikkel (Ni)	18	+	12	-	8	-
Zink (Zn)	300	+ +	170	+	48	-
Polycyclische aromatische koolwaterstoffen						
Naftaleen	< 0,05		< 0,05		< 0,05	
Fenanthreen	< 0,01		1,1		0,10	
Anthraceen	< 0,01		0,20		0,02	
Fluorantheen	< 0,01		3,2		0,35	
Benzo(a)anthraceen	< 0,01		1,9		0,20	
Chryseen	< 0,01		2,1		0,20	
Benzo(k)fluorantheen	< 0,01		1,3		0,15	
Benzo(a)pyreen	< 0,01		2,9		0,30	
Benzo(g,h,i)peryleen	< 0,01		2,8		0,25	
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	< 0,01		3,7		0,30	
Totaal 10 Leidraad			19	+	1,9	+
Overige stoffen						
Koolwaterstoffractie C10-C40	490	+	300	+	74	+
EOX* uitgedrukt als chloor	1,5		0,9		0,2	

Bijlage 8

Infiltratie van regenwater afkomstig van auto(snel)wegen

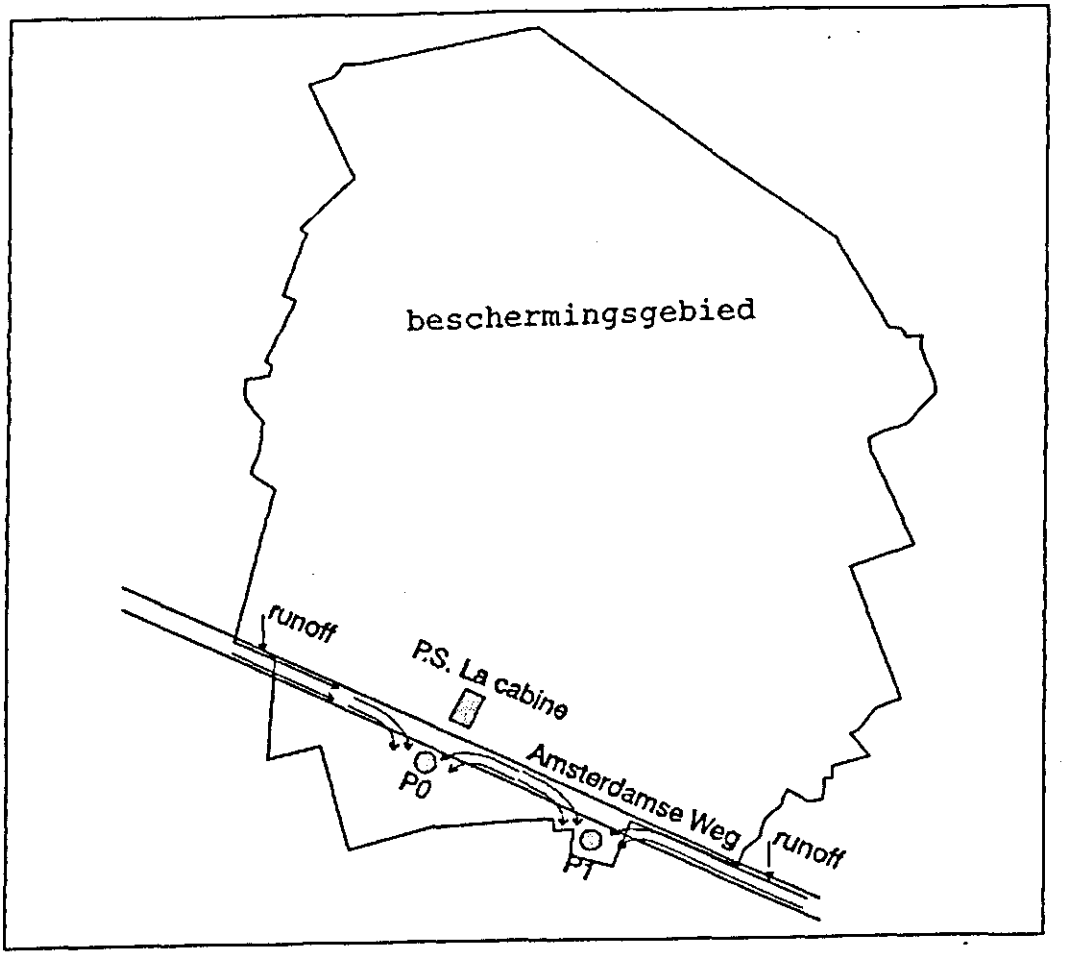
Infiltratie van regenwater afkomstig van auto(snel)wegen

Het literatuuronderzoek gericht op het effect van infiltratie van regenwater afkomstig van auto(snel)wegen heeft de volgende bron opgeleverd:

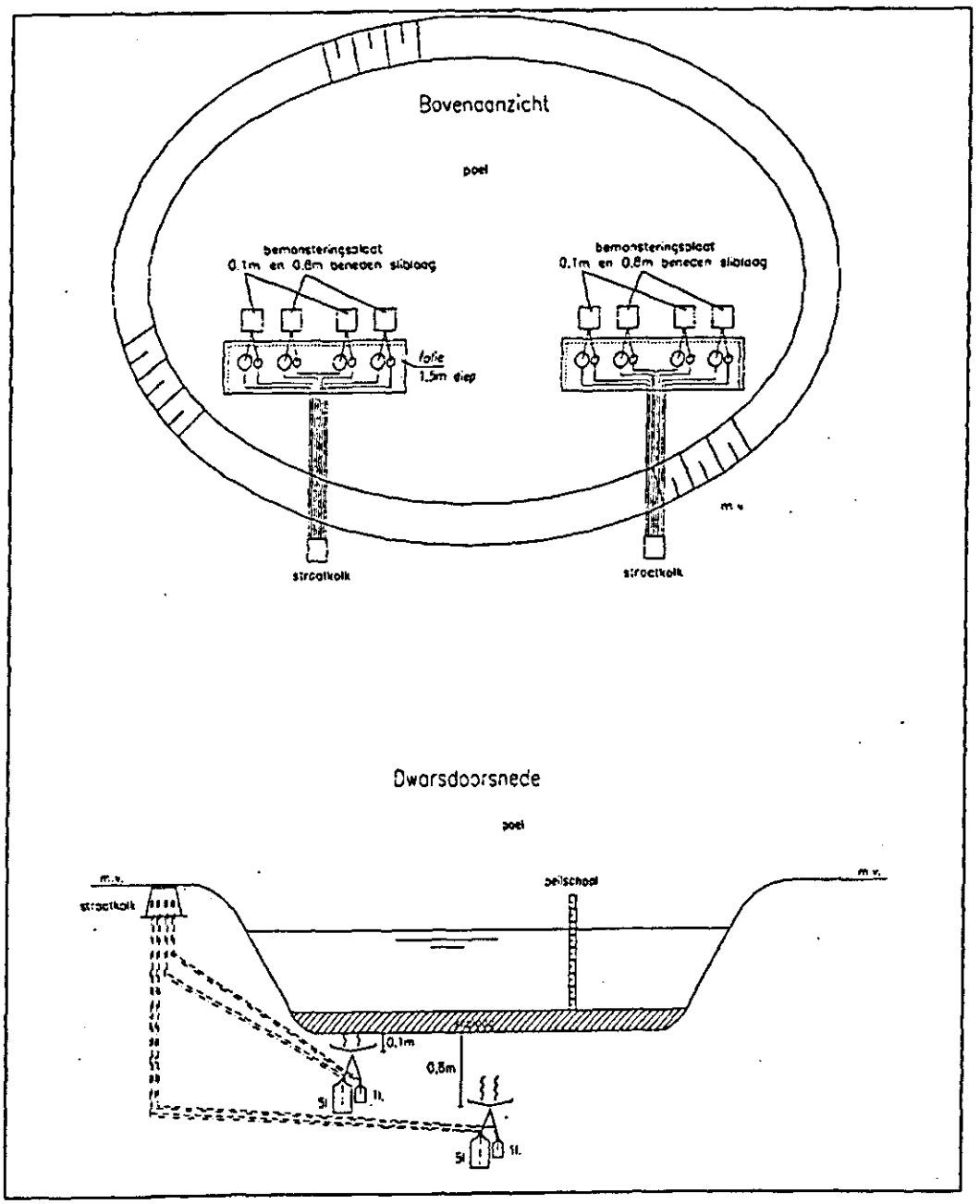
- Beekman, W. J. Bunnik, C. van Hemel-Gommer, 1997. *Risico's van run-off van de Amsterdamseweg voor pompstation La Cabine, Fase 1; Kwaliteit van run-off en bodemvocht onder infiltratiepoelen,* KIWA Nieuwegein.

Figuur B8.1 toont de situatie ter plaatse van het onderzoeksgebied. Regenwater dat van de weg afstroomt infiltreert via poelen (P0 en P1) in de bodem. De met het regenwater meespoelende verontreinigingen kunnen op of in de bodem accumuleren of naar het grondwater uitspoelen. In figuur B8.2 is de meetopstelling weergegeven. De bemonsteringspunten liggen respectievelijk 20 en 80 cm onder de bodem van de poel. Het percolaat wordt opgevangen in flessen. Aan de flessen zijn slangen bevestigd ten behoeve van de monstername.

De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in de tabellen B8.1 en B8.2.



Figuur B8.1 Situatie ter plaatse van Amsterdamseweg bij pompstation La Cabine.



Figuur B8.2 Veldopstelling Amsterdamseweg.

Tabel B8.1 Concentraties van lood, zink en olie in percolerend water onder de infiltratiepoelen en gehaltes in de bodem.

Watermonsters							Bodemmonsters (3 maart 1997)				
Meet-punt	Diepte m-mv	moment	Datum monster	Pb (ug/l)	Zn (ug/l)	Olie-gc (ug/l)	Lutum gew.%	Gl.verl. gew.%	Pb mg/kg ds	Zn mg/kg ds	Olie mg/kg ds
Poel 0			11-4-96	100	313	1.200	Streef/interventie-waarden				
Plaat 1	0,1	begin regen	23-12-96	< 30	974	910	< 2	2,3	5/339	59/306	12/1150
Plaat 2	0,8	begin regen	23-12-96	< 10	120	280	5,7	9,4	65/406	72/418	47/4700
Plaat 3	0,1	begin regen	23-12-96	< 30	352	170	4	6,6	61/378	72/370	33/3300
Plaat 4	0,8	begin regen	23-12-96	23,4	202	130	< 2	2,2	54/305	59/305	11/1100
Poel 0			5-2-97	31,4	192	870	Meetwaarden				
Poel 0			26-2-97	< 10	111	660					
Plaat 1	0,1	einde regen	26-2-97	< 10	433	280	< 2	2,3	145	44,4	200
Plaat 2	0,8	einde regen	26-2-97	< 10	35	190	5,7	9,4	1540	253	120
Plaat 3	0,1	einde regen	26-2-97	12,6	105	270	4	6,6	279	118	670
Plaat 4	0,8	einde regen	3-3-97	< 30	468	< 50	< 2	2,2	54,6	29,6	59
Poel 1			11-4-96	27	170	1.200	Streef/interventie-waarden				
Plaat 5	0,1	begin regen	23-12-96	40,6	168	210	< 2	< 2	52/324	55/280	10/1.000
Plaat 6	0,8	begin regen	23-12-96	< 30	318	380	< 2	< 2	52/324	55/280	10/1.000
Plaat 7	0,1	begin regen	23-12-96	32,6	128	730	7,3	12,4	70/435	91/465	62/6.200
Plaat 8	0,8	begin regen	23-12-96	<10	122	<50	2,4	< 2	54/339	60/310	10/1.000
Poel 1			5-2-97	67,4	223	1.300	Meetwaarden				
Poel 1			26-2-97	<10	45	550					
Plaat 5	0,1	einde regen	26-2-97	15,4	107	130	< 2	< 2	98,8	39,2	140
Plaat 6	0,8	einde regen	26-2-97	< 10	134	330	< 2	< 2	35,2	11,8	70
Plaat 7	0,1	einde regen	26-2-97	< 10	131	180	2,4	< 2	33,4	15,4	78
Plaat 8							2,4	< 2	33,4	15,4	78
Streef/interventiewaarden				15/75	65/800	50/600					

Tabel B8.2 Concentraties in het percolerende water onder de infiltratiepoelen en gehaltes in de bodem.

Watermonsters (extractie-GC/MS)					Bodemmonsters (3 maart 1997)
Meetpunt	Diepte m-mv	Datum monster	fluorantheen ug/l	Pyreen ug/l	pyreen mg/kg ds
Poel 0		11-4-96	0,4	0,1	
Plaat 1	0,1	23-12-96	0,13	0,11	
Plaat 3	0,1	23-12-96	0,02	0,02	
Plaat 4	0,8	23-12-96	0,01	0,01	
Poel 0		5-2-97		0,45	
Plaat 1	0,1	26-2-97		0,02	4,3
Plaat 2	0,8	26-2-97		0,03	0,5
Plaat 3	0,1	26-2-97		0,03	1,0
Plaat 4	0,8	26-2-97		< 01	
Poel 1	11-4-96	0,4	0,1		
Plaat 5	0,1	23-12-96	0,02	0,02	
Plaat 6	0,8	23-12-96	0,05	0,06	
Plaat 7	0,1	23-12-96	0,1	0,08	
Plaat 8	0,8	23-12-96	0,01	< 01	
Poel 1	5-2-97	0,58			
Poel 1		26-2-97		0,01	
Plaat 5	0,1	26-2-97		0,01	0,7
Plaat 6	0,8	26-2-97		0,1	1,6
Plaat 7	0,1	26-2-97		0,01	12,9
Plaat 8	0,8				1,1

Bijlage 9

Infiltratie van regenwater afkomstig van combinaties van verhard oppervlak

Infiltratie van regenwater afkomstig van combinaties van verhard oppervlak

In de wijk Geren (gemeente Zwolle) is in november 1993 een infiltratiesleuf onder het trottoir aangelegd. Op de infiltratievoorziening dak-, trottoir- en wegoppervlakken aangesloten. De woningen zijn voorzien van zinken dakgoten en regenpijpen van pvc.

Het veldwerk heeft onder meer bestaan uit de volgende werkzaamheden:
- het vaststellen van de uitgangssituatie van de bodem. Dat wil zeggen het bepalen van de concentraties in de bodem voordat de infiltratievoorziening is gerealiseerd;
- 5 boringen (201 tot en met 205) tot een diepte van 0,5 m (gemeten vanaf de onderzijde infiltratievoorziening). Per 10 cm zijn grondmonsters genomen. Voor drie boringen is monster van de bovenste 10 cm geanalyseerd, van de overige twee boringen is een monster van 10-20 cm geanalyseerd;
- 6 peilbuizen bemonsteren. De peilbuizen 10 en 20 liggen in de infiltratievoorziening. De peilbuizen 30 en 40 liggen op ongeveer 5 m stroomafwaarts en de peilbuizen 50 en 60 liggen respectievelijk circa 15 en 85 m stroomopwaarts van de voorziening.

Interpretatie van de analyseresultaten van grond en grondwater heeft plaatsgevonden aan de hand van het op 15 mei 1994 van kracht geworden toetsingskader, zoals gedefinieerd in de "Circulaire Interventiewaarden Bodemsanering", gepubliceerd in de Staatscourant nr. 95, dinsdag 24 mei 1994.

Hierbij is de volgende terminologie gehanteerd:
- bij een overschrijding van de streefwaarde (S) is er "geen sprake van een **duurzame bodemkwaliteit** (voor de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, dier of plant)";
- bij een overschrijding van de toetsingswaarde (T = 0,5 (S + I)) is er sprake van een situatie waarbij het uitvoeren van een **nader bodemonderzoek** nodig is;
- bij een overschrijding van de interventiewaarde (I) is er mogelijk "sprake van een **ernstige bodemverontreiniging**".

De interpretatie van de analyseresultaten is als volgt omschreven:
+ groter dan de streefwaarde (S) en kleiner of gelijk aan de toetsingswaarde (T);
+ + groter dan de toetsingswaarde (T) en kleiner of gelijk aan de interventiewaarde (I);
+ + + groter dan de interventiewaarde (I).

In de tabellen B9.1 en B9.2 zijn de resultaten van het veldwerk weergegeven.

Tabel B9.1 Vergelijking concentraties in de grond bij uitgangs- en eindsituatie.

	Concentraties (mg/kg ds.)													
	Uitgangssituatie	Eindsituatie												
	Gemiddeld	201		203		205		202		204		Gemiddeld		
Jaar	1993-1994	1997		1997		1997		1997		1997		1997		
Diepte (cm) t.o.v. onderzijde voorziening	0 - 20	0 - 10		0 - 10		0 - 10		10 - 20		10 - 20		0 - 20		
Textuur	matig grof zand	matig grof zand		matig grof zand		matig grof zand		matig grof zand		matig grof zand		matig grof zand		
Humusfractie	1.3	5		1		< 1		1		< 1		1.8		
Lutumfractie	1.7	2.5		2.6		1.8		2.2		4.5		2.7		
Metalen														
Arseen	2.5		< 5		< 5		< 5		< 5		< 5		< 5	
Cadmium	< 0.1		< 0.1		< 0.1		< 0.1		< 0.1		< 0.1		< 0.1	
Chroom	2.8		9		4		4.5		9		6		6.5	
Koper	< 1		5		2		2		3		2		2.8	
Kwik	< 0.1		< 0.1		< 0.1		< 0.1		< 0.1		< 0.1		< 0.1	
Lood	< 10		7		3		3		5		3.5		4.3	
Nikkel	1.3		9		4.5		5		7		5		6.1	
Zink	2		26		16		13		18		12		17	
Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen														
Fenanthreen	0.01		< 0.01		< 0.01		< 0.01		< 0.01		< 0.01		< 0.01	
Fluorantheen	0.02		< 0.01		< 0.01		< 0.01		< 0.01		< 0.01		< 0.01	
PAK (som 10)	< 0.2		< 0.14		0.02		< 0.14		0.02		< 0.14		0.09	
Gechloreerde koolwaterstoffen														
EOX (chloor)	< 0.1		< 0.1		< 0.1		< 0.1		< 0.1		< 0.1		< 0.1	
Overige stoffen														
Minerale olie	< 10		< 10		< 10		< 10		< 10		< 10		< 10	

Tabel B9.2 *Vergelijking concentraties in het grondwater bij uitgangs- en eindsituatie.*

Stoffen	Onder voorziening				Stroomafwaarts				Stroomopwaarts			
	Pb10 (µg/l)		Pb20 (µg/l)		Pb30 (µg/l)		Pb40 (µg/l)		Pb50 (µg/l)		Pb60 (µg/l)	
	Uitgangs-situatie	Eind-situatie	Uitga-ngs-situatie	Eind-situatie	Uitgangs-situatie	Eind-situatie	Uitgangs-situatie	Eind-situatie	Uitgangs-situatie	Eind-situatie	Uitga-ngs-situatie	Eind-situatie
Metalen												
Arseen	1.5	2.5	0.5	2.5	22 +	24 +	40 ++	6.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Cadmium	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1
Chroom	0.5	<1	<0.5	<1	1.3 +	<1	1.3 +	<1	<0.5	<1	0.5	<1
Koper	<10	<2	<10	<2	5	<2	1	<2	<10	<2	5.5	<2
Kwik	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.04	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Lood	<1	<5	<1	<5	1	<5	11	<5	<1	<5	3	<5
Nikkel	2	<1	<1	<1	<1	<1	1.5	<1	<1	<1	<1	<1
Zink	19	<2	<10	<2	<10	8	<10	9	<10	<2	17	<2
Aromatische verbindingen												
Benzeen	<0.2	<0.1	<0.2	<0.1	<0.2	<0.1	<0.2	<0.1	<0.2	0.1	<0.2	<0.1
Tolueen	<0.5	0.6 +	<0.5	2.3 +	<0.5	0.3 +	<0.5	<0.3	<0.5	1.1 +	<0.5	<0.3
Ethylben-zeen	<0.5	<0.1	<0.5	<0.1	<0.5	<0.1	<0.5	<0.1	<0.5	0.1	<0.5	<0.1
Meta- en Pa-raxyleen	<0.5	0.1	<0.5	<0.1	<0.5	0.1	<0.5	<0.1	<0.5	0.3 +	<0.5	<0.1
Orthoxyleen	<0.5	<0.1	<0.5	<0.1	<0.5	<0.1	<0.5	<0.1	<0.5	0.1	<0.5	<0.1
Gechloreerde koolwaterstoffen												
Trichloor-etheen (tri)	<1	<0.1	<1	<0.1	<1	<0.1	<1	<0.1	<1	<0.1	<1	<0.1
Tetrachloor-etheen (per)	<1	<0.1	<1	<0.1	<1	<0.1	<1	<0.1	<1	<0.1	<1	<0.1
EOX (chloor)	-	-	-	-	<1	<0.1	<1	<0.1	-	<0.1	<1	<0.1
Overige stoffen												
Minerale olie	<100	<50	<100	<50	<100	<50	<100	<50	<100	<50	<100	<50
Chloride	3000	23000	4000	4000	19000	14000	8000	26000	60000	71000	5000	100000
Sulfaat	12000	21000	14000	11000	13000	2300	23000	15000	25000	28000	23000	27000

Bijlage 10

Resultaten meetcampagne

Resultaten meetcampagne

In deze bijlage zijn de resultaten van de meetcampagne opgenomen. De resultaten zijn per locatie gepresenteerd en omvatten de volgende onderdelen:

- een tabel (of tabellen) met de analyseresultaten;
- een situatieschets van de locatie;
- de STI-waarden.

Op de volgende bladzijde is de ligging van de onderzochte locaties in Gelderland weergegeven. De boorbeschrijvingen zijn in het laatste deel van deze bijlage opgenomen.

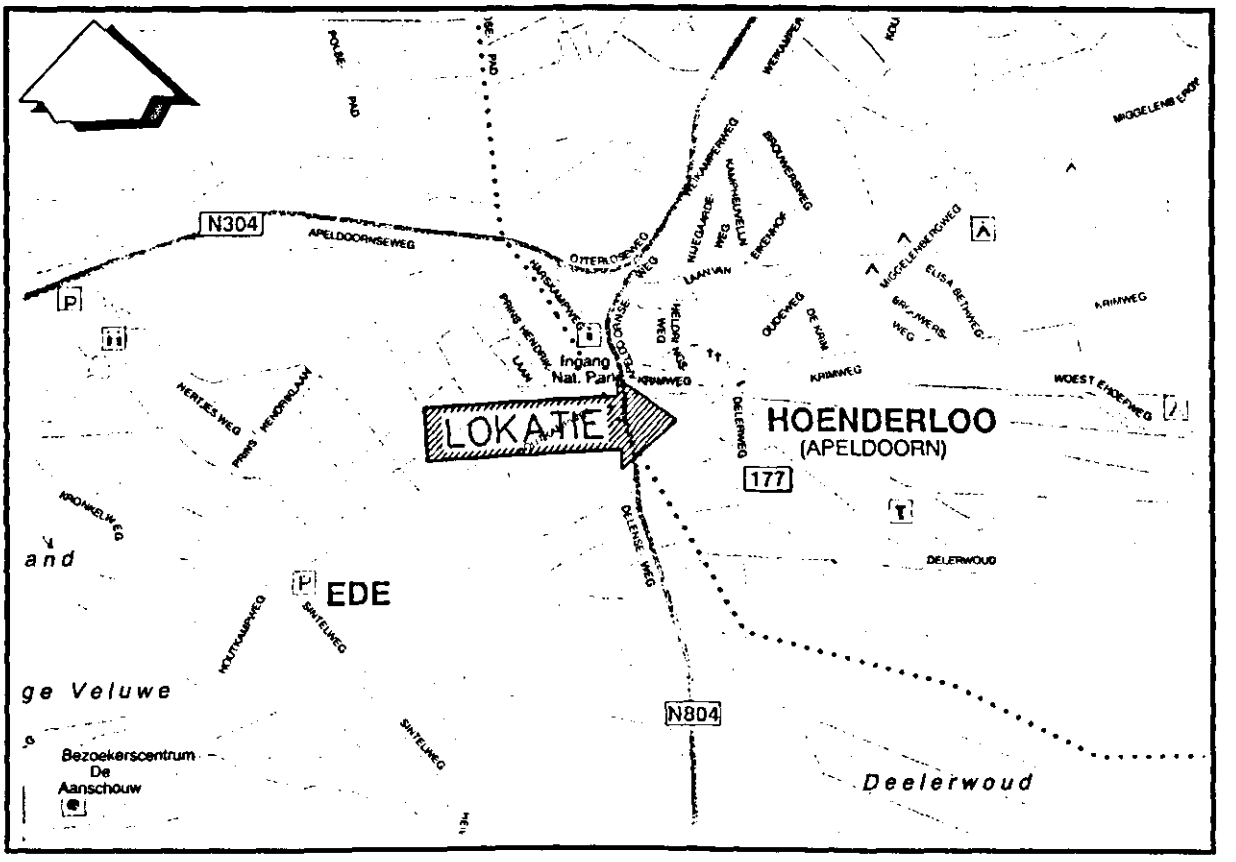
Ligging onderzochte zakputten in de provincie Gelderland

Locatie 1: Zakput bij Dorpshuis in Hoenderloo.

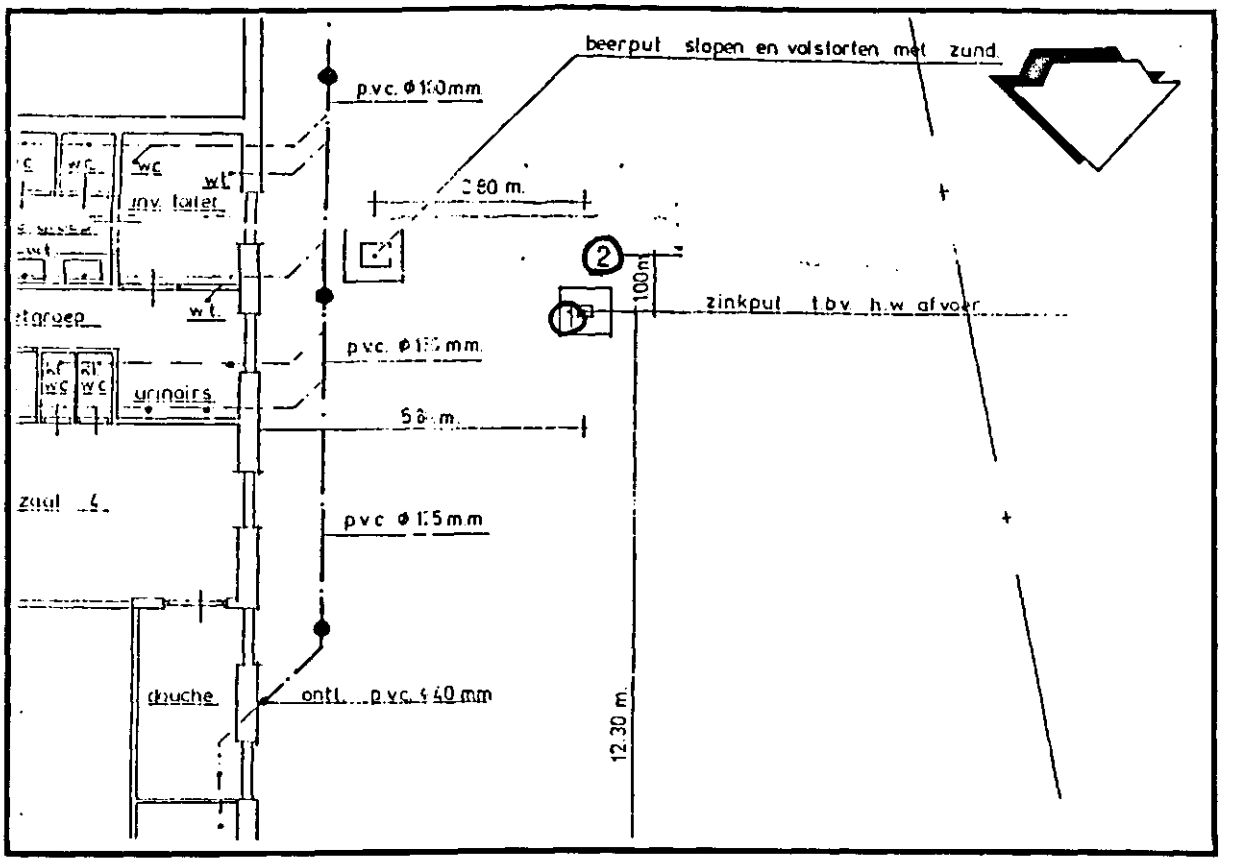
Tabel B10.1 Voorziening 1; Zinkput Dorpshuis te Hoenderloo. Afgekoppeld oppervlak: schuine daken/klinkers. Overzicht van de gemeten concentraties in het slib in de zinkput, de grond onder het slib, onder de zinkput en in de bodem direct naast de put, inclusief toetsing (bemonstering op 5 mei 1998).

	Concentraties (mg/kg d.s.)							
	slib in zinkput		grond onder sliblaag		ondergrond onder put		referentieboring naast put	
Diepte[1]	0 - 20 cm		20 - 30 cm		40 - 50 cm		20 - 30 cm	
Textuur	slib		matig grof zand		matig grof zand		matig grof zand	
Humusfractie	25		0		0		0	
Lutumfractie	2,3		1		1		1	
Metalen								
Chroom (Cr)	16		1,0		2,0		2,0	
Nikkel (Ni)	13	+	1,0		1,5		2,0	
Koper (Cu)	45	+	1,5		2,0		1,0	
Zink (Zn)	500	+ + +	14		13		4,0	
Lood (Pb)	320	+ +	4,0		4,5		1,5	
Cadmium (Cd)	0,1		< 0,1		< 0,1		< 0,1	
Kwik (Hg)	0,2		< 0,1		< 0,1		< 0,1	
Arseen (As)	< 5		< 5		< 5		< 5	
PAK								
PAK(10)-totaal	3,3	+	< 0,01		< 0,01		< 0,01	
PAK(16)-totaal	4,4		-		-		-	
Overige stoffen								
Minerale olie (C10-C40)	480	+	< 10		< 10		410	+

1. Diepte ten opzichte van onderkant voorziening.



Regionale ligging onderzoekslocatie
(Bron: Stratenatlas Gelderland 1 : 40.000)



Locatieschets met boringen ①,②
Schaal 1 : 200

Voorziening 1

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 2,3 % Humus 25,0 %	Grond [mg/kg d.s.] S	T	I	Grondwater [µg/l] S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	26	38	49	10	35	60
cadmium (Cd)	1,0	7,7	14,4	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	55	131	207	1	16	30
koper (Cu)	31	99	166	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	4,3	8,3	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	77	280	482	15	45	75
nikkel (Ni)	12	43	74	15	45	75
zink (Zn)	94	290	485	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,13	1,32	2,5	0,2	15	30
tolueen	0,13	163	325	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,13	62,6	125	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,13	31,6	63	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	2,5	51	100	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	12,5	25	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0025	12,5	25	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0025	1,25	2,5	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	18,75	37,5	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	5,00	10,0	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	18,75	37,5	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	1,25	2,50	-	10	20
trichlooretheen	0,0025	75,0	150,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,025	5,01	10,0	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	125	6313	12500	50	325	600

Voorziening 1

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 1,0 % Humus 0,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	15	22	29	10	35	60
cadmium (Cd)	0,4	3,3	6,2	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	52	125	198	1	16	30
koper (Cu)	16	49	82	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,5	6,7	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	51	185	318	15	45	75
nikkel (Ni)	11	39	66	15	45	75
zink (Zn)	53	163	273	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

Opmerkingen

De STI-waarden zijn verkregen uit:
- circulaire Interventiewaarden bodemsanering, Staatscourant 95, 24 mei 1994;
- circulaire Interventiewaarden bodemsanering voor PAK, Staatscourant 120, 26 juni 1996;
- circulaire Interventiewaarden bodemsanering, tweede en derde tranche, Staatscourant 169, 4 september 1997;
- circulaire Aanpassing interventiewaarden bodemsanering, Staatscourant 127, 9 juli 1998.

De S- en I-waarden voor organische verbindingen in de grond zijn humusafhankelijk en voor de metalen humus- en/of lutumafhankelijk. Naast het werkelijke lutumpercentage (L) wordt voor het humuspercentage (H) gerekend met minimaal 2% en maximaal 30%.
Voor PAK (som 10) wordt echter beneden H = 10% geen correctie toegepast (I-waarde = 40 mg/kg d.s.).

Voor de T-waarde geldt T = ½(S + I) of, bij het ontbreken van een S-waarde, T = ½I.

Voor enkele stoffen geldt een "Indicatief niveau voor ernstige verontreiniging" in plaats van een I-waarde.
Door Tauw Milieu worden deze "IN-waarden" (onderstreept in de tabel) op dezelfde wijze gehanteerd als de I-waarden.

Voetnoten

-) Voor deze verbinding is geen waarde geformuleerd.
d) De S-waarde ligt onder de detectiegrens. Indien een gehalte wordt gedetecteerd, wordt daarmee automatisch de S-waarde overschreden.

1) Xylenen (som): som van meta-, ortho- en para-xyleen.
2) Aromatische oplosmiddelen: som van o-xyleen, i-isopropylbenzeen, n-propylbenzeen, 1-methyl-4-ethylbenzeen, 1-methyl-3-ethylbenzeen, 1-methyl-2-ethylbenzeen, 1,3,5-trimethylbenzeen, 1,2,4-trimethylbenzeen, 1,2,3-trimethylbenzeen en ≥C10 alkylbenzenen.
3) Cresolen (som): som van meta-, ortho- en para-cresol.

4) PAK (som 10): som van onder groep IV genoemde polycyclische aromatische koolwaterstoffen.
Voor PAK is de I-waarde van de grond humusafhankelijk van 10 tot 30%.

5) De I-waarde is berekend op basis van evenwichtsberekeningen conform de circulaire "Interventiewaarden bodemsanering", Staatscourant 95, dinsdag 24 mei 1994 en het RIVM rapport 725201007.
De daarvoor noodzakelijke Koc-waarden zijn afkomstig uit een intern Tauw-rapport.
6) Chloorbenzenen (som): som van mono-, di-, tri-, tetra-, penta- en hexachloorbenzeen.
7) Chloorfenolen (som): som van mono-, di-, tri-, tetra- en pentachloorfenol.
8) Dioxine: het indicatieve niveau is uitgedrukt op basis van toxiciteitsequivalenten gebaseerd op de meest toxische verbinding.
9) Polychloorbifenylen (som): voor de I-waarde geldt de som van PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 en 180.
De S-waarde geldt voor de som zonder PCB 118.

10) DDD, DDE, DDT (som): som van DDD, DDE en DDT.
11) Drins (som): som van aldrin, dieldrin en endrin.
12) HCH-verbindingen (som): som van alfa-, beta-, gamma- en delta-HCH.
13) Endosulfan: som van alfa en beta endosulfan, S-waarde is gebaseerd op alfa endosulfan.

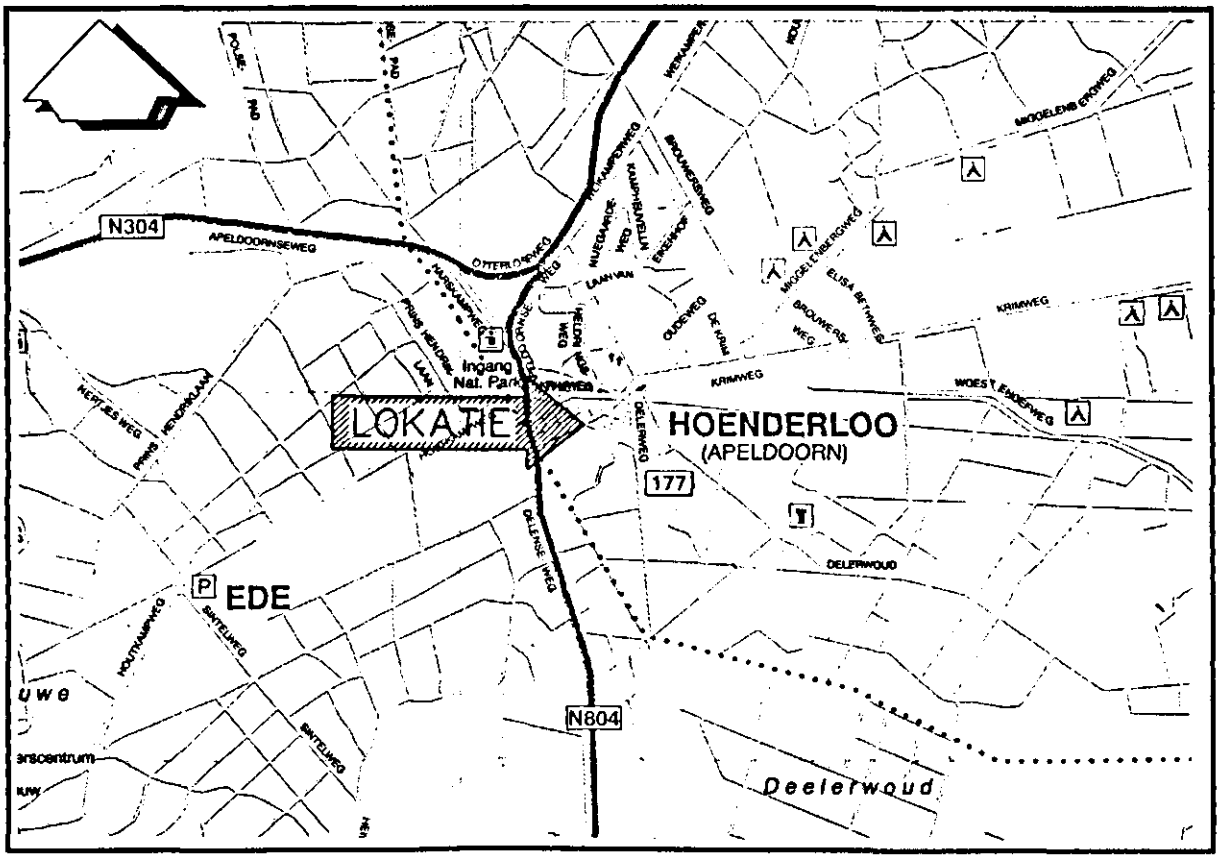
14) Voor butanol wordt de som van tert-, sec-, iso- en n-butanol gehanteerd.
15) De EOX-bepaling heeft een "trigger"-functie voor organo-halogeen verbindingen.
16) De fenol-index bepaling heeft een "trigger"-functie voor (chloor)fenolen en cresolen.
17) Ftalaten (som): som van ftalaten.

Locatie 2: Zakput bij basisschool in Hoenderloo.

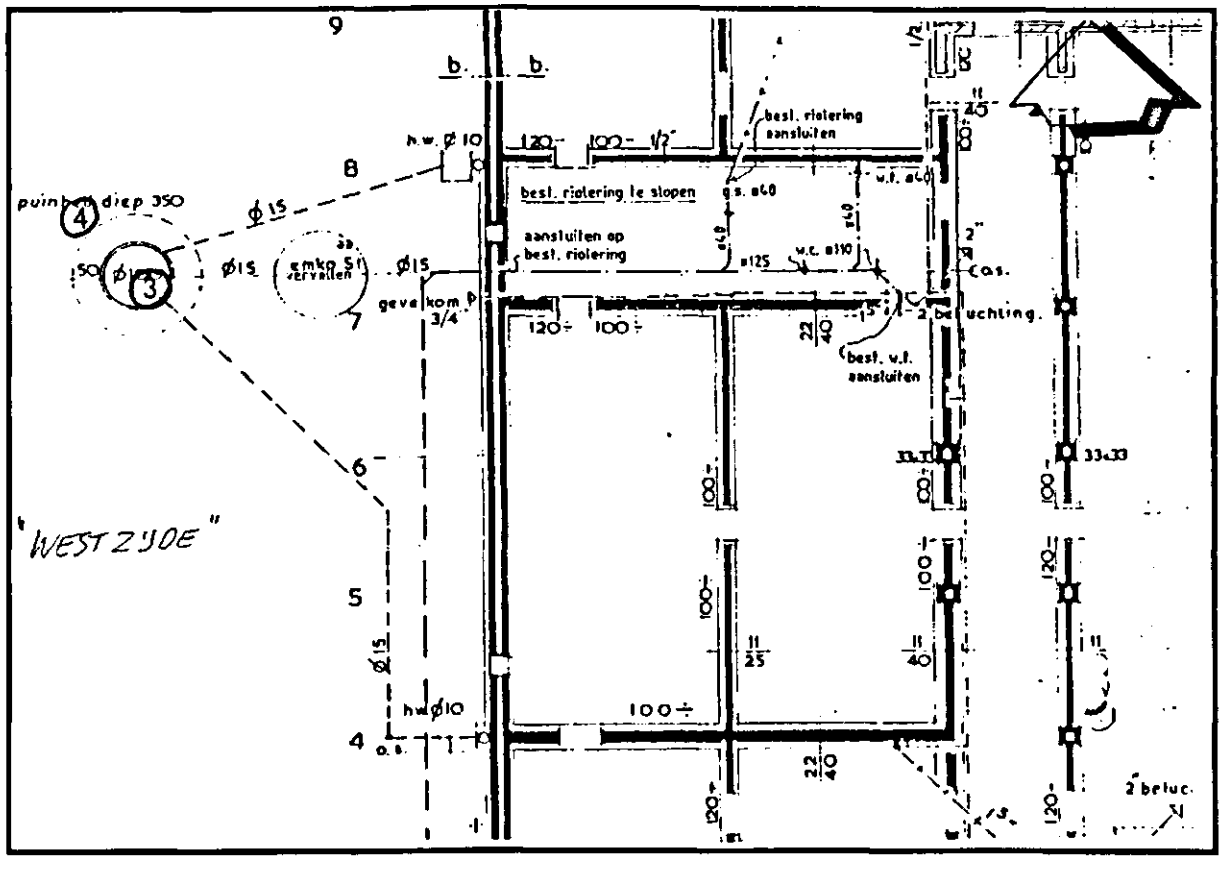
Tabel B10.2 Voorziening 2; Zakput Basisschool Hoenderloo. Afgekoppeld oppervlak: plat dak, zinken goot. Overzicht van de gemeten concentraties in het slib in de zinkput, de bodem onder het slib, onder de zinkput en de bodem direct naast de put, inclusief toetsing (bemonstering op 5 mei 1998).

	Concentraties (mg/kg d.s.)							
	slib in zinkput		grond onder slib-laag		ondergrond onder put		referentieboring naast put	
Diepte[1]	0 - 10 cm		10 - 20 cm		30 - 40 cm		30 - 40 cm	
Textuur	slib/puin		matig grof zand /puin		matig grof zand /puin		matig grof zand	
Humusfractie	32		2		3		1	
Lutumfractie	2		1		1		1,7	
Metalen								
Chroom (Cr)	8		7		8		4	
Nikkel (Ni)	6		9		9		1,5	
Koper (Cu)	12		7		4,5		1,0	
Zink (Zn)	55		350	+ + +	290	+ +	5	
Lood (Pb)	2700	+ + +	1500	+ + +	700	+ + +	2,5	
Cadmium (Cd)	<0,1		0,4		0,3		< 0,1	
Kwik (Hg)	<0,1		< 0,1		< 0,1		< 0,1	
Arseen (As)	<0,5		<0,5		<0,5		<0,5	
PAK								
PAK(10)-totaal	350	+ + +	14	+	17	+	< 0,2	
PAK(16)-totaal	460		18		23		<0,2	
Overige stoffen								
Minerale olie (C10-C40)	< 10		< 10		< 10		< 10	

1. Diepte ten opzichte van onderkant voorziening.



Regionale ligging onderzoekslocatie
(Bron: Stratenatlas Gelderland 1 : 40.000)



Locatieschets met boringen ③,④

Voorziening 2

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 2,0 % Humus 32,0 %	Grond [mg/kg d.s.] S	T	I	Grondwater [µg/l] S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	29	42	54	10	35	60
cadmium (Cd)	1,1	8,9	16,6	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	54	130	205	1	16	30
koper (Cu)	35	111	187	15	45	75
kwik (Hg)	0,3	4,5	8,6	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	84	304	524	15	45	75
nikkel (Ni)	12	42	72	15	45	75
zink (Zn)	104	320	535	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,15	1,58	3,0	0,2	15	30
tolueen	0,15	195	390	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,15	75,1	150	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,15	37,6	75	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	3,0	62	120	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	15,0	30	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0030	15,0	30	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0030	1,50	3,0	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	22,50	45,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	6,00	12,0	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	22,50	45,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	1,50	3,00	-	10	20
trichlooretheen	0,0030	90,0	180,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,030	6,02	12,0	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	150	7575	15000	50	325	600

Voorziening 2

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S + I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 1,0 % Humus 2,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	16	24	31	10	35	60
cadmium (Cd)	0,5	3,7	6,9	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	52	125	198	1	16	30
koper (Cu)	17	53	89	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,5	6,8	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	53	192	330	15	45	75
nikkel (Ni)	11	39	66	15	45	75
zink (Zn)	56	172	288	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

Voorziening 2

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 1,0 % Humus 3,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	17	24	31	10	35	60
cadmium (Cd)	0,5	3,9	7,2	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	52	125	198	1	16	30
koper (Cu)	17	55	92	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,6	6,9	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	54	196	337	15	45	75
nikkel (Ni)	11	39	66	15	45	75
zink (Zn)	58	177	296	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,02	0,16	0,3	0,2	15	30
tolueen	0,02	20	39	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,02	7,5	15	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,02	4,0	8	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,3	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,5	3	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0003	1,5	3	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0003	0,15	0,3	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	2,25	4,5	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,60	1,2	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	2,25	4,5	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,15	0,30	-	10	20
trichlooretheen	0,0003	9,0	18,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,003	0,60	1,2	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	15	758	1500	50	325	600

Voorziening 2

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 1,7 % Humus 1,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	16	23	30	10	35	60
cadmium (Cd)	0,4	3,5	6,6	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	53	128	203	1	16	30
koper (Cu)	17	53	88	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,6	6,9	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	53	191	329	15	45	75
nikkel (Ni)	12	41	70	15	45	75
zink (Zn)	57	174	291	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

Locatie 3: Zakput in Ugchelen.

Tabel B10.3 Voorziening 3; Zinkput Ugchelen. Afgekoppeld oppervlak: klinkers, elementenverharding. Overzicht van de gemeten concentraties in het slib, inclusief toetsing (bemonstering op 12 mei 1998).

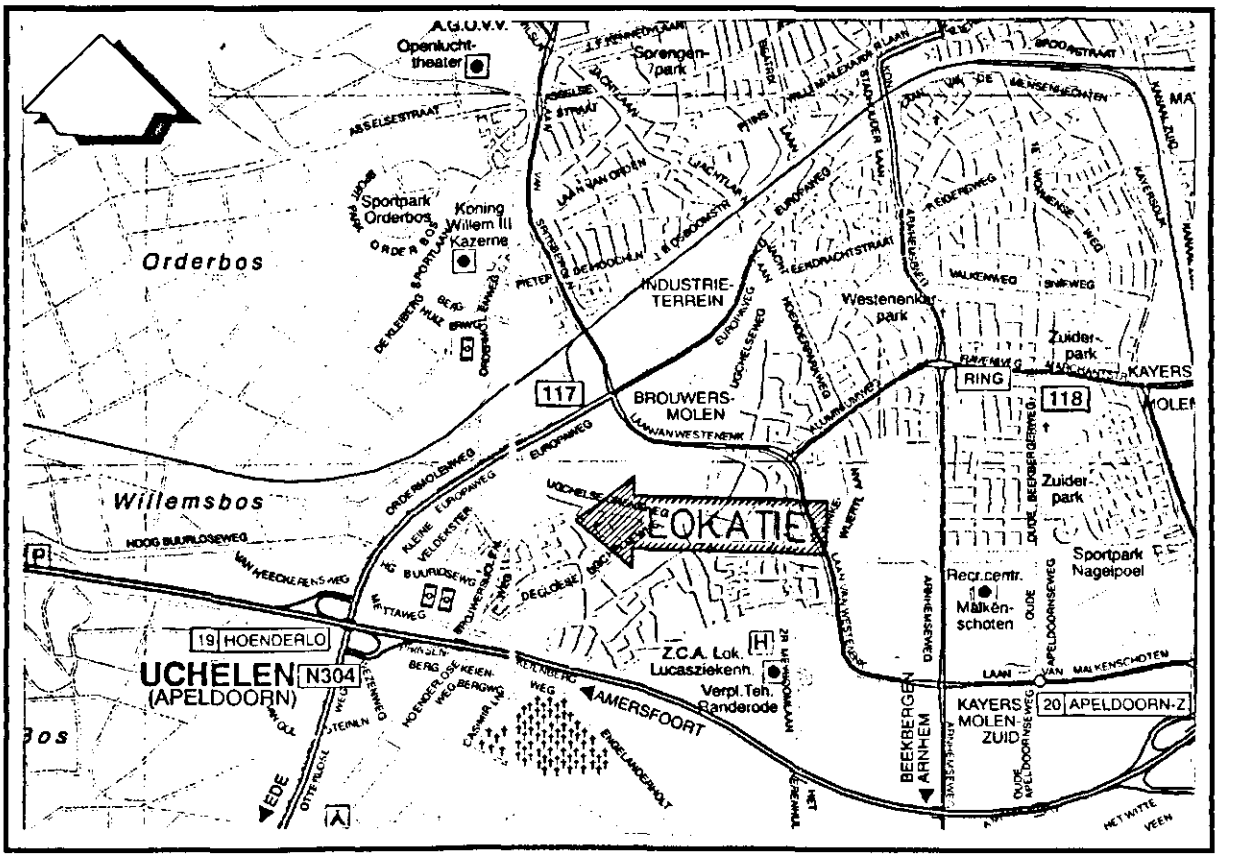
		Concentraties (mg/kg d.s.)	
		slib in zinkput	
Diepte[1]		0 - 10 cm	
Textuur		slib	
Humusfractie		4,7	
Lutumfractie		13	
Metalen			
Chroom	(Cr)	23	
Nikkel	(Ni)	19	
Koper	(Cu)	50	+
Zink	(Zn)	500	+ + +
Lood	(Pb)	750	+ + +
Cadmium	(Cd)	3	+
Kwik	(Hg)	0,5	
Arseen	(As)	< 5	
PAK			
PAK(10)-totaal		27	+ +
PAK(16)-totaal		37	
Overige stoffen			
Minerale olie (C10-C40)		39000	+ + +

1. Diepte ten opzichte van onderkant voorziening.

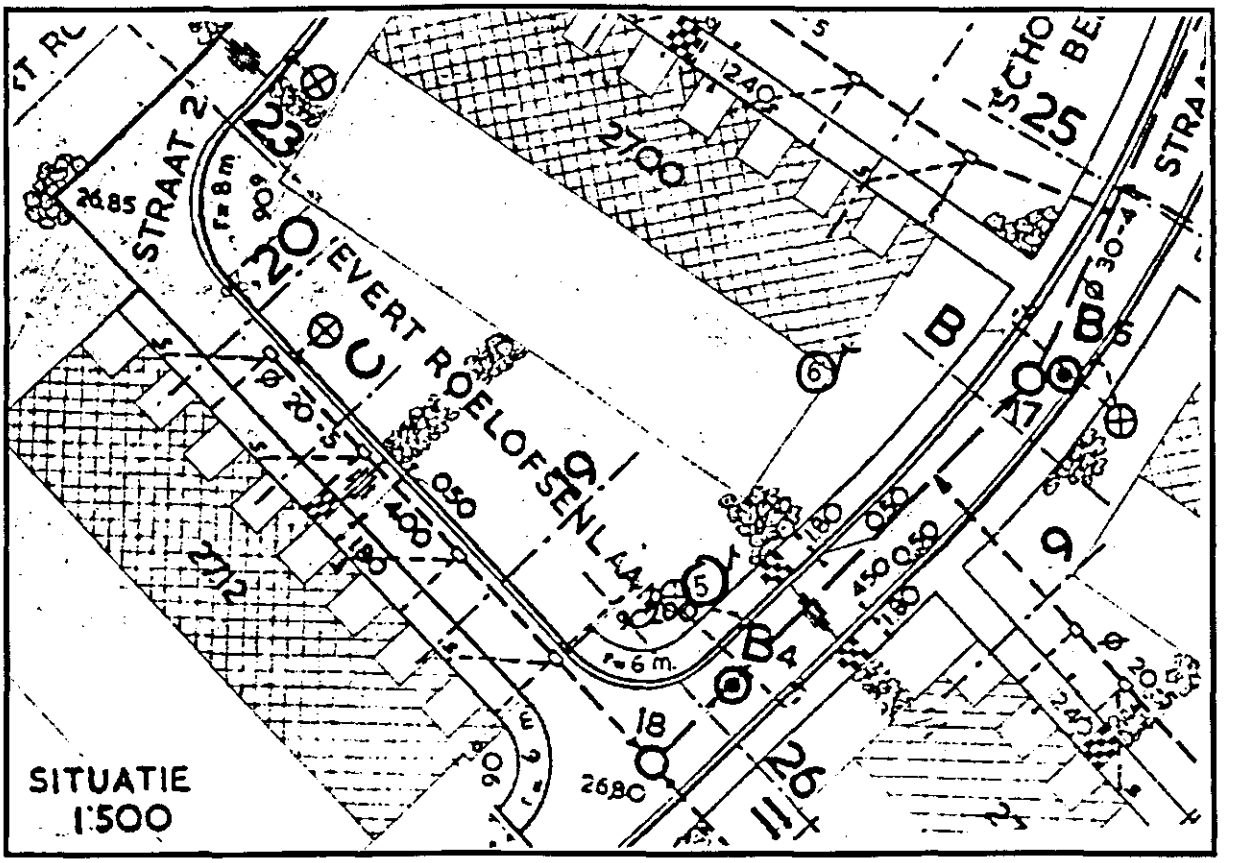
Tabel B10.3b Voorziening 3; Zinkput Ugchelen. Afgekoppeld oppervlak: klinkers, elementenverharding. Overzicht van de gemeten concentraties in het grondwater ten behoeve van het vaststellen van de kwaliteit bij de infiltratievoorziening en bij het referentieput, inclusief toetsing.

		Concentraties (µg/l tenzij anders vermeld)			
Situering		50 meter stroomopwaarts		*naast voorziening*	
Peilbuis		6		5	
Filterdiepte[1]		100-300 cm		80-280 cm	
Bemonsteringsdatum		12-05-'1998		12-05-'1998	
Metalen					
Chroom	(Cr)	<1		<1	
Nikkel	(Ni)	<1		<1	
Koper	(Cu)	<2		<2	
Zink	(Zn)	20		<2	
Lood	(Pb)	6		<5	
Cadmium	(Cd)	0,1		0,3	
Kwik	(Hg)	< 0,03		< 0,03	
Arseen	(As)	1,0		1,5	
Aromaten					
Benzeen		0,1		<0,1	
Tolueen		0,8	+	0,7	+
Ethylbenzeen		0,1		<0,1	
Xyleen[2]		0,5	+	0,4	+
Naftaleen		< 0,1		< 0,1	
Overig stoffen					
Minerale olie[3]	(µg/l)	< 50		< 50	

1. Diepte ten opzichte van maaiveld.
2. Som van para-, meta-, en orthoxyleen.
3. De detectiegrens ligt voor deze stof(fen) hoger dan de streefwaarde. Toetsing aan deze streefwaarde is derhalve niet mogelijk.



Regionale ligging onderzoekslocatie
(Bron: Stratenatlas Gelderland 1 : 40.000)



Locatieschets met boringen ⑤,⑥,200
Schaal 1 : 500

Voorziening 3

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S + I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

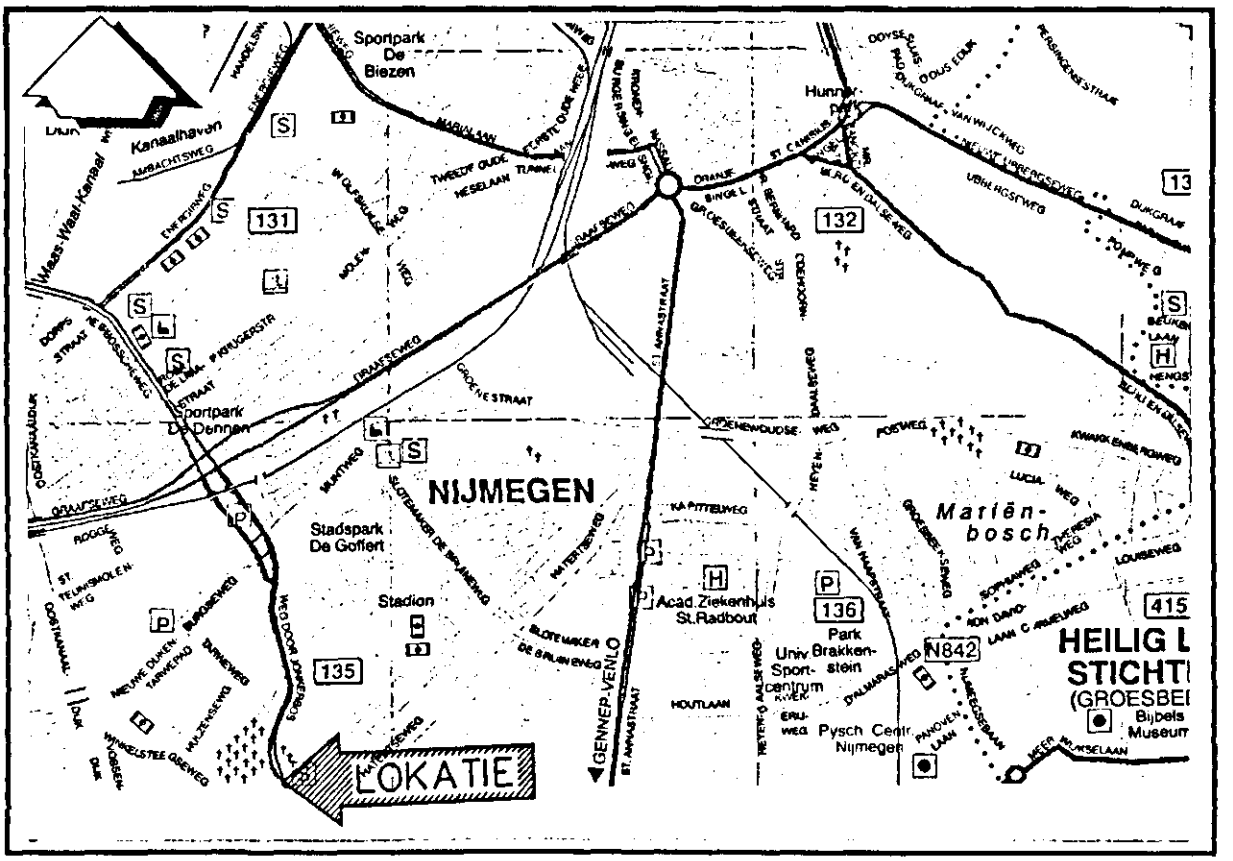
Lutum 4,7 % Humus 13,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	22	32	42	10	35	60
cadmium (Cd)	0,7	5,8	10,8	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	59	143	226	1	16	30
koper (Cu)	26	81	135	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	4,1	7,9	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	68	245	422	15	45	75
nikkel (Ni)	15	52	88	15	45	75
zink (Zn)	84	257	430	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,07	0,69	1,3	0,2	15	30
tolueen	0,07	85	169	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,07	32,5	65	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,07	16,5	33	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	1,3	27	52	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	6,5	13	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0013	6,5	13	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0013	0,65	1,3	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	9,75	19,5	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	2,60	5,2	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	9,75	19,5	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,65	1,30	-	10	20
trichlooretheen	0,0013	39,0	78,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,013	2,61	5,2	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	65	3283	6500	50	325	600

Locatie 4: Infiltratieveld bij ziekenhuis in Nijmegen.

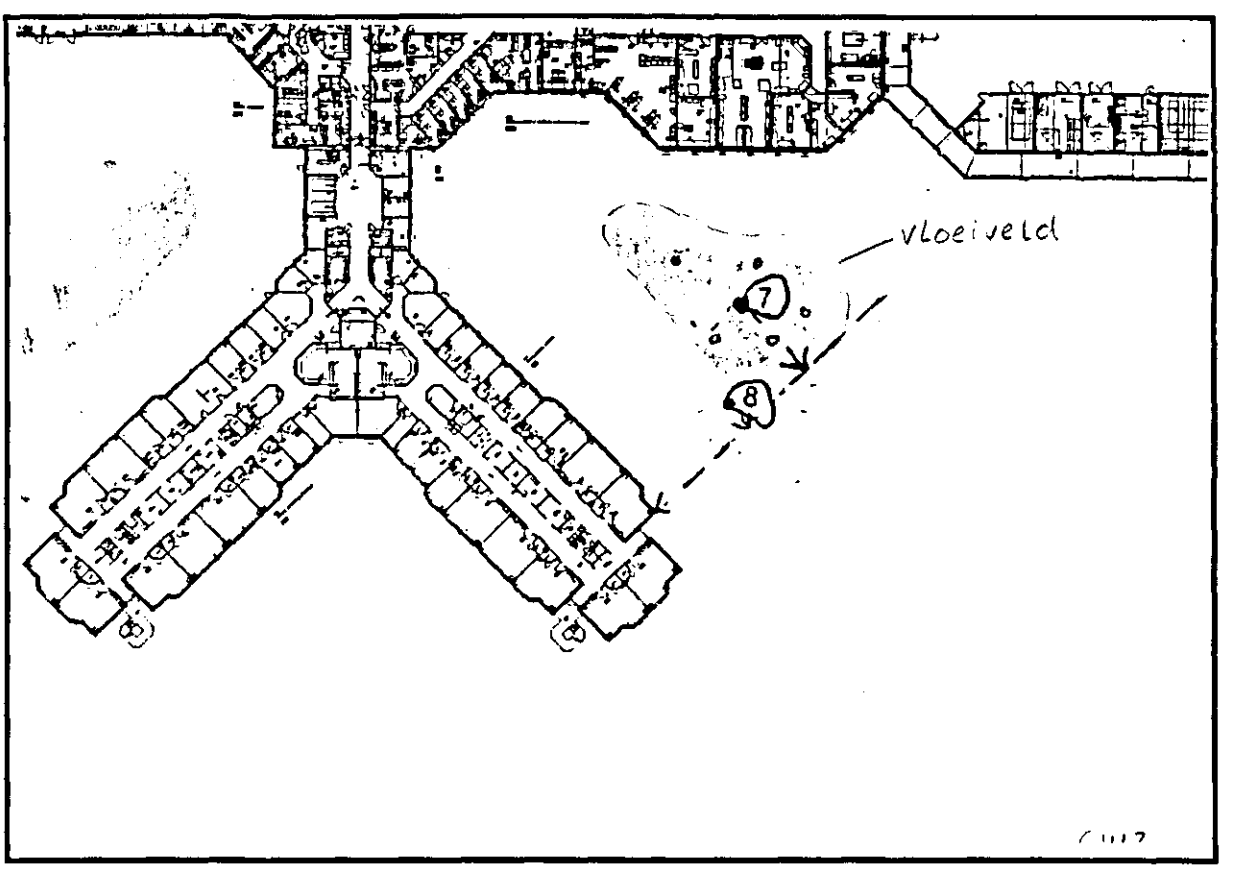
Tabel B10.4 Voorziening 4; Infiltratieveld Ziekenhuis Nijmegen. Afgekoppeld oppervlak: platte daken. Overzicht van de gemeten concentraties in het slib, onder het slib, in de ondergrond en in het referentiemonster, inclusief toetsing (bemonstering op 7 mei 1998).

	Concentraties (mg/kg d.s.)			
	slib vloeibed	grond onder sliblaag	ondergrond onder vloeibed	referentieboring naast put
Diepte[1]	0 - 10 cm	10 - 20 cm	40 - 50 cm	10 - 20 cm
Textuur	slib	matig grof zand	matig grof zand	matig grof zand
Humusfractie	9,3	0,5	0,7	1,3
Lutumfractie	5	1	0	1
Metalen				
Chroom (Cr)	16	4	1,5	<0,1
Nikkel (Ni)	9	3	1,5	1,0
Koper (Cu)	19	4	1,5	1,0
Zink (Zn)	100 +	19	3,0	2,0
Lood (Pb)	65 +	12	1,0	<1
Cadmium (Cd)	0,2	<0,1	<0,1	< 0,1
Kwik (Hg)	<0,1	<0,1	<0,1	< 0,1
Arseen (As)	<5	<5	<5	<5
PAK				
PAK(10)-totaal	4,3 +	0,20	<0,01	<0,01
PAK(16)-totaal	5,8	0,25	-	-
Overige stoffen				
Minerale olie (C10-C40)	270 +	56 +	< 10	< 10

1. Diepte ten opzichte van onderkant voorziening.



Regionale ligging onderzoekslocatie
(Bron: Stratenatlas Gelderland 1 : 40.000)



Locatieschets met boringen ⑦, ⑧
Schaal 1 : 350

Voorziening 4

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 9,3 % Humus 5,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	21	30	39	10	35	60
cadmium (Cd)	0,6	4,6	8,7	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	69	165	261	1	16	30
koper (Cu)	24	74	124	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	4,1	8,0	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	64	233	401	15	45	75
nikkel (Ni)	19	68	116	15	45	75
zink (Zn)	85	262	439	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,03	0,27	0,5	0,2	15	30
tolueen	0,03	33	65	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,03	12,5	25	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,03	6,5	13	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,5	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	2,5	5	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0005	2,5	5	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0005	0,25	0,5	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	3,75	7,5	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	1,00	2,0	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	3,75	7,5	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,25	0,50	-	10	20
trichlooretheen	0,0005	15,0	30,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,005	1,00	2,0	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	25	1263	2500	50	325	600

Voorziening 4

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S + I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 0,5 % Humus 1,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	16	23	30	10	35	60
cadmium (Cd)	0,4	3,5	6,5	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	51	123	194	1	16	30
koper (Cu)	16	50	84	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,5	6,7	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	51	186	321	15	45	75
nikkel (Ni)	11	37	63	15	45	75
zink (Zn)	53	163	273	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

Voorziening 4

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 0,7 % Humus 0,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	15	22	29	10	35	60
cadmium (Cd)	0,4	3,3	6,2	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	51	123	195	1	16	30
koper (Cu)	15	48	81	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,5	6,7	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	51	184	316	15	45	75
nikkel (Ni)	11	38	64	15	45	75
zink (Zn)	52	160	268	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

Voorziening 4

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

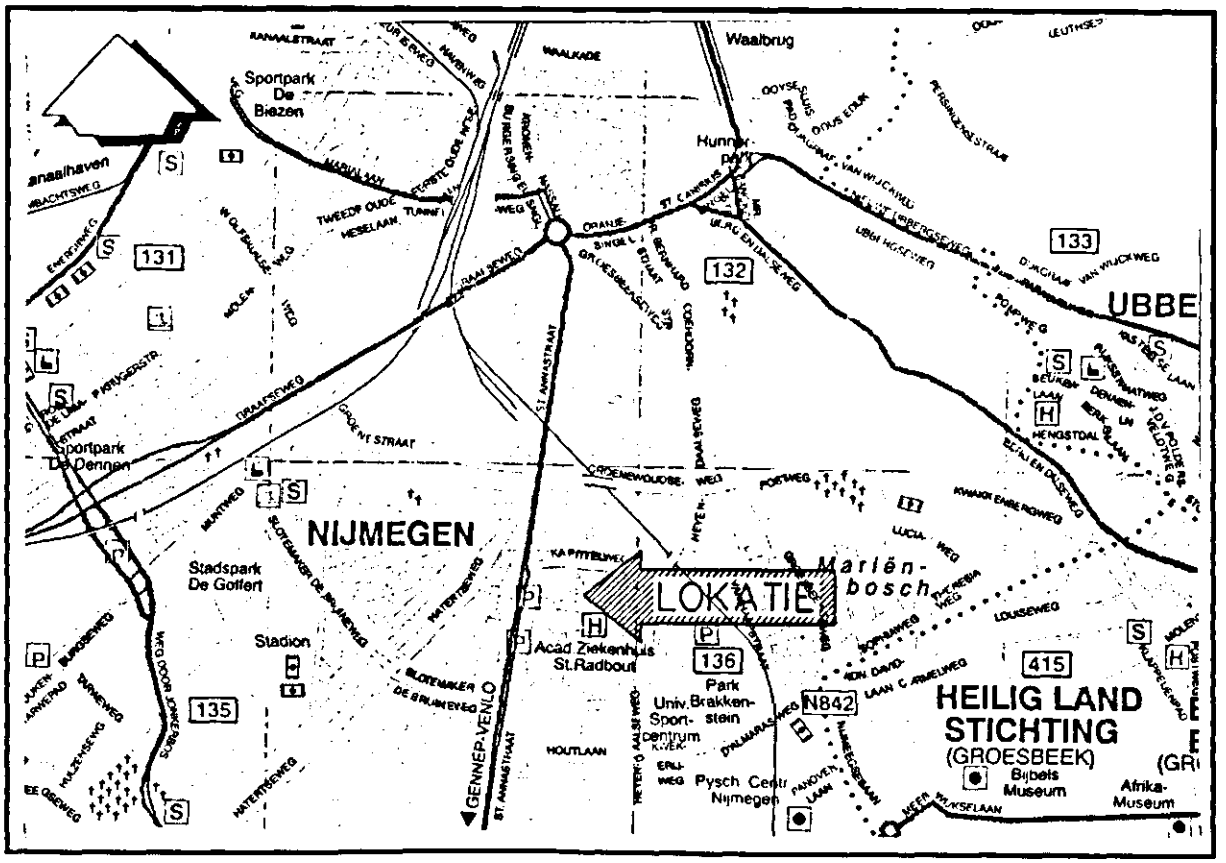
Lutum 1,3 % Humus 1,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	16	23	30	10	35	60
cadmium (Cd)	0,4	3,5	6,6	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	53	127	200	1	16	30
koper (Cu)	16	51	86	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,5	6,8	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	52	189	326	15	45	75
nikkel (Ni)	11	40	68	15	45	75
zink (Zn)	55	170	285	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

Locatie 5: Zakput bij universiteit in Nijmegen.

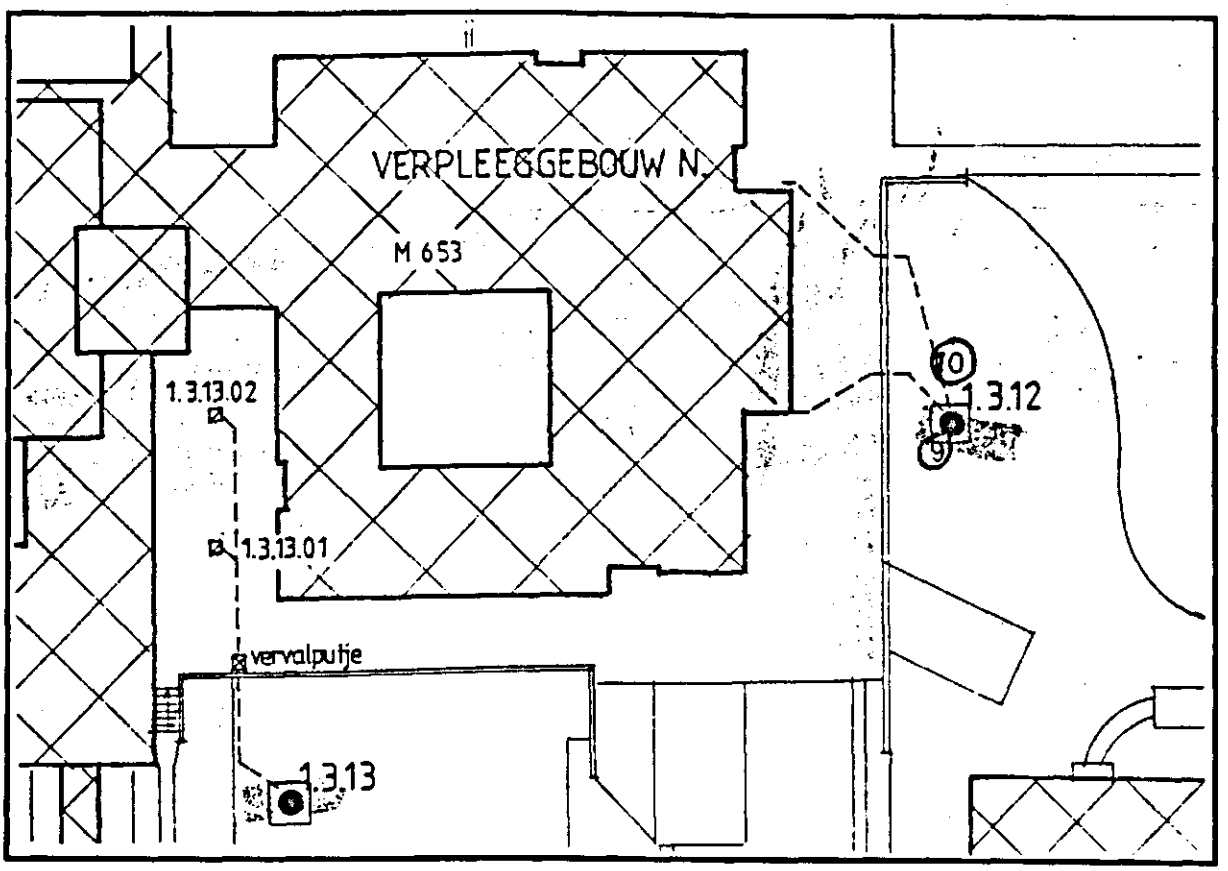
Tabel B10.5 Voorziening 5; Zinkput Universiteit Nijmegen. Afgekoppeld oppervlak: parkeerplaats met klinkers. Overzicht van de gemeten concentraties in de bodem van de zinkput, de ondergrond en de bodem direct naast de put, inclusief toetsing (bemonstering op 7 mei 1998).

		Concentraties (mg/kg d.s.)		
		grond in zinkput	ondergrond onder put	referentieboring naast put
Diepte[1]		0 - 10 cm	40 - 50 cm	0 - 10 cm
Textuur		matig grof zand	matig grof zand	matig grof zand
Humusfractie		1,4	0,7	0,4
Lutumfractie		0	0	1
Metalen				
Chroom	(Cr)	3,5	3,0	3,5
Nikkel	(Ni)	3,5	3,5	3,5
Koper	(Cu)	3,5	2,0	25 +
Zink	(Zn)	42	6	19
Lood	(Pb)	65 +	26	3,5
Cadmium	(Cd)	<0,1	<0,1	<0,1
Kwik	(Hg)	<0,1	< 0,1	< 0,1
Arseen	(As)	<5	<5	
PAK				
PAK(10)-totaal		77 +++	<0,01	<0,01
PAK(16)-totaal		100	-	-
Overige stoffen				
Minerale olie (C10-C40)		< 10	< 10	< 10

1 Diepte ten opzichte van onderkant voorziening.



Regionale ligging onderzoekslocatie
(Bron: Stratenatlas Gelderland 1 : 40.000)



Locatieschets met boringen ⑨, ⑩
Schaal 1 : 500

Voorziening 5

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S + I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 1,4 % Humus 0,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	16	23	30	10	35	60
cadmium (Cd)	0,4	3,4	6,3	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	53	127	201	1	16	30
koper (Cu)	16	50	84	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,5	6,8	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	51	186	320	15	45	75
nikkel (Ni)	11	40	68	15	45	75
zink (Zn)	54	167	279	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

Voorziening 5

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 0,7 % Humus 0,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	15	22	29	10	35	60
cadmium (Cd)	0,4	3,3	6,2	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	51	123	195	1	16	30
koper (Cu)	15	48	81	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,5	6,7	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	51	184	316	15	45	75
nikkel (Ni)	11	38	64	15	45	75
zink (Zn)	52	160	268	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

Voorziening 5

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 0,4 % Humus 1,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	16	23	30	10	35	60
cadmium (Cd)	0,4	3,5	6,5	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	51	122	193	1	16	30
koper (Cu)	16	50	84	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,5	6,7	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	51	186	320	15	45	75
nikkel (Ni)	10	36	62	15	45	75
zink (Zn)	53	162	271	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis+trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

Locatie 6: Infiltratieveld bij transformatorhuisje kolk 58 te Huissen

Tabel B10.6a Locatie 6; Transformatorhuisje Kolk 58 te Huissen. Afgekoppeld oppervlak: plat dak. Overzicht van de gemeten concentraties in de bovengrond direct naast het transformatorhuisje en de bodem op een paar meter afstand, inclusief toetsing (bemonstering op 7 mei 1998).

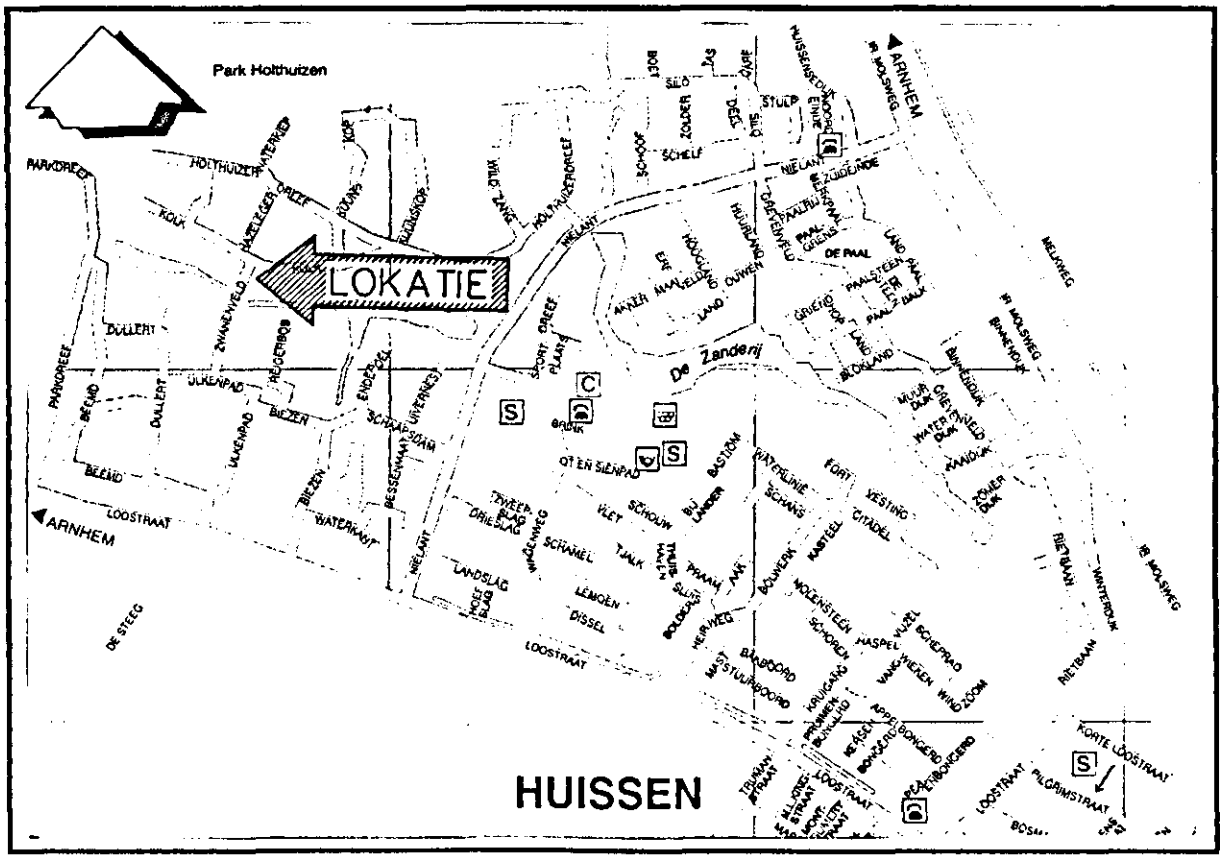
		Concentraties (mg/kg d.s.)		
		grond bij trafo	referentiemonster naast trafo	
Diepte[1]		0 - 10 cm	0 - 10 cm	
Textuur		kleiig zand fijn puin	Kleiig zand	
Humusfractie		11	13	
Lutumfractie		4	6	
Metalen				
Chroom	(Cr)	15	17	
Nikkel	(Ni)	19	17	
Koper	(Cu)	14	25	
Zink	(Zn)	65	370	+ +
Lood	(Pb)	24	48	
Cadmium	(Cd)	0,2	0,3	
Kwik	(Hg)	<0,1	< 0,1	
Arseen	(As)	7	<5	
PAK				
PAK(10)-totaal		0,25	0,20	
PAK(16)-totaal		0,40	0,25	
Overige stoffen				
Minerale olie (C10-C40)		< 10	< 10	

1. Diepte ten opzichte van onderkant voorziening.

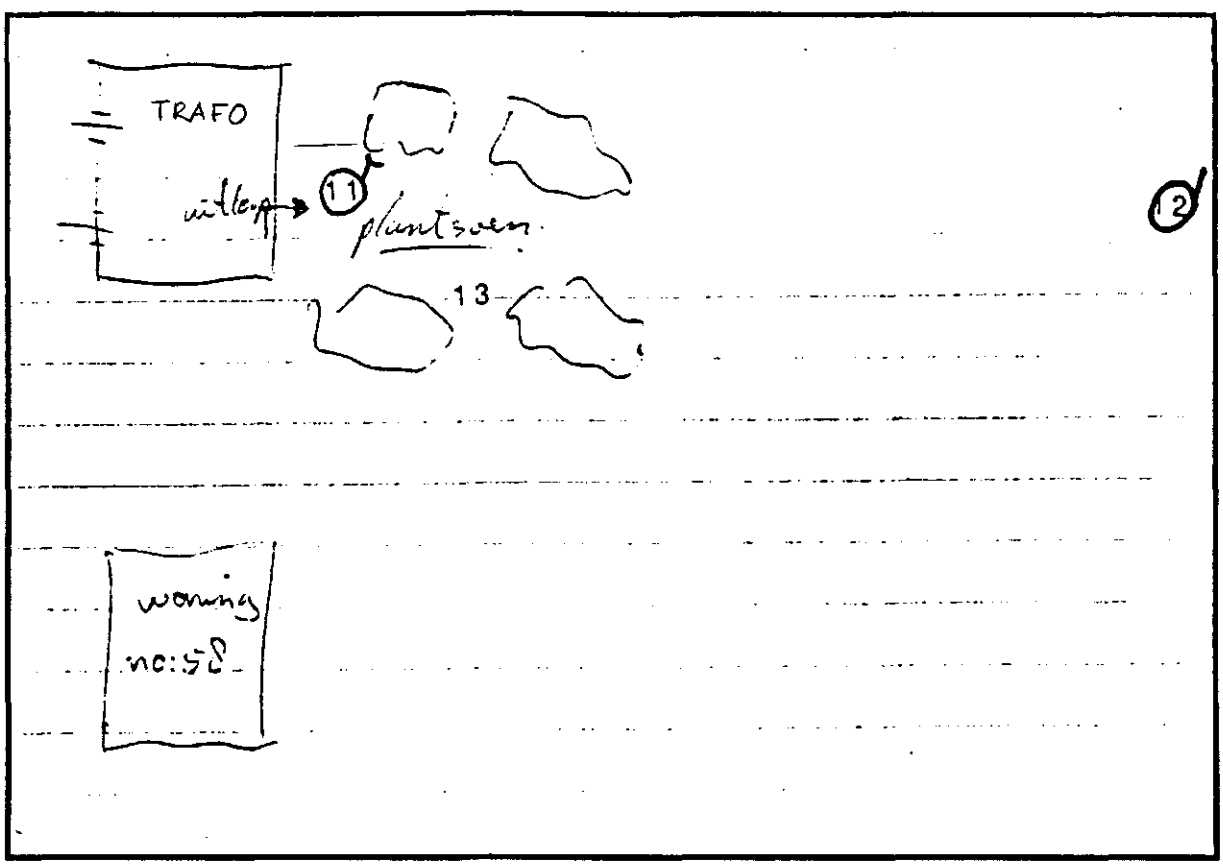
Tabel B10.6b Locatie 6; Transformatorhuisje Kolk 58 te Huissen. Afgekoppeld oppervlak: plat dak. Overzicht van de gemeten concentraties in het grondwater ten behoeve van het vaststellen van de kwaliteit, inclusief toetsing.

		Concentraties (µg/l tenzij anders vermeld)	
Situering		50 meter *stroomopwaarts*	in voorziening
Peilbuis		12	11
Filterdiepte[1]		130-330 cm	100-200 cm
Bemonsteringsdatum		14-05-'98	14-05-'98
Metalen			
Chroom	(Cr)	<1	<1
Nikkel	(Ni)	2	2
Koper	(Cu)	<2	<2
Zink	(Zn)	3	<2
Lood	(Pb)	<5	<5
Cadmium	(Cd)	0,1	<0,1
Kwik	(Hg)	< 0,03	< 0,03
Arseen	(As)	6,0	<0,5
Aromaten			
Benzeen		<0,1	<0,1
Tolueen		<0,1	<0,1
Ethylbenzeen		<0,1	<0,1
Xyleen[2]		<0,1	<0,1
Naftaleen		<0,1	<0,1
Overig stoffen			
Minerale olie[3]	(ug/l)	<50	<50

1. Diepte ten opzichte van maaiveld.
2. Som van para-, meta-, en orthoxyleen.
3. De detectiegrens ligt voor deze stof(fen) hoger dan de streefwaarde. Toetsing aan deze streefwaarde is derhalve niet mogelijk.



Regionale ligging onderzoekslocatie
(Bron: Stratenatlas Gelderland 1 : 10.000)



Locatieschets met boringen ⑪ ⑫ 13
Schaal 1 : 400

Voorziening 6

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 11,0 % Humus 4,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	21	31	40	10	35	60
cadmium (Cd)	0,6	4,6	8,6	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	72	173	274	1	16	30
koper (Cu)	24	76	127	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	4,1	8,1	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	65	235	405	15	45	75
nikkel (Ni)	21	74	126	15	45	75
zink (Zn)	89	274	458	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,02	0,21	0,4	0,2	15	30
tolueen	0,02	26	52	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,02	10,0	20	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,02	5,0	10	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,4	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	2,0	4	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0004	2,0	4	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0004	0,20	0,4	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	3,00	6,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,80	1,6	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	3,00	6,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,20	0,40	-	10	20
trichlooretheen	0,0004	12,0	24,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,004	0,80	1,6	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	20	1010	2000	50	325	600

Voorziening 6

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 13,0 % Humus 6,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	23	33	43	10	35	60
cadmium (Cd)	0,6	5,0	9,4	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	76	183	289	1	16	30
koper (Cu)	26	83	139	15	45	75
kwik (Hg)	0,3	4,4	8,4	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	69	250	430	15	45	75
nikkel (Ni)	23	81	138	15	45	75
zink (Zn)	98	301	504	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,03	0,32	0,6	0,2	15	30
tolueen	0,03	39	78	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,03	15,0	30	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,03	7,5	15	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,6	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	3,0	6	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0006	3,0	6	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0006	0,30	0,6	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	4,50	9,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	1,20	2,4	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	4,50	9,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,30	0,60	-	10	20
trichlooretheen	0,0006	18,0	36,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,006	1,20	2,4	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	30	1515	3000	50	325	600

Locatie 7: Infiltratieveld bij transformatorhuisje Loostraar 116 te Huissen

Tabel B10.7a Locatie 7; Transformatorhuisje Loostraat 116 te Huissen. Afgekoppeld oppervlak: plat dak, zinken goot. Overzicht van de gemeten concentraties in de bovengrond direct naast het transformatorhuisje en de bodem op een paar meter afstand, inclusief toetsing (bemonstering op 7 mei 1998).

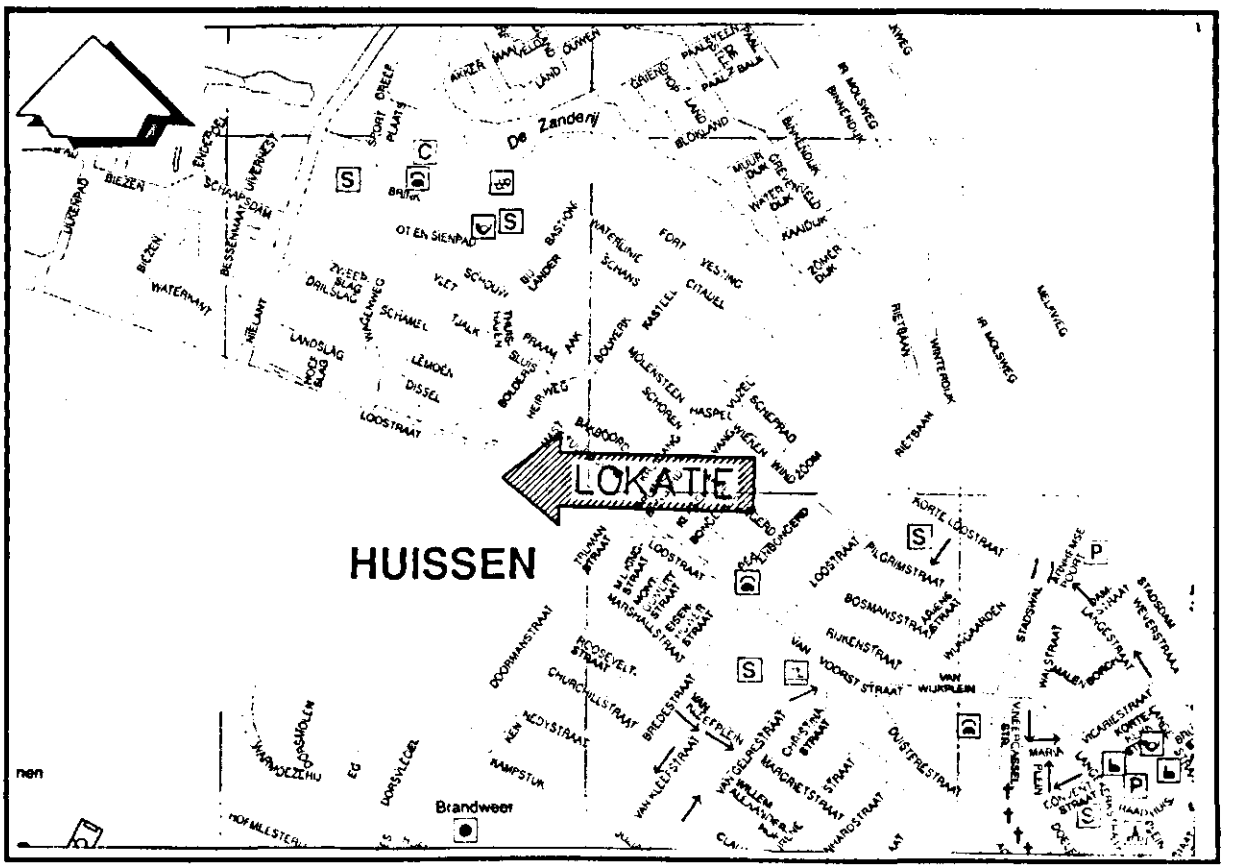
		Concentraties (mg/kg d.s.)			
		grond bij trafo		referentiemonster naast trafo	
Diepte[1]		0 - 20 cm		0 - 10 cm	
Textuur		kleiig zand		kleiig zand	
Humusfractie		23		20	
Lutumfractie		6		6	
Metalen					
Chroom	(Cr)	14		14	
Nikkel	(Ni)	19		17	
Koper	(Cu)	15		34	+
Zink	(Zn)	130	+	160	+
Lood	(Pb)	14		26	
Cadmium	(Cd)	0,1		0,3	
Kwik	(Hg)	<0,1		< 0,1	
Arseen	(As)	<5		<5	
PAK					
PAK(10)-totaal		<0,01		1,1	+
PAK(16)-totaal		-		1,5	
Overige stoffen					
Minerale olie (C10-C40)		31	+	26	

1. Diepte ten opzichte van onderkant voorziening.

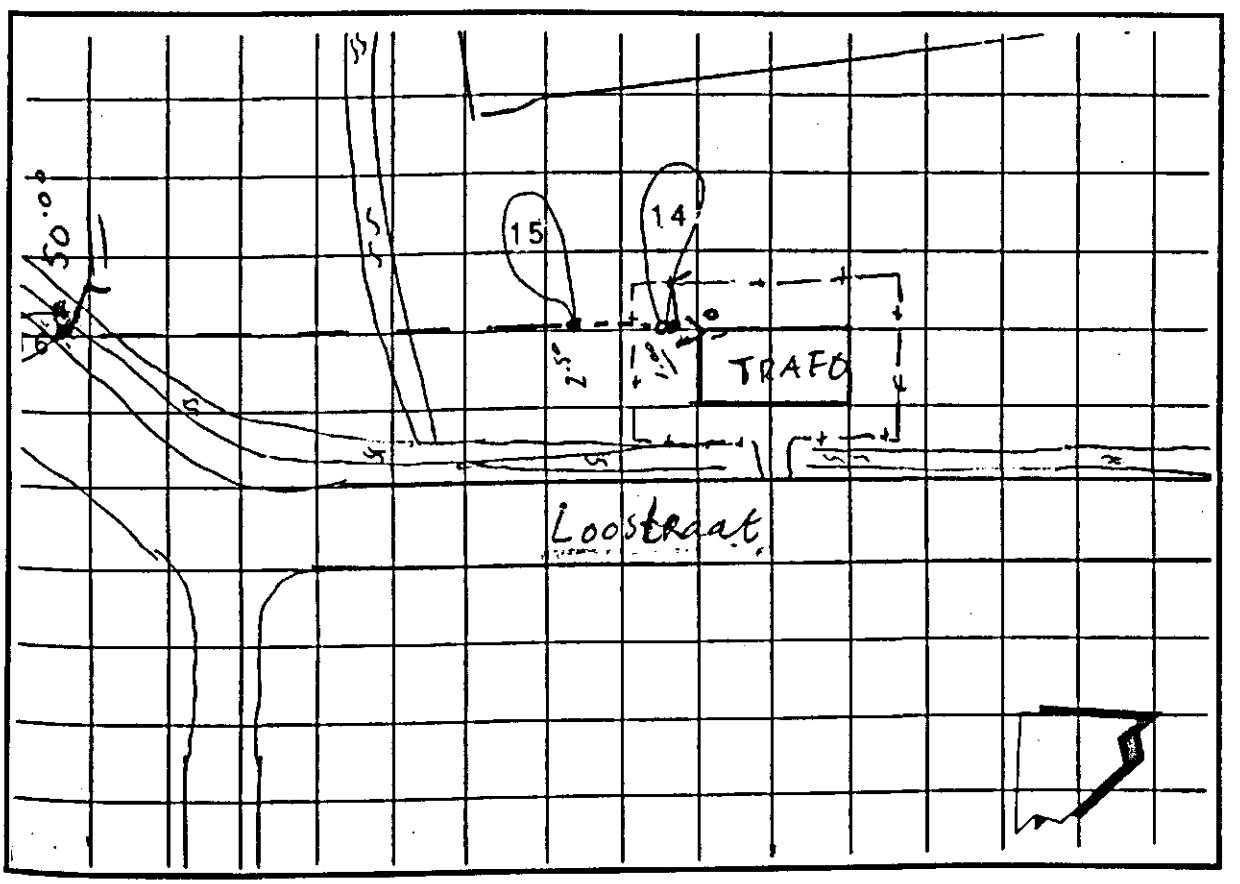
Tabel B10.7b Locatie 7; Transformatorhuisje Loostraat 116 te Huissen. Afgekoppeld oppervlak: plat dak, zinken goot. Overzicht van de gemeten concentraties in het grondwater ten behoeve van het vaststellen van de kwaliteit van het grondwater, inclusief toetsing.

Situering		50 meter stroomopwaarts	in voorziening	
Peilbuis		16	14	
Filterdiepte[1]		125-135 cm	100-300 cm	
Bemonsteringsdatum		14-05-'98	14-05-'98	
Metalen				
Chroom	(Cr)	<1	<1	
Nikkel	(Ni)	3	1,5	
Koper	(Cu)	<2	<2	
Zink	(Zn)	3	5	
Lood	(Pb)	<5	<5	
Cadmium	(Cd)	<0,1	3,8	++
Kwik	(Hg)	<0,03	< 0,03	
Arseen	(As)	1,5	1,5	
Aromaten				
Benzeen		<0,1	<0,1	
Tolueen		<0,1	<0.1	
Ethylbenzeen		<0,1	<0,1	
Xyleen[2]		0,2	<0,1	
Naftaleen		<0,1	<0,1	
Overig stoffen				
Minerale olie[3]	(ug/l)	<50	<50	

1. Diepte ten opzichte van maaiveld.
2. Som van para-, meta-, en orthoxyleen.
3. De detectiegrens ligt voor deze stof(fen) hoger dan de streefwaarde. Toetsing aan deze streefwaarde is derhalve niet mogelijk.



Regionale ligging onderzoekslocatie
(Bron: Stratenatlas Gelderland 1 : 10.000)



Locatieschets met boringen ⑭ ⑮ ⑯
Schaal 1 : 600

Voorziening 7

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S + I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 23,0 % Humus 6,0 %	Grond (mg/kg d.s.)			Grondwater (µg/l)		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	27	39	50	10	35	60
cadmium (Cd)	0,7	5,6	10,5	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	96	231	365	1	16	30
koper (Cu)	32	102	171	15	45	75
kwik (Hg)	0,3	4,9	9,5	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	79	286	493	15	45	75
nikkel (Ni)	33	116	198	15	45	75
zink (Zn)	128	393	658	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,03	0,32	0,6	0,2	15	30
tolueen	0,03	39	78	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,03	15,0	30	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,03	7,5	15	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,6	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	3,0	6	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0006	3,0	6	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0006	0,30	0,6	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	4,50	9,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	1,20	2,4	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	4,50	9,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,30	0,60	-	10	20
trichlooretheen	0,0006	18,0	36,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,006	1,20	2,4	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	30	1515	3000	50	325	600

Voorziening 7

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

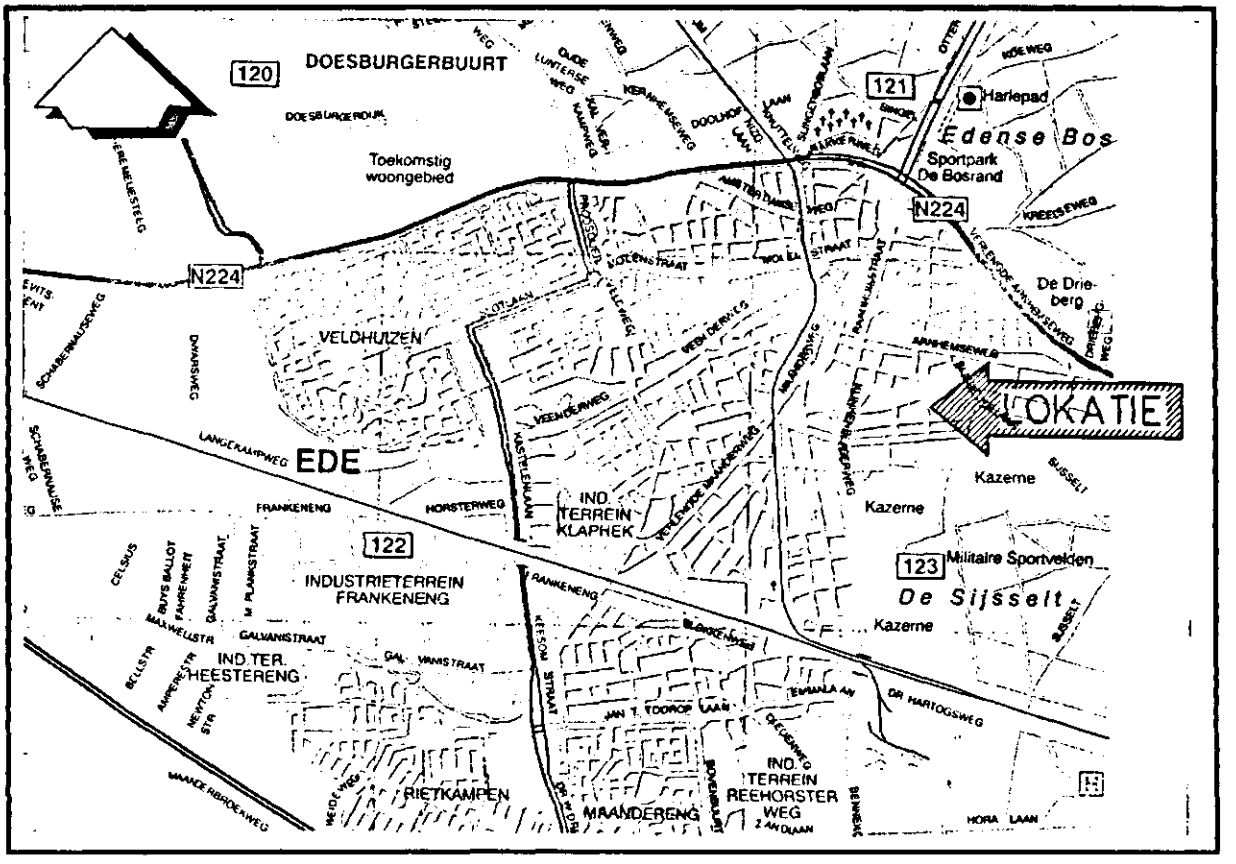
Lutum 20,0 % Humus 6,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	25	37	48	10	35	60
cadmium (Cd)	0,7	5,4	10,2	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	90	216	342	1	16	30
koper (Cu)	31	97	162	15	45	75
kwik (Hg)	0,3	4,8	9,2	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	76	275	474	15	45	75
nikkel (Ni)	30	105	180	15	45	75
zink (Zn)	119	366	612	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,03	0,32	0,6	0,2	15	30
tolueen	0,03	39	78	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,03	15,0	30	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,03	7,5	15	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,6	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	3,0	6	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0006	3,0	6	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0006	0,30	0,6	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	4,50	9,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	1,20	2,4	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	4,50	9,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,30	0,60	-	10	20
trichlooretheen	0,0006	18,0	36,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,006	1,20	2,4	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	30	1515	3000	50	325	600

Locatie 8: Opvangput in de omgeving van Burg. Bootlaan

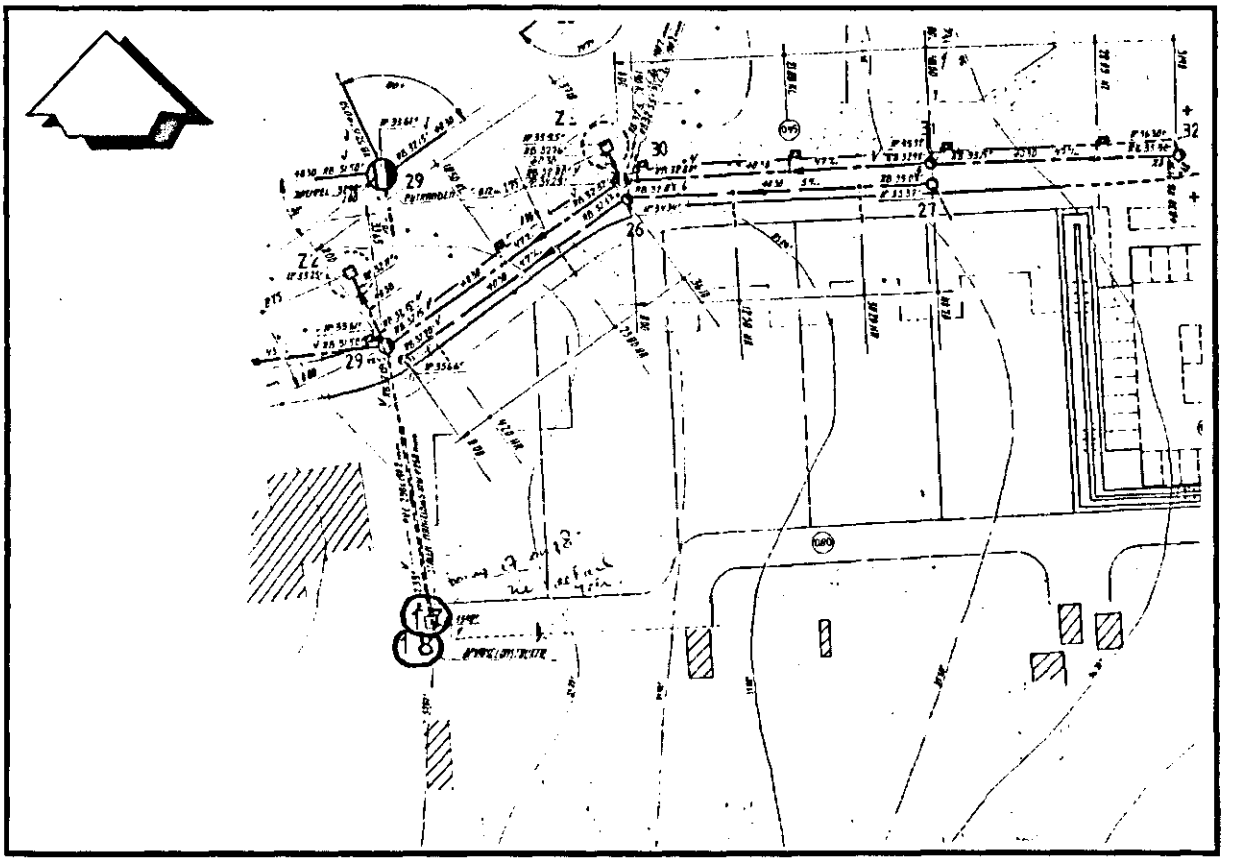
Tabel B10.8 Voorziening 8; Opvangput te Ede (Omgeving Burg. Bootlaan). Afgekoppeld oppervlak: wegen (klinkers). Overzicht van de gemeten concentraties in het slib in de opvangput, en de bodem direct naast de put, inclusief toetsing (bemonstering op 11 mei 1998).

		Concentraties (mg/kg d.s.)		
		grond in opvangput		referentieboring naast opvangput
Diepte[1]		0 - 70 cm		70 - 80 cm
Textuur		matig grof zand		matig grof zand
Humusfractie		1		1
Lutumfractie		3		2
Metalen				
Chroom	(Cr)	4,5		3,0
Nikkel	(Ni)	3,0		3,0
Koper	(Cu)	3,5		2,0
Zink	(Zn)	15		8
Lood	(Pb)	9		4,5
Cadmium	(Cd)	<0,1		< 0,1
Kwik	(Hg)	<0,1		< 0,1
Arseen	(As)	<5		<5
PAK				
PAK(10)-totaal		0,8	+	<0,01
PAK(10)-totaal		1,1		-
Overige stoffen				
Minerale olie (C10-C40)		22	+	< 10

1. Diepte ten opzichte van onderkant voorziening.



Regionale ligging onderzoekslocatie
(Bron: Stratenatlas Gelderland 1 : 40.000)



Locatieschets met boringen ⑰⑱

Schaal 1 : 1000

Voorziening 8

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 1,0 % Humus 3,0 %	Grond (mg/kg d.s.)			Grondwater (µg/l)		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	17	24	31	10	35	60
cadmium (Cd)	0,5	3,9	7,2	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	52	125	198	1	16	30
koper (Cu)	17	55	92	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,6	6,9	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	54	196	337	15	45	75
nikkel (Ni)	11	39	66	15	45	75
zink (Zn)	58	177	296	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,02	0,16	0,3	0,2	15	30
tolueen	0,02	20	39	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,02	7,5	15	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,02	4,0	8	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,3	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,5	3	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0003	1,5	3	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0003	0,15	0,3	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	2,25	4,5	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,60	1,2	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	2,25	4,5	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,15	0,30	-	10	20
trichlooretheen	0,0003	9,0	18,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,003	0,60	1,2	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	15	758	1500	50	325	600

Voorziening 8

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S + I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

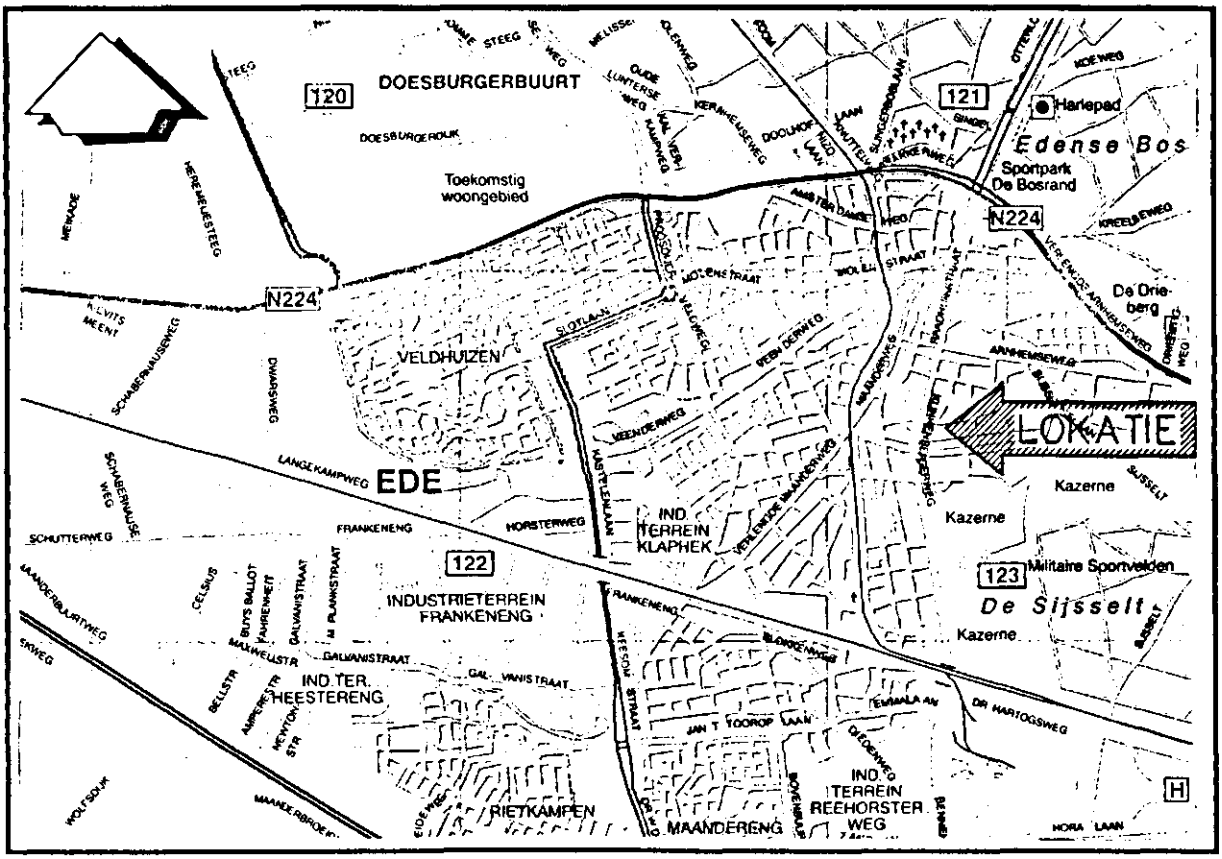
Lutum 1,0 % Humus 2,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	16	24	31	10	35	60
cadmium (Cd)	0,5	3,7	6,9	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	52	125	198	1	16	30
koper (Cu)	17	53	89	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,5	6,8	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	53	192	330	15	45	75
nikkel (Ni)	11	39	66	15	45	75
zink (Zn)	56	172	288	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

Locatie 9: Zakput 1 in Ede

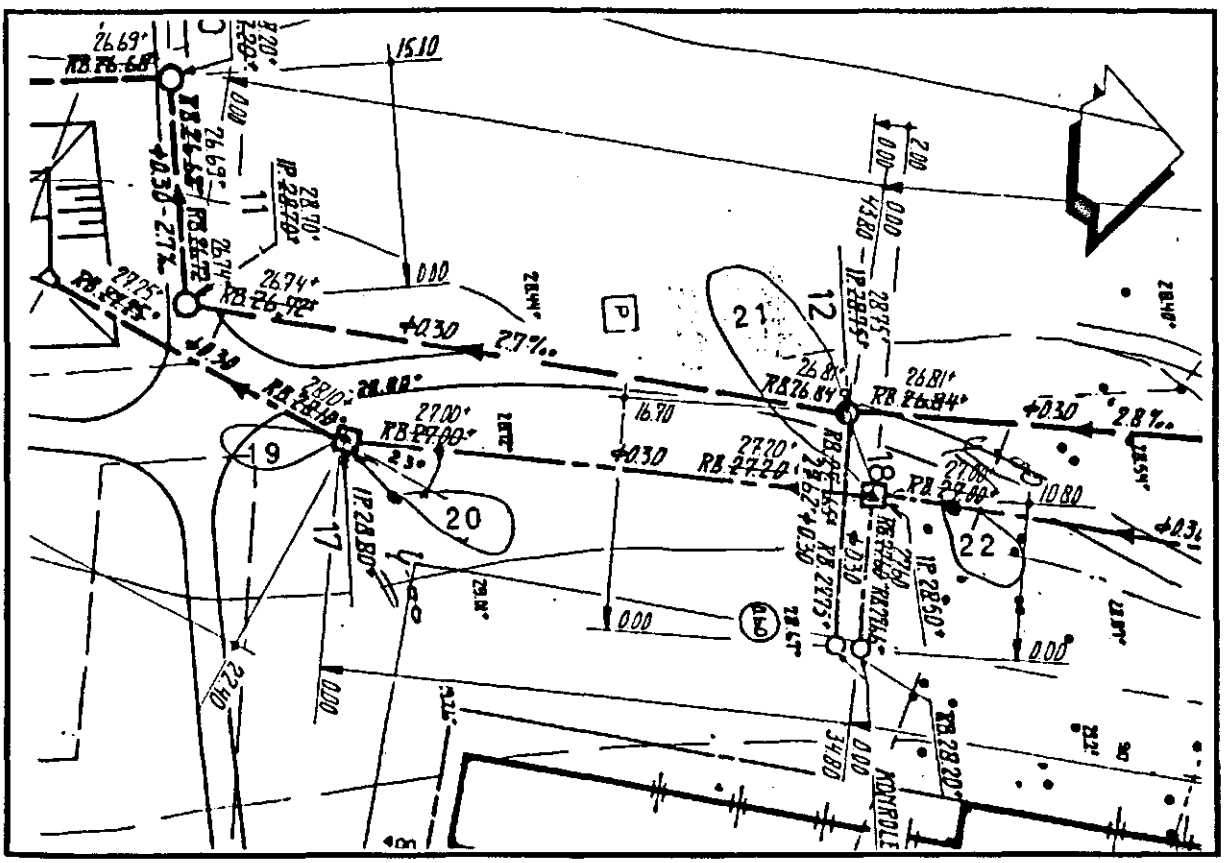
Tabel B10.9 Voorziening 9; Zakput 1 te Ede (Omgeving Van Heeckerenlaan). Afgekoppeld oppervlak: wegen (klinkers). Overzicht van de gemeten concentraties in de bovengrond in de zinkput, de grond onder de zinkput en de bodem direct naast de put, inclusief toetsing (bemonstering op 11 mei 1998).

		Concentraties (mg/kg d.s.)		
		bodem zinkput	ondergrond put	referentieboring naast put
Diepte[1]		0 - 10 cm	40 - 50 cm	0 - 10 cm
Textuur		matig grof zand	matig grof zand	matig grof zand
Humusfractie		1	1	1,9
Lutumfractie		0	0	1
Metalen				
Chroom	(Cr)	1,5	1,0	7
Nikkel	(Ni)	1,5	1,5	7
Koper	(Cu)	0,5	1,0	3,0
Zink	(Zn)	4,5	3,0	13
Lood	(Pb)	1,5	1,5	2,5
Cadmium	(Cd)	<0,1	< 0,1	< 0,1
Kwik	(Hg)	<0,1	< 0,1	< 0,1
Arseen	(As)	<5	<5	<5
PAK				
PAK(10)-totaal		< 0,01	< 0,01	< 0,01
PAK(16)-totaal		-	-	-
Overige stoffen				
Minerale olie (C10-C40)		150 +	3700 + + +	< 10

1 Diepte ten opzichte van onderkant voorziening.



Regionale ligging onderzoekslocatie
(Bron: Stratenatlas Gelderland 1 : 40.000)



Locatieschets met boringen ⑲ ⑳ ㉑ ㉒
Schaal 1 : 500

Voorziening 9

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 1,0 % Humus 0,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	15	22	29	10	35	60
cadmium (Cd)	0,4	3,3	6,2	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	52	125	198	1	16	30
koper (Cu)	16	49	82	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,5	6,7	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	51	185	318	15	45	75
nikkel (Ni)	11	39	66	15	45	75
zink (Zn)	53	163	273	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

Voorziening 9

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

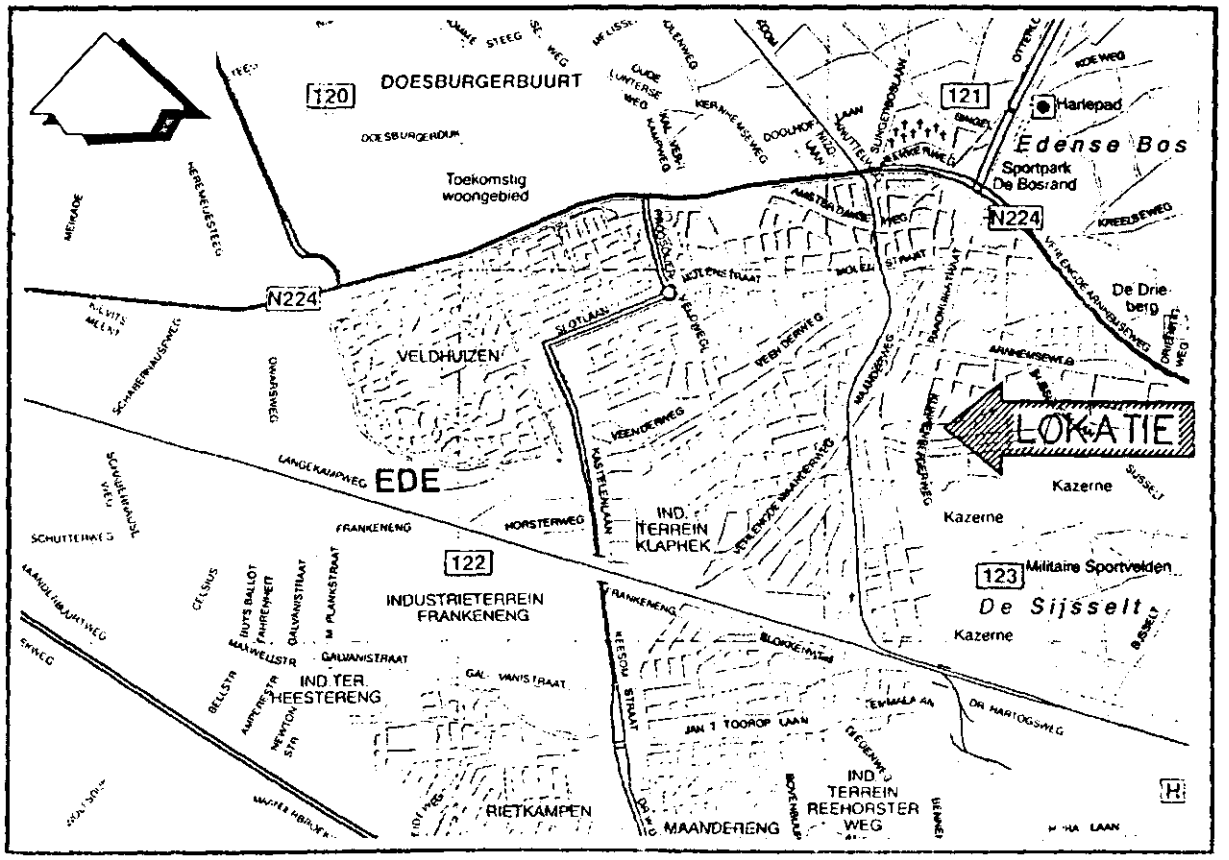
Lutum 1,9 % Humus 1,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	16	24	31	10	35	60
cadmium (Cd)	0,4	3,5	6,6	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	54	129	204	1	16	30
koper (Cu)	17	53	88	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,6	6,9	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	53	192	330	15	45	75
nikkel (Ni)	12	42	71	15	45	75
zink (Zn)	57	176	294	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

Locatie 10: Zakput 2 in Ede

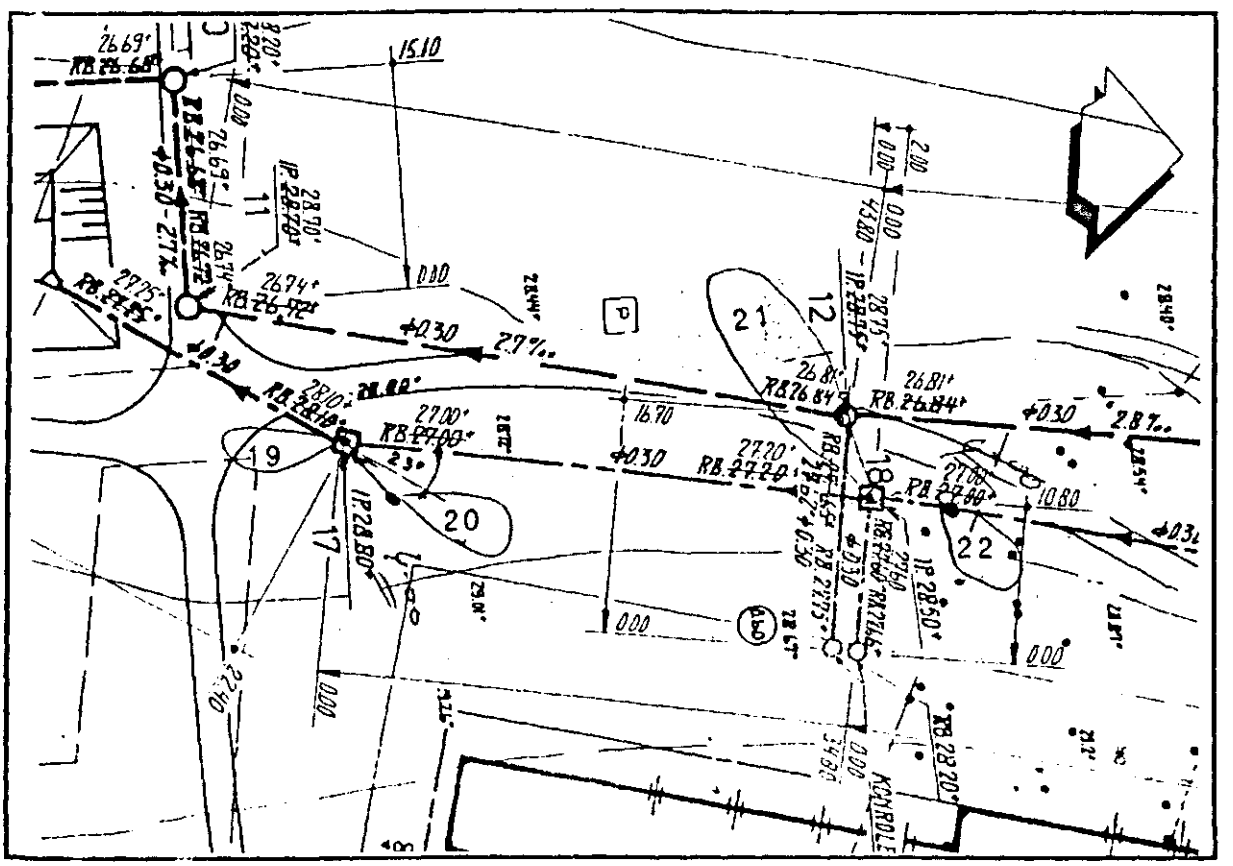
Tabel B10.10 Voorziening 10; Zakput 2 te Ede (Omgeving Van Heeckerenlaan). Afgekoppeld oppervlak: wegen (klinkers). Overzicht van de gemeten concentraties in het slib in de zinkput, de grond onder het slib en onder de zinkput en de bodem direct naast de put, inclusief toetsing (bemonstering op 11 mei 1998).

	Concentraties (mg/kg d.s.)			
	slib in zinkput	grond onder sliblaag	ondergrond onder put	referentieboring naast put
Diepte[1]	0 - 10 cm	20 - 30 cm	40 - 50 cm	20 - 30 cm
Textuur	slib/matig grof zand	matig grof zand	matig grof zand	matig grof zand
Humusfractie	1	1	1	1,2
Lutumfractie	6	1	1	1
Metalen				
Chroom (Cr)	7	2,5	2,5	5
Nikkel (Ni)	6	4,5	4,5	8
Koper (Cu)	19	3	2,5	3,5
Zink (Zn)	370 + + +	65 +	60 +	12
Lood (Pb)	500 + + +	12	17	3,0
Cadmium (Cd)	0,1	< 0,1	<0,1	<0,1
Kwik (Hg)	<0,1	< 0,1	<0,1	<0,1
Arseen (As)	<5	<5	<5	<5
PAK				
PAK(10)-totaal	2,5 +	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PAK(16)-totaal	3,9	< 0,2	<0,2	<0,2
Overige stoffen				
Minerale olie (C10-C40)	50 +	< 10	< 10	< 10

1. Diepte ten opzichte van onderkant voorziening.



Regionale ligging onderzoekslocatie
(Bron: Stratenatlas Gelderland 1 : 40.000)



Locatieschets met boringen (19) (20) (21) (22)
Schaal 1 : 500

Voorziening 10

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 1,0 % Humus 6,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	18	26	34	10	35	60
cadmium (Cd)	0,5	4,3	8,1	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	52	125	198	1	16	30
koper (Cu)	19	60	101	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,7	7,1	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	57	206	355	15	45	75
nikkel (Ni)	11	39	66	15	45	75
zink (Zn)	62	191	319	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,03	0,32	0,6	0,2	15	30
tolueen	0,03	39	78	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,03	15,0	30	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,03	7,5	15	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,6	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	3,0	6	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0006	3,0	6	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0006	0,30	0,6	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	4,50	9,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	1,20	2,4	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	4,50	9,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,30	0,60	-	10	20
trichlooretheen	0,0006	18,0	36,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,006	1,20	2,4	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	30	1515	3000	50	325	600

Voorziening 10

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 1,0 % / Humus 1,0 %	Grond [mg/kg d.s.] S	T	I	Grondwater [µg/l] S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	16	23	30	10	35	60
cadmium (Cd)	0,4	3,5	6,5	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	52	125	198	1	16	30
koper (Cu)	16	51	85	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,5	6,8	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	52	188	324	15	45	75
nikkel (Ni)	11	39	66	15	45	75
zink (Zn)	55	168	280	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

Voorziening 10

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S + I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

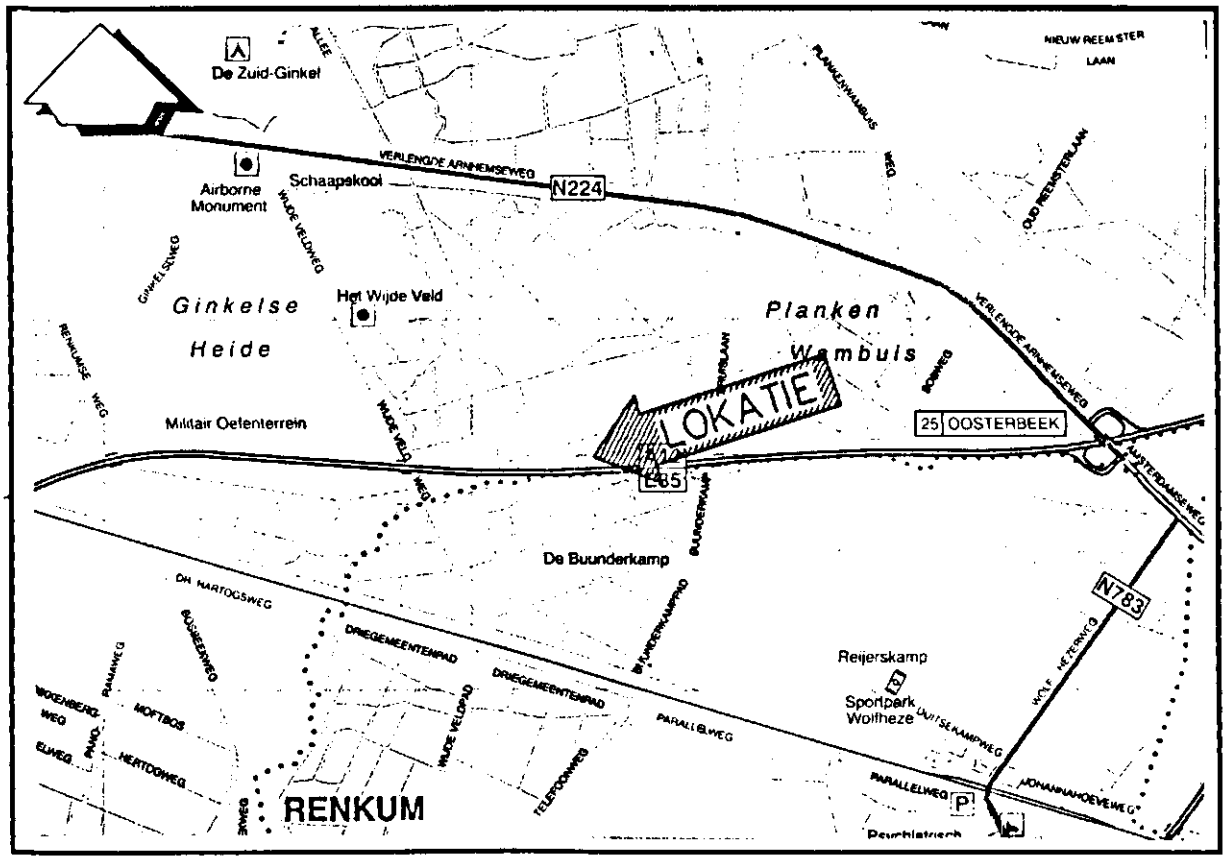
Lutum 1,2 % Humus 1,0 %	Grond (mg/kg d.s.)			Grondwater (µg/l)		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	16	23	30	10	35	60
cadmium (Cd)	0,4	3,5	6,6	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	52	126	199	1	16	30
koper (Cu)	16	51	86	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,5	6,8	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	52	189	325	15	45	75
nikkel (Ni)	11	39	67	15	45	75
zink (Zn)	55	169	283	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

Locatie 11: Zakput 1 parkeerplaats 't Ginkelse Zand (A12)

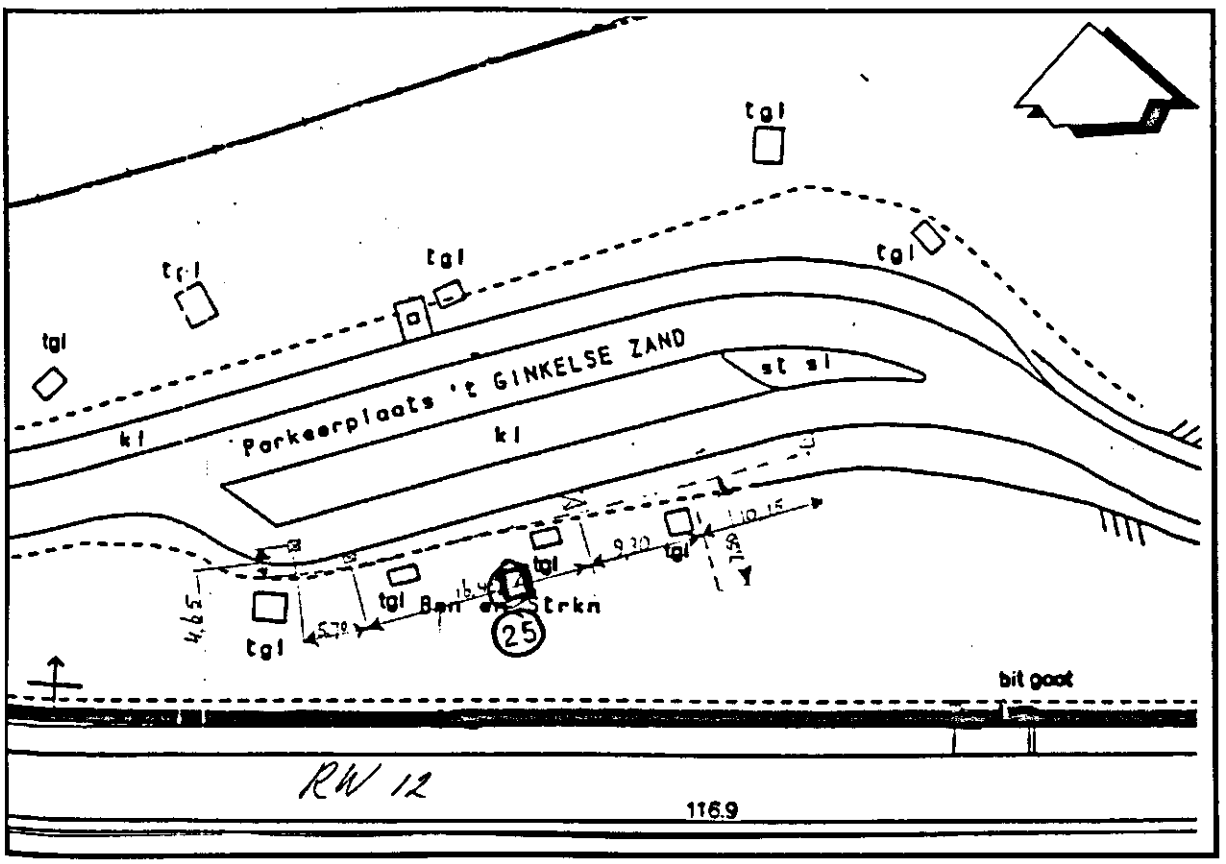
Tabel B10.11 Voorziening 11; Zinkput 1 Parkeerplaats 't Ginkelse Zand (A12). Afgekoppeld oppervlak: parkeerplaats (asfalt) nabij snelweg. Overzicht van de gemeten concentraties in het slib in de zinkput, de grond onder de sliblaag en de bodem direct naast de put, inclusief toetsing (bemonstering op 18 mei 1998).

		Concentraties (mg/kg d.s.)					
		slib in zinkput		grond onder sliblaag		referentieboring naast put	
Diepte[1]		0-10 cm		40-50 cm		0-20 cm	
Textuur		slib/matig grof zand/puin		matig grof zand /puin		matig grof zand	
Humusfractie		1,4		1,3		1	
Lutumfractie		4		6		0	
Metalen							
Chroom	(Cr)	8		8		1,5	
Nikkel	(Ni)	5		8		2,5	
Koper	(Cu)	29	+	27	+	1	
Zink	(Zn)	80	+	90	+	4	
Lood	(Pb)	44		44		1,5	
Cadmium	(Cd)	0,2		0,2		<0,1	
Kwik	(Hg)	0,4	+	0,4	+	<0,1	
Arseen	(As)	<5		<5		<5	
PAK							
PAK(10)-totaal		5,3		7,5		-	
PAK(16)-totaal		7,2		10		-	
Overige stoffen							
Minerale olie (C10-C40)		340	+	660	+	<10	

1. Diepte ten opzichte van onderkant voorziening.



Regionale ligging onderzoekslocatie
(Bron: Stratenatlas Gelderland 1 : 40.000)



Locatieschets met boringen ㉔㉕

Voorziening 11

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S + I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 1,4 % Humus 4,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	17	25	33	10	35	60
cadmium (Cd)	0,5	4,0	7,5	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	53	127	201	1	16	30
koper (Cu)	18	57	96	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,6	7,0	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	55	200	345	15	45	75
nikkel (Ni)	11	40	68	15	45	75
zink (Zn)	60	185	310	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,02	0,21	0,4	0,2	15	30
tolueen	0,02	26	52	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,02	10,0	20	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,02	5,0	10	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,4	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	2,0	4	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0004	2,0	4	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0004	0,20	0,4	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	3,00	6,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,80	1,6	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	3,00	6,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,20	0,40	-	10	20
trichlooretheen	0,0004	12,0	24,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,004	0,80	1,6	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	20	1010	2000	50	325	600

Voorziening 11

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S + I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 1,3 % Humus 6,0 %	Grond (mg/kg d.s.)			Grondwater (µg/l)		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	18	26	34	10	35	60
cadmium (Cd)	0,5	4,4	8,2	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	53	127	200	1	16	30
koper (Cu)	19	61	102	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,7	7,1	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	57	207	357	15	45	75
nikkel (Ni)	11	40	68	15	45	75
zink (Zn)	63	193	323	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,03	0,32	0,6	0,2	15	30
tolueen	0,03	39	78	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,03	15,0	30	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,03	7,5	15	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,6	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	3,0	6	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0006	3,0	6	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0006	0,30	0,6	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	4,50	9,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	1,20	2,4	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	4,50	9,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,30	0,60	-	10	20
trichlooretheen	0,0006	18,0	36,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,006	1,20	2,4	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	30	1515	3000	50	325	600

Voorziening 11

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 1,0 % Humus 0,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	15	22	29	10	35	60
cadmium (Cd)	0,4	3,3	6,2	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	52	125	198	1	16	30
koper (Cu)	16	49	82	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,5	6,7	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	51	185	318	15	45	75
nikkel (Ni)	11	39	66	15	45	75
zink (Zn)	53	163	273	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

Locatie 12: Zakput 1 parkeerplaats Buunderkamp (A12)

Tabel B10.12 Voorziening 12; Zakput 1 Parkeerplaats Buunderkamp (A12). Afgekoppeld oppervlak: parkeerplaats (asfalt) nabij snelweg. Overzicht van de gemeten concentraties in de zinkput en de bodem direct naast de put, inclusief toetsing (bemonstering op 18 mei 1998).

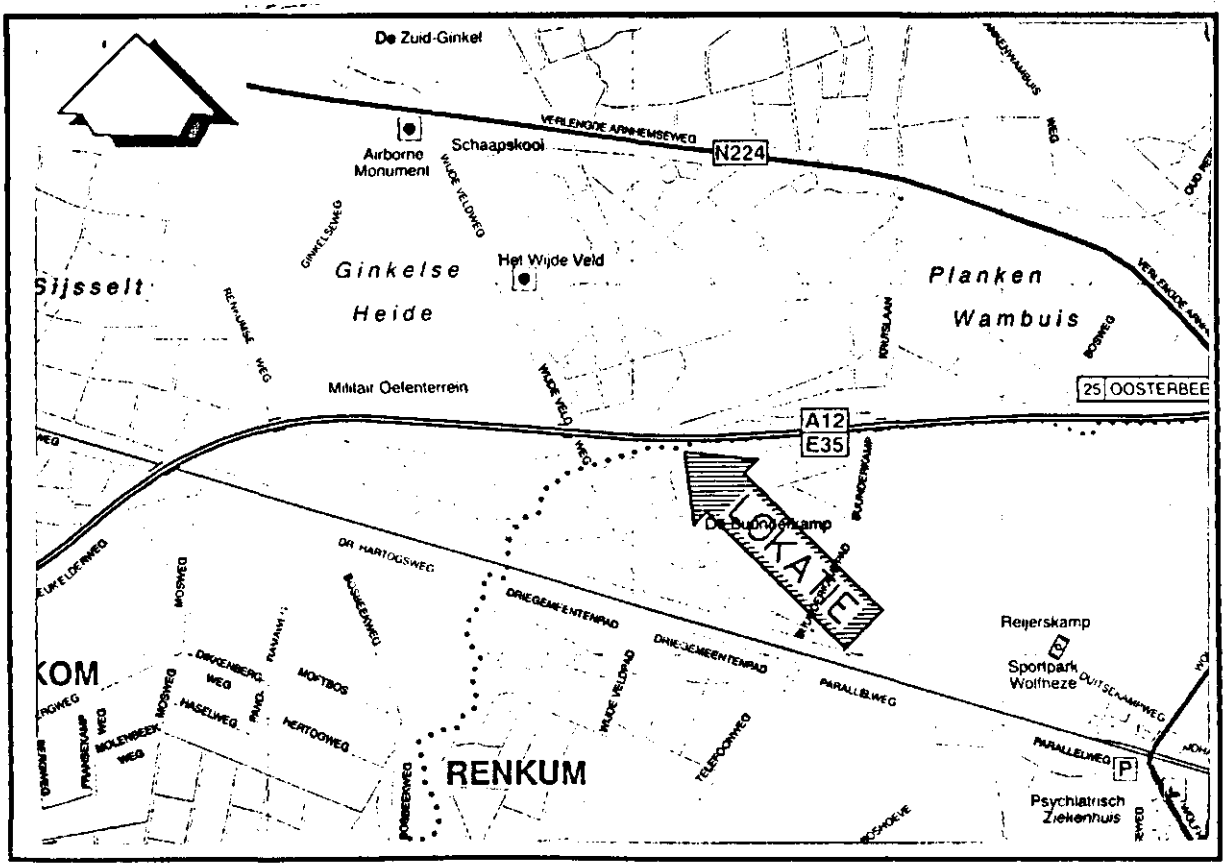
		Concentraties (mg/kg d.s.)		
		slib in zinkput		referentieboring naast put
Diepte[1]		0-20 cm		10-20 cm
Textuur		matig grof zand /puin /plastic		matig grof zand
Humusfractie		5,3		1
Lutumfractie		46 [2]		0
Metalen				
Chroom	(Cr)	60		1
Nikkel	(Ni)	36	+	2
Koper	(Cu)	400	+ + +	1
Zink	(Zn)	750	+ +	5
Lood	(Pb)	500	+ + +	<1
Cadmium	(Cd)	1.5	+	<0,1
Kwik	(Hg)	0.5	+	<0,1
Arseen	(As)	12		<5
PAK				
PAK(10)-totaal		9,6	+	-
PAK(16)-totaal		13		-
Overige stoffen				
Minerale olie (C10-C40)		12000	+ +	<10

1. Diepte ten opzichte van onderkant voorziening.
2. Afwijkend humusgehalte, waarschijnlijk veroorzaakt door aanwezigheid van plastic. Het analyseren van een ander monster bleek niet mogelijk, omdat de boring gestaakt is op 20 cm (vanwege puin in de ondergrond).

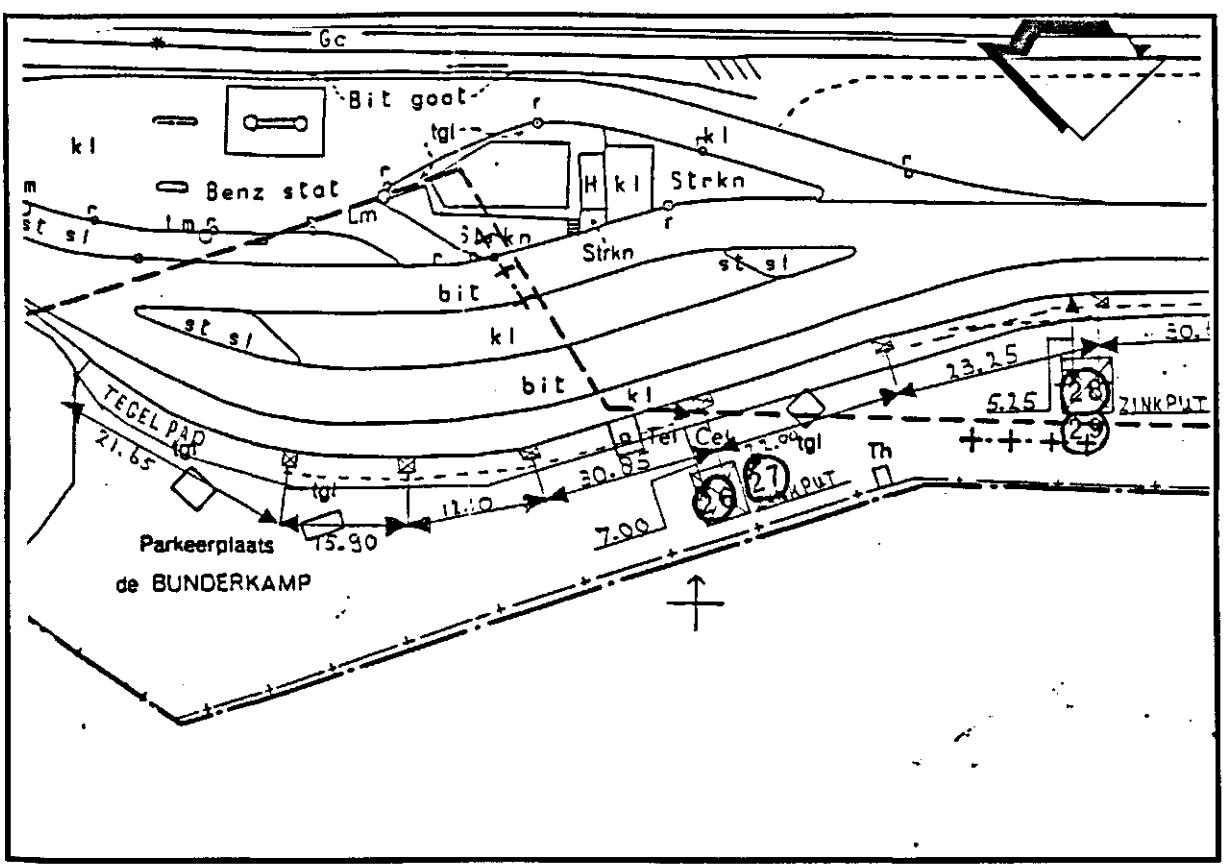
Tabel B10.12b Voorziening 12; Zakput 1 Parkeerplaats Buunderkamp (A12). Afgekoppeld oppervlak: parkeerplaats (asfalt) nabij snelweg. Overzicht van de gemeten concentraties in het grondwater zinkput en de bodem direct naast de put, inclusief toetsing (bemonstering op 19 oktober 1998).

		Concentraties (µg/l tenzij anders vermeld)
Situering		naast voorziening
Peilbuis		
Filterdiepte[1]		700 - 800 cm
Bemonsteringsdatum		19-10-1998
Metalen		
Chroom	(Cr)	<1
Nikkel	(Ni)	<1
Koper	(Cu)	5
Zink	(Zn)	16
Lood	(Pb)	<5
Cadmium	(Cd)	<0,1
Kwik	(Hg)	<0,03
Arseen	(As)	<0,5
Aromaten		
Benzeen		<0,1
Tolueen		<0,3
Ethylbenzeen		<0,1
Xyleen[2]		n.a.
Naftaleen		<0,1
Overig stoffen		
Minerale olie[3]	(µg/l)	<50

1. Diepte ten opzichte van maaiveld.
2. Som van para-, meta- en orthoxyleen.
3. De detectiegrens ligt voor deze stof(fen) hoger dan de streefwaarde. Toetsing aan de streefwaarde is derhalve niet mogelijk.



Regionale ligging onderzoekslocatie
(Bron: Stratenatlas Gelderland 1 : 40.000)



Locatieschets met boringen ㉖ ㉗ ㉘ ㉙

Voorziening 12

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 5,3 % Humus 46,0 %	Grond [mg/kg d.s.] S	T	I	Grondwater [µg/l] S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	36	52	67	10	35	60
cadmium (Cd)	1,4	11,4	21,4	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	61	146	230	1	16	30
koper (Cu)	46	144	242	15	45	75
kwik (Hg)	0,3	5,1	9,8	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	101	367	632	15	45	75
nikkel (Ni)	15	54	92	15	45	75
zink (Zn)	135	415	694	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,15	1,58	3,0	0,2	15	30
tolueen	0,15	195	390	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,15	75,1	150	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,15	37,6	75	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	3,0	62	120	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	15,0	30	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0030	15,0	30	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0030	1,50	3,0	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	22,50	45,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	6,00	12,0	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	22,50	45,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	1,50	3,00	-	10	20
trichlooretheen	0,0030	90,0	180,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,030	6,02	12,0	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	150	7575	15000	50	325	600

Voorziening 12

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 1,0 % Humus 0,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	15	22	29	10	35	60
cadmium (Cd)	0,4	3,3	6,2	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	52	125	198	1	16	30
koper (Cu)	16	49	82	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,5	6,7	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	51	185	318	15	45	75
nikkel (Ni)	11	39	66	15	45	75
zink (Zn)	53	163	273	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

Locatie 13: Zakput 2 parkeerplaats Buunderkamp (A12)

Tabel B10.13 Voorziening 13; Zakput Parkeerplaats Buunderkamp (A12). Afgekoppeld oppervlak: parkeerplaats (asfalt) nabij snelweg.Overzicht van de gemeten concentraties in het slib in de zinkput, de grond onder de sliblaag en de bodem direct naast de put, inclusief toetsing (bemonstering op 18 mei 1998).

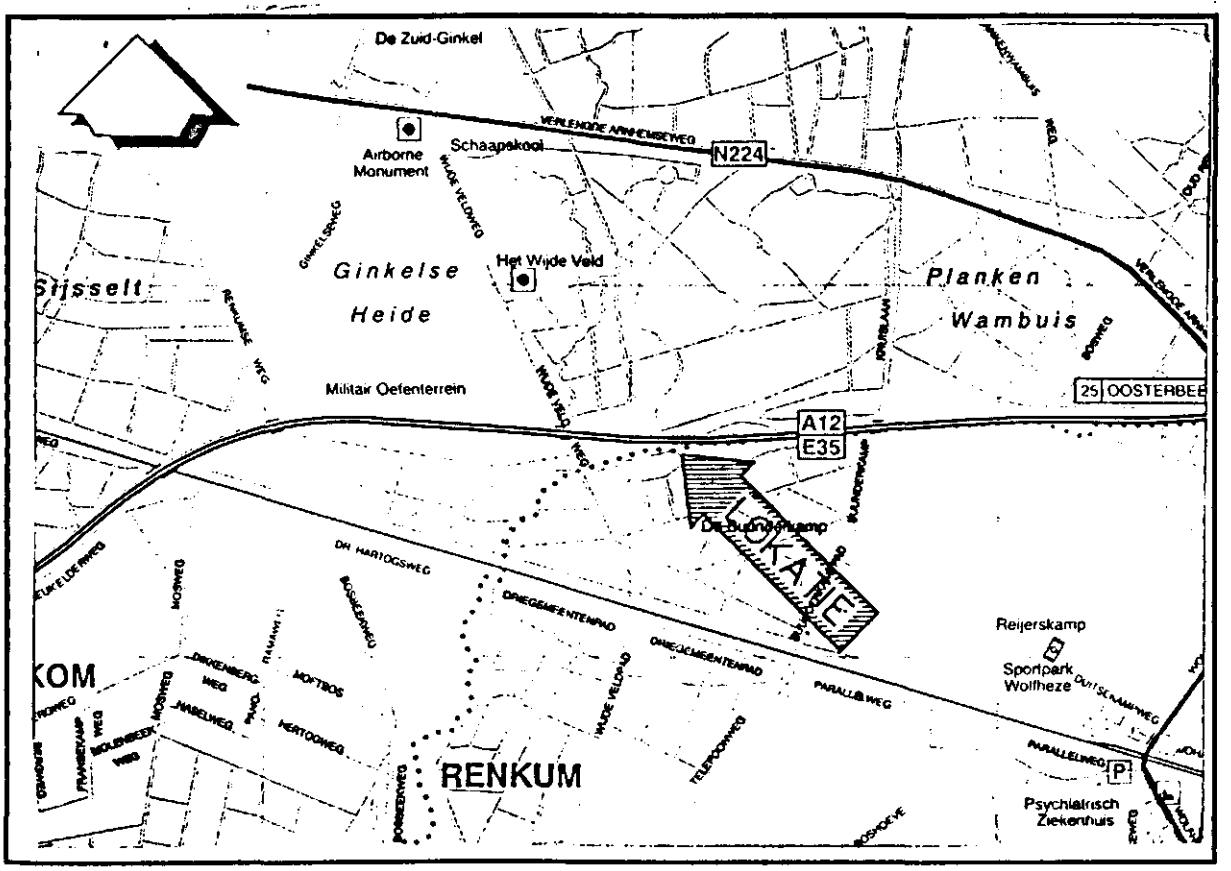
		Concentraties (mg/kg d.s.)					
		slib in zinkput		grond onder slib-laag		referentieboring naast put	
Diepte[1]		0-25 cm		25-50 cm		30-40 cm	
Textuur		matig grof zand		matig grof zand		matig grof zand	
Humusfractie		5,1		1		1	
Lutumfractie		7		1		0	
Metalen							
Chroom	(Cr)	22		2.5		2	
Nikkel	(Ni)	15	+	2.5		2.5	
Koper	(Cu)	320	+ + +	9		<1	
Zink	(Zn)	700	+ + +	9		4	
Lood	(Pb)	<5		<5		<5	
Cadmium	(Cd)	3	+	<0,1		<0.1	
Kwik	(Hg)	0,4	+	<0,1		<0,1	
Arseen	(As)	<5		<5		<5	
PAK							
PAK(10)-totaal		5,5		-		-	
PAK(16)-totaal		7,2		-		-	
Overige stoffen							
Minerale olie (C10-C40)		12000	+ + +	180	+	<10	

1 Diepte ten opzichte van onderkant voorziening.

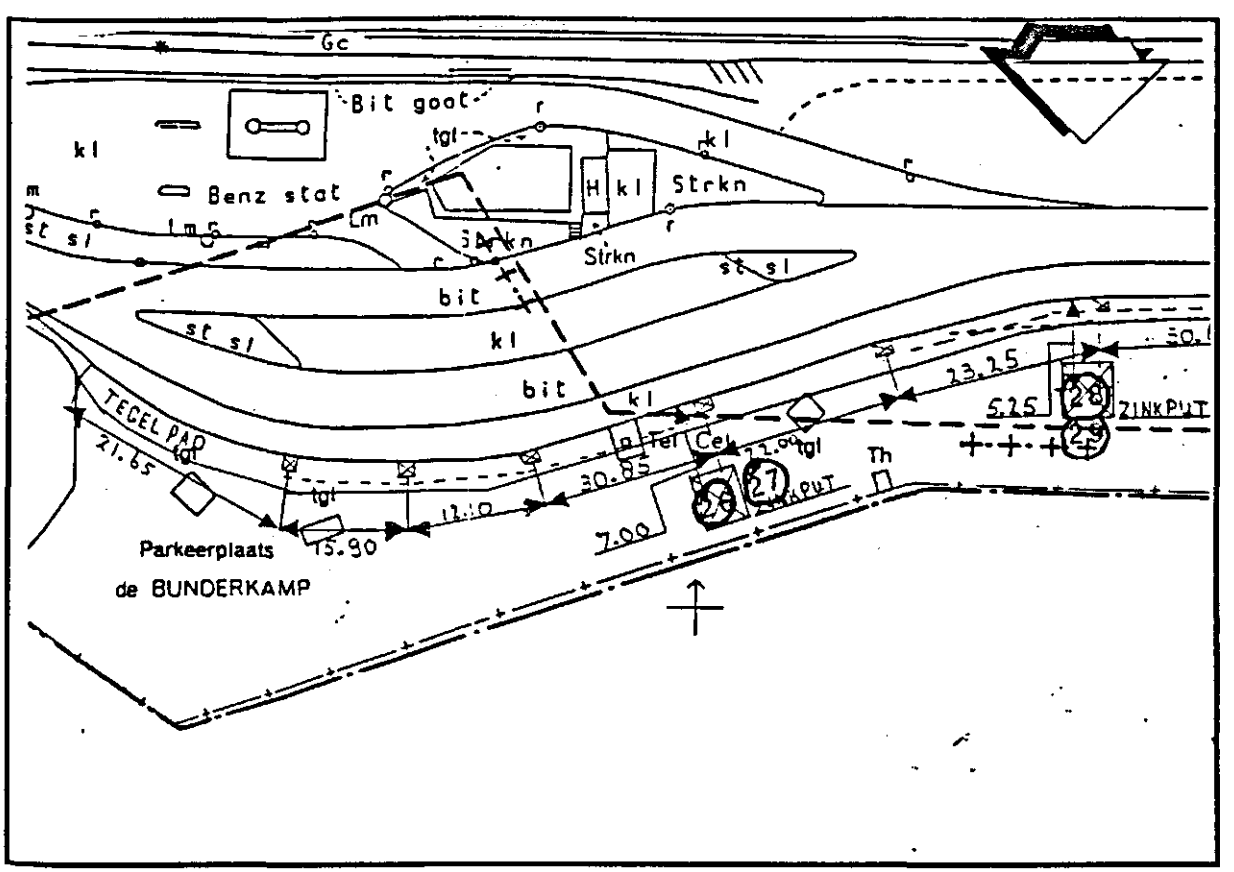
Tabel B10.13b Voorziening 13; Zakput Parkeerplaats Buunderkamp (A12). Afgekoppeld oppervlak: parkeerplaats (asfalt) nabij snelweg.Overzicht van de gemeten concentraties in het grondwater inclusief toetsing (bemonstering op 19 oktober 1998).

		Concentraties (µg/l tenzij anders vermeld)
Situering		naast voorziening
Peilbuis		13
Filterdiepte[1]		700 - 800 cm
Bemonsteringsdatum		19-10-1998
Metalen		
Chroom	(Cr)	<1
Nikkel	(Ni)	<1
Koper	(Cu)	5
Zink	(Zn)	13
Lood	(Pb)	<5
Cadmium	(Cd)	0,3
Kwik	(Hg)	<0,03
Arseen	(As)	<0,5
Aromaten		
Benzeen		<0,1
Tolueen		<0,2
Ethylbenzeen		<0,1
Xyleen[2]		n.a.
Naftaleen		<0,1
Overig stoffen		
Minerale olie[3]	(µg/l)	<50

1. Diepte ten opzichte van maaiveld.
2. Som van para-, meta- en orthoxyleen.
3. De detectiegrens ligt voor deze stof(fen) hoger dan de streefwaarde. Toetsing aan de streefwaarde is derhalve niet mogelijk.



Regionale ligging onderzoekslocatie
(Bron: Stratenatlas Gelderland 1 : 40.000)



Locatieschets met boringen ㉖ ㉗ ㉘ ㉙

Voorziening 13

S = Streefwaarde
T = *Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S + I)*
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 5,1 % Humus 7,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	20	29	38	10	35	60
cadmium (Cd)	0,6	4,8	8,9	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	60	145	229	1	16	30
koper (Cu)	22	70	117	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,9	7,6	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	62	225	387	15	45	75
nikkel (Ni)	15	53	91	15	45	75
zink (Zn)	76	233	390	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,04	0,37	0,7	0,2	15	30
tolueen	0,04	46	91	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,04	17,5	35	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,04	9,0	18	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,7	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	3,5	7	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0007	3,5	7	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0007	0,35	0,7	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	5,25	10,5	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	1,40	2,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	5,25	10,5	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,35	0,70	-	10	20
trichlooretheen	0,0007	21,0	42,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,007	1,40	2,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	35	1768	3500	50	325	600

Voorziening 13

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 1,0 % Humus 1,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	16	23	30	10	35	60
cadmium (Cd)	0,4	3,5	6,5	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	52	125	198	1	16	30
koper (Cu)	16	51	85	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,5	6,8	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	52	188	324	15	45	75
nikkel (Ni)	11	39	66	15	45	75
zink (Zn)	55	168	280	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

Voorziening 13

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

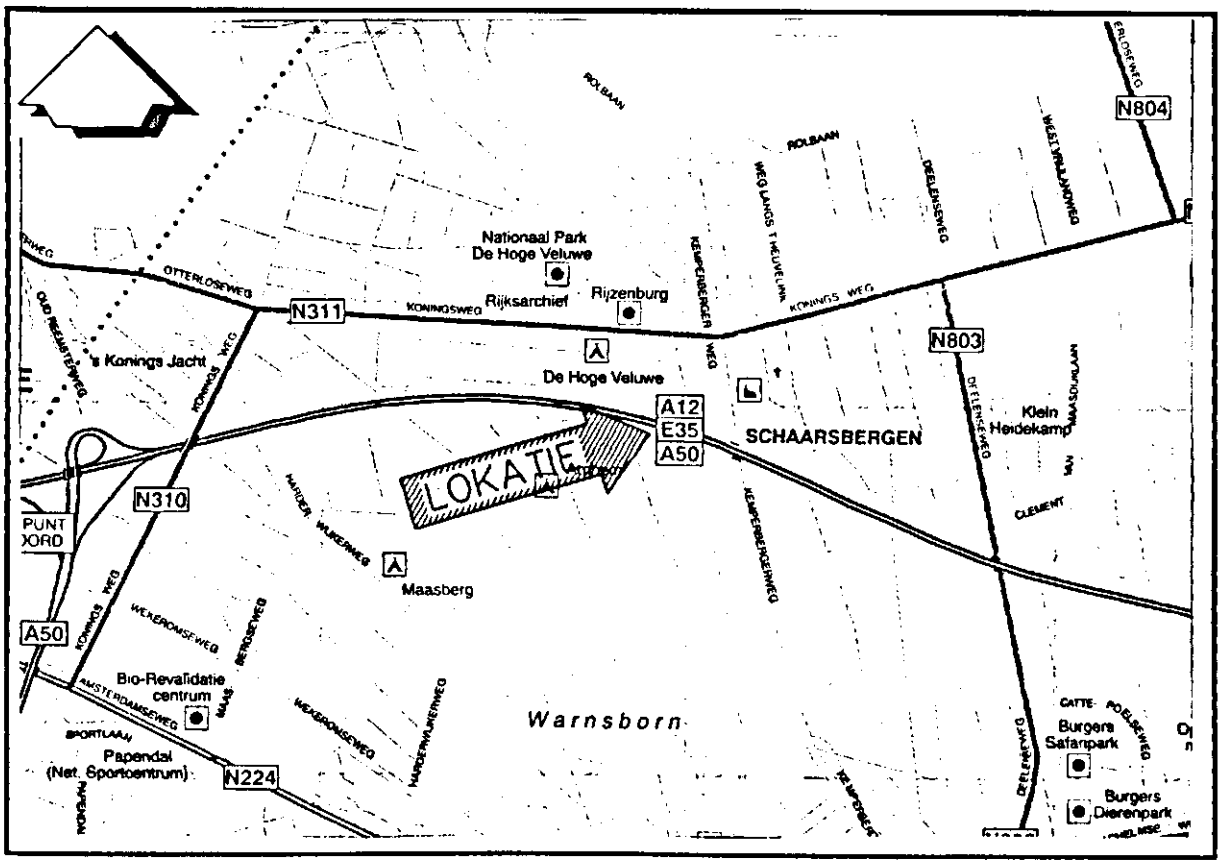
Lutum 1,0 % Humus 0,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	15	22	29	10	35	60
cadmium (Cd)	0,4	3,3	6,2	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	52	125	198	1	16	30
koper (Cu)	16	49	82	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,5	6,7	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	51	185	318	15	45	75
nikkel (Ni)	11	39	66	15	45	75
zink (Zn)	53	163	273	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis+trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

Locatie 14: Zakput langs de A12

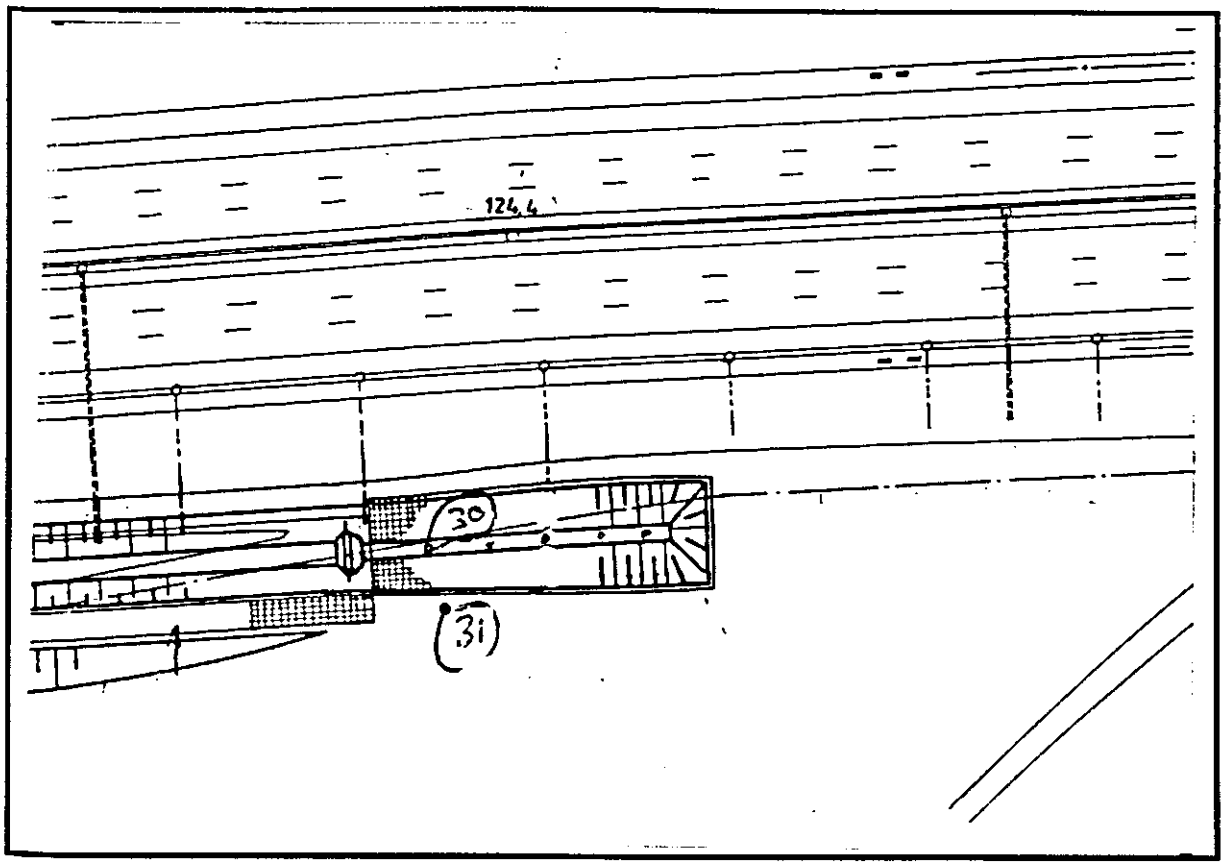
Tabel B10.14 Locatie 14; Infiltratiebassin nabij Kemperbergerweg (direct naast A12). Overzicht van de gemeten concentraties in de zinkput en de bodem direct naast de put, inclusief toetsing (bemonstering op 22 juni 1998).

		Concentraties (mg/kg d.s.)							
		slib in zinkput		grond onder slib-laag		ondergrond onder put		referentieboring naast put	
Diepte[1]		0-10 cm		10-20 cm		40-50		10-20 cm	
Textuur		matig grof zand-/slib-achtig materiaal		matig grof zand		matig grof zand		matig grof zand	
Humusfractie		3		1		0		0	
Lutumfractie		1,7		1		1		1	
Metalen									
Chroom	(Cr)	6		4,5		2		1	
Nikkel	(Ni)	5		5		3,5		1	
Koper	(Cu)	45	+	17	+	7		<0,5	
Zink	(Zn)	160	+	45		36		2	
Lood	(Pb)	70	+	31		9		<1	
Cadmium	(Cd)	0,2		<0,1		0,2		<0,1	
Kwik	(Hg)	<0,1		<0,1		0,2		<0,1	
Arseen	(As)	<5		<5		<5		<5	
PAK									
PAK(10)-totaal		0,2		0,2		<0,1		<0,1	
PAK(16)-totaal		0,2		0,25		<0,1		<0,1	
Overige stoffen									
Minerale olie (C10-C40)		610	+	290	+	66	+	<10	

[1] diepte ten opzichte van onderkant voorziening.



Regionale ligging onderzoekslocatie
(Bron: Stratenatlas Gelderland 1 : 40.000)



Locatieschets met boringen ㉚ ㉛

Voorziening 14

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 1,7 % Humus 3,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	17	25	32	10	35	60
cadmium (Cd)	0,5	3,9	7,3	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	53	128	203	1	16	30
koper (Cu)	18	56	94	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,6	7,0	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	55	198	341	15	45	75
nikkel (Ni)	12	41	70	15	45	75
zink (Zn)	60	184	307	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,02	0,16	0,3	0,2	15	30
tolueen	0,02	20	39	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,02	7,5	15	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,02	4,0	8	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,3	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,5	3	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0003	1,5	3	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0003	0,15	0,3	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	2,25	4,5	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,60	1,2	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	2,25	4,5	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,15	0,30	-	10	20
trichlooretheen	0,0003	9,0	18,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,003	0,60	1,2	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	15	758	1500	50	325	600

Voorziening 14

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S + I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 1,0 % Humus 1,0 %	Grond (mg/kg d.s.)			Grondwater (µg/l)		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	16	23	30	10	35	60
cadmium (Cd)	0,4	3,5	6,5	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	52	125	198	1	16	30
koper (Cu)	16	51	85	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,5	6,8	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	52	188	324	15	45	75
nikkel (Ni)	11	39	66	15	45	75
zink (Zn)	55	168	280	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

Voorziening 14

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

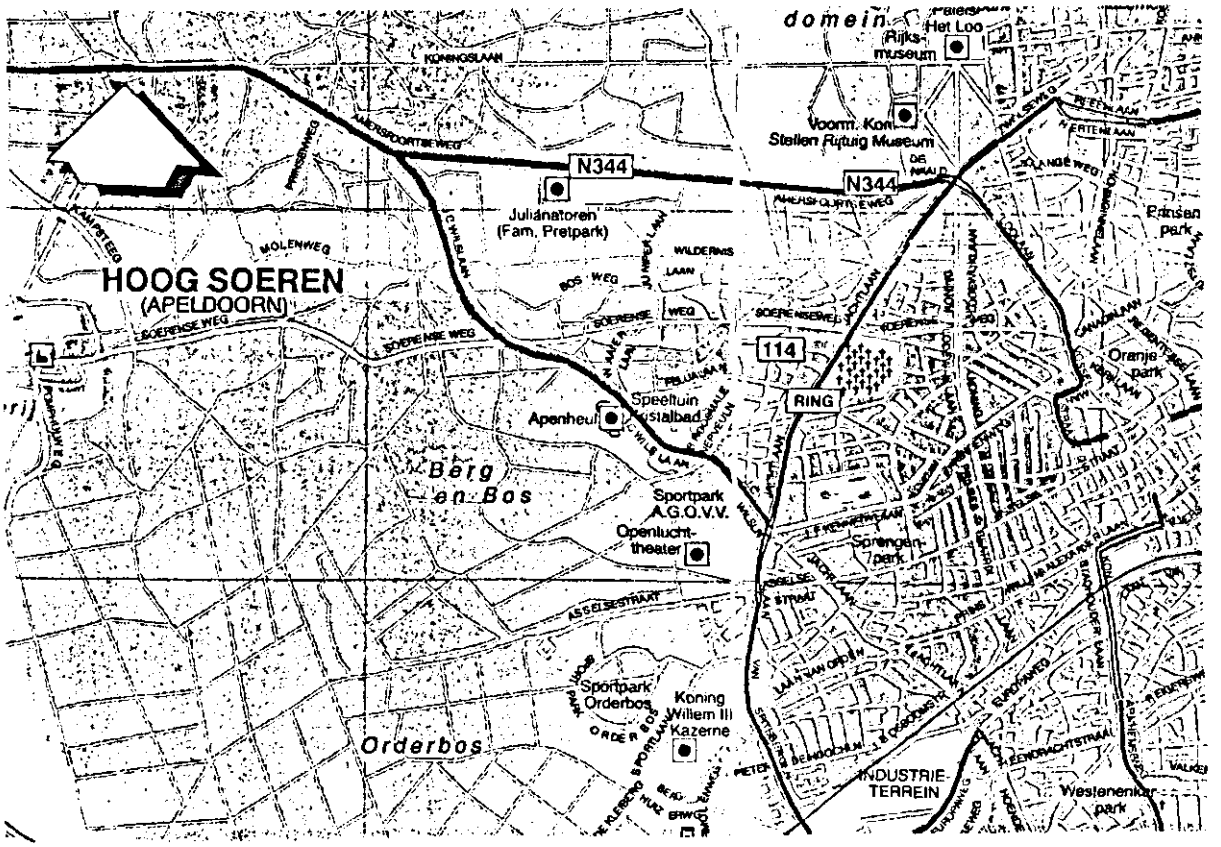
Lutum 1,0 % Humus 0,0 %	Grond (mg/kg d.s.)			Grondwater (µg/l)		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	15	22	29	10	35	60
cadmium (Cd)	0,4	3,3	6,2	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	52	125	198	1	16	30
koper (Cu)	16	49	82	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,5	6,7	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	51	185	318	15	45	75
nikkel (Ni)	11	39	66	15	45	75
zink (Zn)	53	163	273	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

Locatie 15: Koningin Julianatoren

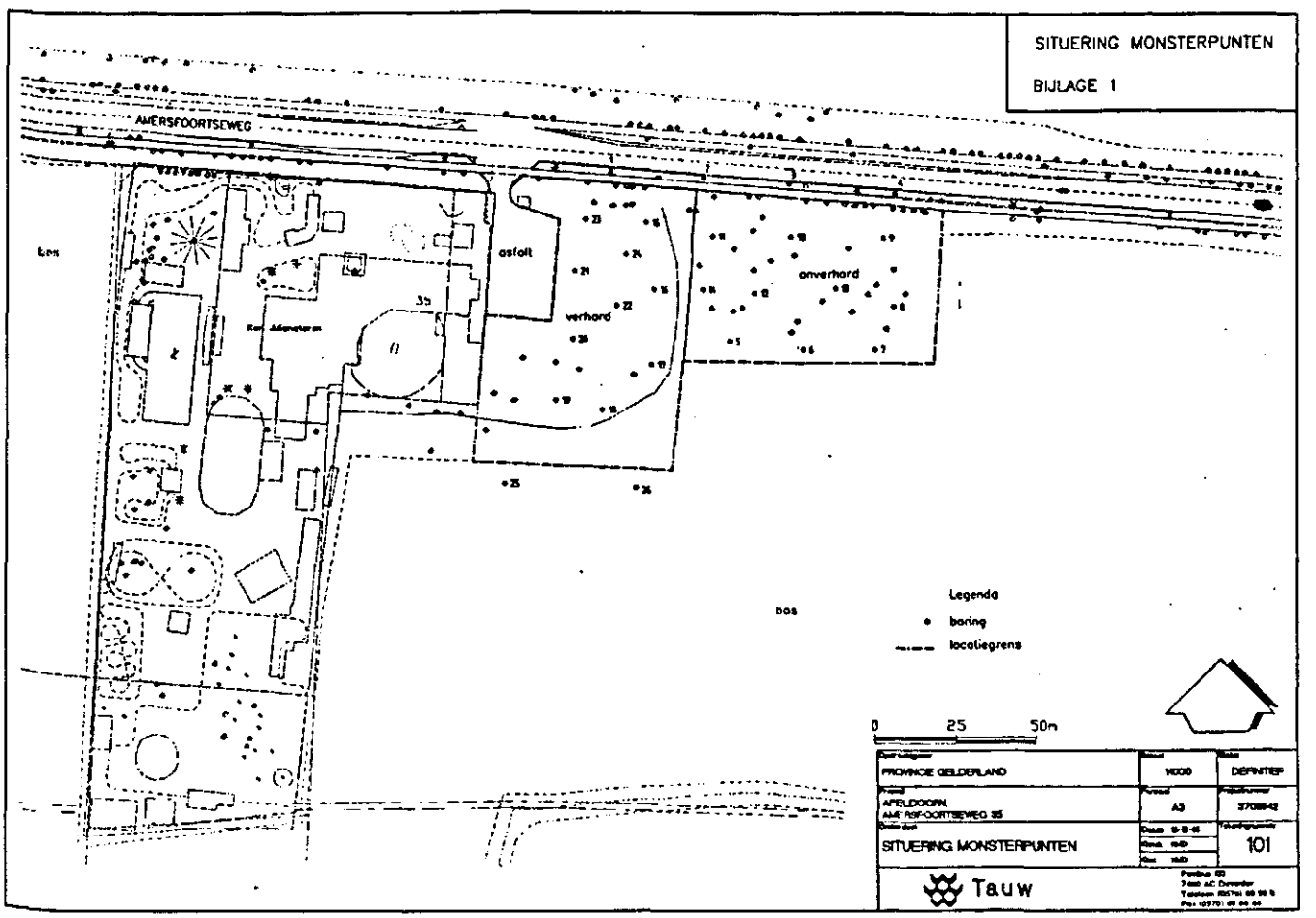
Tabel B10.15 Locatie 15; Parkeerterrein bij Koningin Julianatoren in Apeldoorn. Het terrein is verhard met puin-/asfaltgranulaat. Overzicht van de gemeten concentraties in de grond, inclusief toetsing (bemonstering op 2 december 1998).

		Concentraties (mg/kg d.s.)			
		Maaiveld		Grond onder parkeerterrein	Referentieboring
Diepte[1]		0-10 cm		40-50 cm	0-10 cm
Textuur		*matig grof zand/ puin*		*matig grof zand*	*matig grof zand*
Humusfractie		3,0		1,0	6,0
Lutumfractie		2,5		1,9	1,0
Metalen					
Chroom	(Cr)	7		6	3,0
Nikkel	(Ni)	10		6	2,0
Koper	(Cu)	20	+	1,5	2,0
Zink	(Zn)	60		9	9
Lood	(Pb)	55		3,0	13
Cadmium	(Cd)	0,2		< 0,1	< 0,1
Kwik	(Hg)	0,3	+	< 0,1	< 0,1
Arseen	(As)	< 5		6	< 5
PAK					
PAK(10)-totaal PAK(16)-totaal		9,6	+	n.a.	0,6
Overige stoffen					
Minerale olie (C10-C40)		170	+	< 10	15

1 Diepte ten opzichte van onderkant voorziening.



Regionale ligging onderzoekslocatie
(Bron: Stratenatlas Gelderland 1 : 40.000)



15 t/m 24 (0-10)

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 2,5 % Humus 3,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	17	25	33	10	35	60
cadmium (Cd)	0,5	3,9	7,3	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	55	132	209	1	16	30
koper (Cu)	18	58	97	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,7	7,1	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	56	201	346	15	45	75
nikkel (Ni)	13	44	75	15	45	75
zink (Zn)	62	191	319	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,02	0,16	0,3	0,2	15	30
tolueen	0,02	20	39	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,02	7,5	15	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,02	4,0	8	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,3	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,5	3	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0003	1,5	3	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0003	0,15	0,3	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	2,25	4,5	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,60	1,2	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	2,25	4,5	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis+trans)	-	0,15	0,30	-	10	20
trichlooretheen	0,0003	9,0	18,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,003	0,60	1,2	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	15	758	1500	50	325	600

15 t/m 24 (40-50)

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 1,9 % Humus 1,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	16	24	31	10	35	60
cadmium (Cd)	0,4	3,5	6,6	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	54	129	204	1	16	30
koper (Cu)	17	53	88	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,6	6,9	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	53	192	330	15	45	75
nikkel (Ni)	12	42	71	15	45	75
zink (Zn)	57	176	294	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis+trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

25 en 26 (0-10)

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

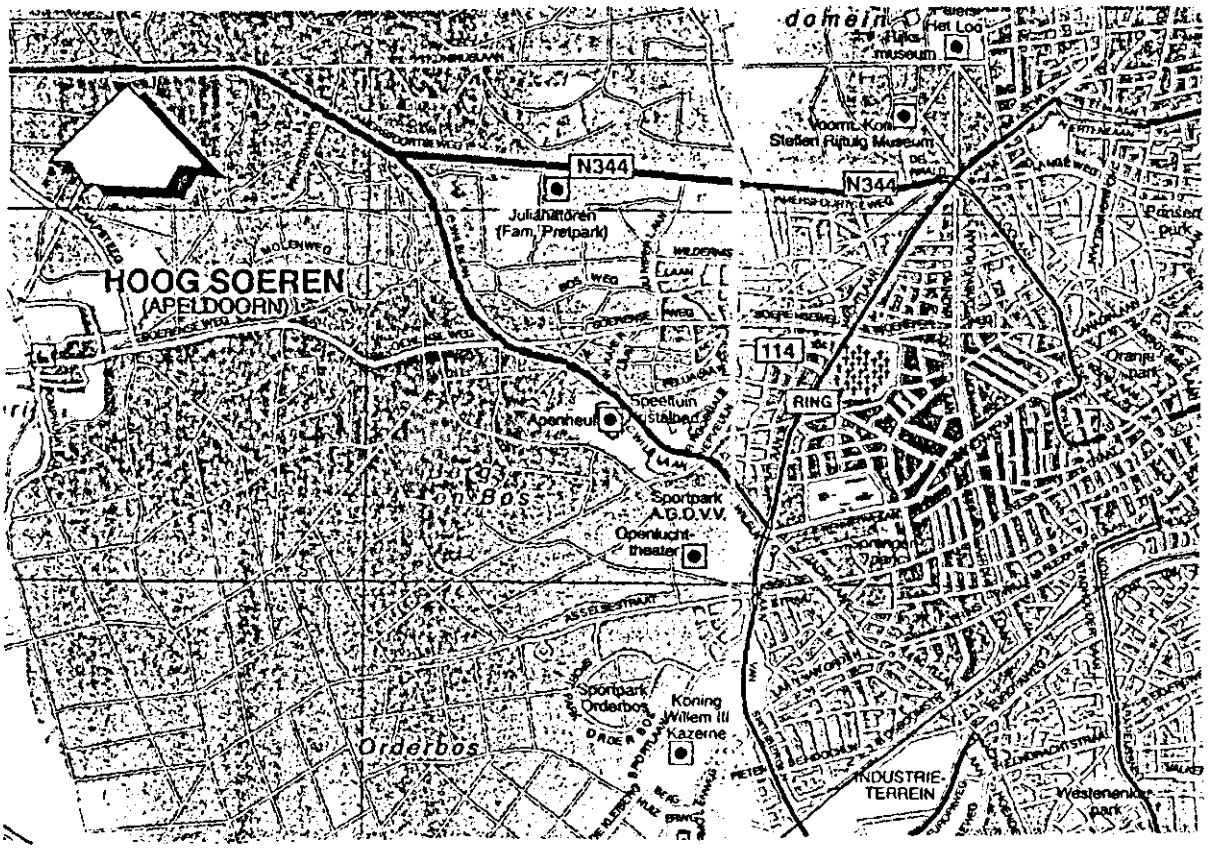
Lutum 1,0 % Humus 6,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	18	26	34	10	35	60
cadmium (Cd)	0,5	4,3	8,1	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	52	125	198	1	16	30
koper (Cu)	19	60	101	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,7	7,1	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	57	206	355	15	45	75
nikkel (Ni)	11	39	66	15	45	75
zink (Zn)	62	191	319	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,03	0,32	0,6	0,2	15	30
tolueen	0,03	39	78	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,03	15,0	30	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,03	7,5	15	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,6	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	3,0	6	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0006	3,0	6	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0006	0,30	0,6	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	4,50	9,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	1,20	2,4	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	4,50	9,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,30	0,60	-	10	20
trichlooretheen	0,0006	18,0	36,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,006	1,20	2,4	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	30	1515	3000	50	325	600

Locatie 16: Koningin Julianatoren

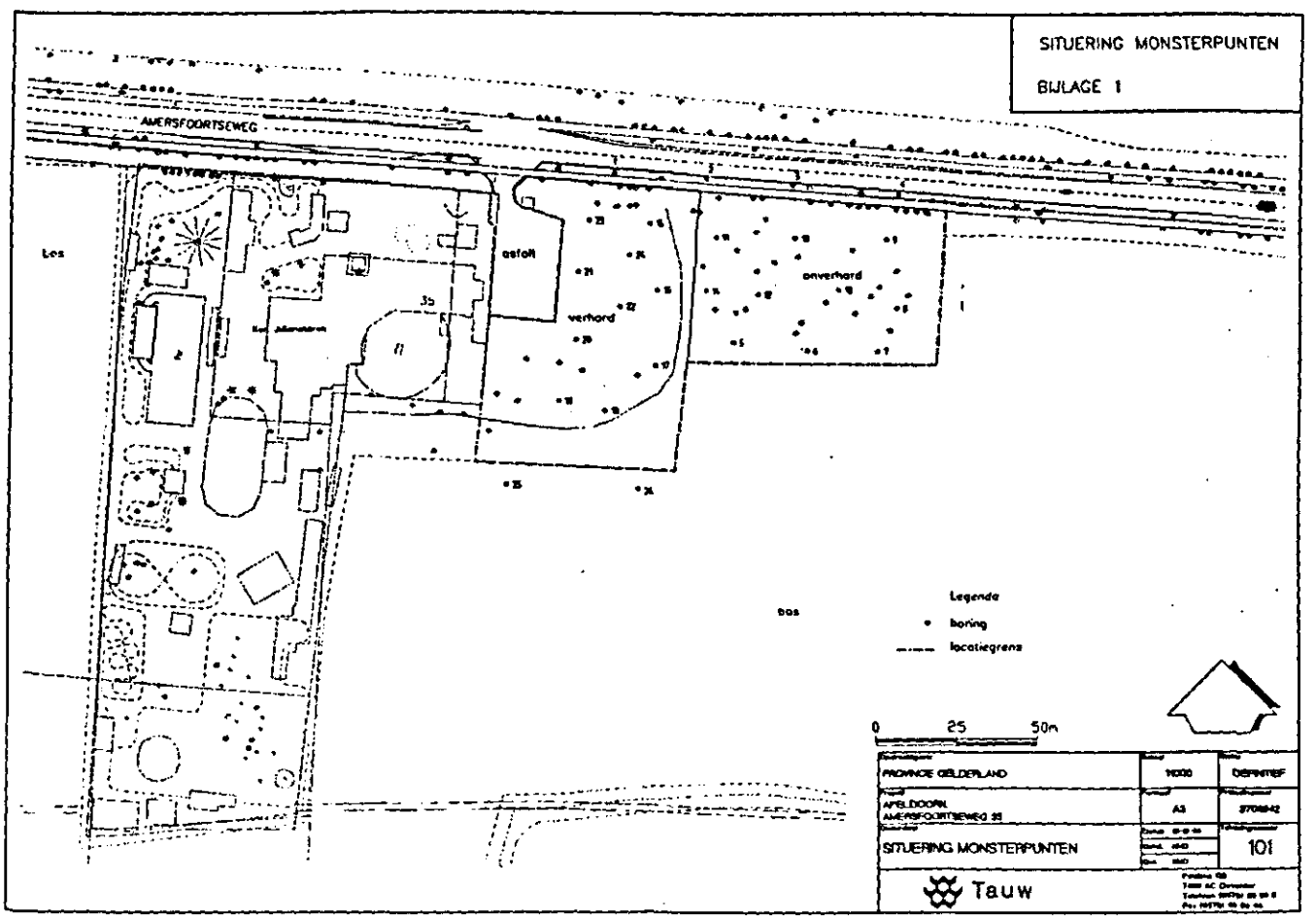
Tabel B10.16 Locatie 16; Parkeerterrein bij Koningin Julianatoren in Apeldoorn. Het terrein is onverhard. Overzicht van de gemeten concentraties in de grond, inclusief toetsing (*bemonstering op 2 december 1998*).

		Concentraties (mg/kg d.s.)			
		Maaiveld		Grond onder parkeerterrein	Referentieboring
Diepte[1]		0-15 cm		40-50 cm	0-10 cm
Textuur		matig grof zand		matig grof zand	matig grof zand
Humusfractie		4,0		1,0	6,0
Lutumfractie		1,3		2,8	1,0
Metalen					
Chroom	(Cr)	5,0		4,0	3,0
Nikkel	(Ni)	3,5		5	2,0
Koper	(Cu)	24	+	3,0	2,0
Zink	(Zn)	15		12	9
Lood	(Pb)	19		4,0	13
Cadmium	(Cd)	0,1		< 0,1	< 0,1
Kwik	(Hg)	< 0,1		< 0,1	< 0,1
Arseen	(As)	< 5		< 5	< 5
PAK					
PAK(10)-totaal PAK(16)-totaal		0,45	+	n.a.	0,6
Overige stoffen					
Minerale olie (C10-C40)		< 10		< 10	15

1 Diepte ten opzichte van onderkant voorziening.



Regionale ligging onderzoekslocatie
(Bron: Stratenatlas Gelderland 1 : 40.000)



5 t/m 14 (0-15)

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 1,3 % Humus 4,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	17	25	32	10	35	60
cadmium (Cd)	0,5	4,0	7,5	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	53	127	200	1	16	30
koper (Cu)	18	57	96	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,6	7,0	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	55	200	345	15	45	75
nikkel (Ni)	11	40	68	15	45	75
zink (Zn)	60	184	308	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,02	0,21	0,4	0,2	15	30
tolueen	0,02	26	52	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,02	10,0	20	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,02	5,0	10	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,4	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	2,0	4	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0004	2,0	4	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0004	0,20	0,4	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	3,00	6,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,80	1,6	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	3,00	6,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis+trans)	-	0,20	0,40	-	10	20
trichlooretheen	0,0004	12,0	24,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,004	0,80	1,6	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	20	1010	2000	50	325	600

5 t/m 14 (40-50)

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 2,8 % Humus 1,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	17	24	31	10	35	60
cadmium (Cd)	0,4	3,6	6,7	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	56	134	211	1	16	30
koper (Cu)	17	54	91	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,6	7,0	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	54	195	335	15	45	75
nikkel (Ni)	13	45	77	15	45	75
zink (Zn)	60	184	308	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,01	0,11	0,2	0,2	15	30
tolueen	0,01	13	26	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,01	5,0	10	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,01	2,5	5	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,2	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	1,0	2	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0002	1,0	2	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0002	0,10	0,2	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	1,50	3,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,40	0,8	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	1,50	3,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis+trans)	-	0,10	0,20	-	10	20
trichlooretheen	0,0002	6,0	12,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,002	0,40	0,8	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	10	505	1000	50	325	600

25 en 26 (0-10)

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

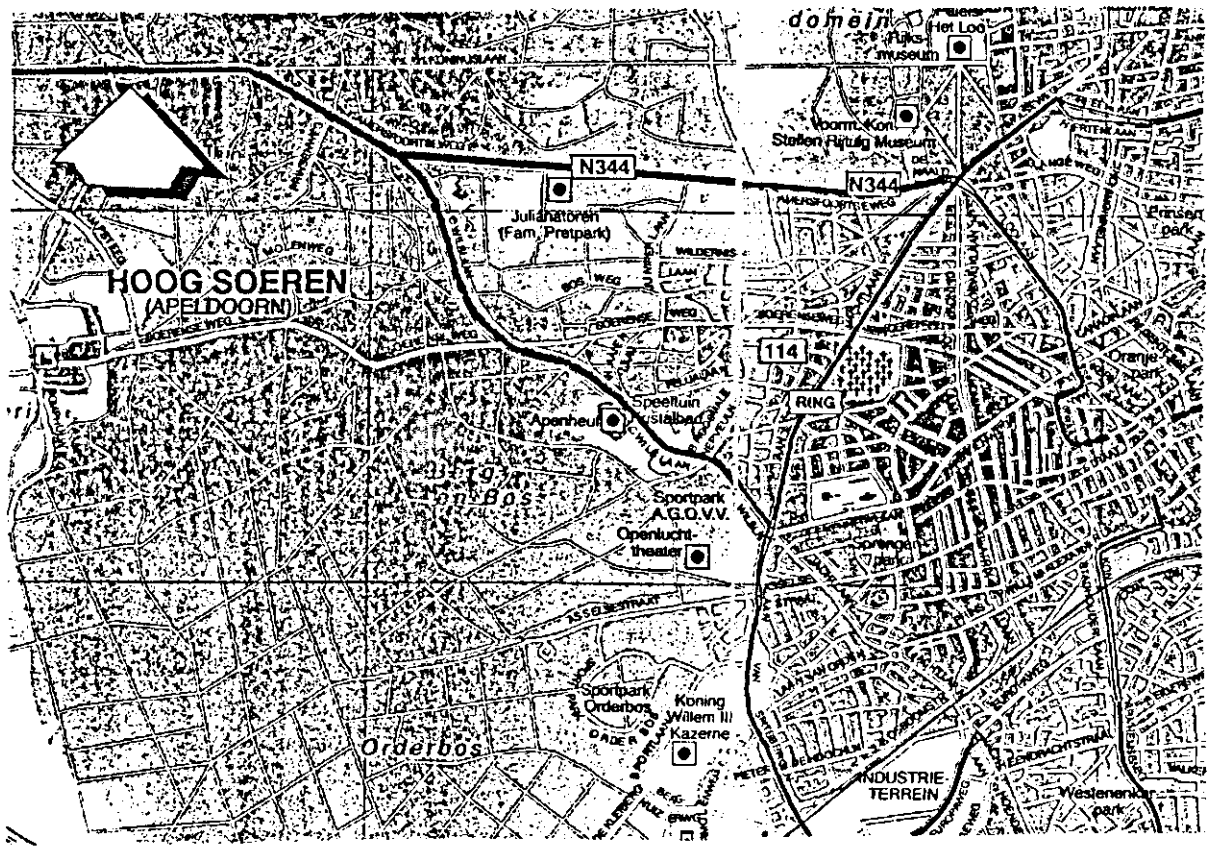
Lutum 1,0 % Humus 6,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	18	26	34	10	35	60
cadmium (Cd)	0,5	4,3	8,1	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	52	125	198	1	16	30
koper (Cu)	19	60	101	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,7	7,1	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	57	206	355	15	45	75
nikkel (Ni)	11	39	66	15	45	75
zink (Zn)	62	191	319	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,03	0,32	0,6	0,2	15	30
tolueen	0,03	39	78	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,03	15,0	30	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,03	7,5	15	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,6	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	3,0	6	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0006	3,0	6	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0006	0,30	0,6	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	4,50	9,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	1,20	2,4	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	4,50	9,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,30	0,60	-	10	20
trichlooretheen	0,0006	18,0	36,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,006	1,20	2,4	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	30	1515	3000	50	325	600

Locatie 17: Koningin Julianatoren

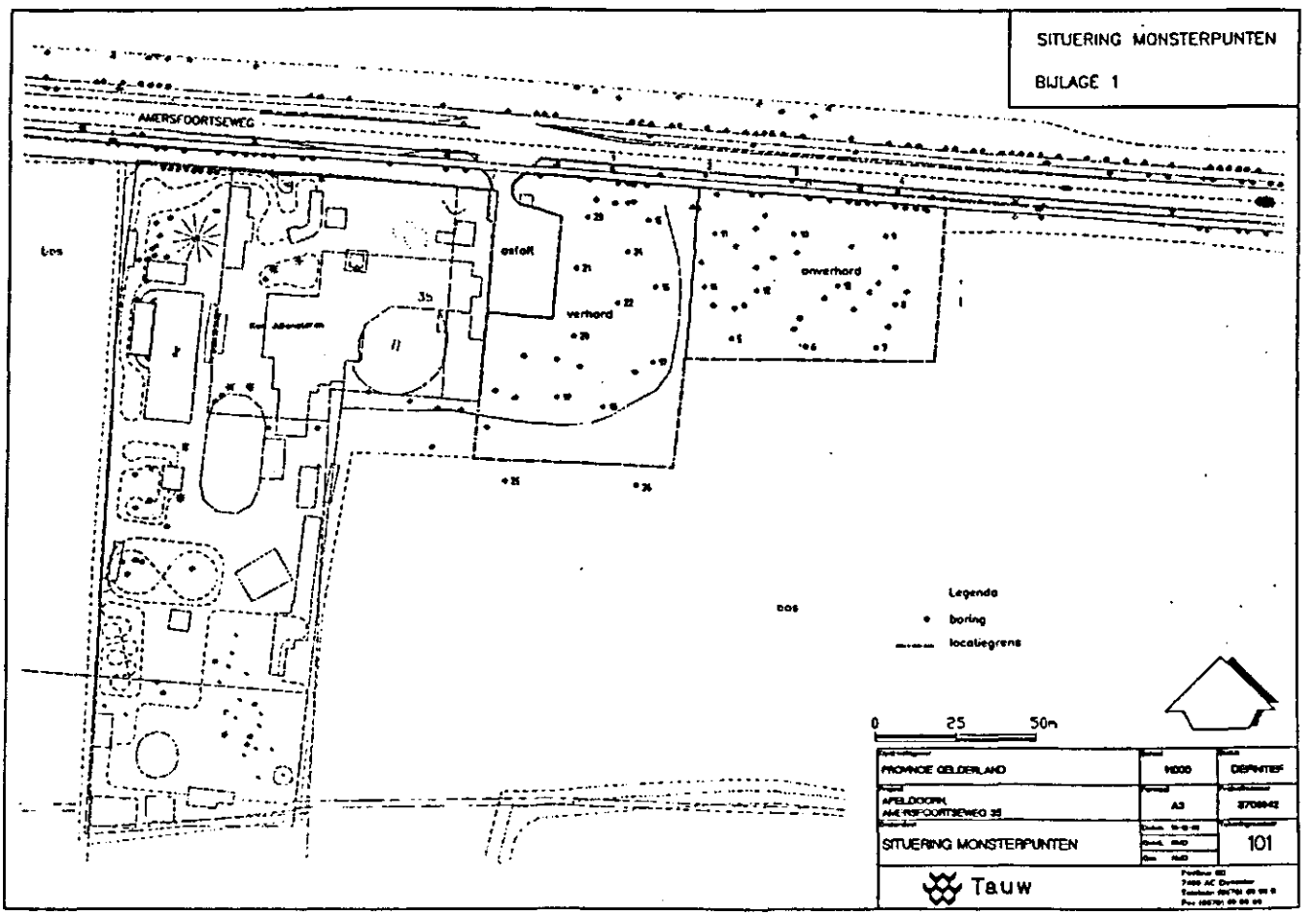
Tabel B10.17 Locatie 17; Berm tussen Amersfoortseweg en Koningin Julianatoren. Overzicht van de gemeten concentraties in de grond, inclusief toetsing (bemonstering op 2 december 1998).

		Concentraties (mg/kg d.s.)			
		Maaiveld		Referentieboring	
Diepte[1]		0-10 cm		0-10 cm	
Textuur		*matig grof zand*		*matig grof zand*	
Humusfractie		4,0		6,0	
Lutumfractie		2,5		1,0	
Metalen					
Chroom	(Cr)	7		3,0	
Nikkel	(Ni)	6		2,0	
Koper	(Cu)	13		2,0	
Zink	(Zn)	24		9	
Lood	(Pb)	42		13	
Cadmium	(Cd)	0,1		< 0,1	
Kwik	(Hg)	< 0,1		< 0,1	
Arseen	(As)	< 5		< 5	
PAK					
PAK(10)-totaal PAK(16)-totaal		5,4	+	0,6	
Overige stoffen					
Minerale olie (C10-C40)		34	+	15	

1 Diepte ten opzichte van onderkant voorziening.



Regionale ligging onderzoekslocatie
(Bron: Stratenatlas Gelderland 1 : 40.000)



1 t/m 4 (0-10)

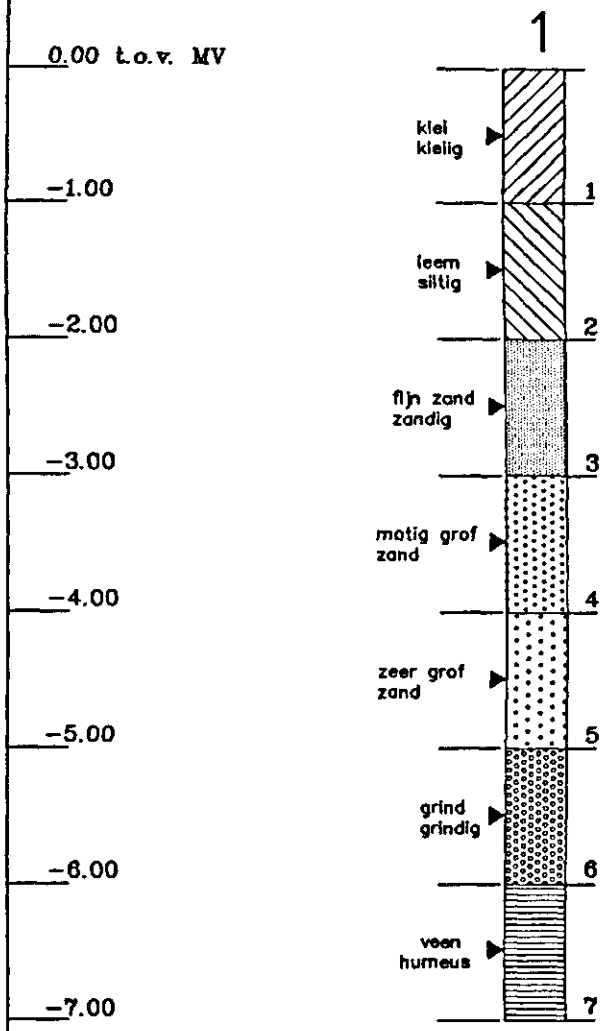
S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S + I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

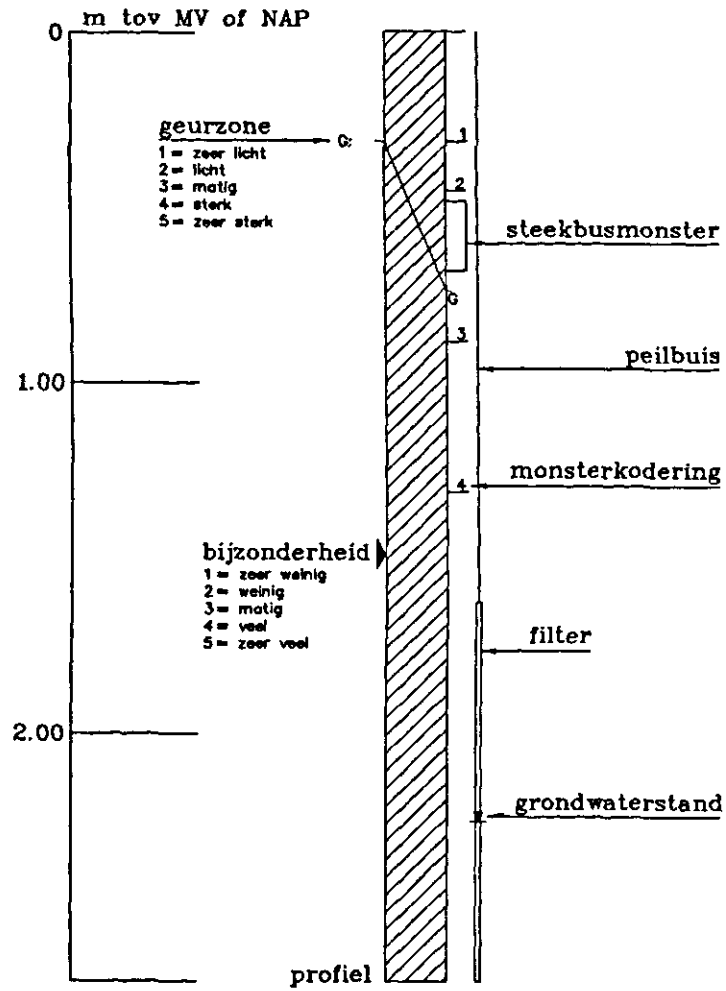
Lutum 2,3 % Humus 4,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	18	26	33	10	35	60
cadmium (Cd)	0,5	4,1	7,6	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	55	131	207	1	16	30
koper (Cu)	19	59	99	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,7	7,1	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	56	204	351	15	45	75
nikkel (Ni)	12	43	74	15	45	75
zink (Zn)	63	193	323	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,02	0,21	0,4	0,2	15	30
tolueen	0,02	26	52	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,02	10,0	20	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,02	5,0	10	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,4	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	2,0	4	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0004	2,0	4	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0004	0,20	0,4	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	3,00	6,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	0,80	1,6	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	3,00	6,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,20	0,40	-	10	20
trichlooretheen	0,0004	12,0	24,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,004	0,80	1,6	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	20	1010	2000	50	325	600

25 en 26 (0-10)

S = Streefwaarde
T = Toetsingswaarde voor nader onderzoek, ½(S+I)
I = Interventiewaarde
(onderstreept = indicatief niveau)

Lutum 1,0 % Humus 6,0 %	Grond [mg/kg d.s.]			Grondwater [µg/l]		
	S	T	I	S	T	I
I METALEN						
arseen (As)	18	26	34	10	35	60
cadmium (Cd)	0,5	4,3	8,1	0,4	3,2	6
chroom (Cr)	52	125	198	1	16	30
koper (Cu)	19	60	101	15	45	75
kwik (Hg)	0,2	3,7	7,1	0,05	0,18	0,3
lood (Pb)	57	206	355	15	45	75
nikkel (Ni)	11	39	66	15	45	75
zink (Zn)	62	191	319	65	433	800
III AROMATISCHE VERBINDINGEN						
benzeen	0,03	0,32	0,6	0,2	15	30
tolueen	0,03	39	78	0,2	500	1000
ethylbenzeen	0,03	15,0	30	0,2	75	150
xylenen (som) 1)	0,03	7,5	15	0,2	35	70
IV POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	-	-	-	0,1	35	70
PAK (som 10) 4)	0,6	20	40	-	-	-
V GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN						
dichloormethaan	d	3,0	6	0,01	500	1000
trichloormethaan	0,0006	3,0	6	0,01	200	400
tetrachloormethaan	0,0006	0,30	0,6	0,01	5	10
1,1-dichloorethaan	-	4,50	9,0	-	450	900
1,2-dichloorethaan	-	1,20	2,4	0,01	200	400
1,1,1-trichloorethaan	-	4,50	9,0	-	150	300
1,1,2-trichloorethaan 5)	-	25	50	-	750	1500
1,2-dichlooretheen (cis + trans)	-	0,30	0,60	-	10	20
trichlooretheen	0,0006	18,0	36,0	0,01	250	500
tetrachlooretheen	0,006	1,20	2,4	0,01	20	40
VII OVERIGE VERONTREINIGINGEN						
minerale olie	30	1515	3000	50	325	600

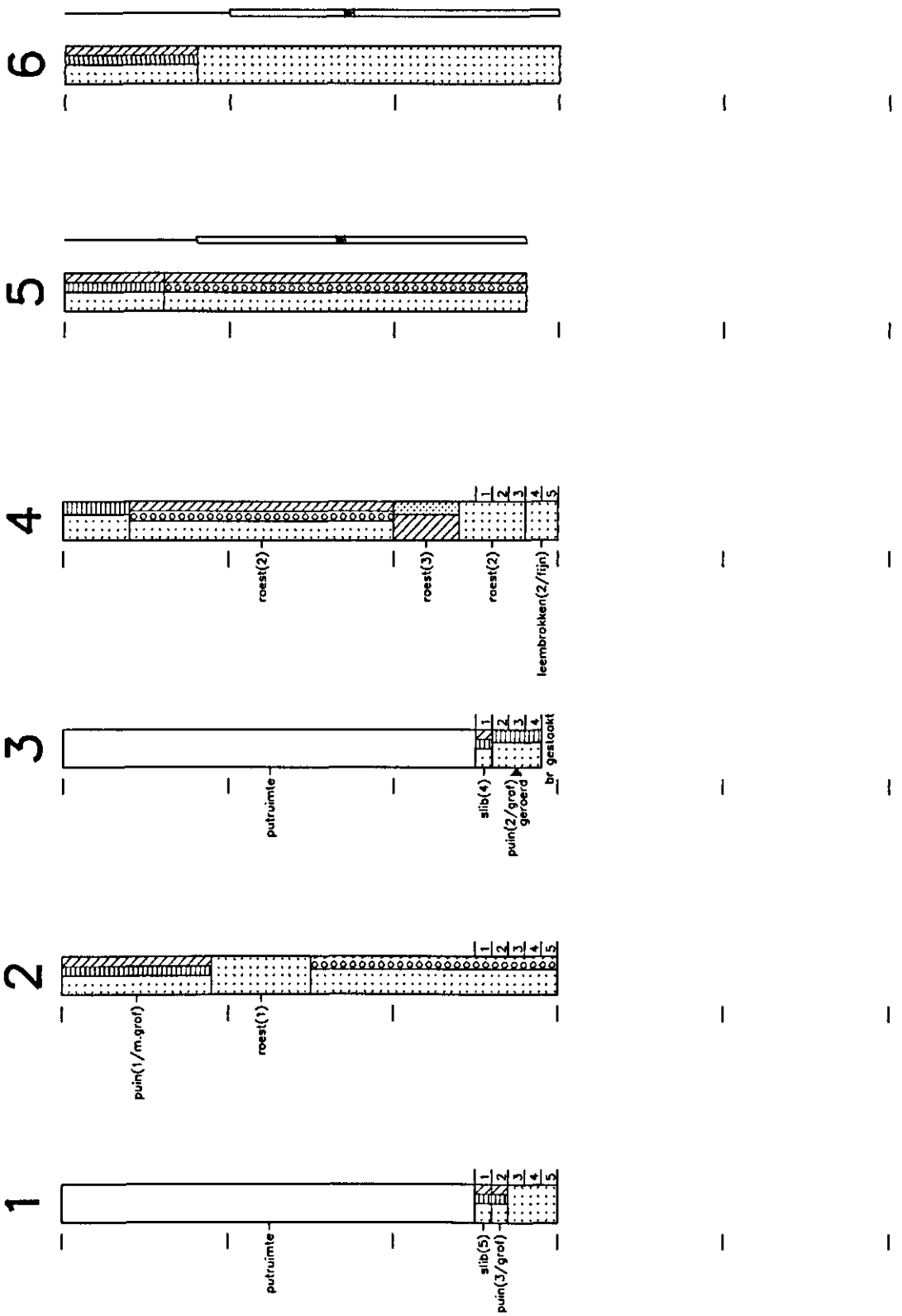


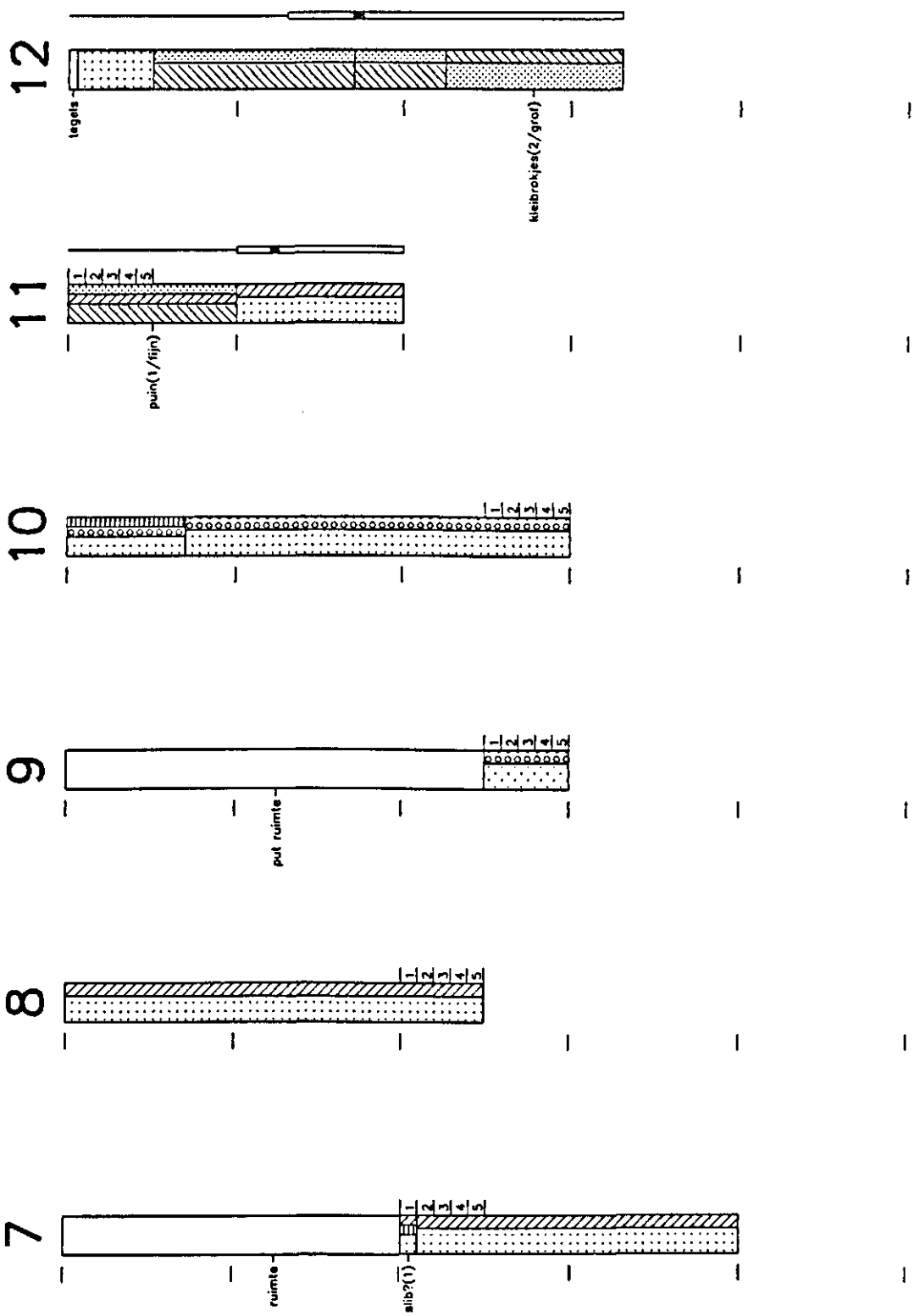


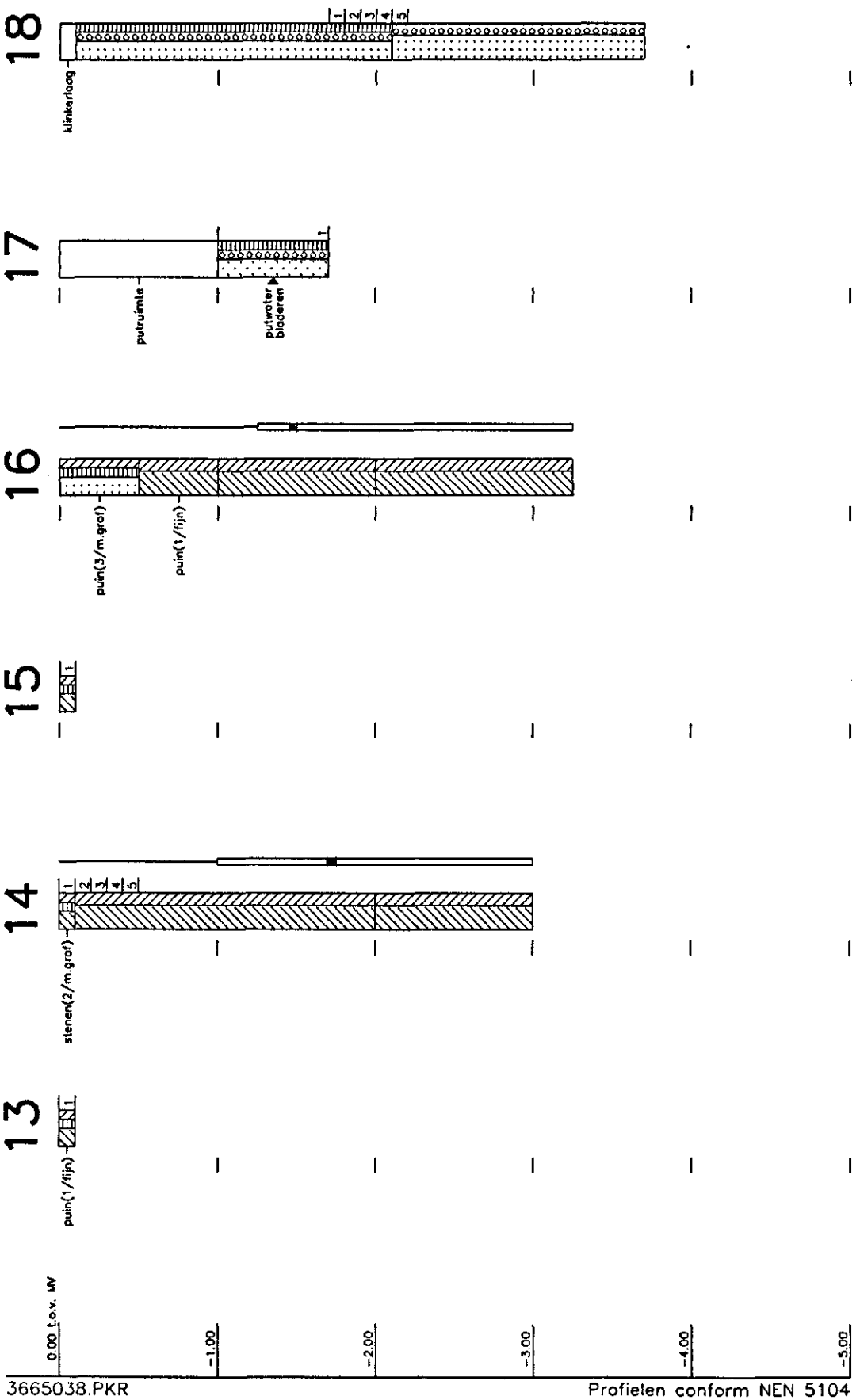
TauwMilieu
Postbus 133, 7400 AC Deventer

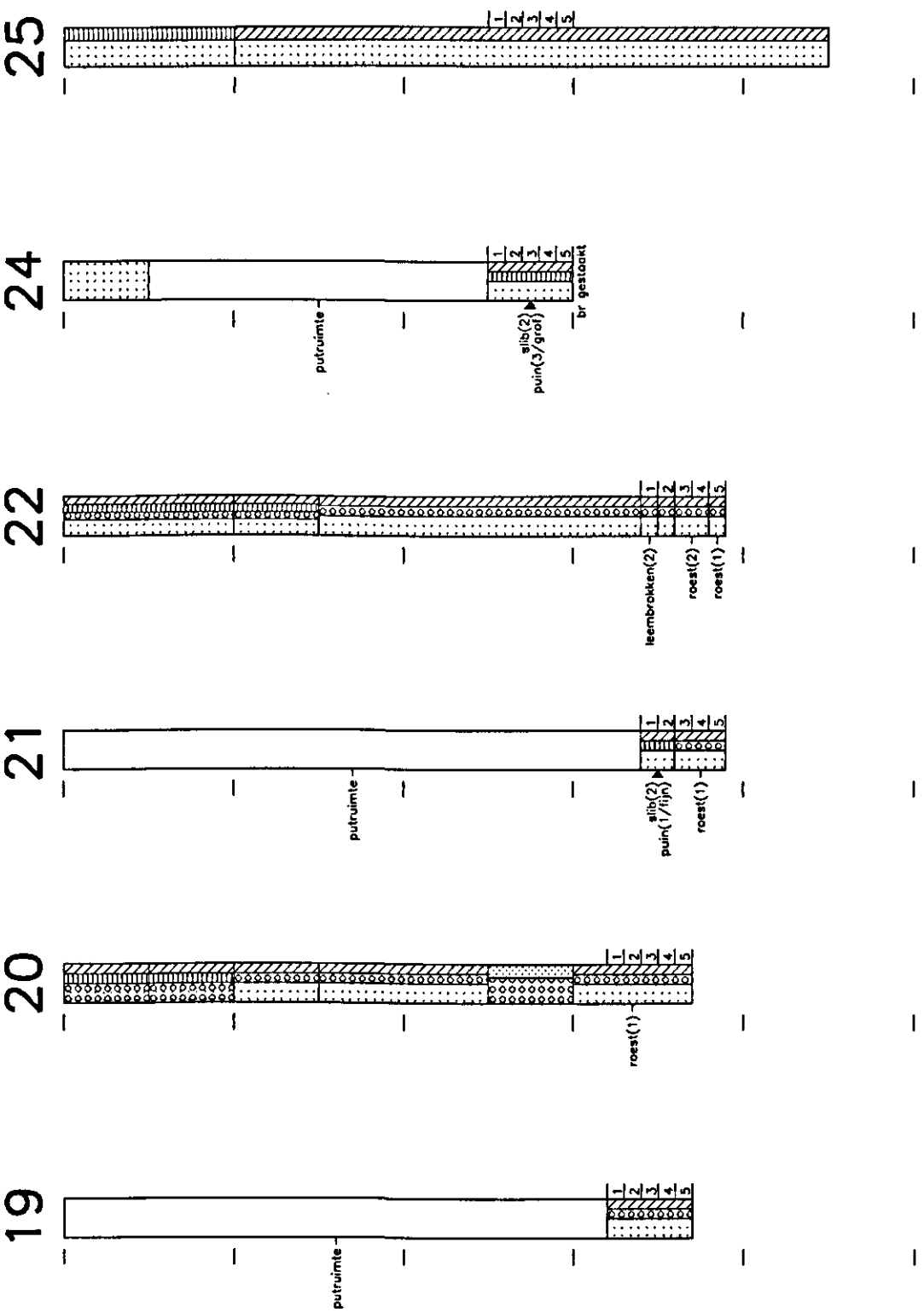
Legenda Bodemprofielen

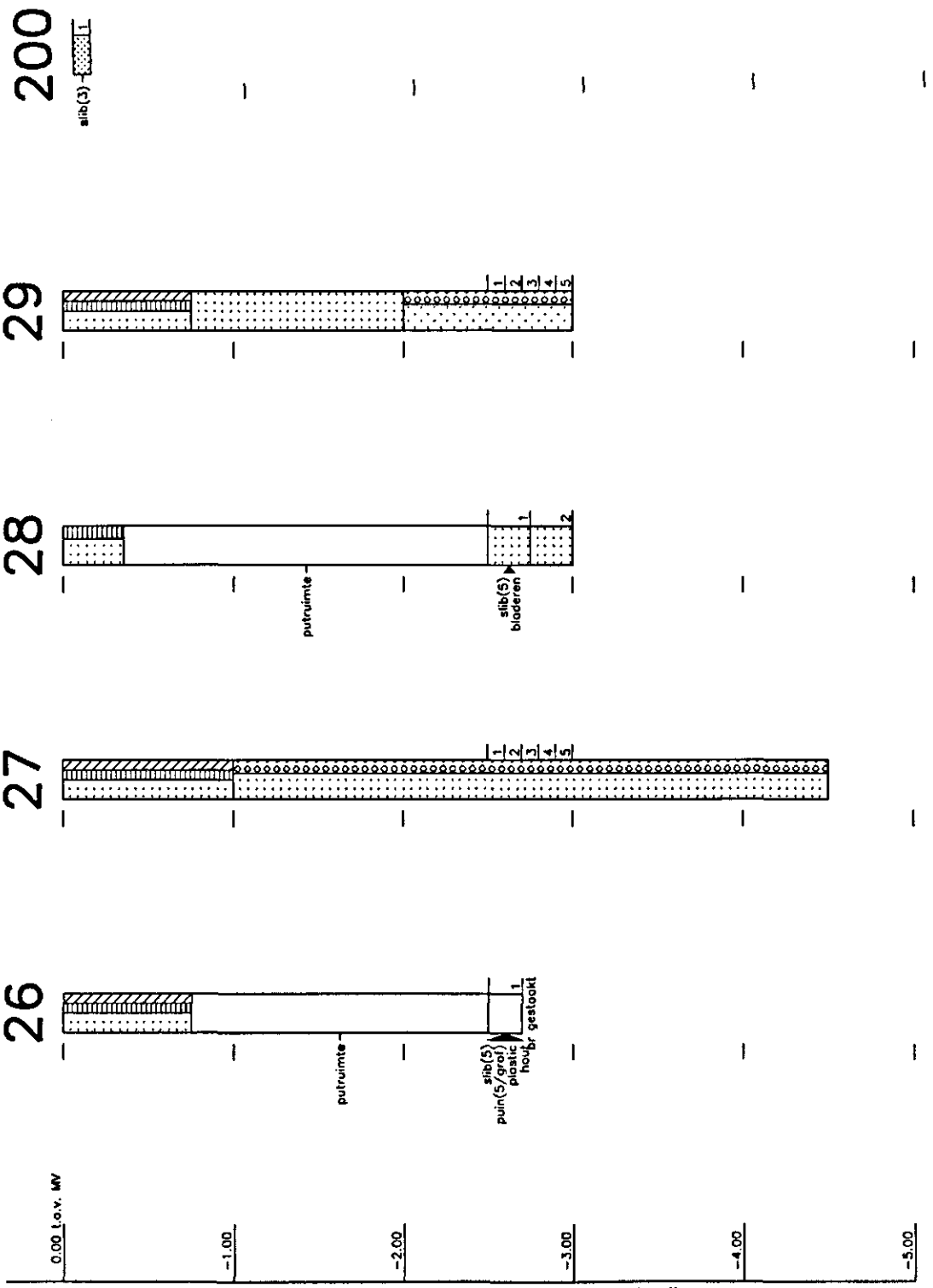
21210067OF7T

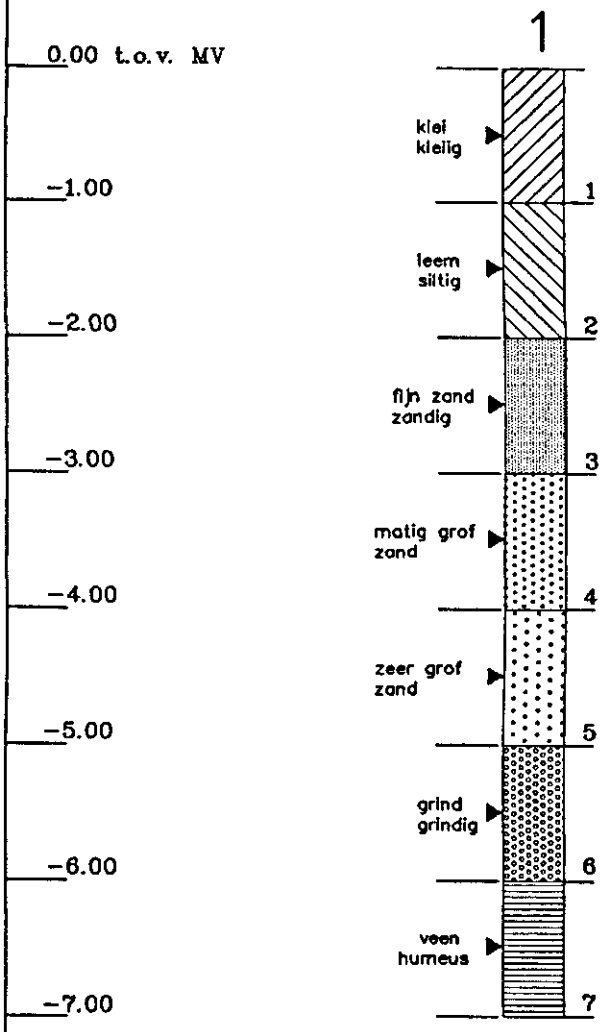

6
5
4
roest(2)
roest(3)
roest(2)
leembrokken(2/fijn)
3
putruimte
slib(4)
puin(2/grof) geroerd
br gesloopt
2
puin(1/m.grof)
roest(1)
1
putruimte
slib(5)
puin(3/grof)
0.00 t.o.v. MV
-1.00
-2.00
-3.00
-4.00
-5.00

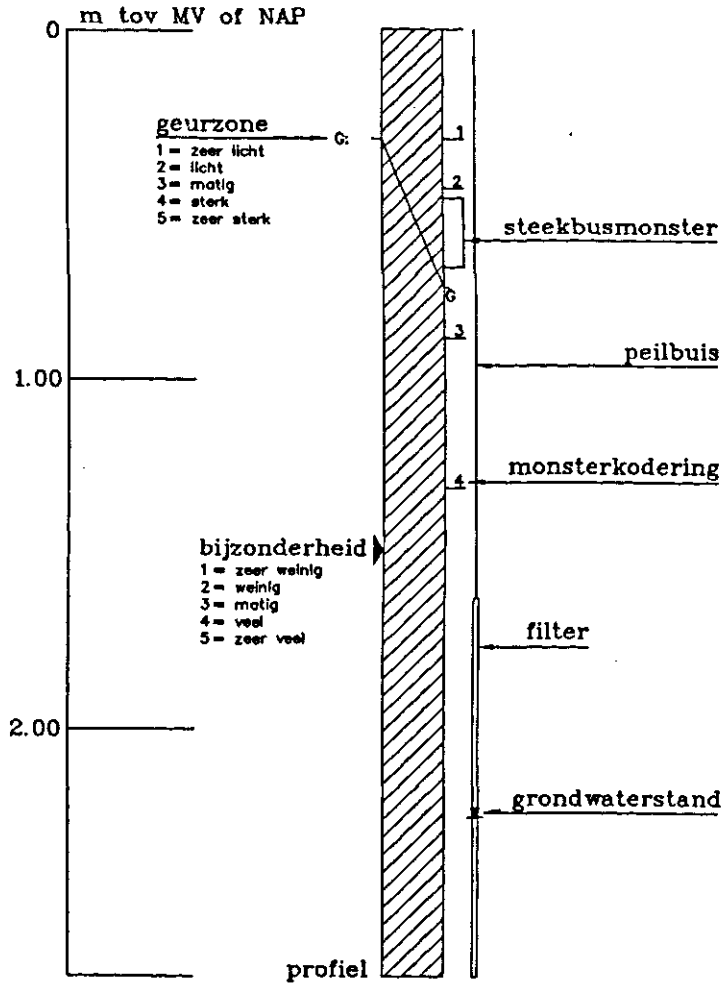

12
tegels
kleibrokjes(2/grof)
11
puin(1/fijn)
10
9
put ruimte
8
7
ruimte
slib?(1)
0.00 t.o.v. MV
-1.00
-2.00
-3.00
-4.00
-5.00


18
1
2
3
4
5
klinkerlaag
17
1
putruimte
putwater bladeren
16
puin(3/m.grof)
puin(1/fijn)
15
ZEN 1
14
ZEN 1
2
3
4
5
stenen(2/m.grof)
13
ZEN 1
puin(1/fijn)
0.00 t.o.v. MV
-1.00
-2.00
-3.00
-4.00
-5.00


25
24
putruimte
slib(2)
puin(3/grof)
br gestaakt
22
leembrokken(2)
roest(2)
roest(1)
21
putruimte
slib(2)
puin(1/fijn)
roest(1)
20
roest(1)
19
putruimte
0.00 t.o.v. MV
-1.00
-2.00
-3.00
-4.00
-5.00


200
slib(3)
1
29
1
2
3
4
5
28
putruimte
slib(5)
bladeren
1
2
27
1
2
3
4
5
26
putruimte
slib(5)
puin(5/grof)
plastic
hout
gestaakt
1
0.00 t.o.v. MV
-1.00
-2.00
-3.00
-4.00
-5.00

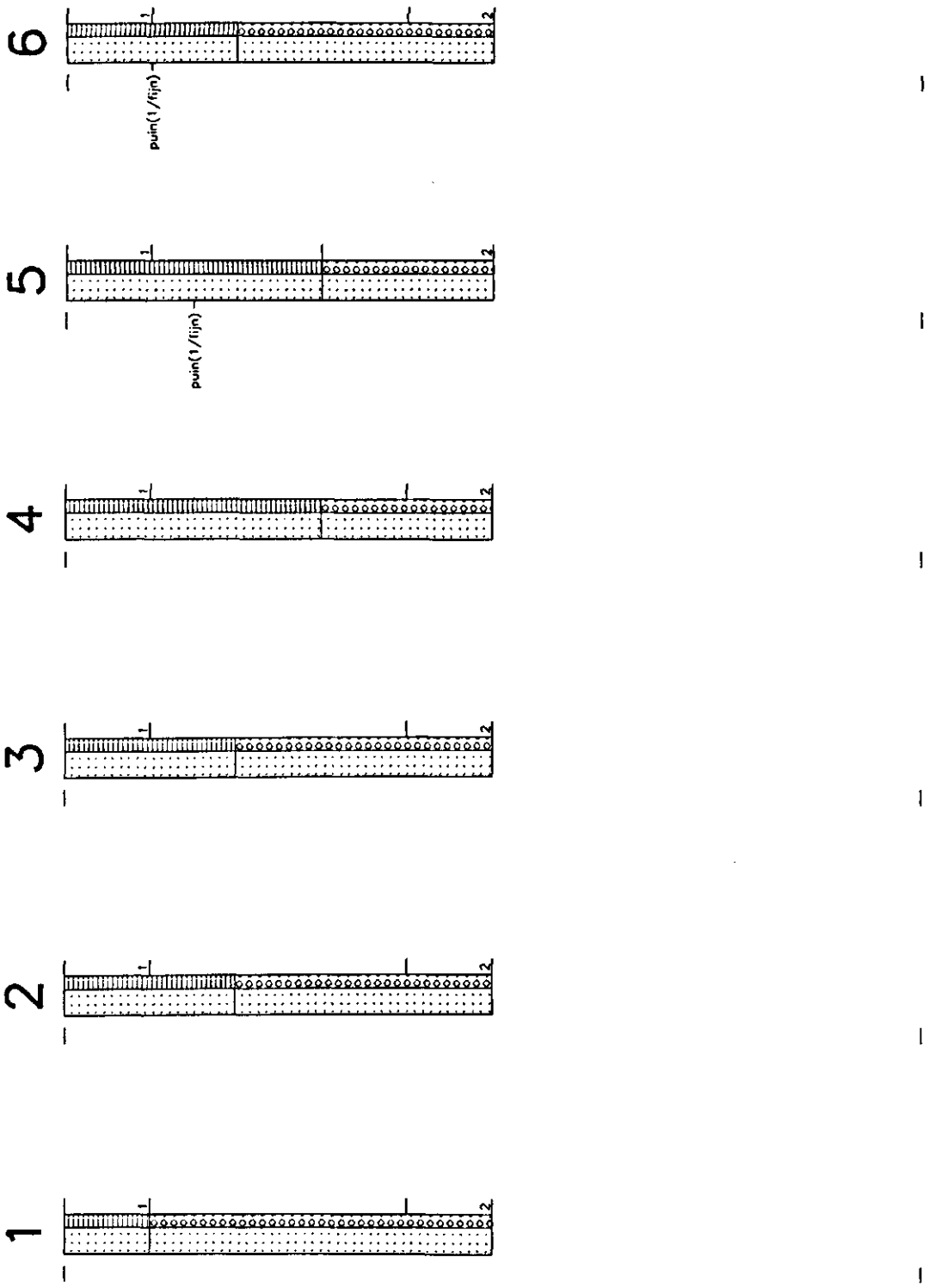


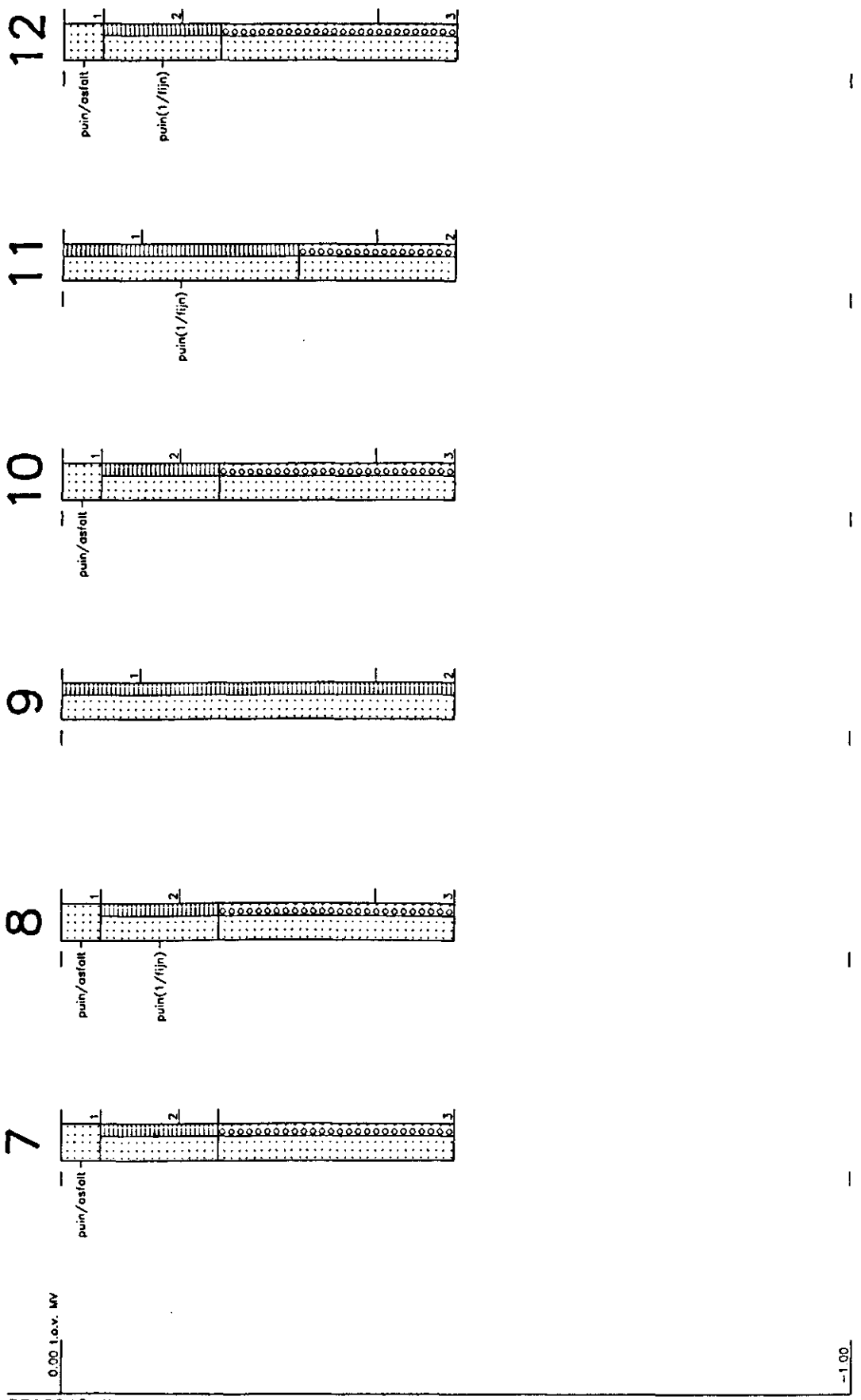


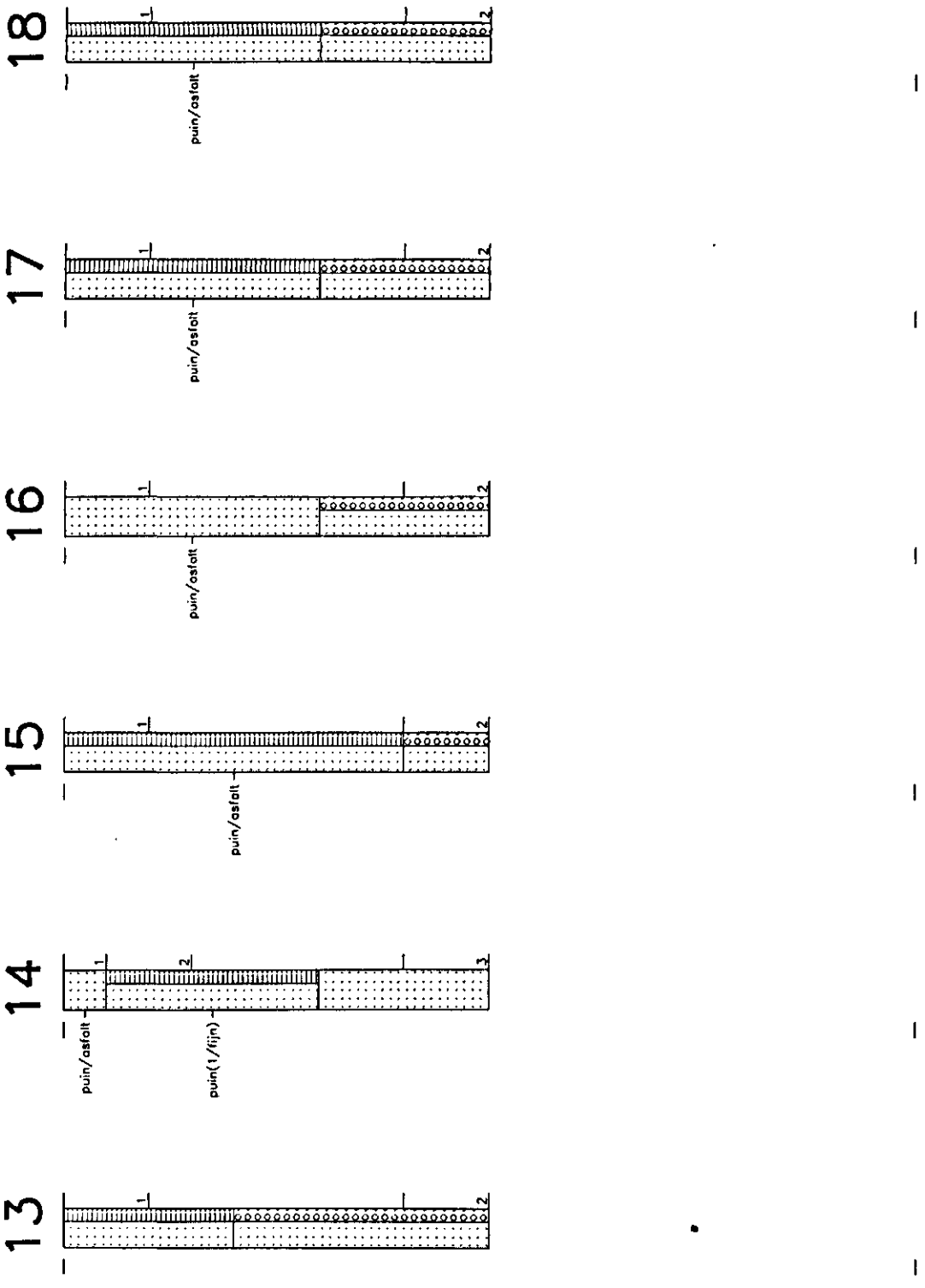
TauwMilieu
Postbus 133, 7400 AC Deventer

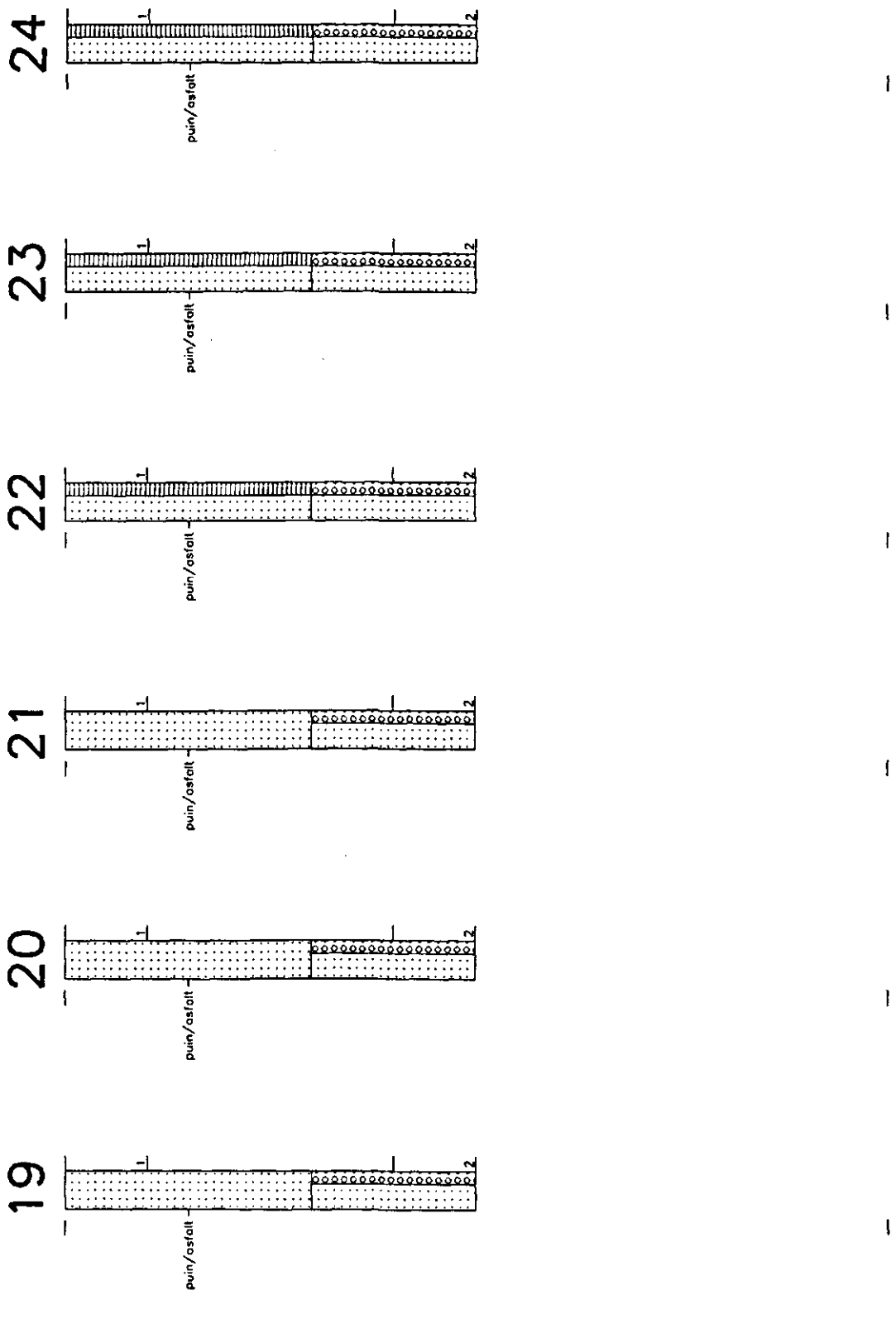
Legenda Bodemprofielen

212100670F7T


6
puin(1/fijn)
5
puin(1/fijn)
4
3
2
1
0.00 t.o.v. NV
-1.00

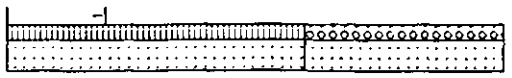

12
puin/asfalt
puin(1/fijn)
11
puin(1/fijn)
10
puin/asfalt
9
8
puin/asfalt
puin(1/fijn)
7
puin/asfalt
0.00 t.o.v. MV
-1.00


18
1
2
puin/asfalt
17
1
2
puin/asfalt
16
1
2
puin/asfalt
15
1
2
puin/asfalt
14
1
2
3
puin/asfalt
puin(1/fijn)
13
1
2
0.00 t.o.v. NW
-1.00


24
23
22
21
20
19
puin/asfalt
1
2
0.00 t.o.v. MV
-1.00

26

25



0.00 t.o.v. MV

-1.00

Bijlage 11

Berekening doorslagtermijn en evenwichtsconcentraties

Doorslagtermijnen

Tijdens de infiltratie van afstromend regenwater in de bodem zullen de aanwezige verontreinigingen adsorberen aan de vaste fase van de bodem. Door dit adsorptieproces wordt het transport van verontreinigingen door de onverzadigde zone van de bodem vertraagd. Dit proces wordt ook wel retardatie genoemd. Op een gegeven moment is de vaste fase van de bodem echter volledig bezet en zal een verontreiniging doorslaan naar het grondwater. Op basis van enerzijds een aantal gegevens betreffende de infiltratievoorziening en anderzijds de bodemopbouw kan een inschatting worden gemaakt van de termijn waarop doorslag naar het grondwater zal plaatsvinden. Daarbij is in het kader van dit project gebruik gemaakt van een door TAUW ontwikkelde programma. Voor alle onderzochte locaties (14 in totaal) zijn doorslagtermijnen bepaald. De doorslagtermijn kan met behulp van een aantal inputparameters worden bepaald:

1 Infiltratieoppervlak
2 Infiltratiedebiet
3 Infiltratiekolom
4 Neerslagoverschot
5 Totale kolom
6 Vwater
7 Afstand tussen onderkant van de voorziening en het grondwater
8 Volumefractie vocht
9 Bulkdichtheid
10 Fractie organisch koolstof
11 Kd- en Rd-waarden

ad 1 Infiltratieoppervlak (m^2)
Uitgegaan is van de oppervlakte van een cirkel met een straal van 1m (en een diameter van 2 m). Het infiltratieoppervlak is dan gelijk aan $\pi r^2 = \pi$ m^2 ($r = 1$). Het infiltratieoppervlak is dus in alle gevallen hetzelfde.

ad 2 Infiltratiedebiet (m^3)
Het infiltratiedebiet is gelijk aan het product van de grootte van het op de infiltratievoorziening aangesloten verhard oppervlak en de jaarlijkse hoeveelheid infiltrerend water (0,667 m).

ad 3 Infiltratiekolom (m)
De lengte van de infiltratiekolom is gelijk aan het infiltratiedebiet gedeeld door het infiltratieoppervlak.

ad 4 Neerslagoverschot (m)
Het neerslagoverschot is onder Nederlandse omstandigheden ongeveer gelijk aan 0,25 m (per jaar).

ad 5 Totale kolom (m)
De totale kolom is gelijk aan som van de lengte van de infiltratiekolom en het neerslagoverschot.

ad 6 Vwater (m/j)
De snelheid van het infiltrerende water is gelijk aan de lengte van de totale kolom gedeeld door de volumefractie vocht.

ad 7 Afstand tussen onderkant van de voorziening en het grondwater (m)
Omdat exacte gegevens op dit moment veelal ontbreken is uitgegaan van 2 m. Als later de grondwaterstanden bekend zijn kan nog op eenvoudige wijze een omrekening plaatsvinden.

ad 8 Fractie organisch koolstof
De fractie organisch koolstof is constant en gelijk aan 1%. Dit komt overeen met een zandgrond.

ad 9 Volumefractie vocht
Deze is bij onverzadigde stroming ongeveer gelijk aan 0,15.

ad 10 Bulkdichtheid (kg/dm^3)
De droge bulkdichtheid van de grond is ongeveer gelijk aan 1,5 kg/dm^3.

ad 11 Kd- en Rd-waarden
De Kd-waarde komt overeen met de verhouding tussen de hoeveelheid aan de bodem geadsorbeerde verontreiniging en de hoeveelheid verontreiniging in oplossing. De Rd-waarde (retardatiefactor) is van de Kd-waarde af te leiden: $Rd = 1 + Kd*r/\Theta$. Daarbij komt r overeen met de bulkdichtheid en Θ met de volumefractie vocht. In tabel B11.1 zijn de Kd-waarden weergegeven voor leemarmzand, lemig zand, jumeus zand, klei en veen.

Bij de berekening is uitgegaan van een zogenaamde worst-case benadering. Er is in eerste instantie geen rekening gehouden met de aanwezigheid van een sliblaag. Slibdeeltjes worden afgezet op de bodem van de voorziening of in het bovenste deel van het onderliggende zandige pakket. Ook is in eerste instantie uitgegaan van leemarm zand. Er is onderscheid gemaakt tussen de diverse onderzochte locaties. De resultaten van de berekeningen zijn in tabellen B11.2 en B11.3 gepresenteerd. De nummers in de eerste rij komen overeen met de nummers van de locaties.

In de tabellen is voor elke locatie een minimale en een maximale doorslagtermijn gegeven. Dit hangt samen met het feit dat in het model een minimale en een maximale Kd-waarde gehanteerd wordt. De Kd-waarde is afhankelijk van een groot aantal factoren (zoals organisch stofgehalte, zuurgraad, redoxpotentiaal en grondsoort). Daarom is een range van Kd-waarden gehanteerd.

Tabel B11.1 Kd-waarden (gebaseerd op het rapport van de werkgroep "Desorptief gedrag".

Stoffen		Leemarm zand		Lemig zand		Humeus zand		Klei		Veen	
Metalen		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
	Lood	250	2500	1500	10000	500	50000	2500	25000	10000	100000
	Zink	50	500	200	1000	250	10000	750	3000	5000	20000
	Cadmium	50	150	100	1000	500	2500	50	2200	5000	20000
	Chroom	1000	5000	500	2500	4500	5000	2000	10000	5000	25000
	Koper	200	1000	1000	3000	500	2500	5000	25000	2000	10000
	Nikkel	10	50	300	1200	2500	5000	2500	10000	5000	20000
	Kwik	25	500	25	400	500	10000	500	5000	100000	100000
	Arseen	10	100	50	250	500	1500	500	2500	500	2500
Pak	Fluoranth.	851,1	851,1	851,1	851,1	851,1	851,1	851,1	851,1	851,1	851,1
	Fenanthr.	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138
	B(a)p	460	851	460	851	460	851	460	851	460	851
Mineralie olie		110	730	110	730	110	730	110	730	110	730

Tabel B11.2 Berekende doorslagtermijnen in jaren naar grondwater in jaren (locatie 1 t/m 6).

	Locatienummer					
	1	2	3	4	5	6
A/l[1]	460	285	380	635	125	12,5
Pb	10 - 98	16 - 156	12 - 117	7 - 70	35 - 349	316 - 3159
Zn	2 - 20	3 - 31	2 - 23	1 - 14	7 - 70	63 - 632
Cd	2 - 6	3 - 9	2 - 7	1 - 4	7 - 21	63 - 190
Cr	39 - 196	62 - 312	47 - 234	28 - 141	140 - 698	1264 - 6318
Cu	8 - 39	12 - 62	9 - 46	6 - 28	28 - 140	253 - 1264
Ni	0 - 2	1 - 3	0 - 2	0 - 1	1 - 7	13 - 63
Hg	1 - 20	2 - 31	1 - 23	1 - 14	4 - 70	32 - 632
As	0 - 4	1 - 6	0 - 5	0 - 3	1 - 14	13 - 126
Fl	33	53	40	24	119	1076
Fe	5	9	6	4	19	175
Ba	18 - 33	53	22 - 40	13 - 24	64 - 119	581 - 1075
Mo	4 - 29	7 - 46	5 - 34	3 - 21	15 - 102	139 - 923

1 aangesloten oppervlak/infiltratie-oppervlak
Fl fluorantheen
Fe fenatreen
Ba benzo(a)pyreen
Mo minerale olie

Tabel B11.3 Berekende doorslagtermijnen naar grondwater in jaren (locaties 7 t/m 12).

		Locatienummer				
	7	8	9	10	11	12
A/I	12,5	125	125	125	1275	1910
Pb	316 - 3159	35 - 349	35 - 349	35 - 349	4 - 35	2 - 24
Zn	63 - 632	7 - 70	7 - 70	7 - 70	1 - 7	0 - 5
Cd	63 - 190	7 - 21	7 - 21	7 - 21	1 - 2	0 - 1
Cr	1264 - 6318	140 - 698	140 - 698	140 - 698	14 - 71	9 - 47
Cu	253 - 1264	28 - 140	28 - 140	28 - 140	3 - 14	2 - 9
Ni	13 - 63	1 - 7	1 - 7	1 - 7	0 - 1	0 - 0
Hg	32 - 632	4 - 70	4 - 70	4 - 70	0 - 7	0 - 5
As	13 - 126	1 - 14	1 - 14	1 - 14	0 - 1	0 - 1
Fl	1076	119	119	119	12	8
Fe	175	19	19	19	2	1
Ba	581 - 1075	64 - 119	64 - 119	64 - 119	6 - 12	4 - 8
Mo	139 - 923	15 - 102	15 - 102	15 - 102	2 - 10	1 - 7

Fl = Fluorantheen
Fe = Fenanthreen
Ba = Benzo(a)pyreen
Mo = Minerale olie

Tabel B11.4 Berekende doorslagtermijnen naar grondwater in jaren (locaties 13 t/m 17).

		Locatienummer			
	13	14	15	16	17
A/I	1910	635	1	1	2
Pb	2 - 24	7 - 70	3950 - 39490	3950 - 39490	1975 - 19745
Zn	0 - 5	1 - 14	788 - 7900	788 - 7900	390 - 3950
Cd	0 - 1	1 - 4	788 - 2375	788 - 2375	390 - 1188
Cr	9 - 47	28 - 141	15800 - 78900	15800 - 78900	15800 - 78900
Cu	2 - 9	6 - 28	3160 - 15800	3160 - 15800	1580 - 7900
Ni	0-0	0 - 1	163 - 788	163 - 788	82 - 390
Hg	0 - 5	1 - 14	400 - 7900	400 - 7900	200 - 3950
As	0 - 1	0 - 3	163 - 1575	163 - 1575	82 -789
Fl	8	24	13450	13450	6730
Fe	1	4	2188	2188	1095
Ba	4 - 8	13 - 24	7263 - 13438	7263 - 13438	3632 - 6720
Mo	1 - 7	3 - 21	1738 - 11538	1738 - 11538	870 - 5769

Fl = Fluorantheen
Fe = Fenanthreen
Ba = Benzo(a)pyreen
Mo = Minerale olie

De belangrijkste onderscheidende parameter (voor wat betreft het onderscheid tussen de diverse locaties) is het infiltratiedebiet. Dit is namelijk afhankelijk van de grootte van het afgekoppelde oppervlak. De doorslagtermijn is omgekeerd evenredig met dit oppervlak. Dit kan bijvoorbeeld worden geïllustreerd door locatie 5 (Universiteit Nijmegen) te vergelijken met locatie 11 ('t Ginkelse Zand). In het eerste geval is het afgekoppelde oppervlak gelijk aan 100 m^2. In het tweede geval is het afgekoppelde oppervlak tien maal zo groot (1000 m^2). Een groter afgekoppeld oppervlak gaat gepaard met een groter infiltratiedebiet en een kleinere doorslagtermijn. In het geval van de voorziening ter plaatse van 't Ginkelse Zand zullen de aanwezige verontreinigingen het grondwater dus eerder bereiken dan in het geval van de voorziening ter plaatse van de Universiteit Nijmegen. Evenzo zal de doorslagtermijn afnemen indien het infiltratieoppervlak van de infiltratievoorziening toeneemt. Stel bijvoorbeeld dat het infiltratieoppervlak met een factor twee toeneemt dan neemt ook de doorslagtermijn toe met een factor twee.

Uit de tabel is verder af te leiden dat de stoffen cadmium en nikkel relatief snel doorslaan. Zo slaat cadmium in het geval van locatie 12 (Parkeerplaats Buunderkamp) al na maximaal 1 jaar door. Hierbij moet worden opgemerkt dat uit is gegaan van een leemarme zandgrond. In het geval van een lemige zandgrond is de doorslagtermijn groter. In het geval van locatie 12 gaat het in het geval van een lemige zandgrond om een periode van maximaal 9 jaar. Ook de doorslagtermijnen voor zink en koper zijn relatief gering.

Bij de berekeningen is er van uitgegaan dat alleen infiltratie via de onderzijde van de voorziening plaatsvindt. In de praktijk zal echter ook infiltratie via de zijkanten van de voorzieningen plaatsvinden. Dit geeft een verhoogd infiltratieoppervlak en derhalve een lagere infiltratiesnelheid en grotere doorslagtermijnen.

Om nu toch eens te kijken naar de effecten van een sliblaag op de doorslag is deze voor een veengrond bepaald, zie tabel B11.5. Deze staat als het ware model voor de sliblaag. In een veengrond is sprake van veel hogere Kd- en Rd-waarden. De adsorptiecapaciteit van een veengrond is met andere woorden groter dan de adsorptiecapaciteit van een zandgrond. De afstand van de onderkant van de voorziening tot aan het grondwater is in het model gelijk gesteld aan 0,1 m. Dit komt in dit geval overeen met de gemiddelde dikte van de sliblaag bij de onderzochte infiltratievoorzieningen. Er is gekeken naar een locatie met een relatief groot afgekoppeld oppervlak (locatie 11) en een locatie met een relatief klein afgekoppeld oppervlak (locatie 5).

Tabel B11.5 Berekende doorslagtermijnen naar onderkant sliblaag in jaren (locatie 5 en 11).

	5	11
Pb	70 - 698	7 - 71
Zn	35 - 140	4 - 14
Cd	35 - 140	4 - 14
Cr	35 - 174	4 - 18
Cu	14 - 70	1 - 7
Ni	35 - 140	4 - 14
Hg	698	71
As	3 - 17	0 - 2
Fl	119	12
Fe	19	2
Ba	64 - 119	6 - 12
Mo	1 - 5	0 - 1

Uit de tabel is af te leiden dat het relatief lang duurt voordat de verontreinigingen de sliblaag gepasseerd hebben. Vanwege de hogere percentages organische stof (en dus de hogere Kd-waarden) heeft de sliblaag een duidelijk remmende werking op de doorslag.

Conclusies

* De doorslagtermijn is afhankelijk van het infiltratiedebiet. Een groot afgekoppeld oppervlak gaat gepaard met een groot debiet. Een groot afgekoppeld oppervlak gaat gepaard met een kortere doorslagtermijn.

* De stoffen nikkel en cadmium (en in iets mindere mate koper en zink) slaan relatief snel door.

* Door de aanwezigheid van een sliblaag worden verontreinigingen sterk vertraagd op hun weg naar het grondwater.

Evenwichtsconcentraties

Met behulp van concentraties van verontreinigingen in het afstromend regenwater (afkomstig uit literatuuronderzoek) zijn de evenwichtsconcentraties in de bodem bepaald. Daarbij is gebruik gemaakt van een minimale en een maximale concentratie in regenwater dat afstroomt van verhard oppervlak. Het literatuuronderzoek heeft namelijk een range van concentraties opgeleverd. De evenwichtsconcentraties zijn voor verschillende typen infiltratiewater berekend. De volgende typen zijn in beschouwing genomen:

1 Schuin dak
2 Plat dak
3 Woonstraat
4 Parkeerplaats
5 Auto(snel)weg

In tabel B11.6 zijn de gehanteerde concentraties opgenomen.

Tabel B11.6 Concentraties in afstromend regenwater.

	Soort verhard oppervlak (in µg/l)				
	schuin dak[1]	plat dak[2]	(woon)straat[3]	parkeerplaats[4]	auto(snel)weg[5]
Cr	2,5-6	25	16	15-21	5-9,4
Ni	3-4	35		13-22	5-13,4
Cu	5-5,5	41	12	15-53	22-125
Zn	465-2425	2050-2200	49-250	70-2483	249-393
Pb	20-208	395-1200	10-14	1-253	13,2-85
Cd	0,6-1,2	1,3	0,1	1-2,4	0,8-4,5
Hg			0	0,5	
As			0,4	2,0	
Fl	0,04-0,70	0,05-0,20	0,1-5,1	0,45-1,30	0,22
Fe	0,02-0,15	0,03-0,10	0,04-0,90	0,06-0,50	0,17
Mo	0	0		300-5300	300-800

1 Op basis van bijlage 2 (gemiddelde van W1 en W3)
2 Op basis van bijlage 2 (W2)
3 Op basis van bijlage 3 (W8)
4 Op basis van bijlage 3 (gemiddelde van W10, W11, W12, W13)
5 Op basis van bijlage 4

De concentraties van de verontreinigingen in de verschillende typen infiltratiewater vormen de inputparameters van het model. Aan de hand van deze waarden zijn de evenwichtsconcentraties berekend met behulp van de (range van) Kd- en Rd-waarden. Net als bij de bepaling van de doorslagtermijnen is ook hier van een leemarme zandgrond uitgegaan. Daarbij is voor het humusgehalte een waarde van 1% gehanteerd. De resultaten zijn in de tabellen B11.6 tot en met B11.10 voor de verschillende typen infiltratiewater gepresenteerd. De eerste kolom geeft de range van evenwichtsconcentraties als uit wordt gegaan van de minimale concentratie (in het afstromend regenwater) en de tweede kolom doet hetzelfde voor de maximale concentratie. De twee laatste kolommen geven tenslotte de streef- en interventiewaarden weer (de lutum- en humusgehalten zijn respectievelijk gelijk aan 2% en 1%). In tabel B11.6b zijn aanvullend de evenwichtsconcentraties voor een klei- respectievelijk veengrond gepresenteerd.

Tabel B11.7a Evenwichtsconcentraties in de bodem (leemarm zand) in mg/kg (Schuin dak).

	minimum	maximum	Streefwaarde	Interventiewaarde
Pb	5 - 50	52 - 519	53	330
Zn	23 - 232	121 - 1210	58	296
Cd	0.03 - 0.09	0.06 - 0.18	0.4	6.6
Cr	2.5 - 12.5	6 - 30	54	205
Cu	1 - 5	1.1 - 5.5	17	89
Ni	0.03 - 0.15	0.04 - 0.2	12	72
Hg	*	*	0.2	6.9
As	*	*	16	31
Fl	0.03	0.59	0.005	1
Fe	0	0.02	0.02	5
Ba	*	*	0.001	0.05
Mo	*	*	50	600

Tabel B11.7b Evenwichtsconcentraties in de bodem (veen en klei) in mg/kg (Schuin dak).

	veen		klei	
	minimum	maximum	minimum	maximum
Pb	200 - 1995	2075 - 20748	50 - 499	519 - 5187
Zn	2319 - 9277	12095 - 48379	348 - 1392	1814 - 7257
Cd	3 - 12	6,0 - 23,4	0,03 - 1,32	0,06 - 2,63
Cr	12,5 - 62,3	6 - 30	4,99 - 24,9	12,0 - 59,9
Cu	10,0 - 50,0	11,0 - 54,9	24,9 - 124,7	27,4 - 137
Ni	15,0 - 59,9	20,0 - 79,8	7,5 - 29,9	10,0 - 39,9
Hg	*	*	*	*
As	*	*	*	*
Fl	0.03	0.59	0,03	0,59
Fe	0	0.02	*	*
Ba	*	*	*	*
Mo	*	*	*	*

Tabel B11.8 Evenwichtsconcentraties in de bodem (leemarm zand) in mg/kg (Plat dak).

	minimum	maximum	Streefwaarde	Interventiewaarde
Pb	98 - 985	299 - 2993	53	330
Zn	102 - 1022	110 - 1097	58	296
Cd	0.06 - 0.19	0.06 - 0.19	0.4	6.6
Cr	25 - 125	25 - 125	54	205
Cu	8.2 - 41	8.2 - 41	17	89
Ni	0.35 - 1.75	0.35 - 1.75	12	72
Hg	*	*	0.2	6.9
As	*	*	16	31
Fl	0.04	0.17	0.005	1
Fe	0	0	0.02	5
Ba	*	*	0.001	0.05
Mo	*	*	50	600

Tabel B11.8 Evenwichtsconcentraties in de bodem (leemarm zand) in mg/kg (woonstraat).

	minimum	maximum	Streefwaarde	Interventiewaarde
Pb	2.5 - 25	3.5 - 35	53	330
Zn	2.4 - 24	12.5 - 125	58	296
Cd	0 - 0.1	0 - 0.1	0.4	6.6
Cr	16 - 80	16 - 80	54	205
Cu	2.4 - 12	2.4 - 12	17	89
Ni	*	*	12	72
Hg	*	*	0.2	6.9
As	0 - 0.04	0 - 0.04	16	31
Fl	0.08	4.33	0.005	1
Fe	0.01	0.12	0.02	5
Ba	*	*	0.001	0.05
Mo	*	*	50	600

Tabel B11.9 Evenwichtsconcentraties in de bodem (leemarm zand) in mg/kg (Parkeerplaats).

	minimum	maximum	Streefwaarde	Interventiewaarde
Pb	0.25 - 2.5	65 - 643	53	330
Zn	3.5 - 35	124 - 1238	58	296
Cd	0.05 - 0.15	0.12 - 0.36	0.4	6.6
Cr	15 - 75	21 - 105	54	205
Cu	3 - 15	11 - 53	17	89
Ni	0.13 - 0.65	0.22 - 1.1	12	72
Hg	0.01 - 0.25	0.01 - 0.25	0.2	6.9
As	0.02 - 0.2	0.02 - 0.2	16	31
Fl	0.38	1.1	0.005	1
Fe	0.01	0.07	0.02	5
Ba	*	*	0.001	0.05
Mo	33 - 219	582 - 3859	50	600

Tabel B11.10 Evenwichtsconcentraties in de bodem (leemarm zand) in mg/kg (Autosnelweg).

	minimum	maximum	Streefwaarde	Interventiewaarde
Pb	3.3 - 33	21 - 212	53	330
Zn	12 - 124	20 - 196	58	296
Cd	0.04 - 0.12	0.22 - 0.67	0.4	6.6
Cr	5 - 25	9.4 - 47	54	205
Cu	4.4 - 22	25 - 125	17	89
Ni	0.05 - 0.25	0.13 - 0.67	12	72
Hg	*	*	0.2	6.9
As	*	*	16	31
Fl	0.19	0.19	0.005	1
Fe	0.02	0.02	0.02	5
Ba	*	*	0.001	0.05
Mo	33 - 219	583	50	600

* = gehalten niet beschikbaar/niet relevant
Fl = Fluorantheen
Fe = Fenanthreen
Ba = Benzo(a)pyreen
Mo = Minerale olie

Omdat het steeds om een range van evenwichtsconcentraties gaat is het niet goed mogelijk om een oordeel aan de gevonden waarden te verbinden. Dit wordt tevens bemoeilijkt door de relatief grote verschillen tussen de minimale en de maximale evenwichtconcentraties.

Uit de tabel kunnen de volgende globale conclusies worden afgeleid:

* De evenwichtsconcentraties zijn voor wat betreft lood het hoogst in het geval van de platte daken. Interventiewaardeoverschrijdingen kunnen voorkomen. Dit geldt overigens ook voor de schuine daken en de parkeerplaatsen. Voor lood worden de laagste gehalten aangetroffen in de woonstraten.

* De evenwichtsconcentraties zijn voor wat betreft zink het hoogst in het geval van de daken en de parkeerplaatsen. Interventiewaardeoverschrijdingen zijn aangetroffen bij zowel de daken als de parkeerplaatsen. De laagste gehalten worden aangetroffen in de woonstraten.

* De evenwichtsconcentraties zijn voor wat betreft cadmium het hoogst in het geval van de autosnelweg. Interventiewaardeoverschrijdingen komen echter niet voor. De laagste gehalten worden aangetroffen in de woonstraten.

* De evenwichtsconcentraties zijn voor wat betreft koper het hoogst in het geval van de autosnelwegen. De interventiewaarde kan in dit geval worden overschreden. In alle overige gevallen worden geen overschrijdingen aangetroffen. De laagste gehalten zijn aangetroffen bij de schuine daken.

* De evenwichtsconcentraties zijn voor wat betreft nikkel het hoogst in het geval van de platte daken. Het gaat echter in alle gevallen om zeer lage gehalten. De streefwaarde wordt in geen enkel geval overschreden.

* De evenwichtsconcentraties zijn voor wat betreft kwik alleen voor de parkeerplaatsen bepaald. Het gaat om relatief lage gehalten. De interventiewaarde wordt niet overschreden. In de andere gevallen heeft het literatuuronderzoek geen concentraties van kwik in afstromend regenwater opgeleverd.

* De evenwichtsconcentraties zijn voor wat betreft arseen alleen voor de woonstraat en de parkeerplaatsen berekend. Het gaat om zeer lage gehalten. De streefwaarde wordt niet overschreden. In de andere gevallen heeft het literatuuronderzoek geen concentraties van arseen in afstromend regenwater opgeleverd.

* De evenwichtsconcentraties zijn voor wat betreft fluorantheen en fenanthreen het hoogst in het geval van de woonstraat. Interventiewaardeoverschrijdingen kunnen voorkomen. Ook voor wat betreft de parkeerplaatsen wordt een overschrijding van de interventiewaarde aangetroffen. De laagste gehalten worden bij de daken en de autosnelwegen aangetroffen. Voor wat betreft fluorantheen zijn de gehalten in alle gevallen groter dan de streefwaarde. Voor wat betreft fenanthreen liggen de zaken anders. De berekende gehalten van deze stof zijn in alle gevallen relatief laag. Het literatuuronderzoek heeft voor benzo(a)pyreen geen concentraties opgeleverd.

* De evenwichtsconcentraties zijn voor wat betreft minerale olie alleen voor de parkeerplaatsen en de autosnelwegen berekend. In de andere gevallen is olie niet of veel minder relevant. In het geval van de parkeerplaatsen worden relatief hoge gehalten berekend. Bij de maximale inputconcentratie wordt de interventiewaarde ruimschoots overschreden. Bij de autosnelwegen is dit niet het geval.

In het voorgaande is een aantal uitspraken gedaan over de hoogte van de evenwichtsconcentraties van de onderzochte stoffen in de bodem. Daarbij moet men zich realiseren dat de leemarme zandgrond als uitgangspunt is genomen. Vanzelfsprekend zijn de evenwichtsconcentraties in de sliblaag groter.

Deventer, 25 maart 1999
RAP\981124.wp1\v
Projectnummer 70376.19