

277-22

DHV

DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV

GEMEENTE TILBURG

Waterbeheersings- en waterzuiveringsplan
Centrale Stortplaats "Spinder"

dossier 2-1022-49-03

juni 1987

P 277-22

DHV

DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV

GEMEENTE TILBURG

Waterbeheersings- en waterzuiveringsplan
Centrale Stortplaats "Spinder"

dossier 2-1022-49-03

juni 1987

INHOUD	BLZ.
0. SAMENVATTING	4
1. INLEIDING	8
2. AANVOERGEGEVENS EN FASERING	9
3. GRONDSLAGEN VAN HET WATERBEHEER	14
3.1. Inleiding	14
3.2. Waterbalans	14
3.3. Percolaat	24
3.3.1. Afgewerkte stort	24
3.3.2. Open stort	25
3.4. Schetsplan voor vermindering van de hoeveelheid drainagewater	28
3.4.1. Schetsplan	28
3.4.2. Uitbreiding stortplaats	30
4. ZUIVERINGSCAPACITEIT	31
4.1. Literatuuroverzicht	31
4.2. Vuilstort Spinder	33
5. SYSTEEMKEUZE, PERCOLAATBEHANDELING	35
5.1. Inleiding	35
5.2. Percolaat debiet per deelgebied	35
5.3. Percolaat samenstelling per deelgebied	36
5.4. Behandelingsvarianten voor percolaat	38
5.5. Effluentkwaliteiten en totale lozingsvrachten per variant	42
5.6. Kosten	46
5.7. Conclusies	50
5.8. Aanbevelingen	51

Bijlagen:

1. Systeemkeuze percolaatbehandeling
 - 1.1. Inleiding
 - 1.2. Uitgangspunten
 - 1.2.1. Hoeveelheden per deelgebied
 - 1.2.2. Verwachte samenstelling per deelgebied
 - 1.2.2.1. Grondwater
 - 1.2.2.2. Deelgebied II
 - 1.2.2.3. Deelgebied I reeds afgewerkt gedeelte zonder folie
 - 1.2.2.4. Deelgebied I folievelden 1 en 2 proefvelden B
 - 1.2.2.5. Deelgebied III
 - 1.2.2.6. Samenvatting van de verwachte samenstellingen
 - 1.2.3. Randvoorwaarden m.b.t. behandeling
 - 1.3. Behandelmogelijkheden
 - 1.3.1. Beperking van de behandeling van de deelstromen
 - 1.3.2. Variant 1: Anaerobe behandeling deelgebied III
 - 1.3.3. Variant 2: Aerobe behandeling deelgebied III
 - 1.3.4. Variant 3: Microfiltratie deelgebied III
 - 1.3.5. Stikstofverwijdering
 - 1.3.6. Overzicht van de uiteindelijke lozingen op de rwzi Tilburg Noord
 - 1.4. Kosten
 - 1.4.1. Investeringskosten
 - 1.4.2. Jaarlijkse kosten
2. Dimensioneringen van de verschillende varianten van percolaatbehandeling
3. Dimensionering van stikstofverwijdering
4. Computermodel voor de prognose van de percolaatkwaliteit (model PROPER)

0. SAMENVATTING

Het voorliggende rapport behelst drie onderdelen voor het water-beheersings- en waterzuiveringsplan van de Centrale Stortplaats "Spinder".

- Een raming van de periode, waarin de capaciteit van de stortplaats volledig zal zijn benut.
- Een raming van de hoeveelheid af te voeren water per jaar tijdens en na het in bedrijf zijn van het stort.
- Een systeemkeuze voor behandelen van het af te voeren water

Op basis van de afvalaanvoer in 1985 is geraamd, dat over de periode van stort, de gemiddelde aanvoer circa 300.000 m³/j is.

Het nu in gebruik zijnde deel van de stortplaats zal in 1987 vol raken.

Door herverdeling van afval wordt extra capaciteit van 730.000 m³ gewonnen. De uitbreiding, deelgebied III, heeft een stortcapaciteit van circa 2.000.000 m³.

Verwacht wordt derhalve, dat in 1996 de lokatie Spinder zal zijn volgestort.

Bij de berekening van de hoeveelheid af te voeren water is onderscheid gemaakt tussen de onderdelen van het stort met en zonder folie onderafdichting. Bovendien is er vanuit gegaan dat deelgebied III in vier fasen wordt volgestort.

Voor het gedraineerde oppervlak van totaal 32 ha (deelgebied II en deelgebied I zonder folie) wordt de afvoer berekend aan de hand van de uitkomsten van een eerdere studie (DHV, 1986). Bij oppervlak voorzien van onderafdichting, totaal 25,5 ha (deelgebied III en deelgebied I met folie), wordt de afvoer bepaald door de eigenschappen van het gestorte materiaal en de omvang van de open en afgedekte stortedelen. De gehanteerde neerslaghoeveelheid is bepaald rekening houdend met de relatief korte operationele periode van deelgebied III en de aanwezigheid van de rwzi Tilburg Noord.

Voor elk jaar na aanvang van de stortactiviteiten in deelgebied III worden de volgende jaarlijkse hoeveelheden af te voeren water van de gehele stortplaats aangehouden.

jaar na aanvang in III		debiet m ³ /j.
1	stort	185.000
2	stort	185.000
3	stort	191.000
4	stort	198.000
5	stort	203.000
6	stort	211.000
7	nazorg	191.000
8	nazorg	196.000
9	nazorg	200.000
10	nazorg	202.000
11	nazorg	203.000
12	nazorg	204.000
13 en volgend	nazorg	205.000

Het af te voeren water wordt uiteindelijk geloosd op de rioolwaterzuiveringsinrichting Tilburg Noord.

Gebleken is dat verwijdering van chloride, sulfaat en zware metalen uit het percolaat niet urgent is. Gezien de noodzaak van kostenbeperking is de behandeling gericht op het verwijderen van de bulk der verontreinigingen. Dit heeft geresulteerd in het direct lozen van weinig verontreinigde stromen en de noodzaak van verwijderen van organische verbindingen en stikstof uit de geconcentreerde stromen. Hiervoor zijn de volgende methoden onderzocht:

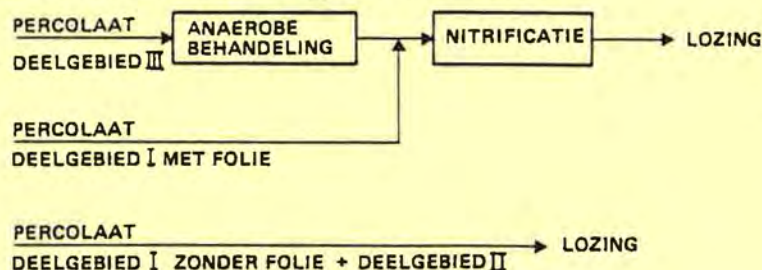
- anaerobe behandeling
- aerobe behandeling
- microfiltratie
- nitrificatie

Ten behoeve van een systeemkeuze is met het computermodel PROPER de kwaliteit van de geconcentreerde percolaatstromen geraamd. Voor wat betreft verwijderingsrendement en kosten blijken de volgende strategieën interessant.

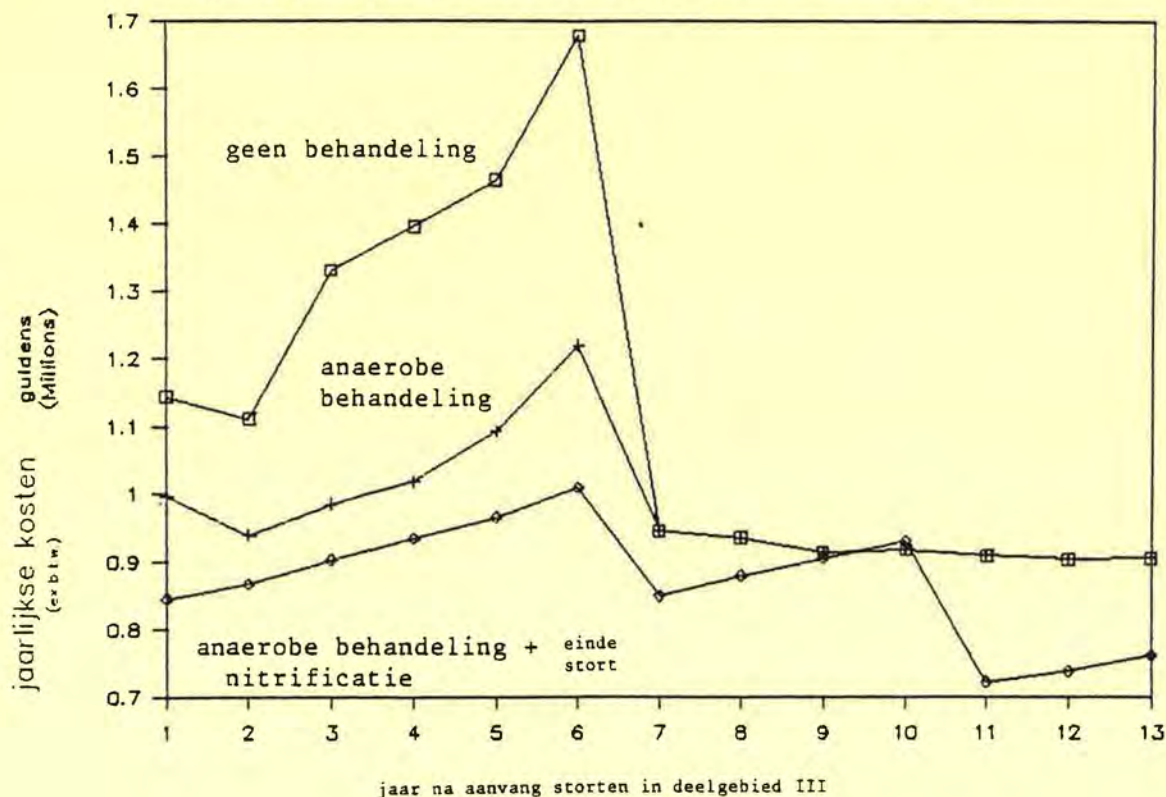
1. Anaerobe behandeling van het percolaat van deelgebied III met ongezuiverd lozen van de stromen uit deelgebied I (met en zonder folie) en deelgebied II. Organische verbindingen (CZV en BZV₅) worden door micro-organismen omgezet in gistingsgas (methaan en koolzuur).



2. Anaerobe behandeling van het percolaat van deelgebied III gevolgd door nitrificatie te zamen met het percolaat van deelgebied I met folie. De stromen uit deelgebied I zonder folie en deelgebied II worden ongezuiverd geloosd. De anaerobe stap levert gistingsgas op; bij nitrificatie worden de stikstofverbindingen door actiefslib (micro-organismen) met zuurstof omgezet in nitraat.



De kosten voor behandeling (inclusief lozingsheffing, doch exclusief BTW en analysekosten) zijn vergeleken met de kosten voor onbehandeld lozen. De figuur geeft dit weer. Deze vergelijking laat zien dat behandelen tot aanzienlijke lagere kosten leidt, dan ongezuiverd lozen. Anaerobe behandeling is financieel slechts van belang in de periode, totdat de stortplaats vol is. Indien ook wordt genitrificeerd, zijn de kosten nog lager en de besparing loopt door ook na sluiten van de stortplaats.



Het voorgaande leidt tot de volgende aanbevelingen:

- Bij het in bedrijf nemen van deelgebied III kan worden overgegaan tot het installeren van een anaerobe behandelingsinstallatie voor het percolaat van dit deelgebied. Het gevormde gistingsgas levert een bijdrage aan het te winnen stortgas. Bovendien ontstaat tijdruimte voor een beslissing aangaande nitrificatie. Vooralsnog worden alle overige stromen direct geloosd.
- Nitrificatie lijkt aantrekkelijk. Er dient echter een systeemkeuze te worden gemaakt voor de in dat geval optimale methode met kosten/baten analyse.
- De kosten van het zuiveren van percolaat worden voornamelijk bepaald door de aangeboden vracht aan verontreinigingen (kg/j), die voornamelijk door het debiet wordt bepaald. Bovenafdicthting van een stortplaats brengt het percolaatdebiet aanzienlijk terug en derhalve de behandelkosten. Een korte kosten-baten analyse van bovenafdicthten versus percolaat behandelen kan inzicht geven in de aantrekkelijkheid van bovenafdicthting.
- Voor de anaerobe behandeling van percolaat uit deelgebied III zou kunnen worden overgegaan tot het opstellen van een besteksgereed plan.

1. INLEIDING

Het drainage- en percolatiewater van de centrale stortplaats "Spinder" van het Samenwerkingsverband Midden-Brabant wordt via kwelsloten afgevoerd naar een gemaal. Dit gemaal verpompt het drainage en percolatiewater naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie Tilburg-Noord.

Het bestuur van het Samenwerkingsverband Midden-Brabant streeft er naar de hoeveelheid drainagewater te verminderen, het verontreinigde drainage- en percolatiewater te behandelen en daarmee de zuiveringslasten te verlagen.

In verband hiermee heeft de Milieudienst van de gemeente Tilburg DHV Raadgevend Ingenieursbureau opdracht gegeven (brief 6 augustus 1986 kenmerk FHV/EvD/o/86.1./4555) een waterbeheersings- en waterzuiveringsplan op te stellen volgens de offerte van juni 1986 aan het dagelijks bestuur van het Samenwerkingsverband Midden-Brabant.

Bijgaand rapport bevat de rapportage van dit waterbeheersings- en waterzuiveringsplan.

2. AANVOERGEGEVENS EN FASERING

In 1985 is op de afvalverwerkingsinrichting Spinder 268.500 ton afval aangevoerd.

De aangevoerde hoeveelheid is onder te verdelen in de volgende afvalstromen:

-	art. 4, 17	(gemeente Tilburg)	50.915 ton
-	art. 25	(gemeente Tilburg)	17.460 ton
-	art. 4, 17, 25	(overige gemeenten)	49.483 ton
-	art. 25	(particulieren)	144.285 ton
-	chromhoudend afval		6.357 ton

totaal	268.500 ton
--------	-------------

Volgens de "Regionale bouwsteen voor het provinciaal afvalstoffenplan 1987-1992" zijn voor de regio Midden Brabant de volgende ontwikkelingen te verwachten:

- art. 4 en art. 17. afval groeit tussen 0 en 2% per inwoner/jaar
- art. 25. afval is constant per inwoner/jaar
- de hoeveelheid chemisch verontreinigde grond zal naar verwachting 20% van het aangevoerde afval bedragen (bron: notitie "Acceptatie verontreinigde grond op de regionale stortplaats te Tilburg")
- de hoeveelheid chromhoudend afval is constant per inwoner/jaar. Er mag volgens de huidige ontheffing gestort worden tot 1988.

Met een te verwachten inwoneraantal van 322.440 in 1995 in de regio en uitgaande van een groeipercentage van 0% per inwoner/jaar voor artikel 4 en 17 afval, is in 1995 een aanbod van 284.000 ton afval/jaar te verwachten. De aangevoerde hoeveelheid is onder te verdelen in de volgende afvalstromen:

-	art. 4, 17	(gemeente Tilburg)	53.856 ton
-	art. 25	(gemeente Tilburg)	18.468 ton
-	art. 4, 17, 25	(overige gemeenten)	52.339 ton
-	art. 25	(particulieren)	152.614 ton
-	chromhoudend afval		6.723 ton

totaal	284.000 ton
--------	-------------

Uitgaande van een groeipercentage van 2% per inwoner/jaar voor artikel 4 en 17 afval is voor 1995 een aanbod te verwachten van 307.000 ton/jaar.

De aangevoerde hoeveelheid is onder te verdelen in de volgende afvalstromen:

-	art. 4, 17	(gemeente Tilburg)	66.338 ton
-	art. 25	(gemeente Tilburg)	18.605 ton
-	art. 4, 17, 25	(overige gemeenten)	61.536 ton
-	art. 25	(particulieren)	153.748 ton
-	chromhoudend afval		6.773 ton

totaal 307.000 ton

De prognoses van de aangevoerde hoeveelheid afval moet nog worden bijgesteld voor de hoeveelheid aan te voeren chemisch verontreinigde grond. Naar verwachting zal 20% van het aangevoerde afval uit chemisch verontreinigde grond bestaan. Dit komt overeen met 50.000 à 60.000 ton/jaar. Voor de opgestelde prognoses betekent dit een extra toename van 30.000 tot 40.000 ton. Het te verwachten totaal aanbod van afval voor 1995 wordt dan 310.000 à 342.000 ton per jaar. De prognose van de aanvoer van afval naar de afvalverwerkingsinrichting Spinder staat vermeld in tabel 1.

Tabel 1 - Prognose van de aan te voeren hoeveelheid afval naar de afvalverwerkingsinrichting Spinder (in ton)

jaar	lage schatting	maatgevende schatting	hoge schatting
1985		268.500	
1988	280.950	285.450	290.550
1990	289.250	296.750	305.250
1993	301.700	313.700	327.300
1995	310.000	325.000	342.000
1998	322.450	341.950	364.050

Bij de lage schatting wordt uitgegaan van een groei van 0% per inwoner/jaar van het art. 4 & 17 afval.

Bij de hoge schatting wordt uitgegaan van een groei van 2% per inwoner/jaar van het art. 4 & 17 afval.

In de prognoses is geen rekening gehouden met de eventuele uitbreiding van het gebied van de SMB met het gewest Waalwijk en de sluiting in 1987 van een aantal particuliere stortplaatsen.

Bij de berekening van het te verwachten aanbod van afval is ook geen rekening gehouden met de effecten van het scheiden aan de bron of scheiden achteraf. Bij uitbreiding en/of verbetering van deze technieken met bijvoorbeeld scheiden aan de bron kan een volumereductie van 10% voor het aangeboden huishoudelijk afval worden bereikt. Voor de gemeente Tilburg komt dit neer op een vermindering van 4000 ton per jaar.

De fasering

De afvalverwerkingsinrichting Spinder is te verdelen in drie gedeelten, t.w.:

- deelgebied I : het gedeelte waar momenteel wordt gestort
- deelgebied II : het gedeelte dat volgens oorspronkelijk plan in 1986 is afgewerkt
- deelgebied III: het gedeelte, als Spinder II aangeduid, is de gebiedsuitbreiding van de afvalverwerkingsinrichting in de gemeente Loon op Zand

De waterafvoer van de drie deelgebieden vindt op diverse manieren plaats.

In deelgebied I wordt het (percolatie)water hoofdzakelijk via drainage afgevoerd. Voor een klein gedeelte wordt het water via een folielaag afgevoerd. Een klein gedeelte van deelgebied I is niet gedraineerd.

In deelgebied II wordt het water deels via drainage afgevoerd, deels ontbreekt de drainage.

In deelgebied III zal het water m.b.v. een folielaag volledig afgevoerd worden.

In tabel 2 is de oppervlakteverdeling van de drie deelgebieden naar inrichtingswijze aangegeven.

Tabel 2 - Oppervlakteverdeling van de drie deelgebieden naar inrichtingswijze (in ha)

deelge- bied	bruto oppervlak	netto oppervlak	niet ge- draineerd	gedraineerd	folie
I	48,9	29,0	2	20	7
II	23,6	21,2	9	12,2	0
III	23,5	18,5	0	0	18,5
totaal	96 ha	68,7	11,0	32,2	25,5

Onder de aangebrachte folie van deelgebied I is deels ook een drainage aangebracht.

Naar het zich laat aanzien zal deelgebied I rond medio 1987 volgestort zijn (bij een gemiddelde jaarlijkse aanvoer van 300.000 m³). Er is vanuit gegaan dat het afval dat, oorspronkelijk volgens plan op deelgebied II zou worden gestort, in een nader te bepalen verhouding verdeeld zal worden over deelgebied I en III. Dit betekent een extra capaciteit van 730.000 m³ met een stortperiode van ongeveer 2,4 jaar.

Deelgebied III heeft een stortcapaciteit van ca. 2.000.000 m³. De stortperiode bij een aanvoer van 300.000 m³/jaar is 6 jaar en 8 maanden.

De verwachting is dat de lokatie Spinder rond 1996 volgestort zal zijn.

In tabel 3 is aangegeven de staat van afwerking van de stortplaats (inclusief verdeling van 730.000 m³ afval over deelgebied I en III). Deelgebied II is reeds in 1986 afgewerkt.

Tabel 3 - Staat van afwerking van de deelgebieden van de stortplaats

jaar	deelgebied	oppervlak (ha)		totaal
		niet afgewerkt	afgewerkt	
1986	I	5,4	21,4	26,8
1988	I		26,8	26,8
	III	18,5	0	18,5
1996	III	0	18,5	18,5

De deelgebieden worden afgewerkt door het opbrengen van 0,5 m zand, gevolgd door 0,5 m teelaarde. Na zetting zal de laag uiteindelijk 0,8 m dik zijn.

3. GRONDSLAGEN VAN HET WATERBEHEER

3.1. Inleiding

In een stort die aan de bovenzijde niet is afgesloten door een kunstmatig slecht doorlatende laag, infiltreert neerslag. Dit water percoleert door het afval en treedt op den duur aan de onderzijde uit (percolatiewater).

Voor het opvangen en afvoeren van het percolatiewater kan onder het afval een drainagesysteem worden aangebracht, op een kunstmatige basisafdichting.

Voordat lozing van het percolaat op het oppervlaktewater plaatsvindt, moet het gezuiverd worden. Voor de dimensionering van de zuiveringsinstallatie is kennis over gemiddelde en extreme hoeveelheid percolaat per tijdseenheid essentieel.

Daartoe wordt het in het navolgende ingegaan op de verschillende posten van de waterbalans die van invloed zijn op de uiteindelijke hoeveelheid percolaat.

3.2. Waterbalans

De hoeveelheid water die in een vuilstort infiltreert wordt sterk bepaald door de klimatologische omstandigheden, de samenstelling van het afval, de infiltratiecapaciteit van het afval en de doorlatendheid van de afdeklaag.

Door een waterbalans op te stellen voor de specifieke situatie kan de hoeveelheid percolaat gekwantificeerd worden.

De waterbalans van een vuilstort is opgebouwd uit de volgende posten:

$$P = N + I - (E_{\text{act}} + O + R + \Delta B)$$

waarbij

P : percolatiewater
N : neerslag
I : Initieel water
E_{act} : actuele verdamping
O_{act} : oppervlakkige afstroming
R : reactiewater
ΔB : bergingsverandering

N: Neerslag

In figuur 1 is de verdeling van de gemiddelde jaarsom over Nederland voor het tijdvak 1940-1970 gegeven.



Figuur 1 - Gemiddelde jaarsom (normaal) in Nederland voor het tijdvak 1941-1970 (ref. 14)

Het jaargemiddelde varieert van ruim 700 tot 950 mm. In het studiegebied valt tussen de 750 en 800 mm neerslag.

Het KNMI-station Oudenbosch ligt in de omgeving van de vuilstort "Spinder". Aangenomen wordt dat de meteorologische omstandigheden, zoals die op dit station geregistreerd worden, representatief zijn voor het studiegebied.

De gemiddelde hoeveelheid neerslag in Oudenbosch is ca. 750 mm op jaarbasis (periode 1911-1975).

Van jaar tot jaar kan de hoeveelheid neerslag aanzienlijk variëren (figuur 2).

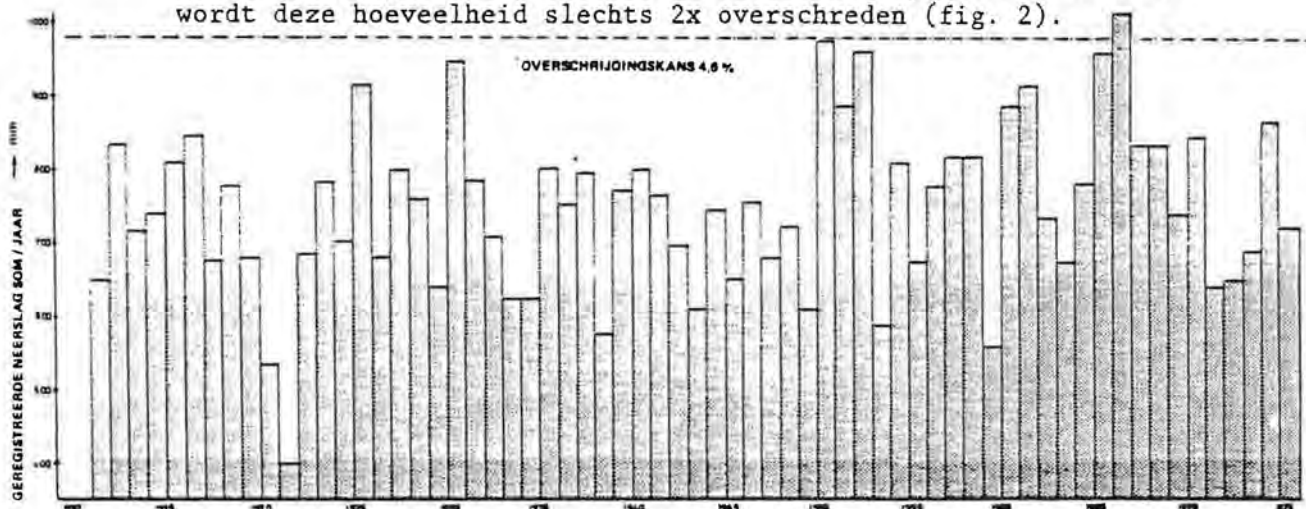
Een voorspelling van de jaarlijkse hoeveelheid neerslag kan verkregen worden doordat in Nederland de kansverdeling van de jaarsommen redelijk door een normale verdeling is te beschrijven (ref. 14).

De standaardafwijking van de neerslag voor het KNMI-station Oudenbosch is 116 mm (ref. 13). Uitgaande van de normale kansverdeling is in tabel 2 de neerslaghoeveelheid bij verschillende overschrijdingskansen weergegeven.

Tabel 2 - Jaarsom neerslag bij diverse overschrijdingskansen voor het KNMI-station oudenbosch (mm)

periode (jaar)	neerslag in mm/jaar overschrijdingskansen		
	gemiddeld	31,7%	4,6%
1	750	866	980

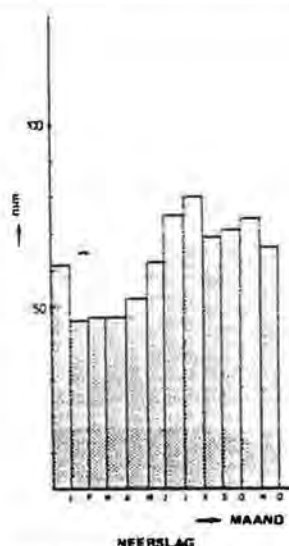
Een overschrijdingskans van 4,6% betekent dat er gemiddeld eens in de ca. 20 jaar meer dan 980 mm valt. In de periode 1911-1975 wordt deze hoeveelheid slechts 2x overschreden (fig. 2).



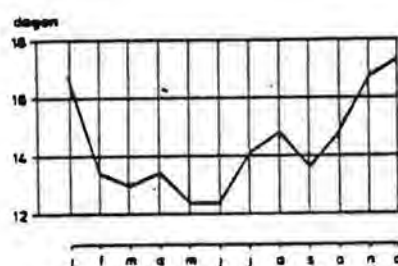
Figuur 2 - Jaarsommen neerslag KNMI-station Oudenbosch (1911-1975)

In figuur 3 is de gemiddelde hoeveelheid neerslag per maand weergegeven.

De droogste maanden zijn februari, maart en april, terwijl in juli en augustus gemiddeld genomen de meeste neerslag valt. In de zomermaanden valt de neerslag gewoonlijk in buien met een korte duur en een hoge neerslagintensiteit. In de droge maanden is de intensiteit van de neerslag veel lager en de duur langer. Daarnaast is het aantal dagen waarop neerslag valt groter dan in de natte periode (figuur 4).



Figuur 3 - Gemiddelde maandsom neerslagstation Oudenbosch (1911-1975)



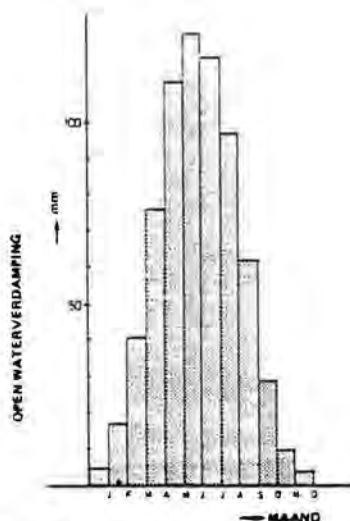
Figuur 4 - Gemiddeld aantal dagen per maand met een neerslaghoeveelheid van minstens 0,3 mm voor De Bilt (1911-1975)

E_{act}: Verdamping

Het verdampen van neerslag is een zeer gecompliceerd fysisch proces dat slechts ten dele wordt bepaald door zuiver meteorologische factoren.

Naast de netto beschikbare stralingsenergie, de windsnelheid, de luchtvochtigheid en de luchttemperatuur spelen tevens factoren als de begroeiing, de grondsoort, de bodembehandeling, de grondwaterstand en de bodemvochtigheid een belangrijke rol bij het verdampingsproces.

De invloed van de diverse voor het verdampingsproces relevante meteorologische factoren wordt samengevat in de open water verdamping, zoals die berekend wordt volgens de methode Penman. De verdamping vertoont een sterke seizoensmatige fluctuatie (fig. 5).



Figuur 5 - Gemiddelde maandsom openwaterverdamping station Oudenbosch (1911-1975)

In de maanden december en januari bedraagt E_o (= verdamping volgens Penman) slechts enkele millimeters, terwijl in de zomer waarden worden bereikt van gemiddeld 100 à 120 mm/maand. Van jaar tot jaar is de variatie in E_o relatief gering. In extreem droge jaren als 1947 en 1959 is de waarde van E_o ca. 20% hoger dan gemiddeld. In extreem natte jaren (1965, 1966) is E_o ca. 10% lager dan gemiddeld. De gemiddelde jaarsom van de openwaterverdamping voor het station Oudenbosch is 695 mm.

Voor de verdamping van neerslag die op een afvalstort valt is het in bijzonder van belang of de stort reeds afgewerkt is met een afdeklaag waarop een vegetatie staat, of dat deze nog "open" is.

Een benadering voor de werkelijke optredende verdamping is $f \times E_o$, waarbij de factor f de zogenaamde gewasfactor is.

Als de stort is afgedekt met een laag grond begroeit met gras kan voor de factor f een waarde van 0,8 worden aangehouden (ref. 6).

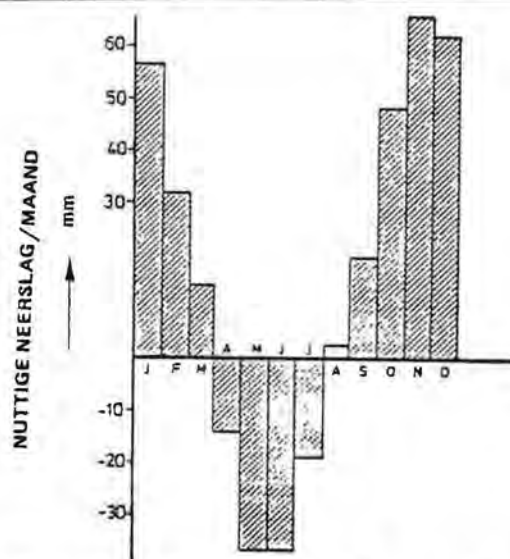
Voor een "open" stort waar nog volop afval gestort wordt, wordt voor de werkelijke verdamping in deze studie $0,8 \times f \times E_o$ aangehouden (ref. 4).

Dat houdt in dat op basis van bovengenoemde cijfers de werkelijke verdamping bij een volledig afgewerkte stort ca. 555 mm per jaar is en bij een open stort ca. 445 mm per jaar.

$N - E_{act}$: Neerslagoverschot

Het verschil tussen neerslag en werkelijke verdamping wordt het neerslagoverschot genoemd ($N - E_{act}$).

In figuur 6 is het gemiddelde neerslagoverschot per maand weergegeven. De gehanteerde gewasfactor f is 0,8.



Figuur 6 - Gemiddelde maandsom neerslagoverschot station Oudenbosch (1911-1975)

In de maanden april t/m juli is de actuele verdamping groter dan de neerslag. Het neerslagoverschot is het grootst in de maanden november t/m januari.

I: Initieel water

Op de vuilstort "Spinder" wordt materiaal gestort dat (over)verzadigd is met water (tabel 4). Het stortvochtgehalte is een aanname.

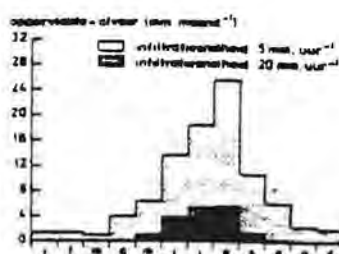
De getallen geven aan dat het storten van putmodder en slib een aanzienlijke bijdrage levert aan de hoeveelheid percolaat. Bij huisvuil is sprake van een bergende capaciteit (zie blz. 17 e.v.).

Tabel 4 - Vrijkomende hoeveelheid water (m^3) uit in 1985 gestort materiaal op stortplaats Spinder op basis van geschatte vochtgehalten

	vochtgehalte (gew %)		aangevoerde hoeveelheid (ton)	water (m^3)
	gestort	eind		
putmodder	90	50	3000	2400
rioolslib	90	50	4500	3600
bedrijfsslib	80	50	16000	9600
bedrijfsslib (droge stof 35%)	65	50	6700	2010
zuiveringsslib	70	50	11000	4400
totaal			41200	22010

0: Oppervlakkige afstroming

Oppervlakte-afvoer treedt op als de neerslagintensiteit de infiltratiecapaciteit van de afdeklaag of van het afval overtreft. In figuur 7 zijn berekeningsresultaten weergegeven van een afdeklaag met een geringe resp. grote infiltratiecapaciteit.



Figuur 7 - Verdeling van de oppervlakte afvoer over het jaar, berekend uit 5-minuten regens van De Bilt bij verschillende infiltratiesnelheden van de afdeklaag (ref. 3)

Bij de interpretatie van figuur 7 dient rekening te worden gehouden met berging op het oppervlak. Op steile hellingen met weinig begroeiing vindt directe afstroming plaats en is de berging verwaarloosbaar.

In ref. 3 wordt gesteld dat de oppervlakte-afvoer bij een afgewerkte stort veelal minder dan 10% van de neerslag zal zijn; dat betekent minder dan 75 mm/jaar. Deze hoeveelheid wordt als maximale waarde beschouwd. Minimaal wordt verwacht dat er 5% = 40 mm oppervlakkig afstroomt.

Bij een open stort wordt uitgegaan van geen oppervlakkige afvoer. De infiltratiecapaciteit van het afval is groter dan de neerslagintensiteit.

ΔB: Berging

Stedelijk afval kan worden beschouwd als zeer grof "bodem"materiaal door de grofheid van de verschillende vaste componenten, de "poriën"grootte en het mogelijk aanwezig zijn van vrij water in afgesloten ruimten.

In tegenstelling tot normaal grof bodemmateriaal blijkt huisvuil een vrij grote permanente vochtberging te bezitten. De grootte van de berging hangt af van het beginvochtgehalte, dat wil zeggen het vochtgehalte van vers gestort afval en het maximale vochtgehalte. Dit laatste is het vochtgehalte bij veldcapaciteit.

Uit tabel 5 volgt dat het initiële vochtgehalte van stedelijk afval in proefvakken op het vuilstortterrein "Spinder" tussen de 21 en 27% ligt.

Tabel 5 - Hoeveelheden afval, droog volumegewicht en initiële volumefractie water [ref. 4]

Hoeveelheden materiaal	kg				
Proefvaknummer	1	2	3	4	5
Gemeten:					
Papier en karton	1456	1715	1713	1454	1671
Droog organisch materiaal	1480	1743	1741	1478	1698
Inert materiaal	1952	2299	2296	1950	2240
Zand droog	700	700	-	700	-
Water	2018	2369	2316	2016	2259
Berekend:					
Totaal volume in m ³	9604	9604	9604	9604	8398
Droog volume gewicht in ton/m ³	0,582	0,672	0,599	0,581	0,668
Initieel vocht in m ³ /m ³	0,21	0,247	0,241	0,21	0,269

In ref. 4 is op basis van deze cijfers de bergingscapaciteit van de diverse proefvakken berekend. Afhankelijk van de verdichting en het al dan niet aanbrengen van tussenlagen met zand kan er na het storten van het afval nog ca. 0,15 m³ water extra per m³ afvalmateriaal worden geborgen. Het vochtgehalte bij veldcapaciteit is aldus ca. 40%.

In Engeland zijn voor stedelijk afval vergelijkbare waarden voor het initiële vochtgehalte en de bergingscapaciteit bepaald (tabel 6).

Tabel 6 - Initieel vochtgehalte en vochtbergend vermogen per volume-eenheid (ref. 12)

proefvak- nummer	leeftijd (jaar (ca.))	nat volume- gewicht (ton/m ³)	initieel vocht- gehalte (vol.%)	veldcapa- citeit (vol.%)	vochtbergend vermogen (vol.%)
1	4	0,638	19,14	38,60	19,47
2	10	0,814	24,83	40,19	15,35
3	17	0,960	31,68	42,65	10,97

Het blijkt dat de permanente vochtberging in het stort op langere termijn vermindert.

De berging van water in stedelijk afval is een tijdsafhankelijk proces.

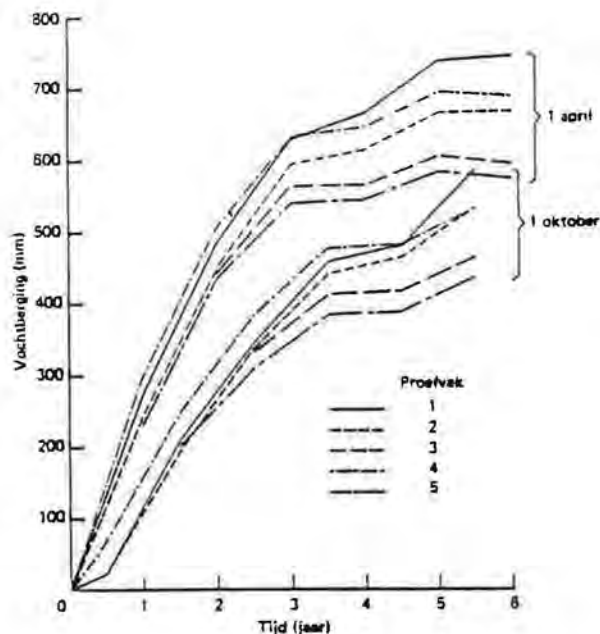
In figuur 8 is de toename van de vochtberging in de tijd weergegeven (ref. 4).

De proefvakken op de vuilstort Spinder bleken na ca. 5 jaar op veldcapaciteit te zijn. Het vochtgehalte bij veldcapaciteit wordt beschouwd als het maximale vochtgehalte voor de permanente berging.

Uit de figuur is afgeleid hoeveel vocht per jaar geborgen wordt, voordat de stort verzadigd is (tabel 7).

Tabel 7 - Ontwikkeling van de vochtberging in de tijd (storthoogte 5,5 m)

jaar	vochtberging (mm)
1	240
2	240
3	110
4	20
5	20



Figuur 8 - Toename van de vochtberging voor een stort van 5,5 m hoogte op 1 april en op 1 oktober (ref. 4)

R: Reactiewater

In vers gestort afval treden zetting en biologische afbraak op. Als gevolg van beide processen ontstaat een aanzienlijke reductie van volume. De praktische consequentie is dat er na verloop van tijd als gevolg van de zetting, water uit het afval kan worden geperst, hetgeen vaak zichtbaar wordt in taluds. Baumann (1986) geeft aan dat het effect van uitpersen van water uit gestort afval duidelijk merkbaar is bij het opbrengen van de tweede afvallaag (laagdikte 2 m), dat wil zeggen dat er een extra hoeveelheid percolaat vrijkomt. Naarmate de stort hoger wordt, is dit effect niet meer terug te vinden in de percolaatmetingen. Het reactiewater wordt gebufferd. Op jaarbasis wordt er vanuit gegaan dat de eventueel uittredende hoeveelheid in de waterbalansberekening verwaarloosbaar klein is.

Voor de biologische omzettingsprocessen is water nodig. In de reactieve periode van een stort wordt de benodigde hoeveelheid geschat op 2,8-3,5 mm per meter storthoogte per jaar (Ehrig, 1980). Als er geen gas meer geproduceerd wordt, is de hoeveelheid reactiewater nihil.

3.3. Percolaat

De waterbalans is opgezet om de hoeveelheid percolaat te bepalen, die via het drainagesysteem uittreedt. Deze hoeveelheid dient vervolgens gezuiverd te worden. OP basis van het in het voorgaande gepresenteerde cijfermateriaal wordt de percolaatberekening uitgewerkt voor een afgewerkte, respectievelijk een open stort.

3.3.1. Afgewerkte stort

De gemiddelde hoeveelheid percolaat per jaar die op een afgewerkte stort mag worden verwacht, is in tabel 8 samengevat. Verondersteld is dat de stort uitgewerkt en op veldcapaciteit is. Voor het extreem natte jaar (overschrijdingskans ca. 5%) is de Penmanverdamping (E_o) met 10% verlaagd t.o.v. de gemiddelde waarde.

Tabel 8 - Berekende hoeveelheid percolaat in mm/jaar in de afgewerkt situatie

waterbalanspost	overschrijdingskans		
	gemiddeld	ca.33%	ca.5%
neerslag	750	865	980
verdamping	- 555	- 555	- 500
oppervlakkige afvoer 5%	- 40	- 40	- 40
initieel water	0	0	0
reactiewater	0	0	0
percolaat	155	270	440

De stortplaats "Spinder" bestaat uit 3 deelgebieden (par. 2). De deelgebieden I en II zijn vrijwel volledig afgewerkt. De oppervlakteverdeling is weergegeven in tabel 9. Slechts op een met folie bedekt deel van de stort wordt nog gestort.

Tabel 9 - Oppervlakteverdeling (ha) per deelgebied naar inrichtingswijze

deelgebied	niet gedraineerd	gedraineerd	folie
I	2	20	7
II	9	12,2	0

In tabel 10 is de percolaathoeveelheid per deelgebied berekend.

Voor de eenvoud is verondersteld dat ook het deel waar nu nog gestort wordt (onderafdichting folie) volledig afgewerkt is. Voorts wordt op het gedraineerde niet met folie bedekte deel 125% van het neerslagoverschot opgepompt (DHV, 1986). De cijfers zijn op jaarbasis en gebaseerd op de gegevens van tabel 8 en 9. Er is gerekend met een oppervlakkige afvoer van 5%.

Tabel 10 - Hoeveelheid percolaat (m^3 /jaar) per deelgebied

deelgebied	overschrijdingskans		
	gemiddeld	ca. 33%	ca. 5%
I geen folie	44000	75000	121000
folie	11000	19000	31000
II geen folie	39000	66000	107000

3.3.2. Open stort

Op basis van het in par. 3.2. gepresenteerde cijfermateriaal over de waterbalansposten is in tabel 11 de gemiddelde hoeveelheid percolaat na één jaar vermeld die onder diverse omstandigheden mag worden verwacht. Daarbij wordt uitgegaan dat de hoeveelheid afval die in de komende jaren zal worden gestort, dezelfde samenstelling zal hebben als in 1985. Het stortoppervlak van een open stort is gesteld op 4,5 ha.

Voor het extreem natte jaar (overschrijdingskans ca. 5%) is de Penmanverdamping (E_o) met 10% t.o.v. de gemiddelde waarde verlaagd.

Tabel 11 - Berekende hoeveelheid percolaat in mm/jaar in de niet afgewerkte situatie na 1 jaar

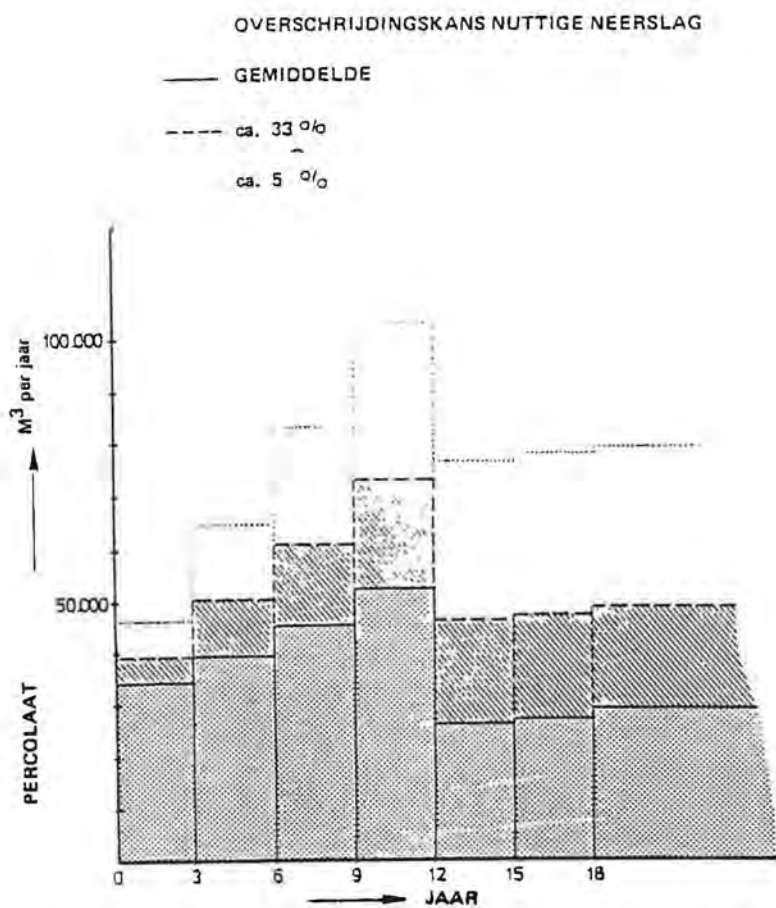
waterbalanspost	overschrijdingskans		
	gemiddeld	ca. 33%	ca. 5%
neerslag	750	865	980
verdamping	- 445	- 445	- 400
oppervlakkige afvoer	0	0	0
initieel water *	440	440	440
reactiewater	0	0	0
berging	- 240	- 240	- 240
percolaat	505	620	780

* Verondersteld is dat 10% van het initiële water verdampt.

Op de stortplaats "Spinder" is deelgebied III nog niet in gebruik genomen. De grootte ervan is 18,5 ha. De onderzijde van het deelgebied zal worden afgesloten door een kunstmatig slecht doorlatende laag, waarop een drainagesysteem wordt aangebracht.

In figuur 9 is de verwachte hoeveelheid percolaat in de tijd weergegeven. Bij de berekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- jaarlijks aangevoerde en gestorte hoeveelheid afval is 300.000 m³
- er wordt achtereenvolgens gestort in vier compartimenten:
 - . grootte 4,5 ha
 - . stortlaagdikte 2,5 m
 - . storthoogte 10 m
- een compartiment is in 1,5 jaar volgestort. Direct na het beëindigen van het storten wordt het compartiment afgewerkt
- een stort is na 5 jaar verzadigd met water.
De berging is overeenkomstig het gestelde op blz. 18 (tabel 7). Dat is een conservatieve aanname omdat genoemde tabel gebaseerd is op een stort van 5,5 m hoogte.
- de biologische omzettingsprocessen zijn 6 jaar na afwerking van het stortcompartiment gestopt (hoeveelheid reactiewater is nihil)
- het gestorte afval heeft dezelfde samenstelling als in 1985.



Figuur 9 - Berekende hoeveelheid percolaat in de tijd per overschrijdingskans (deelgebied III)

3.4. Schetsplan voor vermindering van de hoeveelheid drainagewater

Eén van de aanbevelingen in het DHV-rapport (1986) is de hoeveelheid op te pompen drainagewater van de stortplaats "Spinder" aanzienlijk te verminderen.

Dit betreft de deelgebieden I en II die aan de onderzijde niet van een folielaag zijn voorzien. Deze aanbeveling is uitgewerkt in een schetsplan.

Bij de uitwerking is uitgegaan van de volgende eis:

- vermindering van de hoeveelheid afgepompt drainage water mag niet leiden tot verspreiding van verontreinigd water in de omgeving.

Het grondwater dient te allen tijde vanuit omgeving richting vuilstort te stromen ("poldersituatie").

Om te voldoen aan deze eis is de minimale hoeveelheid water, die in de zomermaanden dient te worden afgevoerd op 5000 m³/maand gesteld (DHV, 1986).

In de wintermaanden dient een hoeveelheid drainage water te worden afgevoerd, die correspondeert met een afvoer gelijk aan 1,25 van het maandelijks neerslagoverschot.

Het neerslagoverschot is ten behoeve van dit schetsplan gesteld op 65 mm/maand zijnde de gemiddelde hoeveelheid in de periode oktober/maart (DHV, 1986).

Op basis hiervan is maatgevend voor de afvoerberekening (1,25 x neerslagoverschot =) 80 mm/maand.

Het totaal gedraineerde oppervlak van de stortplaats (deelgebieden I en II) bedraagt ca. 32 ha, excl. het deel met boven drainage systeem.

3.4.1. Schetsplan

In het huidige systeem wordt het water via drains geloosd op een bemalen slotenstelsel. Het handhaven van het beheerspeil in deze sloten heeft tot gevolg dat de sloten een drainerende functie op de omgeving vervullen.

Op de tekening no. 1 is schematisch het "nieuwe" afvoersysteem aangegeven.

De in het gebied aanwezige afvoersloten worden vervangen door een gesloten afvoerleiding (PVC met een diameter van Ø 150 mm), waarin de drains uitkomen. Hierdoor wordt de drainerende werking van de sloten te niet gedaan. De afvoerleiding kan met een verval van ca. 10 cm/100 m gelegd worden.

Bij het opstellen van het plan is er van uitgegaan dat de in het noordelijk deel aanwezige afvoerleiding naar het gemaal ook in het nieuwe systeem deze functie kan blijven aanvullen. Indien dit niet kan, dient deze vervangen te worden door een leiding PVC $\varnothing$ 150 mm.

De in het plan/systeem aangegeven controle putten I t/m VI (betonputten 1 m x 1 m) dienen te worden voorzien van een afvoer regel mechanisme (elektronisch). Dit automatisch werkend regelmechanisme dient de afvoerhoeveelheden ter plaatse van de put zodanig te regelen dat de maatgevende afvoeren per gedraineerd oppervlak niet worden over- c.q. onderschreden. In feite wordt er naar gestreefd een nagenoeg constant (gemiddeld) debiet te laten afstromen.

In onderstaande tabel zijn de (berekende) maatgevende en de minimale afvoerhoeveelheden en het bijbehorende gedraineerde oppervlakte per controleput weergegeven.

Tabel 13. - Gedraineerd oppervlak per drainagestelsel en de afvoerhoeveelheid (m^3/mnd)

putnr.	gedrain. opp. (ha)	afvoerhoeveelheid	
		maatgevend (m^3/mnd)	minimum (m^3/mnd)
I	9,75	7.800	1.525
II	16,65	15.720	3.070
III	3,30	3.040	595
IV=V	8,30	6.640	1.295
VI(totaal)	32,05	25.640	5.000

Opgemerkt wordt dat het noodzakelijk is na de realisatie van het systeem de hoeveelheid drainagewater te meten en de corresponderende grondwaterstanden in nieuw te plaatsen peilbuizen te peilen (bijv. met een frequentie van 2x per maand). Deze monitoringperiode kan één jaar zijn als het een "representatief" jaar betreft.

Hierbij dienen ook de in de nabije omgeving van de stort gelegen bestaande peilbuizen te worden betrokken. De plaats van de nieuwe peilbuizen is op tekening no. 1 globaal aangegeven. De monitoring dient voor de controle van de in tabel 13 aangegeven berekende hoeveelheden.

Tevens dient gedurende de monitoringperiode de kwaliteit van drainagewater en grondwater in de nabije omgeving te worden vastgesteld door analyse van regelmatig te nemen (grond) watermonsters.

Op basis van analyse en interpretatie van de meetgegevens kan het systeem (met name de afvoerhoeveelheden), nauwkeurig afgesteld worden om de gestelde eis van handhaving van een "poldersituatie" van de stortplaats t.o.v. zijn omgeving te kunnen realiseren.

Daarbij kan het noodzakelijk zijn de pompcapaciteit van het gemaal aan te passen, zodanig dat er in de droge tijd met een andere pomp bemalen kan worden, t.o.v. van de benodigde pompcapaciteit in de natte periode.

Oppervlakkige afstroming

Na de aanleg van de gesloten afvoerleiding op de plaats van het huidige slotenstelsel, wordt de slootbodem opgehoogd tot boven het niveau van de leiding.

Voorzien is dat de neerslag, die op de afgewerkte stort valt en oppervlakkig afstroomt, wordt opgevangen in het aangepaste slotenstelsel.

Daartoe dient de sloot te worden afgedicht met bijv. een folie, zodat er geen wegzijging van water naar de ondergrond kan plaatsvinden. Bovendien draineert de sloot op deze wijze niet meer het (verontreinigde) grondwater. Deze gescheiden opvang maakt het mogelijk de oppervlakkig afstromende neerslag naar het nabijgelegen natuurgebied af te voeren.

3.4.2. Uitbreiding stortplaats

Voor het nog aan te leggen deel van de stortplaats (deelgebied III) is aan de onderzijde een folie voorzien met zowel onder, als boven de folie een drainagestelsel. Beide stelsels dienen een aparte afvoer te hebben middels een gesloten leidingsysteem. Het systeem, dat het verontreinigde percolaat afvoert naar de zuivering zou gekoppeld kunnen worden aan dat van de deelgebieden I en II. De koppeling hangt af van de kwaliteit van het af te voeren percolatiewater. Bij koppeling dient eventueel de dimensionering van de afvoerleiding te worden aangepast. De drains onder de folie zullen naar verwachting "schoon" grondwater afvoeren. De hoeveelheid hangt af van de diepteligging van de drains en de dimensionering. Het water kan eventueel geloosd worden op het nabijgelegen natuurgebied.

De detaillering van het systeem vindt plaats in de besteksfase. Daarbij kan gebruik worden gemaakt van de ervaring opgedaan in de deelgebieden I en II.

4. ZUIVERINGSCAPACITEIT

4.1. Literatuuroverzicht

Om inzicht te krijgen in de noodzakelijk capaciteit van een zuiveringsinstallatie in relatie tot de gepresenteerde cijfers in par. 3.3., is aansluiting gezocht met literatuurgegevens. Ter illustratie worden in tabel 11 meetwaarden van neerslag- en percolaathoeveelheden gegeven van 13 duitse stortplaatsen.

Tabel 12 - Percolaathoeveelheden in afhankelijkheid van de gemiddeld neerslag (ref. 5)

stortplaats	neerslag (R)	percolaat (P)	P/R
	(mm/j)	(mm/j)	(%)
Minden	571	51	8,8
Mönchengladbach 1	617	295	48,2
Mönchengladbach 2	617	97	15,8
Steinheim 1	662	385	58,2
Steinheim 2	662	385	58,2
Steinheim 3	662	385	58,2
Steinheim 4 (oud)	632	204	32,3
Künsebeck	632	101	16,0
Xanten	814	142	17,5
Braunschweig 1	508	20	4,0
Braunschweig 2	508	20	4,0
Rheydt	617	104	16,8
Gemiddeld	631	175	27,5
Spinder	807	280	35

Opvallend zijn de grote verschillen in tabel 12. Globaal is op basis van de verhouding tussen percolaat en neerslag een driedeling in de stortplaatsen te maken en wel:

P/R <20%, P/R 30%-40%, P/R 50%-60%.

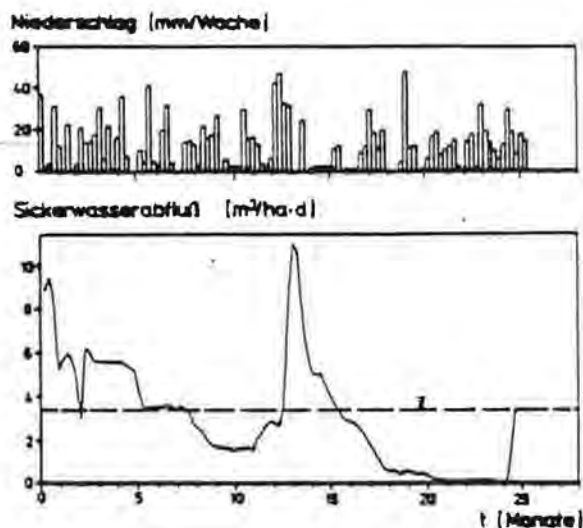
Specifieke gegevens over de duitse stortplaatsen, zoals opbouw en verdichting van de stort, vuilsamenstelling e.d. ontbreken verder.

De hoge percolaatcijfers van de stortplaatsen te Steinheim zouden bijvoorbeeld een gevolg kunnen zijn van het storten van putmodder en slib.

Uit tabel 11 volgt dat gemiddeld 27,5% van de neerslag als percolaat uit de stort treedt. Een vuistregel die in Duitsland en ook in Engeland wordt gehanteerd, is dat 30% van de neerslag, die op een stortplaats valt, percolaat vormt (ref. 5, 12).

In de duitse stortplaats voorschriften (sept. 1979) wordt aanbevolen om bij huisvuilstortplaatsen als maatgevende percolaatafvoer aan te houden 0,01 tot 0,1 l/(s.ha) (als jaargemiddelde).

Ehrig (1980) nuanceert dit beeld door onderscheid te maken in maatgevende percolaatafvoer van vuilstortplaatsen waar de compactie plaatsvindt met rupsbanden en die waar met compactoren wordt gewerkt. In Tilburg wordt het geheel met een compactor samengedrukt. Voor die situatie geeft Ehrig een maatgevende afvoer van 0,05 à 0,065 l/(s.ha). De hoeveelheid percolaat is echter niet gelijkmatig over het jaar verdeeld (figuur 9).



Figuur 10 - Verdeling in de tijd van neerslag en opgepompte hoeveelheid percolaat van de stortplaats Senne (Ehrig, 1980)

Bij het ontwerpen van een zuiveringsinstallatie dient met dit onregelmatige patroon rekening te worden gehouden. Dat betekent een te verwachten variatie in percolaathoeveelheid van ca. 0,01 tot maximaal 0,12 à 0,15 l/(s.ha) (Ehrig, 1980).

4.2. Vuilstort SpinderAfgewerkt stort

De getallen uit par. 4.1. worden vergeleken met de maatgevende afvoer van de tot nu toe ontworpen zuiveringsinstallaties in Nederland (tabel 13).

Tabel 13 - Maatgevende afvoer Nederlandse stortplaatsen

vuilstort	ontwerpcriterium (m ³ /u)	oppervlakte (ha.)	maatgevende afvoer l/(s.ha)
VAM Wijster (dec. 1985)	28	93	0,08
Bavel (dec. 1986)	8	24	0,09

Gesteld wordt voor de vuilstort "Spinder" dat in de afgewerkte situatie een maatgevende afvoer van 0,1 l/(s.ha) wordt aangehouden. Dat betekent voor de deelgebieden I en II met een totale oppervlakte van 50,2 ha een ontwerpcriterium van 18 m³/u voor de zuiveringsinstallatie.

Dat komt overeen met ca. 360 mm/jaar percolaat oftewel een overschrijdskans van ca. 10% (tabel 8).

Open stort

Bij de raming van de hoeveelheden percolaat is een onderscheid gemaakt naar de hoeveelheden afval die gestort zullen worden (maximum en minimum variant). Daarbij is nagegaan welke hoeveelheden vrijkomen bij een gemiddelde neerslag per jaar, bij neerslag met een overschrijdskans van 33% en bij 5%. De laatste kan beschouwd worden als een extreem nat jaar dat gemiddeld slechts 1x in de 20 jaar vrijkomt. Uit het oogpunt van besparing op investeringskosten lijkt het overdreven om de capaciteit van de percolaatbehandeling hierop af te stemmen. Deze overweging geldt mede gezien de relatief korte periode, waarin zeer ernstig vervuild percolaat vrijkomt (maximaal 15 jaar). Resumerend wordt uitgegaan voor deelgebied III van:

Tabel 14 - Afvoer deelgebied III

<u>stortjaar</u>	<u>debiet (m³/j)</u>	<u>stortjaar</u>	<u>debiet (m³/j)</u>
1	28000	8	38000
2	28000	9	43000
3	33000	10	45000
4	40000	11	45000
5	45000	12	46000
6	54000	13	48000

5. SYSTEEMKEUZE PERCOLAATBEHANDELING

5.1. Inleiding

In hoofdstuk 3 zijn de hoeveelheden percolaat per deelgebied I, II en III geraamd. In dit hoofdstuk zal een systeemkeuze worden gedaan voor de behandeling van het percolaat. Daar voor een systeemkeuze een groot aantal gegevens op een rij moet worden gezet, concentraties, lozingsvrachten, lozingsheffingen en kosten moeten worden berekend, zijn voor een goede leesbaarheid van dit hoofdstuk al deze bewerkingen in bijlage 1 samengebracht. De hoofdlijnen van het betoog komen ondersteund door enig getalsmatig materiaal hier aan bod.

5.2. Percolaatdebiet per deelgebied

De stortplaats Spinder zal bestaan uit een aantal deelgebieden, elk met percolaat met een eigen geschiedenis en specifieke samenstelling. Aangenomen is, dat het nieuwe deelgebied III in vier fasen verdeeld over 6 jaar wordt volgestort.

Gezien de korte operationele periode van deelgebied III en de aanwezigheid van de rwzi Tilburg Noord voor tijdelijke opvang van percolaat bij mogelijk zeer hoog percolaatdebiet is besloten de capaciteit van een percolaatbehandelingsinstallatie af te stemmen op een neerslaghoeveelheid met een overschrijdingskans van 33%. Dit leidt tot de percolaatdebieten per deelgebied, zoals vermeld in tabel 15.

Tabel 15 - Percolaatdebiet per deelgebied voor elk jaar na aanvang van storten in deelgebied III

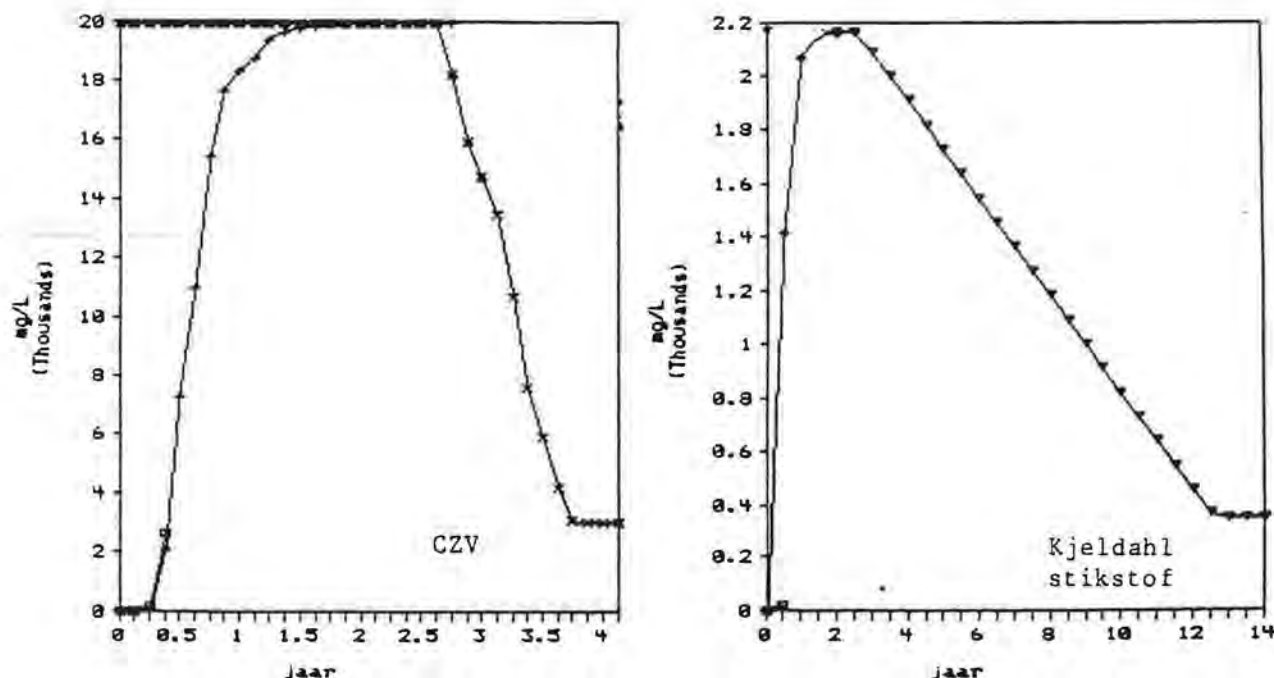
deelgebied		jaar na aanvang	debiet m ³ /j.
I	geen folie	1 en volgend	73.000
	folie	1 en volgend	19.000
II	geen folie	1 en volgend	65.500
III	folie fase 1	1	27.900
	folie fase 1+2	2	27.700
	folie fase 2	3	33.300
	folie fase 3	4	40.300
	folie fase 3+4	5	45.000
	folie fase 4	6	53.600
	nazorg	7	33.100
	nazorg	8	38.500
	nazorg	9	42.800
	nazorg	10	44.600
	nazorg	11	45.000
	nazorg	12	46.400
	nazorg	13 en volgend	47.700

5.3. Percolaatsamenstelling per deelgebied

Aan de hand van de huidige samenstellingen van de diverse deelstromen kan de toekomstige kwaliteit per percolaatsstroom worden geraamd. Voor de oude deelgebieden (deelgebied II en deelgebied I zonder folie) wordt aangenomen, dat de kwaliteit nagenoeg gelijk blijft. Voor het nu in gebruik zijnde deelgebied I voorzien van folie wordt een afnemen van de verontreinigingsconcentraties verondersteld.

Per stortfase van deelgebied III is met behulp van het computer-model PROPER (bijlage 4) het concentratieverloop vanaf het jaar van stortaanvang geraamd. Het verloop wordt voorgesteld in figuur 11 voor CZV en stikstof.

Ons beperkend tot de voornaamste verontreinigingen - CZV, BZV₅ en N-Kj - worden de samenstellingen zoals vermeld in tabel 16, 17 en 18, gehanteerd.



Figuur 11 - Verwachting van het concentratieverloop van CZV en Kjeldahl stikstof per stortfase in deelgebied III

Tabel 16 - Verwachte toekomstige samenstelling van het percolaat van deelgebied II en deelgebied I zonder folie (concentraties mg/l)

	deelgebied II	deelgebied I zonder folie
CZV	300	2500
BZV ₅	10	250
Kj-N	150	300
NH ₃ -N	140	-
Cl	120	450
SO ₄ ²⁻	600	-
pH	6,3-7,2	6,0-7,5

Tabel 17 - Verwachte samenstelling van het percolaat van deelgebied I met folie (concentraties mg/l)

deelgebied I met folie vanaf aanvang in deelgebied III													
	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5	jaar 6	jaar 7	jaar 8	jaar 9	jaar 10	jaar 11	jaar 12	jaar 13
CZV	9000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
BZV ₅	6000	1000	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
KJ-N	1900	1700	1500	1300	1200	1000	800	550	350	350	350	350	350

Tabel 18 - Verwachte samenstelling van het percolaat van deelgebied III per stortfase en als totaal (concentraties in mg/l)

	1	2	3	4	5	jaar 6	7	8	9	10	11	12	13
<u>per stortfase</u>													
CZV	18.000	20.000	20.000	9000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
BZV ₅	15.000	16.000	16.000	6000	1000	300	300	300	300	300	300	300	300
N-Kj	2.100	2.000	2.000	1900	1700	1500	1300	1200	1000	800	550	350	350
<u>totaal</u>													
CZV	18.000	19.100	20.000	16.000	14.000	13.600	6200	4200	3000	3000	3000	3000	3000
BZV ₅	15.000	15.500	16.000	13.000	11.000	10.000	3500	1600	450	450	300	300	300
N-Kj	2.100	2.100	2.200	2.100	2.000	1.600	1600	1500	1300	1150	950	750	600

Met deze gegevens is het mogelijk om per jaar de totale lozingsvracht van het stort op de rwzi Tilburg Noord te ramen. Het overzicht wordt gegeven in tabel 19. Daarin zijn eveneens het aantal vervuilingseenheden v.e. en de lozingsheffingen gegeven, indien al dit percolaat onbehandeld wordt geloosd. De tabel geeft aan dat de lozingsheffing zal stijgen van f 675.000 in 1986 naar f 1.700.000 per jaar in het zesde stortjaar van deelgebied III.

Bij de lozingsheffing is een jaarlijkse stijging van f 2,- per v.e. aangenomen, uitgaande van f 37,-/v.e. in 1987.

5.4. Behandelingsvarianten voor percolaat

Aan de hand van de te verwachten lozingsvrachten van percolaat op de rwzi mag worden geconcludeerd, dat niet in verwijdering van chloride, sulfaat en metalen behoeft te worden voorzien. Bovendien is gezien de aard van het CZV en de bijdrage aan de totale vracht behandeling van de percolaatstromen van deelgebied II en deelgebied I (zonder folie) niet meteen vereist. Ook in het licht van de noodzaak tot vergaande kostenbeperking, is besloten om bij percolaatbehandeling op CZV en BZV₅ alleen deelgebied III in beschouwing te nemen.

Wanneer ook stikstof moet worden verwijderd uit het percolaat, dan zal het foliegedeelte van deelgebied I moeten worden meegenomen. Bij stikstofverwijdering wordt aangenomen, dat verwijdering tot de huidige stikstofvracht voldoende is.

De lozingsvracht van de stortplaats Spinder is in 1986 geweest:

CZV	kg/j	650.000
BZV ₅	kg/j	350.000
Kj-N	kg/j	55.000
debiet	m ³ /j	382.000
v.e.		18.000

Voor de geraamde percolaatsamenstellingen zijn de volgende behandelingsvarianten onderzocht.

CZV, BZV₅-verwijdering zonder stikstofverwijdering

De CZV, BZV₅-verwijdering kan worden bereikt door:

- variant 1: anaerobe behandeling; besproken wordt een UASB-reactor
- variant 2: aerobe behandeling; besproken wordt een hoog belaste actiefslibreactor
- variant 3: microfiltratie

Tabel 19 - Totalisatie der vrachten (kg/j) van percolaat van Spinder zonder behandeling

deelgebied		jaar na in gebruik nemen deelgebied III												
deelgebied		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I geen folie	CZV	182.500												
	BZV	18.250												
	N-Kj	21.900	e.v.											
	m ³ /j	73.000												
I met folie	CZV	171.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000				
	BZV	114.000	19.000	5.700	5.700	5.700	5.700	5.700	5.700	5.700				
	N-Kj	36.100	32.300	28.500	24.700	22.800	19.000	15.200	10.450	6.650	e.v.	e.v.	e.v.	e.v.
	m ³ /j	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000				
II	CZV	19.650												
	BZV	655												
	N-Kj	9.825	e.v.											
	m ³ /j	65.500												
III	CZV	502.200	525.600	666.000	643.275	623.475	726.750	203.175	161.325	128.250	133.650	135.000	139.050	143.100
	BZV	418.500	428.850	532.800	519.750	484.425	545.648	114.548	61.921	19.599	20.454	13.502	13.607	14.312
	N-Kj	58.590	59.490	73.260	82.913	90.473	105.571	53.259	57.421	56.925	50.401	42.537	35.349	29.815
	m ³ /j	27.900	27.675	33.300	40.275	45.000	53.550	33.075	38.475	42.750	44.550	45.000	46.350	47.700
totaal	CZV	875.350	784.750	925.150	902.425	882.625	985.900	462.325	420.475	387.400	392.800	394.150	398.200	402.250
	BZV	551.405	466.755	557.405	544.355	509.030	570.253	139.153	86.526	44.204	45.059	38.107	38.212	38.917
	N-Kj	126.415	123.515	133.485	139.336	144.996	156.296	100.184	99.596	95.300	88.776	80.912	73.724	68.190
	m ³ /j	185.400	185.175	190.800	197.775	202.500	211.050	190.575	195.975	200.250	202.050	202.500	203.850	205.200
mg/l	CZV	4.721	4.238	4.849	4.569	4.359	4.671	2.426	2.146	1.935	1.944	1.946	1.953	1.960
	N-Kj	682	667	700	705	716	741	526	508	476	439	400	362	332
	m ³ /h	21,2	21,1	21,8	22,6	23,1	24,1	21,8	22,4	22,9	23,1	23,1	23,3	23,4
	m ³ /d	509	506	523	524	554	578	522	537	549	554	555	558	562
v.e. gulden/j		29.333	27.109	30.949	31.025	31.142	34.244	18.538	17.640	16.592	16.091	15.401	14.800	14.369
		1.144.000	1.111.000	1.331.000	1.396.000	1.464.000	1.678.000	945.000	935.000	913.000	917.000	909.000	903.000	905.000

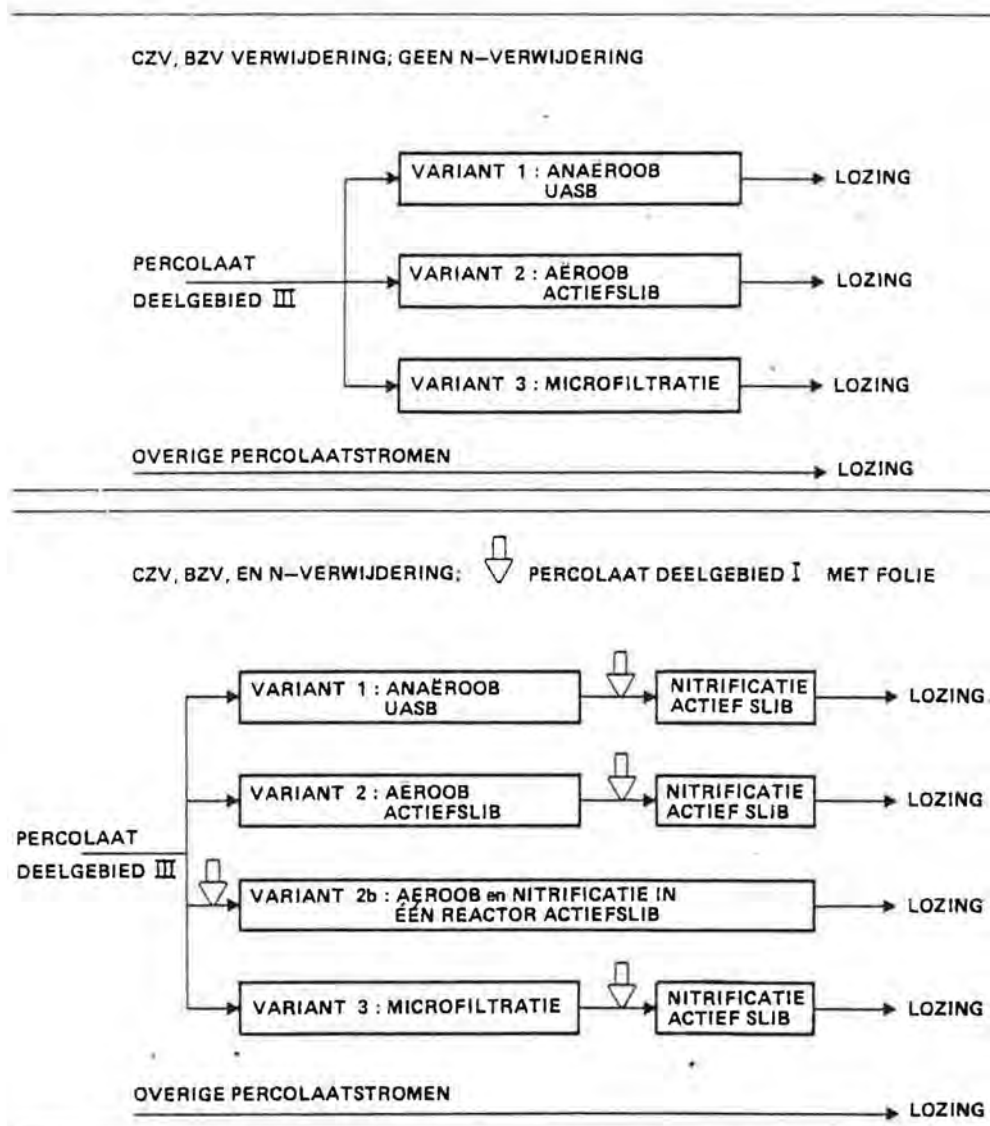
Wanneer alleen CZV en BZV₅ wordt verwijderd, behoeft de behandelingsinstallatie slechts in bedrijf te zijn gedurende de periode waarin deelgebied III operationeel is, of wel zes jaar. In de jaren er op volgend is de CZV-vracht van deelgebied III zo laag dat behandeling qua kosten ongunstig is.

CZV, BZV₅-verwijdering met stikstofverwijdering

Voor stikstofverwijdering is uitgegaan van biologische omzetting in een nitrificerende actiefslibinstallatie. In verband met plaatsbehoefte en op basis van een globale oriënterende kostenraming is vooralsnog uitgegaan van kalkdosering aan het nitrificerend actiefslib ter voorkoming van nitrificatieremming, die zou kunnen optreden door pH-daling als gevolg van de biologische oxydatie van ammonium in nitraat. De uiteindelijke varianten hierbij zijn afgeleid van de varianten zonder stikstofverwijdering:

	Trap 1:	Trap 2:
	CZV-verwijdering	Stikstofverwijdering
variant 1 :	anaeroob	nitrificatie
variant 2a:	aeroob	nitrificatie
b:	CZV verwijdering en nitrificatie gecombineerd	
variant 3 :	microfiltratie	nitrificatie

Daar de stikstofvracht per jaar langzamer afneemt dan de CZV-vracht, zal zowel percolaat van deelgebied III als dat van deelgebied I met folie worden behandeld. Bovendien moet de behandeling nog voortduren na sluiten van deelgebied III. Tijdens het openzijn van deelgebied III wordt er zoveel stikstof verwijderd dat de totale lozing van stikstof van Spinder met 55.000 kg N/j op het huidige niveau ligt. Na de sluiting van deelgebied III zal de te lozen stikstofvracht bij voortgaande behandeling dalen tot onder deze waarde. Daar het CZV-gehalte dan sterk is gedaald; zal het percolaat van beide deelgebieden vanaf jaar 7 direct in de nitrificatiereactor worden geleid. Een schematisch overzicht van de behandelingsvarianten staat in figuur 2. Voor een beschrijving van de gepresenteerde technologieën wordt verwezen naar bijlage 1.



Figuur 12 - Overzicht van de behandelingsvarianten

5.5. Effluentkwaliteit en totale lozingsvracht per variant

CZV, BZV₅-verwijdering zonder stikstofverwijdering

De kwaliteit en de lozingsvracht van het percolaat van deelgebied III na behandeling worden per variant en per operationeel jaar gegeven in tabel 20.

De gesommeerde lozingsvracht van de gehele stortplaats Spinder wordt voor deze varianten te zamen met het resterende aantal v.e. en de lozingsheffing gegeven in tabel 21. In deze laatste tabel wordt vanaf jaar 7 alle percolaat zonder behandeling geloosd, dan is voor elke variant de lozingsheffing dezelfde en gelijk aan die vermeld in tabel 19.

Vergelijking van tabel 19 en 21 laat zien dat bij anaerobe of aerobe behandeling zonder stikstofverwijdering de totale CZV vracht met circa 55% afneemt, maar dat de stikstofvracht niet vermindert.

Bij toepassen van microfiltratie neemt de CZV vracht af met circa 42%, doch stikstof neemt ook hier nauwelijks af.

Juist door de verhoogde stikstofvracht ten opzichte van de huidige lozing is elk jaar de verlaging van het aantal v.e. beperkt. En daarmee is het geloosde aantal v.e. circa 10-20% hoger dan de huidige lozing.

CZV, BZV-verwijdering met stikstofverwijdering

Een overzicht van de effluentkwaliteit en de lozingsvracht uit de nitrificatiereactor per jaar en per variant staat in tabel 22. Het betreft, zoals reeds in 5.4. gemeld behandeld percolaat van deelgebied III en percolaat van deelgebied I met folie.

De gesommeerde lozingsvracht van de gehele stortplaats met het resterende aantal v.e. en de lozingsheffing worden gegeven in tabel 23. Daar bij nitrificatie wordt gestreefd naar een gelijke effluentkwaliteit voor elke variant is de bijdrage van elke variant aan de gesommeerde lozingsvracht dezelfde en dus zijn de berekende gesommeerde lozingsvracht en -heffing per variant gelijk.

Indien wordt genitrificeerd, daalt in alle gevallen de CZV-vracht nog aanzienlijk t.o.v. de varianten zonder nitrificatie. Er resteert nog 40-50% van de huidige lozing, omdat deze laatste voor een belangrijk deel wordt bepaald door de onbehandelde lozing van deelgebied I zonder folie. De stikstofvracht is in de jaren 1 t/m 6 teruggebracht tot op het huidige niveau en tot 65% daarvan in de er op volgende jaren. Al met al is het totale aantal v.e. 55-65% van de huidige lozing.

Tabel 20 - Effluentkwaliteit bij alleen CZV en BZVs verwijderen uit percolaat van deelgebied III; (de slibproductie bij variant 1 en variant 2 als gevolg van de biologische behandeling is uitgedrukt in kg organisch drogestof per jaar)

jaar na aanvang	variant 1			variant 2			variant 3				m ³ /j	m ³ /d
	CZV	BZV	N	CZV	BZV	N	CZV	BZV	N			
1 concentratie	3.600	300	2.050	3.600	300	1.830	7.200	6.000	1.900	mg/l	27.900	76,4
vracht	100.000	8.400	57.000	100.000	8.400	51.000	200.000	167.000	52.000	kg/j		
slibproductie	20.000			100.000						kg/j		
2 concentratie	3.800	310	2.100	3.800	310	1.860	7.600	6.200	1.930	mg/l	27.700	75,9
vracht	105.000	8.600	58.000	105.000	8.600	51.600	210.000	172.000	53.500	kg/j		
slibproductie	21.000			105.000						kg/j		
3 concentratie	4.000	320	2.140	4.000	320	1.900	8.000	6.400	2.000	mg/l	33.300	75,9
vracht	133.000	10.700	71.300	133.000	10.700	63.200	266.000	213.000	66.000	kg/j		
slibproductie	27.000			135.000						kg/j		
4 concentratie	3.200	260	2.000	3.200	260	1.810	6.400	5.200	1.850	mg/l	40.300	110
vracht	129.000	10.400	81.000	129.000	10.400	73.000	258.000	208.000	75.000	kg/j		
slibproductie	26.000			129.000						kg/j		
5 concentratie	3.000	220	2.000	3.000	220	1.800	5.500	4.300	1.800	mg/l	45.000	123
vracht	135.000	9.700	89.000	135.000	9.700	81.000	249.000	194.000	81.000	kg/j		
slibproductie	25.000			122.000						kg/j		
6 concentratie	3.000	200	1.920	3.000	200	1.770	5.400	4.100	1.770	mg/l	53.600	147
vracht	161.000	10.900	103.000	161.000	10.900	95.000	291.000	218.000	95.000	kg/j		
slibproductie	28.000			141.000						kg/j		

Tabel 21 - Totale Lozingsvracht van de stortplaats Spinder CZV, N Kj, v.e. en lozingsheffing, zonder nitrificatie

jaar na aanvang	variant 1		variant 2		variant 3		
	CZV	N	CZV	N	CZV	N	
1 vracht	473.000	125.000	473.000	119.000	573.000	120.000	kg/j
v.e.	21.000		20.500		22.600		
gulden/j	819.000		800.000		881.000		
2 vracht	364.000	122.000	364.000	116.000	469.000	118.000	kg/j
v.e.	18.600		18.000		20.300		
gulden/j	763.000		738.000		832.000		
3 vracht	392.000	109.000	392.000	101.000	525.000	103.000	kg/j
v.e.	18.800		17.200		20.000		
gulden/j	808.000		740.000		860.000		
4 vracht	388.000	118.000	388.000	110.000	517.000	112.000	kg/j
v.e.	18.700		17.900		20.700		
gulden/j	842.000		806.000		932.000		
5 vracht	394.000	126.000	394.000	118.000	508.000	118.000	kg/j
v.e.	19.500		18.800		21.100		
gulden/j	917.000		884.000		992.000		
6 vracht	420.000	140.000	420.000	132.000	550.000	132.000	kg/j
v.e.	21.300		20.600		23.200		
gulden/j	1.044.000		1.009.000		1.137.000		
7 gulden/j	945.000		945.000		945.000		
8 gulden/j	935.000		935.000		935.000		
9 gulden/j	913.000		913.000		913.000		
10 gulden/j	917.000		917.000		917.000		
11 gulden/j	909.000		909.000		909.000		
12 gulden/j	903.000		903.000		903.000		
13 gulden/j	905.000		905.000		905.000		

LBe/C-0437/87t6

Tabel 22 - Effluentkwaliteit na nitrificatie per variant gezamenlijk deelgebied III en deelgebied I met folie

jaar na de aanvang	variant 1			variant 2a			variant 2b			variant 3			debiet m ³ /j
	CZV	BZV ₅	N	CZV	BZV ₅	N	CZV	BZV ₅	N	CZV	BZV ₅	N	
1 concentratie	2.000	25	540	2.000	25	540	2.000	230	540	2.000	60	540	mg/l 46.600
vracht	93.200	1.200	25.000	93.200	1.200	25.000	93.200	10.800	25.000	93.200	2.800	25.000	kg/j
2 concentratie	2.000	5	540	2.000	5	540	2.000	190	540	2.000	40	540	mg/l 46.700
vracht	93.400	240	25.000	93.400	240	25.000	93.400	9.000	25.000	93.400	1.900	25.000	kg/j
3 concentratie	2.000	5	480	2.000	5	480	2.000	210	480	2.000	40	480	mg/l 52.300
vracht	104.600	260	25.000	104.600	260	25.000	104.600	10.800	25.000	104.600	2.200	25.000	kg/j
4 concentratie	2.000	5	420	2.000	5	420	2.000	180	420	2.000	35	420	mg/l 59.300
vracht	118.600	300	25.000	118.600	300	25.000	118.600	10.500	25.000	118.600	2.100	25.000	kg/j
5 concentratie	2.000	5	390	2.000	5	390	2.000	150	390	2.000	30	390	mg/l 64.000
vracht	128.000	320	25.000	128.000	320	25.000	128.000	9.800	25.000	128.000	2.000	25.000	kg/j
6 concentratie	2.000	5	340	2.000	5	340	2.000	150	340	2.000	30	340	mg/l 72.500
vracht	145.000	360	25.000	145.000	360	25.000	145.000	11.000	25.000	145.000	2.200	25.000	kg/j
7 concentratie	2.000	5	100	2.000	5	100	2.000	5	100	2.000	5	100	mg/l 52.100
vracht	104.200	260	5.000	104.200	260	5.000	104.200	260	5.000	104.200	260	5.000	kg/j
8 concentratie	2.000	5	90	2.000	5	90	2.000	5	90	2.000	5	90	mg/l 57.500
vracht	115.000	290	5.000	115.000	290	5.000	115.000	290	5.000	115.000	290	5.000	kg/j
9 concentratie	2.000	5	80	2.000	5	80	2.000	5	80	2.000	5	80	mg/l 61.800
vracht	123.600	310	5.000	123.600	310	5.000	123.600	310	5.000	123.600	310	5.000	kg/j
10 concentratie	2.000	5	80	2.000	5	80	2.000	5	80	2.000	5	80	mg/l 63.600
vracht	127.200	320	5.000	127.200	320	5.000	127.200	320	5.000	127.200	320	5.000	kg/j
11 concentratie	2.000	5	80	2.000	5	80	2.000	5	80	2.000	5	80	mg/l 64.000
vracht	128.000	320	5.000	128.000	320	5.000	128.000	320	5.000	128.000	320	5.000	kg/j
12 concentratie	2.000	5	75	2.000	5	75	2.000	5	75	2.000	5	75	mg/l 65.400
vracht	130.800	330	5.000	130.800	330	5.000	130.800	330	5.000	130.800	330	5.000	kg/j
13 concentratie	2.000	5	75	2.000	5	75	2.000	5	75	2.000	5	75	mg/l 66.800
vracht	133.600	340	5.000	133.600	340	5.000	133.600	340	5.000	133.600	340	5.000	kg/j

Tabel 23 - Totale lozingsvracht van de stortplaats Spinder CZV, N-Kj, v.e. en lozingsheffing met nitrificatie

jaar na aanvang	CZV	N	jaar na aanvang	CZV	N
1 vracht kg/j	295.000	55.000	7 vracht kg/j	306.000	35.000
v.e.	11.000		v.e.	9.400	
gulden/j	429.000		gulden/j	479.000	
2 vracht kg/j	296.000	55.000	8 vracht kg/j	317.000	35.000
v.e.	11.000		v.e.	9.600	
gulden/j	451.000		gulden/j	509.000	
3 vracht kg/j	308.000	55.000	9 vracht kg/j	326.000	35.000
v.e.	11.300		v.e.	9.800	
gulden/j	486.000		gulden/j	539.000	
4 vracht kg/j	321.000	55.000	10 vracht kg/j	329.000	35.000
v.e.	11.500		v.e.	9.900	
gulden/j	518.000		gulden/j	564.000	
5 vracht kg/j	330.000	55.000	11 vracht kg/j	330.000	35.000
v.e.	11.700		v.e.	9.900	
gulden/j	550.000		gulden/j	584.000	
6 vracht kg/j	347.000	55.000	12 vracht kg/j	333.000	35.000
v.e.	12.100		v.e.	9.900	
gulden/j	593.000		gulden/j	604.000	
			13 vracht kg/j	336.000	35.000
			v.e.	10.000	
			gulden/j	630.000	

5.6. Kosten

De investeringskosten van de varianten zijn geraamd. Bovendien zijn de lozingsheffingen na behandeling, de kapitaalslasten en de exploitatiekosten van de verschillende varianten met elkaar vergeleken. Er is onderscheid gemaakt tussen situatie zonder en met stikstofverwijdering. De resultaten worden vermeld in tabel 24, tabel 25 en tabel 26.

Investeringen

Bij de investeringen zijn de bedragen exclusief aan- en afvoerleidingen, monster en meetapparatuur, bemalingspompen, afvoergemaal, engineering en directie. De bedragen zijn in guldens exclusief BTW, prijspeil februari 1987. Zij hebben uitsluitend vergelijkende waarde.

Tabel 24 laat zien dat zonder stikstofverwijdering variant 1, de anaerobe reactor verreweg de laagste investeringskosten met zich meebrengt. Microfiltratie is met de conservatieve ontwerpbenadering twee keer zo duur. Actiefslib vergt eveneens een zeer hoge investering.

Wanneer besloten zou worden tot stikstofverwijdering, dan blijft variant 1 de goedkoopste. De ééntraps aerobe variant is iets duurder. Microfiltratie wordt dan de duurste keuze, terwijl de tweetraps aerobe variant hieraan nagenoeg gelijk is.

Tabel 24 - Investeringen per variant (guldens excl. BTW)

	Variant 1	variant 2a	variant 2b	variant 3
zonder stikstofverwijdering				
. civiel	15.000	700.000		130.000
. mechanisch/elektrisch	560.000	425.000		1.080.000
Totaal	575.000	1.125.000		1.210.000
met stikstofverwijdering				
. civiel	625.000	1.260.000	1.185.000	915.000
. mechanisch/elektrisch	1.000.000	865.000	510.000	1.535.000
Totaal	1.625.000	2.125.000	1.695.000	2.450.000

Exploitatiekosten en kapitaalslasten

Voor een overzicht van de uitgangspunten bij de berekening van de exploitatiekosten en de kapitaalslasten wordt verwezen naar bijlage 1. Opgemerkt wordt dat de analysekosten, alhoewel geen kleine post, niet zijn meegenomen omdat zij kostenneutraal zijn.

Tabel 25 laat zien dat de kapitaalslasten en de exploitatiekosten elkaar binnen elke variant niet veel ontlopen. Variant 1 - de anaerobe variant - heeft als exploitatievoordeel de opbrengst van het gistingsgas.

Verder blijkt dat variant 1 - anaerobe behandeling - in alle gevallen de laagste kosten met zich meebrengt en variant 3 - microfiltratie - de hoogste kosten.

Opgemerkt kan worden dat in de gevallen met stikstofverwijdering variant 2b - aerobe behandeling in één trap - slechts 15% hoger in kosten uitvalt dan anaerobe behandeling. Tweetraps aerobe behandeling is kostenongunstig.

Tabel 25 - Kapitaalslasten en gemiddelde exploitatiekosten per variant excl. lozingsheffing (bedragen in guldens excl. BTW) jaar 1 t/m 6

	variant 1	variant 2a	variant 2b	variant 3
zonder stikstofverwijdering				
. kapitaalslasten	121.000	236.000	-	253.000
. exploitatiekosten	55.000	166.000	-	202.000
met stikstofverwijdering				
. kapitaalslasten	228.000	297.000	237.000	343.000
. exploitatiekosten	188.000	280.000	250.000	350.000

Jaarlijkse kosten

Een overzicht van de totale jaarlijkse kosten, dus inclusief lozingsheffing en de bijdrage daaraan van de andere deelstromen van de stortplaats, staat in tabel 26. Tevens is daarin voor de gevallen met stikstofverwijdering het kostenverloop na beëindigen van het storten in deelgebied III aangegeven, rekeninghoudend met verminderde CZV-en stikstofaanvoer.

Tabel 26 laat ten eerste zien, dat behandelen van het percolaat niet noodzakelijk leidt tot verlagen van de jaarlijkse kosten. Alleen verwijderen van CZV levert pas een significant resultaat op in het derde stortjaar van deelgebied III. Dit komt voornamelijk doordat in jaar 1 en 2 de lagere lozingsheffing meer dan gecompenseerd wordt door de kapitaalslasten en exploitatiekosten. De bedragen geven aan, dat van de varianten zonder stikstofverwijdering uitsluitend anaerobe behandeling in aanmerking komt, omdat deze variant een besparing over de gehele stortperiode oplevert.

Tabel 26 laat ook zien dat als geheel stikstofverwijdering leidt tot een verlaging van de jaarlijkse kosten. Dit wordt veroorzaakt doordat de lozingsheffing f 300.000,- - f 600.000,- lager uitvalt. Dit verschil wordt echter voor een deel teniet gedaan door de kapitaalslasten en exploitatiekosten van het nitrificatiegedeelte.

Ook na het beëindigen van de stortactiviteiten in deelgebied III is het behandelene van percolaat in uitsluitend de nitrificatiereactor gunstig. Pas in het tiende jaar kan een omslag optreden. Echter de installatie is in 11 jaar vrij van kapitaalslasten en zal derhalve met positief resultaat bedreven kunnen worden. Van de varianten met stikstofverwijdering liggen variant 1 en variant 2b zeer dicht bij elkaar. De tweetraps aerobe-installatie - variant 2a - en microfiltratie gevolgd door nitrificatie komen niet voordelig uit.

Tabel 26 - Jaarlijkse kosten van behandeling en lozing van percolaat incl. de bijdrage van niet behandelde deelstromen (bedragen in guldens per jaar, excl. BTW)

jaar na aanvang	zonder behandeling	variant 1	variant 2a	variant 2b	variant 3
<u>zonder stikstofverwijdering</u>					
1	1.144.000	995.000	1.202.000	-	1.336.000
2	1.111.000	939.000	1.140.000	-	1.287.000
3	1.331.000	984.000	1.142.000	-	1.315.000
4	1.396.000	1.018.000	1.208.000	-	1.387.000
5	1.464.000	1.093.000	1.286.000	-	1.447.000
6	1.678.000	1.220.000	1.411.000	-	1.592.000
7	945.000	idem	idem	-	idem
8	935.000	idem	idem	-	idem
9	913.000	idem	idem	-	idem
10	917.000	idem	idem	-	idem
11	909.000	idem	idem	-	idem
12	903.000	idem	idem	-	idem
13	905.000	idem	idem	-	idem
<u>met stikstofverwijdering</u>					
1	1.144.000	845.000	1.006.000	916.000	1.117.000
2	1.111.000	867.000	1.028.000	938.000	1.139.000
3	1.331.000	902.000	1.063.000	973.000	1.174.000
4	1.396.000	934.000	1.095.000	1.005.000	1.206.000
5	1.464.000	966.000	1.127.000	1.037.000	1.234.000
6	1.678.000	1.009.000	1.170.000	1.080.000	1.277.000
7	945.000	849.000	939.000	856.000	1.004.000
8	935.000	879.000	969.000	886.000	1.034.000
9	913.000	904.000	994.000	911.000	1.059.000
10	917.000	930.000	1.020.000	937.000	1.085.000
11	909.000	722.000	743.000	720.000	762.000
12	903.000	738.000	759.000	736.000	778.000
13	905.000	761.000	782.000	759.000	801.000

5.7. Conclusies

De aangedragen gegevens leiden tot de volgende conclusies:

- De huidige lozing van circa 18.000 v.e. zal bij in bedrijf nemen van deelgebied III snel toenemen tot circa 29.000 v.e. en vervolgens naar verwachting in stortjaar 6 een maximum bereiken van 34.000 v.e.
- De lozingsheffing zal, uitgaande van f 37,20 in 1987 en een toenemen per jaar van f 2,- per v.e. stijgen van f 675.000,- per jaar naar f 1.140.000,- per jaar in de eerste stortfase voor deelgebied III en vervolgens een maximum bereiken in stortjaar 6 van f 1.700.000 per jaar
- Mede vanuit de historie lijkt lozing van (voorbehandeld) percolaat op de rwzi Tilburg Noord de aangewezen weg
- Verwijdering van chloride, sulfaat en zware metalen lijkt niet urgent gezien de huidige effluenteisen van de rwzi Tilburg Noord
- De behandeling van percolaat moet worden gericht op verwijdering van CZV en BZV₅ en mogelijk stikstof, die de grootste bijdrage levert aan het aantal v.e.
- Gezien de kosten zal behandeling van een beperkt aantal deelstromen moeten geschieden
- Behandeling van percolaat van deelgebied II is gezien de vervuilingsgraad minder zinvol
- Behandeling van percolaat van deelgebied I zonder folie leidt slechts tot een geringe v.e.-vermindering
- Deelgebied I met folie heeft een lage CZV vracht, maar een hoge stikstof vracht
- Indien wordt overgegaan tot verwijdering van CZV en BZV₅ leidt behandeling van de percolaatstromen van deelgebied III tot circa 30-35% vermindering van het aantal geloosde v.e. door deelgebied III
- Vergeleken met de huidige lozing is het totaal aantal v.e. van de gehele stortplaats, ondanks de behandeling, toegenomen
- Wanneer ook stikstofverwijdering in aanmerking komt, zouden de percolaatstromen van deelgebied I met folie moeten worden meebehandeld
- De verwijdering van stikstof resulteert in een aanzienlijke verlaging van het aantal v.e.'s
- De stikstofverwijdering brengt het aantal v.e.'s op 55-65% van de huidige lozing
- Van de verschillende varianten voor CZV en BZV₅ verwijdering komt qua de kosten anaerobe behandeling in aanmerking. De lozing van alle percolaat te zamen zal hiermee oplopen tot circa 19.000 v.e.

- Bij CZV, BZV en stikstofverwijdering komen anaerobe behandeling gevolgd door biologische nitrificatie en de ééntraps actiefslibinstallatie in aanmerking. De lozing van alle percolaat te zamen daalt daarmee tot 10.000 à 12.000 v.e.
- Uit kostenoverwegingen moet voor stikstofverwijdering worden gekozen.
- De uiteindelijke kosten voor behandeling van deelstromen en lozing van alle percolaat te zamen zijn geraamd op:
 - CZV-BZV₅-verwijdering
 - . investering anaerobe installatie deelgebied III 575.000 gulden
 - . jaarlijkse kosten 939.000-1.220.000 gulden, inclusief de lozingsheffing
 - CZV, BZV₅ en stikstofverwijdering:
 - . investering anaerobe installatie deelgebied III en nitrificatiereactor deelgebied I met folie en deelgebied III 1.625.000 gulden
 - . jaarlijkse kosten 845.000-1.009.000 gulden, inclusief de lozingsheffing

De investeringen zijn exclusief aan- en afvoerleidingen, monster- en meetapparatuur, bemalingspompen, afvoergemaal, engineering, directie en BTW. Zij hebben uitsluitend vergelijkende waarde.

De jaarlijkse kosten zijn exclusief analysekosten en BTW.

5.8. Aanbevelingen

Op basis van het voorgaande wordt aanbevolen om in ieder geval over te gaan tot behandeling van percolaat van deelstroom III in een anaerobe reactor. Alhoewel een ééntraps aerobe variant financieel even gunstig is, valt deze af omdat de plaatsbehoefte groter is. Bovendien heeft een tweetrapssysteem voordelen bij het opvangen van toxische stortbelastingen.

Daarmee wordt een v.e.-vermindering bereikt door omzetting van CZV en BZV₅ in biogas. Naar verwachting zullen de kosten per jaar dalen van f 1.100.000,- à f 1.700.000,- voor lozen van alle onbehandelde stromen, naar f 940.000,- à f 1.200.000,-, voor behandeling van percolaat van deelgebied III en lozing van de overige percolaatstromen.

Vervolgens kan worden overgegaan tot stikstofverwijdering. Dan dalen de jaarlijkse kosten naar verwachting tot f 850.000,- à f 1.000.000,- voor nitrificatie van percolaat van deelgebied I met folie te zamen met anaeroob voorbehandeld percolaat van deelgebied III en lozing van de overige percolaatstromen.

Wanneer het storten op deelgebied III is beëindigd daalt de vuilvracht. Het is dan economisch voordelig om de stromen van deelgebied III en deelgebied I met folie te behandelen in uitsluitend de nitrificatie reactor.

Ten opzichte van de lozingsheffing bij onbehandeld lozen van circa f 900.000,- per jaar wordt een besparing verkregen van circa f 150.000,- per jaar.

Referenties

1. Koninklijk Meteorologisch Instituut 1957. Frequenties van k-daagse neerslagsommen op Nederlandse stations. Deel 7 Oudenbosch.
2. Koninklijk Meteorologisch Instituut.
Maandelijks overzicht der Weergesteldheid.
3. Agelink, G.J. 1981.
Onderzoek naar de mogelijkheden om de infiltratie van regenwater in een afvalstort te verminderen.
deel 3: experimentele resultaten.
Nota 1295, ICW Wageningen.
4. P.E. Rijtema, C.W.J. Roest en J. Pankow, 1986.
Onderzoek naar de waterbalans van vuilstortplaatsen.
Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu-beheer.
5. Tabasaran, O. 1982.
Abfallbeseitigung und abfallwirtschaft.
Düsseldorf.
6. DHV 1986.
Waterbeheer van de centrale stortplaats "Spinder".
Onderzoek naar de mogelijkheden om de hoeveelheid drainagewater te verminderen.
Opdracht Samenwerkingsverband Midden-Brabant.
7. Grontmij 1983.
Waterbeheersingsplan voor de afvalverwerking te Bavel.
8. Grontmij 1985.
Bijstelling van de waterbalans voor de uitbreiding van de afvalberging Bavel.
9. Anon 1985.
Waterzuivering AWZI van Wijster.
10. Schroef, A. van der. 1985.
Percolatiewater van vuilstortplaatsen. Behandeling door middel van hyperfiltratie.
H₂O (18) nr. 15.
11. Hoeks, J. 1986.
Milieu-effecten van afvalstortplaatsen.
Afvalbeheer.

-
12. Holmes, R. 1980.
The water balance method of estimating leachate from landfill sites
Solid Waste., january 1980.
 13. Bruin, H.A.R. de. 1979.
Neerslag, openwaterverdamping en potentieel neerslagoverschot in
Nederland, frequentieverdelingen in het groeiseizoen.
KNMI WR 79-4.
 14. Buishand, T.A. 1980.
Neerslag en verdamping.
KNMI.
 15. Grontmij. 1983
Aanvraag vergunningen afvalverwerkingsinrichting "Spinder".
 16. Ehrig, H.J. 1980.
Menge und Zusammensetzung von Sickerwasser aus Mülldeponien.
Wasserwirtschaft 70 (1980) 6
 17. Baumann, W. 1986.
Langfristige Abschätzung und reduzierung von Sickerwasseremissionen
aus Mülldeponien.
Müll ud Abfall 3/86

datum	:	juni 1987
auteurs	:	ing. A.H.M. Eidhof ir. J. Koning ir. H.J. Roelofs
Projectleider	:	ir. A.T. van der Geest
dossier	:	1-1022-49-03

JJvD/LBe/C-0437/87

BIJLAGE 1

SYSTEEMKEUZE PERCOLAATBEHANDELING

1.1. Inleiding

In hoofdstuk 3 zijn de hoeveelheden percolaat per deelgebied I, II en III geraamd. Voor de behandeling van het percolaat zal in deze bijlage een systeemkeuze worden gedaan tegen de achtergronden van een aantal randvoorwaarden, die aan de behandeling zijn gesteld. Allereerst zal van elke percolaatstroom de samenstelling worden gegeven. Deze is in eerste instantie bepalend voor de inzetbaarheid van eventuele behandelingstechnieken.

Bij de te presenteren behandelingsmogelijkheden spelen de te bereiken financiële besparingen voor het Samenwerkingsverband Midden Brabant een zeer grote rol. Zo zullen de mate waarin en het aantal stromen, dat behandeld moet worden, zoveel mogelijk worden beperkt; dit in het licht van de aanwezigheid van de rioolwaterzuiveringsinrichting Tilburg-Noord, waarop het effluent van de stortplaats wordt geloosd.

De kosten van de behandelingsvarianten zullen worden gepresenteerd en afgezet tegen de kosten voor het ongezuiverd lozen op de rwzi Tilburg-Noord.

Door de beperktheid van de analysegegevens van de verschillende waterstromen zal de systeemkeuze een globaal karakter dragen. Daar in de watermonsters geen analyses van colloïdaal en gesuspendeerd materiaal zijn verricht, zal voor de systemen, waarin dat van belang is, een aanname worden gedaan. Dit heeft mede tot gevolg, dat de aandacht vooral wordt gericht op biologische behandelingsmethoden, terwijl fysisch-chemische methoden slechts ruw kunnen worden besproken.

1.2. Uitgangspunten1.2.1. Hoeveelheden per deelgebied

Bij de raming van de hoeveelheden percolaat is een onderscheid gemaakt naar deelgebied. Tevens is nagegaan welke hoeveelheden vrijkomen als gemiddelde neerslag per jaar, als neerslag met een overschrijdingskans van 33% en van 5%. De laatste kan worden beschouwd als een extreem nat jaar (1 maal in 20 jaar). Uit oogpunt van besparing op investeringskosten lijkt het overduidelijk om de capaciteit van de percolaatbehandeling hierop af te stemmen. Deze overweging is redelijk gezien de relatief korte periode, waarin zeer ernstig vervuild percolaat vrijkomt (maximaal 10 jaar) en gezien de aanwezigheid van de rwzi Tilburg Noord voor tijdelijke opvang van effluent bij een tijdelijk overbelaste percolaatbehandelingsinstallatie. De buffercapaciteit van een stortlichaam speelt hierbij een geringe rol.

Ervaringen geven aan dat dimensionering op basis van een gemiddelde neerslag te krap is.
Resumerend wordt bij een overschrijdingskans van 33% per deelgebied uitgegaan van:

deelgebied		jaar na aanvang	debiet m ³ /j.
I	geen folie	1 en volgend	73.000
	folie	1 en volgend	19.000
II	geen folie	1 en volgend	65.500
III	folie fase 1	1	27.900
	folie fase 1+2	2	27.700
	folie fase 2	3	33.300
	folie fase 3	4	40.300
	folie fase 3+4	5	45.000
	folie fase 4	6	53.600
	nazorg	7	33.100
	nazorg	8	38.500
	nazorg	9	42.800
	nazorg	10	44.600
	nazorg	11	45.000
	nazorg	12	46.400
	nazorg	13 en volgend	47.700

1.2.2. Verwachte samenstelling per deelgebied

1.2.2.1. Grondwater

Het gemaal van de stortplaats voert in het huidige bedrijf het mengsel van alle waterstromen af naar de rwzi Tilburg Noord. Het bestaat voor het merendeel uit bemalingswater. De overige stromen vormen een geringe hoeveelheid. Deze lozing is in 1986 gemiddeld eens per week bemonsterd. De analyseresultaten worden vermeld in tabel 1. Deze geeft aan, dat de samenstelling erg varieert. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de variatie in neerslag. Bij een grote neerslaghoeveelheid wordt relatief veel hemelwater door het stortlichaam heen getransporteerd naar het grondwater, zodat de bijdrage daarvan aan de vuilvracht van het bemalingswater relatief groot is.

Begevens percolatiemeter 1986

1986	Temp. °C	O2 mg/l	Verz. %	COD	BOD2	BOD5	pH	uS	N	NH3/N	Cl-	Cr ppm	Ni ppm	Zn ppm	Cu ppm	Cd ppm	Pb ppm	Fe ppm	Ca ppm	Mg ppm	P ppm
2 januari	1.5	6.11	43.5	164		372	6.5	1590	57	54	176	0.05	0.01	1.19	0.04	0.002	0.065	35.2	59.8	19.91	4.96
8 januari	5.0	4.65	36.3	908	487	560	6.5	1550	72	64	186										
14 januari	9.0	5.05	43.5	935	443		6.6	1550	80	74	195										
20 januari	7.0	4.04	33.2	930	422		6.6	1450	79	74	176										
31 januari	5.5	2.14	16.9	1588		1051	6.5	1720	139	127	267										
6 februari	3.5	2.63	19.8	1082		508	6.3	1420	71	60	198	0.23	0.83	0.26	0.34	0.000	4.15	41.6	79.6	22.3	5.28
12 februari	4.0	2.64	20.1	2521	1200	1573	6.6	2450	232	192	361	0.27	1.03	0.85	0.05	0.013	2.53	75.7	114.0	41.6	20.32
18 februari	4.5	3.68	28.4	3604	1870		6.6	2165	206	187	304										
24 februari	4.1	4.97	37.9	533	152		6.3	721	163	150	145										
7 maart	8.0	4.51	37.9	1001		435	6.5	1250	104	92	227	0.13	0.022	0.32	0.2	0.056	0.112	40.6	90.9	23.53	5.12
13 maart	7.5	3.58	28.8	1399		1049	6.6	1645	154	141	261										
19 maart	9.5	3.62	31.5	658	395	432	6.5	1180	60	59	206										
25 maart	8.0	1.86	15.6	1245	877		6.6	1449	140	116	233										
11 april	8.5	0.96	8.0	1701	964		6.6	1905	143	130	271	0.45	0.091	0.00	0.14	0.000	0.000	42	77.4	29	0.688
23 april	10.0	0.81	7.1	1623		685	6.5	2145	147	143	281										
29 april	9.5	0.54	4.7	1528		913	6.5	1670	167	157	316										
6 mei	14.5	3.20	31.1	1053	598		6.5	1380	121	116	249	0.16	0.05	0.60	0.054	0.012	0.000	39.4	82.3	31.6	0.368
23 mei	7.5	1.16	9.6	644		388	6.8	1585	78	75	215										
29 mei	13.9	2.81	27			373	6.4	1455	46	39	178										
4 juni		1.82		1834	933	1346	6.6	3420	175	164	72	0.07	0.07	0.00	0.059	0.016	0.000	47.2	119.8	30.6	0.512
10 juni	21.5	4.93	55.2	1227	660		6.4	2820	150	145	150										
23 juni	19.5	1.79	19.3	1536	1202		6.5	3651	193	184	356										
26 juni	17.9	1.68	17.5	1987		822	6.5	3390	181	171	338	0.00	0.12	0.47	0.05	0.035	0.000	38.0	117.3	40.6	1.408
3 juli	19.5	1.85	19.9	1995		1760	6.5	12700	231	218	434										
9 juli	17.0	1.93	19.8	1741	882	1409	6.6	1150	220	198	335										
15 juli	17.0	2.01	20.6	3162	517		6.7	4700	282	263	482										
21 juli	17.0	3.07	31.5	1550	414		6.8	2600	114	104	284										
1 augustus	15.6	3.04	30.2	3164		814	7.0	1405	247	234	431	0.17	0.06	0.83	0.07	0.00	0.000	28.2	81.6	47.2	2.592
7 augustus	17.2	2.77	28.5	1717		2628	7.1	12600	224	213	398										
13 augustus	14.9	3.36	32.9	121	32	201	7.0	1380	56	53	155										
19 augustus	12.4	1.33	12.4	402	261		7.2	1870	87	83	195										
8 september	11.2	3.89	35.2	211	118		6.8	1450	55	53	162	0.04	0.05	2.39	0.09	0.00	0.000	37.65	33.2	20.97	0.912
12 september	11.4	4.74	43.1	327		169	6.7	1250	55		153										
23 september	13.1	3.27	30.8	301		18	6.7	1500	61	56	160										
29 september	13.5	2.85	27.1	260	202		6.7	1500	60	55	202										
13 oktober	10.1	3.36	29.7	182	148		7.1	1400	75	69	199										
16 oktober	14.8	3.54	34.6	300	182		6.9	1200	69	65	192										
23 oktober	9.6	4.22	36.8	328	11		6.3		38	36	114										
29 oktober	11.6	3.03	27.6	8110	2813		6.5	16100	346	302	678										
3 november	8.7	2.37	20.3	1950	2680		6.7	4200	286	266	534	0.15	0.053	0.55	0.151	0.00	0.039	63.2	243	55.7	0.21
17 november	11.8	2.35	21.5	3435	936		6.7	4800	275	255	552										
20 november	11.3	3.33	30.2	4580		2656	6.6	4900	282	306	508										
26 november	8.5	2.52	21.4	5105			6.9	15500		255	562										

Tabel 1

ICMIV

Perioden zonder neerslag leiden tot een vrij "schone" kwaliteit bemalingswater, omdat bijna uitsluitend grondwater aan de bodem wordt onttrokken met slechts een gering aandeel percolaat. Illustratief, hiervoor zijn de monsters van 13 augustus tot en met 23 oktober 1986, waarin weinig bemalingswater vrijkwam (zie tabel 2) na enkele maanden vertraging volgend op een periode van weinig neerslag (zie tabel 3).

Tabel 2 - Specificatie hoeveelheid bemalingswater in 1986
Totale afvoer naar rwzi Tilburg Noord 382.630 m³
(Bron: rwzi Tilburg Noord)

jan.	61.950 m ³	juli	14.090 m ³
feb.	46.410 m ³	aug.	9.520 m ³
maart	49.940 m ³	sept.	9.170 m ³
april	59.990 m ³	okt.	9.910 m ³
mei	43.950 m ³	nov.	13.530 m ³
juni	37.900 m ³	dec.	26.270 m ³

Tabel 3 - Specificatie regenval 1986; Totale neerslag 765 mm,
(Bron: rwzi Tilburg Noord)

jan.	108,5 mm	juli	34,2 mm
feb.	0 mm	aug.	78,0 mm
maart	96,9 mm	sept.	37,2 mm
april	39,2 mm	okt.	98,0 mm
mei	42,6 mm	nov.	57,1 mm
juni	52,8 mm	dec.	120,1 mm

Voor de kwaliteit van het grondwater wordt in het rekenmodel het gemiddelde uit de periode 13 augustus - 23 oktober genomen. De samenstelling wordt vermeld in tabel 4.

Tabel 4 - Berekende kwaliteit van het grondwater (mg/l) Cg

CZV	270	Kj-N	63
BZV ₂	130	NH ₃ -N	59
pH	6,3-7,2	Cl	170

De concentraties, vermeld in tabel 4, komen overeen met de kwaliteit van het bemalingswater onder heuvel E (Deelgebied II), een zeer oud stortgedeelte.

1.2.2.2. Deelgebied II

Het oudste stortgedeelte is voor een deel voorzien van bemaling. De kwaliteit hiervan is ondermeer bepaald op 9 december 1986. De analyseresultaten worden vermeld in tabel 5. Zij gelden als uitgangspunt voor de kwaliteit van het aldaar vrijkomende water in de toekomstige situatie. Aangenomen wordt, dat deze kwaliteit weinig verandert in de loop van de tijd.

Tabel 5 - Samenstelling bemalingswater deelgebied II (mg/l) C_{II}

CZV	293	Cr	0,89
BZV ₅	-	Ni	0,039
Kj-N	145	Zn	0,28
NH ₃ -N	138	Cu	0,10
Cl	117	Cd	0,001
SO ₄ ²⁻	588	Pb	0,073
pH (-)	7,1		
Ec (µS/cm)	2500		

1.2.2.3. Deelgebied I reeds afgewerkte gedeelte zonder folie

Deelgebied I is voor een groot deel reeds afgewerkt. De toekomstige kwaliteit van het bemalingswater uit het afgewerkte gedeelte is onbekend. Er kan echter een schatting gemaakt worden van de concentraties met behulp van de gegevens, die verkregen zijn uit de analyse van de verschillende waterstromen.

De toekomstige werkwijze voor onttrekken van grondwater zal inhouden, dat het bemalingswaterdebit circa 1,25 maal het neerslagoverschot is, in tegenstelling tot de huidige vijf maal. Het aandeel van het water, dat door het stortlichaam heen gaat, in het bemalingswater neemt daardoor toe van circa 20% naar 80%, waardoor de concentraties van de verontreinigingen in het bemalingswater zullen stijgen. De toekomstige concentraties kunnen worden geraamd volgens:

$$5.C_h = 4.C_g + 1.C_p \quad (1)$$

Waarin:

C_h = huidige gemiddelde concentratie in het bemalingswater
 C_g = concentratie van het grondwater
 C_p = gemiddelde concentratie in het water, dat door het stortlichaam percoleert.

C_p wordt bepaald door de kwaliteit van het percolerende water in deelgebied II en de kwaliteit van het percolerende water in deelgebied I. Zij maken circa 60 resp. 40% uit van de totale percolerende stroom.

Deelgebied I omvat 25% van folie voorzien terrein (folieveld 1, folieveld 2 en de proefvelden B) en 75% niet van folie voorzien terrein. Daar deze verschillende waterstromen nu met de overige stromen worden geloosd, dragen zij eveneens bij tot, de met vergelijking (1) berekende, kwaliteit van het percolerende water in deelgebied I. Bovenstaande kan worden vervat in de vergelijking:

$$C_p = 0,6 (0,25 C_f + 0,75 C_{nf}) + 0,4 C_{II} \quad (2)$$

ofwel

$$C_p = 0,15 C_f + 0,45 C_{nf} + 0,4 C_{II} \quad (3)$$

waarin

C_f = de huidige gemiddelde concentratie in het percolaat van folieveld 1, folieveld 2 en de proefvelden B. (gemiddelden van analyses op 1 december 1986 ongefiltreerd).

C_{nf} = de gemiddelde concentratie van het percolerende water door het stortlichaam van deelgebied I.

C_{II} = concentratie van het bemalingswater in deelgebied II.

In tabel 6 worden de berekeningen van C_{nf} voor de verschillende componenten aangegeven. Het lijkt erop dat deelgebied I zonder folie in 1986 nog niet volledig in de methanogeen stabiele fase verkeerde. Er wordt vanuit gegaan dat vanaf het moment dat de stort op deelgebied III begint, dit wel het geval is. De verwachte waarden voor C_{nf} zijn dan CZV 3000 mg/l, BZV₅ 350 mg/l; Kj-N 350 mg/l, Cl⁻ 500 mg/l.

In de toekomstige situatie zal het bemalingswater van deelgebied I voor 80% bestaan uit percolaat van het niet foliegedeelte van deelgebied I en voor 20% uit het grondwater. Derhalve geldt

$$5.C_t = 4.C_{nf} + 1.C_g \quad (4)$$

waarin:

C_t = toekomstige gemiddelde concentratie in het bemalingswater van deelgebied I gedeelte zonder folie.

In tabel 7 worden de berekeningen van C_t voor de verschillende componenten aangegeven. Voor verdere berekeningen wordt C_t afgerond. De waarden worden eveneens vermeld in tabel 7.

Tabel 6 - Berekening verontreinigingsconcentratie in het percolaat van deelgebied I zonder folie (mg/l) C_{nf}

	C_h	C_g	C_p	C_f	C_{II}	C_{nf}
CZV	1690	270	7370	25.500	293	7617
BZV ₂	746	130	3210	-	-	-
BZV ₅	916	-	(3942)	22.000	0	1427
Kj-N	143	63	463	1.750	145	317
NH ₃ -N	138	59	454	1.580	138	360
Cl	281	170	725	2.700	117	607
pH	6,3-7,2	-	-	6,0-7,2	7,1	-

() berekend op basis van verhouding BZV₂/BZV₅ in C_h

Tabel 7 - Berekening van de toekomstige verontreinigingsconcentratie in het bemalingswater van deelgebied I zonder folie (mg/l) C_t

	C_{nf}	C_g	C_t	C_t afgerond
CZV	3000	270	2454	2500
BZV ₅	300	160	272	250
Kj-N	350	63	293	300
Cl	500	170	434	450
pH	6,0-7,5	-	6,0-7,5	6,0-7,5

1.2.2.4. Deelgebied I folievelden 1 en 2 en proefvelden B

Op de folievelden van deelgebied I wordt sedert 1985 gestort. Deze velden zijn nog niet vol en dus niet afgewerkt. Folieveld 1 is bestemd voor huisvuil. Folieveld 2 dient naast huisvuil voor slib afkomstig van de lederindustrie. Het percolaat van beide velden is bemonsterd op 1 december 1986. De afgeronde analyseresultaten worden vermeld in tabel 8.

Folieveld 1 is nu 1,5-2 jaar oud. Aangenomen wordt, dat de CZV, BZV₅ en Kj-N gehalten in 1987 ongeveer op het maximum liggen. Uit deze aanname kan een voorspelling worden gedaan over de percolaatkwaliteit van folieveld 1. Deze voorspelling is gebaseerd op het model PROPER (zie bijlage 4), dat aan praktijk-situaties is getoetst. Alhoewel nu niet helemaal bekend is welke parameters overeenkomen en welke verschillen tussen deze praktijkgevallen en de stortwijze van Spinder, wordt wel uitgegaan van dit model.

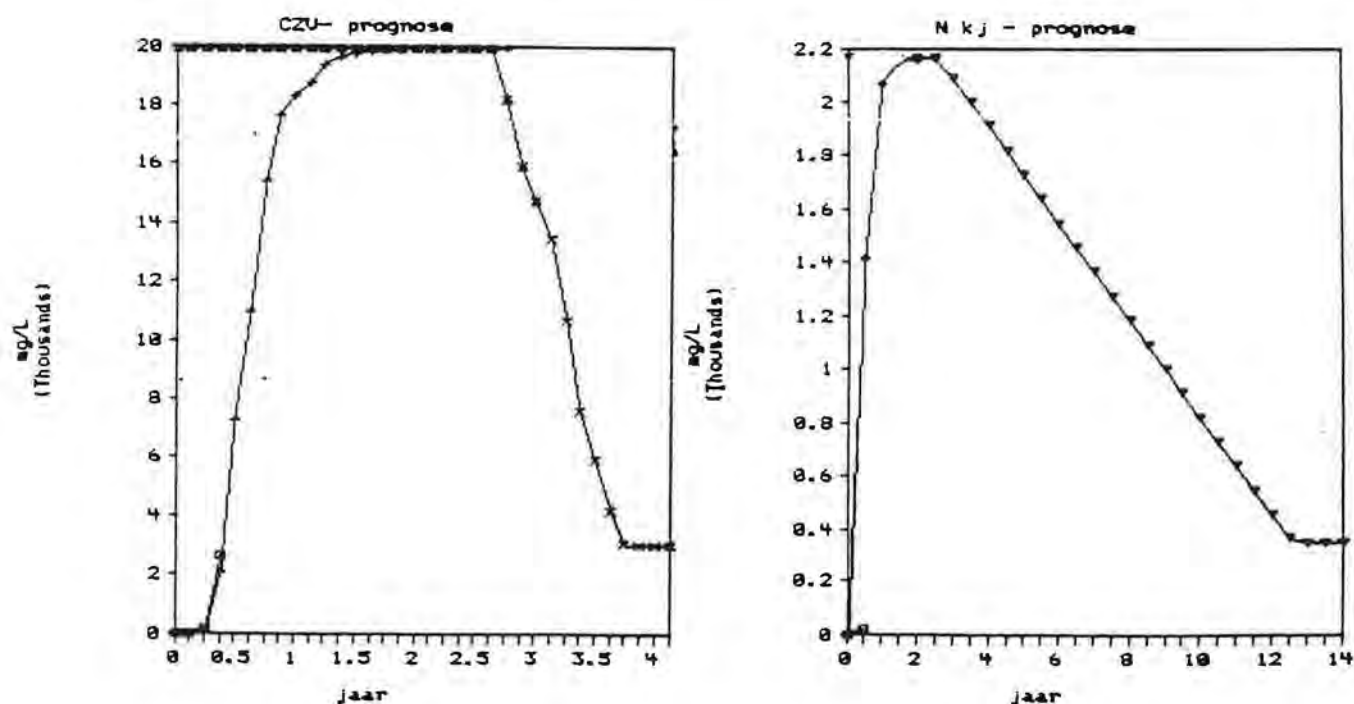
Voor folieveld 1 worden de CZV, BZV₅ en N-Kj gehalten berekend met als uitgangspunten:

- het afval bevat huishoudelijk afval en zuiveringsslib
- gemiddelde temperaturen bij de eerste storting 3,5°C.

Het verwachte concentratie verloop wordt gegeven in figuur 1.

Tabel 8 - Concentraties in percolaat van folieveld 1 en 2 en proefveld B (datum 1-12-1986) (mg/l) (hoogste waarden)

	folie- veld 1	folie- veld 2	B		folie- veld 2	folie- veld 2	B
CZV	20.000	40.000	17.000	Cr	0,75	0,75	0,37
BZV ₅	16.500	34.000	16.000	Ni	0,57	1,56	0,32
Kj-N	2.100	2.300	780	Zn	3,6	8,6	2,4
NH ₃ -N	2.000	2.100	640	Cu	0,09	0,13	0,10
Cl	3.600	3.600	980	Cd	0,026	0,045	0,036
SO ₄ ²⁻	190	750	300	Pb	n.a.	n.a.	0,09

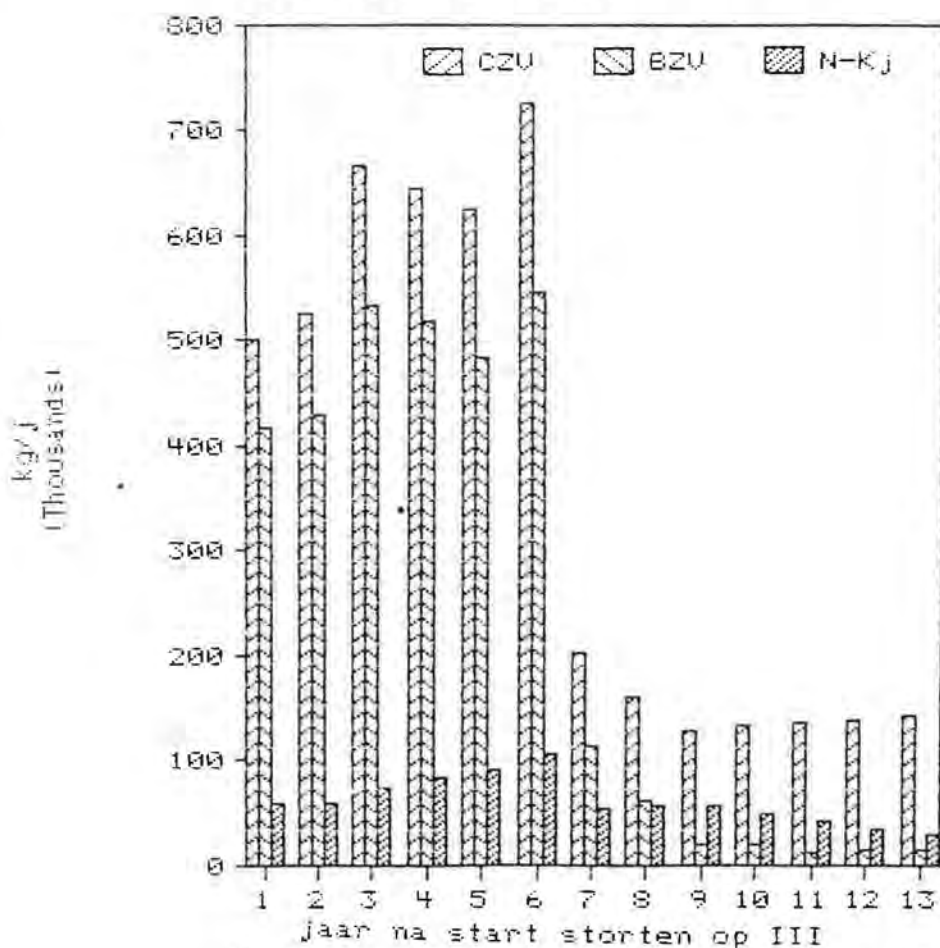


Figuur 1 - Verwachting van het concentratieverloop van CZV en Kjeldahl stikstof in folieveld 1

1.2.2.5. Deelgebied III

Deelgebied III zal geheel op folie worden uitgevoerd. De kwaliteit van het percolaat zal naar verwachting verlopen zoals de kwaliteit van folieveld 1. Voor de voorspelling van de kwaliteit wordt hiervan uitgegaan.

Zoals in hoofdstuk 3 is aangegeven wordt aangenomen, dat dit gebied volgestort wordt in vier fasen. Dit betekent, dat de uiteindelijke percolaatsamenstelling van deelgebied III wordt bepaald door de afzonderlijke bijdrage van het percolaat van elke fase, en daarom geleidelijk verandert van jaar tot jaar. Per fase is de verwachting van het concentratieverloop zoals aangenomen voor folieveld 1 en weergegeven in figuur 1. De voorspelling van de percolaatkwaliteit van het gehele deelgebied III wordt door superpositie en middeling verkregen. In figuur 2 wordt geïllustreerd wat dit betekent voor de percolaatstroom als totaal.



Figuur 2 - Totale vuilvracht afkomstig van deelgebied III

1.2.2.6. Samenvatting van de verwachte samenstellingen

Samengevat zijn de verwachte samenstellingen van de verschillende percolaatstromen gegeven in tabel 9 en 10. Aan de hand van de concentraties in elk jaar per stortfase van deelgebied III (tabel 10) van de totale vracht en samenstelling van het percolaat worden berekend in elk jaar van deelgebied III. Deze berekening staat in tabel 11. Deze samenstellingen gelden als uitgangspunt voor de systeemkeuze voor de behandeling van het percolaat.

Tabel 9 - Verwachte toekomstige samenstelling van het percolaat van deelgebied II en deelgebied I zonder folie (concentraties mg/l)

	deelgebied II	deelgebied I zonder folie
CZV	300	2500
BZV ₅	10	250
Kj-N	150	300
NH ₃ -N	140	-
Cl	120	450
SO ₄ ²⁻	600	-
pH ⁴	6,3-7,2	6,0-7,5

Tabel 10 - Verwachte samenstelling van het percolaat van deelgebied I met folie en deelgebied III per stortfase (concentraties mg/l)

Deelgebied I met folie vanaf aanvang in deelgebied III													
	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5	jaar 6	jaar 7	jaar 8	jaar 9	jaar 10	jaar 11	jaar 12	jaar 13
CZV	9000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
BZV ₅	6000	1000	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Kj-N	1900	1700	1500	1300	1200	1000	800	550	350	350	350	350	350

Deelgebied III per stortfase													
	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5	jaar 6	jaar 7	jaar 8	jaar 9	jaar 10	jaar 11	jaar 12	jaar 13
CZV	18000	20000	20000	9000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
BZV ₅	15000	16000	16000	6000	1000	300	300	300	300	300	300	300	300
Kj-N	2100	2200	2200	1900	1700	1500	1300	1200	1000	800	550	350	350

Tabel 11 - Vuilyrecht afkomstig van deelgebied III per jaar na aanvang stort

		jaar												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<u>Per stortfase</u>														
CZV	mg/l	18.000	20.000	20.000	9.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
BZV _s	mg/l	15.000	16.000	16.000	6.000	1.000	300	300	300	300	300	300	300	300
N-Kj	mg/l	2.100	2.200	2.200	1.900	1.700	1.500	1.300	1.200	1.000	800	550	350	350
<u>fase 1</u>														
kg/j	CZV	502.200	274.500	108.000	87.075	29.025	31.725	31.725	31.725	35.775	35.775	35.775	35.775	35.775
	BZV	418.500	219.600	86.400	58.050	9.675	3.173	3.173	3.173	3.578	3.578	3.578	3.578	3.578
	N-Kj	58.590	30.195	11.880	18.383	16.448	15.863	13.748	12.690	11.925	9.540	6.559	4.175	4.175
	m ³ /j	27.900	13.725	5.400	9.675	9.675	10.575	10.575	10.575	11.925	11.925	11.925	11.925	11.925
<u>fase 2</u>														
kg/j	CZV		251.100	558.000	54.000	68.850	29.025	30.375	31.725	31.725	35.775	35.775	35.775	35.775
	BZV		209.250	446.400	43.200	45.900	9.675	10.125	3.173	3.173	3.578	3.578	3.578	3.578
	N-Kj		29.295	61.380	5.940	14.535	16.448	15.188	13.748	12.690	11.925	9.540	6.559	4.175
	m ³ /j		13.950	27.900	2.700	7.650	9.675	10.125	10.575	10.575	11.925	11.925	11.925	11.925
<u>fase 3</u>														
kg/j	CZV				502.200	274.500	108.000	87.075	29.025	31.725	31.725	31.725	35.775	35.775
	BZV				418.500	219.600	86.400	58.050	9.675	3.173	3.173	3.173	3.578	3.578
	N-Kj				58.590	30.195	11.880	18.383	16.448	15.863	13.748	12.690	11.925	11.925
	m ³ /j				27.900	13.725	5.400	9.675	9.675	10.575	10.575	10.575	11.925	11.925
<u>fase 4</u>														
kg/j	CZV					251.100	558.000	54.000	68.850	29.025	30.375	31.725	31.725	35.775
	BZV					209.250	446.400	43.200	45.900	9.675	10.125	3.173	3.173	3.578
	N-Kj					29.295	61.380	5.940	14.535	16.448	15.188	13.748	12.690	11.925
	m ³ /j					13.950	27.900	2.700	7.650	9.675	10.125	10.575	10.575	11.925
<u>Totaal deelgebied III</u>														
kg/j	CZV	502.200	525.600	666.000	643.275	623.475	726.750	203.175	161.325	128.250	133.650	135.000	139.050	143.100
	BZV	418.500	428.850	532.800	519.750	484.425	545.648	114.548	61.921	19.599	20.454	13.502	13.607	14.312
	N-Kj	58.590	59.490	73.260	82.913	90.473	105.571	53.259	57.421	56.925	50.401	42.537	35.349	29.815
	m ³ /j	27.900	27.675	33.300	40.275	45.000	53.550	33.075	38.475	42.750	44.550	45.000	46.350	47.700
mg/l	CZV	18.000	19.100	20.000	16.000	14.000	13.600	6.200	4.200	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
	BZV	15.000	15.500	16.000	13.000	11.000	10.000	3.500	1.600	450	450	300	300	300
	N-Kj	2.100	2.100	2.200	2.100	2.000	1.600	1.600	1.500	1.300	1.150	950	750	600

1.2.3. Randvoorwaarden m.b.t. behandeling

De stortlokatie Spinder bevindt zich in twee gebieden van oppervlaktewaterkwaliteitsbeheer. In beginsel is het mogelijk het bemalingswater, al of niet na behandeling, op het oppervlaktewater van beide gebieden te lozen.

Vanuit historisch oogpunt wordt hier uitgegaan van lozing via de huidige voorzieningen op de rwzi Tilburg Noord. Het effluent van deze zuiveringsinstallatie wordt afgevoerd in het beheergebied van het Waterschap de Dommel.

De lozingseisen voor het effluent van deze zuivering worden vermeld in tabel 12. Daarin zijn ook de lozingsvrachten in kg/j van de verontreinigingen gegeven bij het huidige effluentdebiet van $12 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{j}$.

De huidige chloride concentratie in het effluent van de rwzi is gemiddeld 140 mg/l met een vracht van $1,7 \cdot 10^6 \text{ kg/j}$ hetgeen lager is dan de toegestane lozing. De huidige lozing van het percolaat draagt circa $0,11 \cdot 10^6 \text{ kg}$ chloride per jaar bij (6,5%), zodat het effluent van de rwzi hierdoor nauwelijks wordt beïnvloed. Ook in de toekomstige situatie met een maximale vracht van $0,4 \cdot 10^6 \text{ kg Cl}^-/\text{j}$ is de bijdrage zodanig, dat de rwzi lozingseis niet overschreden zal worden. Daarom wordt als randvoorwaarde aangenomen, dat geen chlorideverwijdering behoeft te worden gerealiseerd.

Op basis van eenzelfde redenering mag worden aangenomen, dat ook niet met verwijdering van sulfaat behoeft te worden gerekend.

Ten aanzien van de lozing van zware metalen wordt vooralsnog als randvoorwaarde gesteld, dat deze niet behoeven te worden verwijderd uit het percolaat. Tabel 13 geeft aan, dat in de onbehandelde percolaatstromen naar verwachting zowel de concentraties als de jaarlijkse vracht ten opzichte van de lozingsvracht van de rwzi gering zijn. Rekeninghoudend met de hoeveelheden van de metalen, die worden geabsorbeerd aan het slib van de rwzi, is de bijdrage van de metalen aan het effluent van de rwzi gering.

Tabel 12 - Lozingseisen en vracht: effluent rwzi Tilburg Noord

	mg/l	kg/j		mg/l	kg/j
CZV	100	$1,2 \cdot 10^6$	Cu	0,1	1.200
BZV ₅	20	240.000	Cr	0,2	2.400
N-Kj	25	300.000	Zn	0,5	6.000
P-totaal	10	120.000	Pb	0,1	1.200
			Ni	0,1	1.200
Cl ⁻	200	$2,4 \cdot 10^6$	Cd	0,05	600
SO ₄ ⁻	200	$2,4 \cdot 10^6$	Hg	0,01	120

Tabel 13 - Verwachte maximale lozing van zware metalen door de stortlokatie Spinder

		Cr	Ni	Zn	Cu	Cd	Pb
Deelgebied II	mg/l	0,9	0,04	0,3	0,1	0,001	0,08
	kg/j	60	3	20	7	0,07	5
Deelgebied I-zonder folie	mg/l	0,3	0,3	5	0,1	0,01	0,1
	kg/j	22	22	365	7	0,7	7
Deelgebied I met folie	mg/l	0,7	1	5	0,1	0,03	0,05
	kg/j	14	19	95	2	0,6	1
Deelgebied III	mg/l	0,7	1	5	0,1	0,03	0,05
	kg/j	38	54	270	6	1,6	3
Totaal lozingsvracht	kg/j	134	98	750	22	3,0	16
Verwachte doorslag naar effluent rwzi	kg/j	13	50	75	3	0,3	2
Percentage van totale toegestane vracht in rwzi effluent		0,5	4	1,3	0,2	0,05	0,2

De lozingsvracht van de stortplaats Spinder is in 1986 geweest:

CZV	kg/j	650.000
BZV ₅	kg/j	350.000
Kj-N	kg/j	55.000
debiet	m ³ /j	382.000
v.e.		18.000

Voor de somparameters CZV BZV₅ en Kjeldahl stikstof worden de verwachte lozingsvrachten per deelgebied en als totaal van de gehele stortplaats vermeld in tabel 14. Hieruit valt af te leiden, dat de CZV en BZV₅ vrachten geleidelijk met circa 50% zullen toenemen ten opzichte van de huidige vracht. De Kj-N-vracht zal toenemen tot het drievoudige. De top zal liggen rond het zesde jaar van gebruik van deelgebied III.

De kosten voor lozing van het bemalingswater op de rwzi Tilburg-Noord bedroegen in 1986 circa f 675.000,- Deze kosten zullen stijgen tot f 1.700.000,-- per jaar in het zesde stortjaar van deelgebied III.

Bij de berekening van de toekomstige lozingsheffingen is per jaar een stijging van f 2,- per v.e. aangehouden. Dit is ongeveer het gemiddelde van de periode 1981-1987.

De gehanteerde lozingsheffingen staan in tabel 15.

Tabel 14 - Totalisatie der vrachten (kg/j) van percolaal van Spinder zonder behandeling

deelgebied		jaar na in gebruik nemen deelgebied III												
deelgebied		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I geen folie	CZV	182.500												
	BZV	18.250												
	N-Kj	21.900	e.v.											
	m ³ /j	73.000												
I met folie	CZV	171.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000				
	BZV	114.000	19.000	5.700	5.700	5.700	5.700	5.700	5.700	5.700				
	N-Kj	36.100	32.300	28.500	24.700	22.800	19.000	15.200	10.450	6.650	e.v.	e.v.	e.v.	e.v.
	m ³ /j	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000				
II	CZV	19.650												
	BZV	655												
	N-Kj	9.825	e.v.											
	m ³ /j	65.500												
III	CZV	502.200	525.600	666.000	643.275	623.475	726.750	203.175	161.325	128.250	133.650	135.000	139.050	143.100
	BZV	418.500	428.850	532.800	519.750	484.425	545.648	114.548	61.921	19.599	20.454	13.502	13.607	14.312
	N-Kj	58.590	59.490	73.260	82.913	90.473	105.571	53.259	57.421	56.925	50.401	42.537	35.349	29.815
	m ³ /j	27.900	27.675	33.300	40.275	45.000	53.550	33.075	38.475	42.750	44.550	45.000	46.350	47.700
totaal	CZV	875.350	784.750	925.150	902.425	882.625	985.900	462.325	420.475	387.400	392.800	394.150	398.200	402.250
	BZV	551.405	466.755	557.405	544.355	509.030	570.253	139.153	86.526	44.204	45.059	38.107	38.212	38.917
	N-Kj	126.415	123.515	133.485	139.336	144.996	156.296	100.184	99.596	95.300	88.776	80.912	73.724	68.190
	m ³ /j	185.400	185.175	190.800	197.775	202.500	211.050	190.575	195.975	200.250	202.050	202.500	203.850	205.200
mg/l	CZV	4.721	4.238	4.849	4.569	4.359	4.671	2.426	2.146	1.935	1.944	1.946	1.953	1.960
	N-Kj	682	667	700	705	716	741	526	508	476	439	400	362	332
	m ³ /h	21,2	21,1	21,8	22,6	23,1	24,1	21,8	22,4	22,9	23,1	23,1	23,3	23,4
	m ³ /d	509	506	523	524	554	578	522	537	549	554	555	558	562
v.e. gulden/j		29.333	27.109	30.949	31.025	31.142	34.244	18.538	17.640	16.592	16.091	15.401	14.800	14.369
		1.144.000	1.111.000	1.331.000	1.396.000	1.464.000	1.678.000	945.000	935.000	913.000	917.000	909.000	903.000	905.000

Tabel 15 - Gehanteerde lozingsheffingen per jaar na aanvang van stort in deelgebied III (gulden per v.e.)

jaar na aanvang	lozings- heffing	jaar na aanvang	lozings- heffing
1	39	8	53
2	41	9	55
3	43	10	57
4	45	11	59
5	47	12	61
6	49	13	63
7	51		

Door het SMB is gesteld, dat het installeren van de zuivering van het percolaat tot afnemen van de lozingskosten moet leiden.

In deze systeemkeuze wordt ervan uitgegaan, dat het slib, dat vrijkomt bij de zuivering van het percolaat, zal worden teruggebracht op het stort.

1.3. Behandelmogelijkheden

1.3.1. Beperking van de behandeling van de deelstromen

Vooraf de overweging om de totale kosten van de percolaatbehandeling te beperken, leidt tot de noodzaak van minimering van de behandeling.

Hiervoor staat een aantal wegen open:

- splitsen van stromen bestemd voor directe lozing en bestemd voor behandeling
- splitsen van te behandelen stromen naar verwijdering van specifieke componenten
- beperken van het aantal te verwijderen componenten
- beperken van het verwijderingsrendement
- splitsen in direct te lozen stromen en te behandelen stromen

Splitsen in direct te lozen stromen en te behandelen stromen

De lozing van het bemalingswater in 1986 leidde tot een heffing van f 675.000,-. Dit komt neer op circa f 1,75 per m³. Deelgebied II omvat een zeer oud stortgedeelte, dat reeds vergaand methanogeen is gestabiliseerd. De vuilvracht is gering ten opzichte van het totaal (CZV 2-3%; N-Kj < 10%).

Voorgesteld wordt om deze stroom niet te behandelen en gescheiden af te voeren via het bestaande gemaal naar de rwzi Tilburg-Noord. Met een debiet van 65.500 m³/j bedragen de lozingskosten naar verwachting f 48.000,-- per jaar.

Het deel van deelgebied I zonder folie is deels methanogeen stabiel en deels nog premethanogeen. Verwacht wordt dat vanaf de ingebruikneming van deelgebied III het percolaat van deelgebied I zonder folie al grotendeels methanogeen gestabiliseerd danwel methanogeen is. De verwachte CZV vracht hiervan vormt circa 20% van de uiteindelijke CZV vracht. De BZV₅ en stikstof vrachten hiervan zijn naar verwachting 3% resp. 17% van de totale vrachten (zie tabel 14). Hoewel hier een constante kwaliteit is aangenomen t.b.v. de berekeningen, kan worden gesteld dat deze vuilvracht zal afnemen. Voorgesteld wordt om ook deze stroom naar de rwzi Tilburg Noord af te voeren.

De lozingskosten zullen dan bij een afvoer van 73.000 m³/j neerkomen op circa f 212.000,-- per jaar.

De resterende stromen leveren een totaal debiet van maximaal circa 73.000 m³/j.

Zoals figuur 1 van paragraaf 1.2.2.4. aangeeft, zal bij het in bedrijf nemen van deelgebied III en van een behandelingsinstallatie het percolaat van de folievelden van deelgebied I reeds in de methanogene fase verkeren. Het CZV-gehalte zal dan zo laag worden, dat behandeling hiervoor minder dringend is. Eventuele stikstofverwijdering kan wel van belang zijn. Dit debiet bedraagt 19.000 m³/j.

Geconcludeerd kan worden dat voor CZV en BZV₅ verwijdering uitsluitend in aanmerking komt het percolaat van deelgebied III. Aan de hand van figuur 1 kan worden geconcludeerd, dat overlap in de CZV verloopcurven tussen de verschillende fasen van deelgebied III aanwezig is. Met ruimte in de overlap moet worden rekening gehouden. Dit houdt in, dat moet worden uitgegaan van een hoge CZV-vracht tijdens twee opvolgende fasen.

De verloopcurven van de stikstofconcentraties vertonen een grotere overlap dan CZV. Gesteld mag worden, dat bij de noodzaak van stikstofverwijdering uit het percolaat de behandeling moet zijn gebaseerd op een hoge stikstofvracht tijdens vier opvolgende fasen.

Samengevat wordt voor de systeemkeuze uitgegaan van:

Deelgebied II	: geen behandeling
Deelgebied I zonder folie	: geen behandeling
Deelgebied I met folie	: geen behandeling CZV, BZV ₅ mogelijk behandeling N
Deelgebied III	: behandeling CZV, BZV ₅ mogelijk behandeling N.

CZV en BZV₅

De CZV, BZV₅-verwijdering kan worden bereikt door:

variant 1: anaerobe behandeling; besproken wordt een UASB reactor

variant 2: aerobe behandeling; besproken wordt een hoog belaste actiefslibreactor

variant 3: microfiltratie

Daar met precipitatie methoden tegen relatief hoge kosten maximaal slechts 50% CZV en BZV₅ wordt verwijderd, valt deze variant in eerste instantie af.

De capaciteit van de varianten voor de CZV en BZV₅ verwijdering wordt afgestemd op een maximale CZV vracht gedurende vier opvolgende fasen van stort in deelgebied III. Op deze wijze is ruimte aanwezig om bij aanvang van stort in deelgebied III een eventueel optredende hoge CZV-vracht van deelgebied I met folie te behandelen.

De ontwerpbelasting is vermeld in tabel 15. De hydraulische capaciteit is afgestemd op tegelijk behandelen van het percolaat van twee stortfasen.

Tabel 15 - Ontwerp uitgangspunten t.b.v. CZV, BZV₅ verwijdering uit percolaat afkomstig van vier opeenvolgende stortfasen in deelgebied III

debiet	m ³ /j	53.600
	m ³ /h	6,1
CZV	mg/l	13.600
	kg/j	727.000
BZV ₅	mg/l	10.200
	kg/j	546.000
N-Kjeldahl	mg/l	2.000
	kg/j	106.000

Stikstof

Voorlopig wordt ervan uitgegaan dat stikstof biologisch wordt omgezet in een nitrificerende actiefslibinstallatie.

De capaciteit van de eventuele nitrificatietrap wordt bepaald door de kwaliteit van het effluent per variant voor CZV, BZV₅ verwijdering, en door de kwaliteit van het percolaat van deelgebied I met folie. In de paragraaf over stikstofverwijdering wordt hierop nader ingegaan.

Zoals uit tabel 14 valt af te leiden, zullen in jaar 7, het jaar na volraken van deelgebied III, het percolaatdebiet en de vuilvracht drastisch afnemen. Dit heeft tot gevolg dat behandeling gericht op CZV en BZV₅-verwijdering vanaf jaar 7 zal stoppen. Daar de stikstofvracht minder snel afneemt, zal een eventuele nitrificatie kunnen worden gehandhaafd. De aangeboden stikstofvracht is dan evenwel geringer, dan de aanwezige nitrificatiecapaciteit, zodat vanaf jaar 7 de te lozen stikstofvracht beneden de gestelde grens van 55.000 kg N/j kan komen. Dit is gunstig voor de lozingsheffing.

1.3.2. Variant 1: Anaerobe behandeling deelgebied III

Bij afwezigheid van zuurstof worden in een anaerobe reactor CZV en BZV₅ voor een groot deel omgezet in methaan en koolzuur. Vooral bij percolaat van stortlichamen, die in de verzurende fase verkeren, bestaat het grootste deel van het CZV uit BZV₅ in de vorm van goed anaeroob om te zetten vluchtige vetzuren. Hiermee is in een betrekkelijk kleine reactieruimte een hoog CZV en BZV₅ verwijderingsrendement te behalen. Het gevormde gistingsgas (ca. 65% methaan en 35% koolzuur) kan worden benut te zamen met te winnen stortgas.

Het proces wordt nadelig beïnvloed door lage CZV belastingen. Temperatuurschommelingen kan het echter goed verdragen. Overbelasting kan verzuring tot gevolg hebben, hetgeen leidt tot verminderde activiteit van de methaanvormende bacteria. Anaerobe processen resulteren in een geringe hoeveelheid slib, dat onder uit de reactor wordt afgetapt. In dit geval wordt het op het stort teruggebracht.

Uitgegaan wordt van de belasting vermeld in tabel 14. Het percolaat wordt opgevangen in een overdekt mengvat voor het mengen van de verschillende percolaatstromen, eventueel recirculeren van een deel van het effluent van de anaerobe reactor bij o.a. opstarten en, bij noodzaak, dosering van chemicaliën als nutriënten en voor pH-correctie. Met behulp van een aanvoerpomp wordt het percolaat opwaarts door de gistingsreactor gevoerd. Vooralsnog wordt uitgegaan van een anaerobe opstroom kolom (UASB). De dimensionering is gebaseerd op ervaringen met percolaat. De UASB-reactor is voorzien van een interne slibafscheiding en gistingsgasafscheiding. Gezien de mogelijke voorzieningen voor stortgasbenutting wordt in dit geval niet in een gasaffakkelinstallatie of een gasopslag voorzien.

De hoeveelheid fosfaat en stikstof in het percolaat is zodanig, dat verwacht wordt, dat nutriëntdosering niet is vereist.

Een eenvoudig schema van de installatie staat in figuur 3. De dimensionering wordt in bijlage 1 gegeven. De verwijderingsrendementen zijn in het algemeen:

CZV	verwijdering	% 80
BZV ₅	"	% 98
N-Kjeldahl	"	% 4

De slibproductie bedraagt aan organische drogestof gewicht, circa 5% van het afgebroken CZV, hetgeen neerkomt op circa 75 kg ds/d ofwel 2,5 m³/d.

Uitgegaan wordt van een gasproductie van 0,3 Nm³/per kg afgebroken CZV ofwel 450 m³/d.

De kwaliteit van het effluent wordt per jaar van stort in deelgebied III vermeld in tabel 16. Een verwijdering van CZV tot beneden 3000 mg/l wordt niet verwacht in een anaerobe reactor.

1.3.3. Variant 2: Aerobe behandeling deelgebied III

Bij de aerobe afvalwaterbehandeling worden onder toevoer van zuurstof afbreekbare organische verbindingen omgezet in koolzuur en water door micro-organismen. CZV en BZV₅ worden hiermee dan verlaagd. In het onderhavige geval, wordt vooralsnog uitgegaan van een actiefslibstelsel.

De micro-organismen zijn als suspensie aanwezig in de reactor. Het binnenkomende percolaat wordt gemengd met het actief slib. De menging geschiedt m.b.v. een puntbeluchter, die voor de zuurstoftoevoer zorgdraagt. In tegenstelling tot de anaerobe behandeling kost de aerobe behandeling voornamelijk energie voor de aandrijving van de beluchter. Aerobe processen resulteren in meer slib dan anaerobe processen. Het systeem is robuust en kan zowel hoge als lage belastingen aan. In het algemeen is actief slib beter bestand tegen bepaalde remmende verbindingen dan de anaerobe systemen.

Dezelfde belastinggegevens als in variant 1 worden aangehouden. De percolaatstromen komen direct in de beluchtingsruimte terecht. De beluchtingsruimte is uitgevoerd als een gemengde reactor met twee puntbeluchters. Na doorlopen van de beluchtingsruimte worden actiefslib en behandeld percolaat van elkaar gescheiden in een bezinktank. Het actiefslib wordt teruggevoerd naar de beluchtingsruimte en het behandelde percolaat wordt afgevoerd. Een eenvoudig schema van de installatie staat in figuur 4.

Tabel 16 - Effluentkwaliteit bij alleen CZV en BZV₂ verwijderen uit percolaat van deelgebied 111; (de slibproductie bij variant 1 en variant 2 als gevolg van de biologische behandeling is uitgedrukt in kg organisch drogestof per jaar)

jaar na aanvang	variant 1			variant 2			variant 3			m ³ /j	m ³ /d		
	CZV	BZV	N	CZV	BZV	N	CZV	BZV	N				
1	concentratie	3.600	300	2.050	3.600	300	1.830	7.200	6.000	1.900	mg/l	27.900	76,4
	vracht	100.000	8.400	57.000	100.000	8.400	51.000	200.000	167.000	52.000	kg/j		
	slibproductie	20.000			100.000						kg/j		
2	concentratie	3.800	310	2.100	3.800	310	1.860	7.600	6.200	1.930	mg/l	27.700	75,9
	vracht	105.000	8.600	58.000	105.000	8.600	51.600	210.000	172.000	53.500	kg/j		
	slibproductie	21.000			105.000						kg/j		
3	concentratie	4.000	320	2.140	4.000	320	1.900	8.000	6.400	2.000	mg/l	33.300	75,9
	vracht	133.000	10.700	71.300	133.000	10.700	63.200	266.000	213.000	66.000	kg/j		
	slibproductie	27.000			135.000						kg/j		
4	concentratie	3.200	260	2.000	3.200	260	1.810	6.400	5.200	1.850	mg/l	40.300	110
	vracht	129.000	10.400	81.000	129.000	10.400	73.000	258.000	208.000	75.000	kg/j		
	slibproductie	26.000			129.000						kg/j		
5	concentratie	3.000	220	2.000	3.000	220	1.800	5.500	4.300	1.800	mg/l	45.000	123
	vracht	135.000	9.700	89.000	135.000	9.700	81.000	249.000	194.000	81.000	kg/j		
	slibproductie	25.000			122.000						kg/j		
6	concentratie	3.000	200	1.920	3.000	200	1.770	5.400	4.100	1.770	mg/l	53.600	147
	vracht	161.000	10.900	103.000	161.000	10.900	95.000	291.000	218.000	95.000	kg/j		
	slibproductie	28.000			141.000						kg/j		

Gekozen is voor een laag belast systeem. De verwijderingsrendementen in een actiefslib installatie zijn naar verwachting:

CZV	verwijdering	% 80
BZV ₅	"	% 98
N-Kjeldahl	"	% 14

De organische slibproductie bedraagt circa 25% van het afgebroken CZV overeenkomend met 380 kg drogestof per dag ofwel 19 m³/d.

Om de micro-organismen goed te laten functioneren zijn naast de goed afbreekbare verontreinigingen voldoende nutriënten (N, P,) vereist. In dit geval moet fosfor worden toegevoegd in de vorm van circa 25 kg fosforzuur per dag.

De kwaliteit van het effluent wordt per jaar van stort in deelgebied III vermeld in tabel 16. Een CZV-verwijdering tot beneden 3000 mg/l wordt niet haalbaar geacht in een hoog belaste aerobe reactor.

1.3.4. Variant 3: microfiltratie deelgebied III

Een microfilter bestaat uit een membraan, waarin kleine poriën aanwezig zijn, die te klein zijn om gesuspendeerd en colloidaal aanwezig materiaal in het percolaat door te laten, maar water en opgeloste verbindingen goed laten passeren.

De poriën bij microfiltratie zijn 0,05 tot 10 µm groot. De membranen kunnen uit synthetisch organisch dan wel gesinterd anorganisch materiaal bestaan. Voor toepassing op percolaat zijn de membranen meestal buisvormig. De waterfase passeert de buiswand van binnen naar buiten. Hiertoe wordt het percolaat onder druk gebracht. Om vervuiling van het membraan te beperken wordt het percolaat met hoge snelheid langs de membraanwand gevoerd.

Het water, dat door het membraan heen gaat, wordt permeaat genoemd; dat wordt tegengehouden retentaat, ook wel concentraat. Daar nog geen analysegegevens van de stortplaats Spinder m.b.t. deze technologie beschikbaar zijn wordt hier een bepaald verwijderingsrendement aangehouden. Dit ligt echter lager dan bij de beide biologische systemen.

Wel wordt uiteraard dezelfde influentsamenstelling gehanteerd.

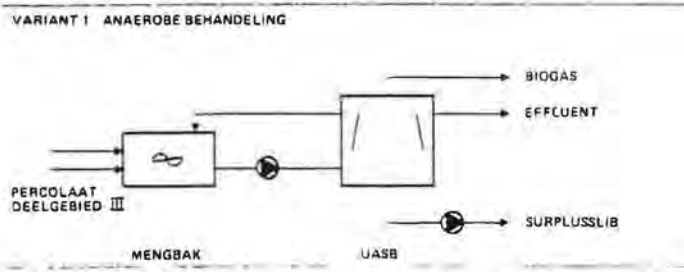
Met microfiltratie wordt in een compacte installatie een groot deel van de verontreinigingen tegengehouden; t.o.v. de biologische systemen vooral zware metalen. Deze methode kost echter energie; terwijl de aanschafprijs meestal relatief hoog is.

Het percolaat wordt opgevangen in een precipitatietank, alwaar met kalk verontreinigingen in onoplosbare vorm (metalen, CZV, BZV₅ worden gebracht dan wel aan de kalkvlokken adsorberen (CZV, NKj, BZV). Vervolgens wordt een stabilisatietank doorlopen waarin het percolaat chemisch in evenwicht raakt, zodat later geen kalkafzettingen in het systeem kunnen optreden. Bovendien wordt hier het percolaat belucht om tweewaardige ijzerionen om te zetten in driewaardige ijzerionen. Via een hoge druk pomp wordt het percolaat het microfiltratie systeem ingeleid. De installate bestaat uit twee straten. Een circulatie pomp per straat zorgt voor voldoende snelheid langs het membraan oppervlak. Voor het onderhavige geval is een zeer veilige (dus grote) installatie-opzet gekozen. Het permeaat wordt afgevoerd. Het concentraat wordt continu geloosd en teruggebracht op het stort. Een eenvoudig schema wordt gegeven in figuur 5. De verwijderingsrendementen zijn naar verwachting:

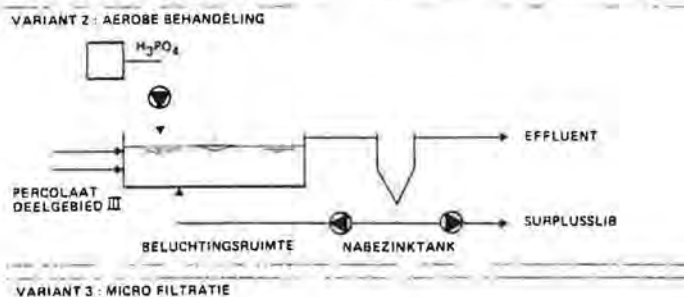
CZV	verwijdering	% 60
BZV ₅	"	% 60
N-Kjeldahl	"	% 10

De effluentkwaliteit en vuilvrachten van de microfiltratie worden gegeven per jaar van deelgebied III in tabel 16.

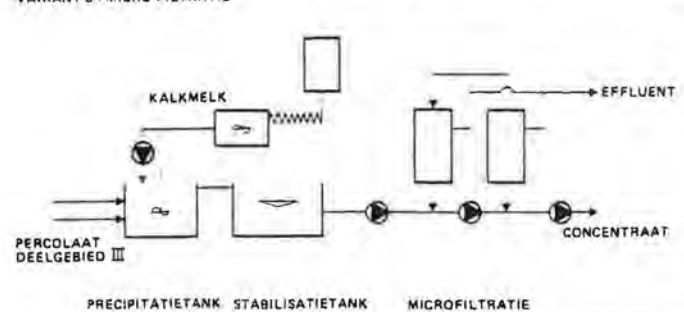
figuur 3



figuur 4



figuur 5



1.3.5. Stikstofverwijdering

Wanneer zou worden overgegaan op verwijdering van stikstof uit het percolaat, dan dient de betreffende installatie te worden afgestemd op de kwaliteit van het reeds op CZV en BZV₅ behandelde percolaat. Dit houdt in, dat per variant in een specifieke nitrificatiereactor wordt voorzien. Bovendien zal het percolaat van de folievelden van deelgebied I ook moeten worden meebehandeld.

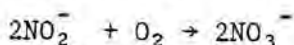
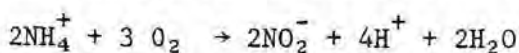
Daar het stikstofgehalte van het percolaat in en na elke stort-fase slechts langzaam daalt, zal gedurende lange tijd een steeds toenemende hoeveelheid stikstof moeten worden verwijderd. De vereiste stikstofverwijdering is onbekend. Hier wordt echter uitgegaan van de aanname, dat de toekomstige stikstofvracht zover wordt teruggebracht, dat de huidige lozing niet wordt overschreden, met andere woorden een lozingseis van 55.000 kg N/j.

Op basis van de CZV, BZV en stikstofgehalten van de diverse percolaatstromen kunnen de stikstofvracht en de vereiste te verwijderen stikstofhoeveelheden per jaar worden berekend. Het overzicht van de vrachten naar de nitrificatiereactor staat in tabel 17 per variant (§ 1.3.2; 1.3.3; 1.3.4.). Buiten deze vrachten om wordt nog circa 30.000 kg stikstof per jaar door de direct geloosde stromen afgevoerd.

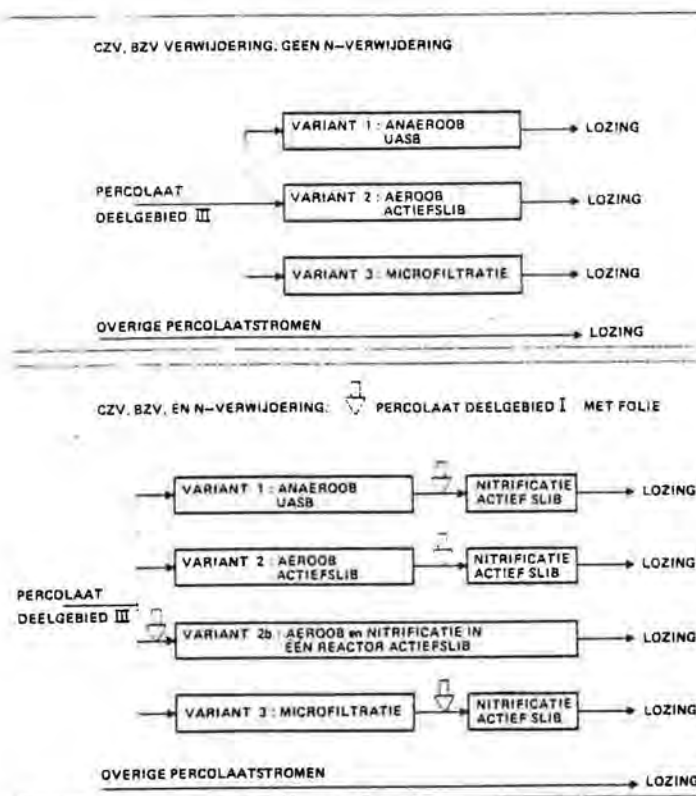
Tabel 17 geeft aan dat minimaal 8 jaar na het sluiten van deelgebied III nitrificatie moet worden toegepast voor de gezamenlijke stromen van deelgebied I met folie en III. Dit houdt in dat vanaf jaar 7 de CZV en BZV₅ voorverwijdering wordt afgekoppeld en deze stromen direct in de nitrificatiereactor worden geleid.

Een overzicht van de combinatie van CZV, BZV₅ en N- varianten staat in figuur 6.

De dimensionering van de stikstofvarianten staat in bijlage 2. In alle gevallen wordt uitgegaan van biologische stikstofverwijdering, waarbij de nitrificatie wordt verzorgd door nitrificerend actief slib. Gezien de beperkte ruimte op het stort wordt dit beperkt tot nitrificatie. Om mogelijke nitrificatieremming door pH daling ten gevolge van de biologische reactie:



te voorkomen, wordt kalk gedoseerd aan het nitrificatieslib.



Figuur 6 - Overzicht van de combinatie van CZV, BZV₅ en N-varianten

Er bestaat hierbij een kans, dat eventuele remming van de nitrificatie optreedt door de ontstane hoge nitraatconcentratie. Echter deze remming is deels pH afhankelijk. De door nitrificatie veroorzaakte pH-daling, kan grotendeels teniet worden gedaan door biologische denitrificatie, omdat daarbij waterstof ionen worden verbruikt.

Omdat biologische denitrificatie in een globale kostenverkenning wat duurder uit valt, bij deze stikstofconcentraties, dan pH correctie met kalk, wordt voorlopig uitgegaan van doseren met kalk.

Bij alle varianten is de kalkdosering gelijk.

Bij alle nitrificatiesystemen is bij dit percolaat fosforzuur-dosering vereist om te voldoen aan de nutriënten behoefte.

Tabel 17 - CZV, BZV₅ en stikstofvrachten naar de stikstofverwijderingsinstallatie afkomstig van deelgebied III en deelgebied I met lolie
en te verwijderen hoeveelheid stikstof per variant, verdeeld over het aantal jaren na aanvang van het storten in deelgebied III

jaar na aanvang	variant 1			variant 2a			variant 2b			variant 3			debiet m ³ /j
	CZV	BZV ₅	N	CZV	BZV ₅	N	CZV	BZV ₅	N	CZV	BZV ₅	N	
1 concentratie aanvoer verwijderen	5.800 270.000	2.600 122.000	2.000 92.000 67.000	5.800 270.000	2.600 122.000	1.900 87.000 62.000	14.400 173.000	11.400 533.000	2.000 95.000 70.000	8.000 372.000	6.000 281.000	1.900 89.000 64.000	mg/l kg/j kg/j 46.600
2 concentratie aanvoer verwijderen	3.500 162.000	600 27.600	1.900 89.000 64.000	3.500 162.000	600 27.600	1.800 84.000 59.000	12.500 583.000	9.600 448.000	2.000 92.000 67.000	5.700 267.000	4.100 191.000	1.800 86.000 61.000	mg/l kg/j kg/j 46.700
3 concentratie aanvoer verwijderen	3.600 190.000	300 16.400	1.900 99.000 74.000	3.600 190.000	300 16.400	1.750 92.000 67.000	13.800 723.000	10.300 539.000	2.000 102.000 77.000	6.200 323.000	4.200 219.000	1.800 94.000 69.000	mg/l kg/j kg/j 52.300
4 concentratie aanvoer verwijderen	3.100 186.000	270 16.100	1.800 106.000 81.000	3.100 186.000	270 16.100	1.650 98.000 73.000	11.800 700.000	8.900 525.000	1.800 108.000 83.000	5.300 314.000	3.600 214.000	1.700 99.000 74.000	mg/l kg/j kg/j 59.300
5 concentratie aanvoer verwijderen	3.000 192.000	240 15.400	1.750 111.000 86.000	3.000 192.000	240 15.400	1.600 104.000 79.000	10.600 680.000	7.700 490.000	1.800 113.000 88.000	4.800 306.000	3.100 199.000	1.600 104.000 79.000	mg/l kg/j kg/j 64.000
6 concentratie aanvoer verwijderen	3.000 218.000	230 16.600	1.700 122.000 97.000	3.000 218.000	230 16.600	1.600 114.000 89.000	10.800 784.000	7.600 551.000	1.700 124.000 99.000	4.800 348.000	3.100 224.000	1.600 114.000 89.000	mg/l kg/j kg/j 72.500
7 concentratie aanvoer verwijderen	5.000 260.000	2.300 120.000	1.300 68.500 43.500	5.000 260.000	2.300 120.000	1.300 68.500 48.500	5.000 260.000	2.300 120.000	1.300 68.000 43.000	5.000 260.000	2.300 120.000	1.300 68.000 43.000	mg/l kg/j kg/j 52.100
8 concentratie aanvoer verwijderen	3.800 218.000	1.200 67.600	1.200 67.900 42.900	3.800 218.000	1.200 67.600	1.200 67.900 42.900	3.800 218.000	1.200 67.000	1.200 68.000 43.000	3.800 218.000	1.200 67.000	1.200 68.000 43.000	mg/l kg/j kg/j 57.500
9 concentratie aanvoer verwijderen	3.000 185.000	410 25.300	1.000 63.500 38.500	3.000 185.000	410 25.300	1.000 63.500 38.500	3.000 185.000	400 25.300	900 54.000 29.000	3.000 185.000	400 25.300	900 54.000 29.000	mg/l kg/j kg/j 61.800
10 concentratie aanvoer verwijderen	3.000 190.000	410 26.200	900 57.000 32.000	3.000 190.000	410 26.200	900 57.000 32.000	3.000 190.000	410 26.200	900 57.000 32.000	3.000 190.000	400 26.200	900 57.000 32.000	mg/l kg/j kg/j 63.600
11 concentratie aanvoer verwijderen	3.000 192.000	300 19.200	750 49.000 24.000	3.000 192.000	300 19.200	750 49.000 24.000	3.000 192.000	300 19.200	750 49.000 24.000	3.000 192.000	300 19.200	750 49.000 24.000	mg/l kg/j kg 64.000
12 concentratie aanvoer verwijderen	3.000 196.000	300 19.600	650 42.000 17.000	3.000 196.000	300 19.600	650 42.000 17.000	3.000 196.000	300 19.600	650 42.000 17.000	3.000 196.000	300 19.600	650 42.000 17.000	mg/l kg/j kg/j 65.400
13 concentratie aanvoer verwijderen	3.000 200.000	300 20.000	540 36.000 9.000	3.000 200.000	300 20.000	540 36.000 9.000	3.000 200.000	300 20.000	540 36.000 9.000	3.000 200.000	300 20.000	540 36.000 9.000	mg/l kg/j kg/j 66.800

variant 1

Nitrificatie na anaerobe behandeling leidt tot een relatief kleine beluchtingsruimte, waarin puntbeluchters zorgen voor overdracht van zuurstof van de atmosfeer naar het actiefslib.

Variant 2a

Bij variant 2a wordt een nitrificatiereactor geplaatst achter de aerobe trap voor CZV en BZV₅ verwijdering. Dit resulteert in nagenoeg dezelfde nitrificatiereactor als variant 1.

Variant 2b

In variant 2b worden de eerste aerobe CZV, BZV₅ trap en de tweede stikstoftrap samengebracht in één actiefslibstelsysteem. De betreffende reactor is qua inhoud ongeveer gelijk aan de som van beide trappen in variant 2a. Hetzelfde geldt voor het energieverbruik ten behoeve van de beluchting. De buffercapaciteit en de bedrijfsvoering zijn eenvoudiger.

Variant 3

De nitrificatietrap achter de microfiltratie stap is middelgroot in omvang. Het effluent van deze reactor zal met betrekking tot de zware metalen beter van kwaliteit zijn dan de overige varianten. Voor de somparameters CZV BZV en Kj-N zal hij gelijk zijn aan de effluenten van variant 1, 2a en 2b, die gelijkwaardig zijn.

Een overzicht van de effluentkwaliteit van alle varianten na nitrificatie staat in tabel 18.

Tabel 18 - Effluentkwaliteit na nitrificatie per variant gezamenlijk deelgebied III en deelgebied I met folie

jaar na de aanvang		variant 1			variant 2a			variant 2b			variant 3			debit	
		CZV	BZV ₅	N	CZV	BZV ₅	N	CZV	BZV ₅	N	CZV	BZV ₅	N		m ³ /j
1	concentratie vracht	2.000 93.200	25 1.200	540 25.000	2.000 93.200	25 1.200	540 25.000	2.000 93.200	230 10.800	540 25.000	2.000 93.200	60 2.800	540 25.000	mg/l kg/j	46.600
2	concentratie vracht	2.000 93.400	5 240	540 25.000	2.000 93.400	5 240	540 25.000	2.000 93.400	190 9.000	540 25.000	2.000 93.400	40 1.900	540 25.000	mg/l kg/j	46.700
3	concentratie vracht	2.000 104.600	5 260	480 25.000	2.000 104.600	5 260	480 25.000	2.000 104.600	210 10.800	480 25.000	2.000 104.600	40 2.200	480 25.000	mg/l kg/j	52.300
4	concentratie vracht	2.000 118.600	5 300	420 25.000	2.000 118.600	5 300	420 25.000	2.000 118.600	180 10.500	420 25.000	2.000 118.600	35 2.100	420 25.000	mg/l kg/j	59.300
5	concentratie vracht	2.000 128.000	5 320	390 25.000	2.000 128.000	5 320	390 25.000	2.000 128.000	150 9.800	390 25.000	2.000 128.000	30 2.000	390 25.000	mg/l kg/j	64.000
6	concentratie vracht	2.000 145.000	5 360	340 25.000	2.000 145.000	5 360	340 25.000	2.000 145.000	150 11.000	340 25.000	2.000 145.000	30 2.200	340 25.000	mg/l kg/j	72.500
7	concentratie vracht	2.000 104.200	5 260	100 5.000	2.000 104.200	5 260	100 5.000	2.000 104.200	5 260	100 5.000	2.000 104.200	5 260	100 5.000	mg/l kg/j	52.100
8	concentratie vracht	2.000 115.000	5 290	90 5.000	2.000 115.000	5 290	90 5.000	2.000 115.000	5 290	90 5.000	2.000 115.000	5 290	90 5.000	mg/l kg/j	57.500
9	concentratie vracht	2.000 123.600	5 310	80 5.000	2.000 123.600	5 310	80 5.000	2.000 123.600	5 310	80 5.000	2.000 123.600	5 310	80 5.000	mg/l kg/j	61.800
10	concentratie vracht	2.000 127.200	5 320	80 5.000	2.000 127.200	5 320	80 5.000	2.000 127.200	5 320	80 5.000	2.000 127.200	5 320	80 5.000	mg/l kg/j	63.600
11	concentratie vracht	2.000 128.000	5 320	80 5.000	2.000 128.000	5 320	80 5.000	2.000 128.000	5 320	80 5.000	2.000 128.000	5 320	80 5.000	mg/l kg/j	64.000
12	concentratie vracht	2.000 130.800	5 330	75 5.000	2.000 130.800	5 330	75 5.000	2.000 130.800	5 330	75 5.000	2.000 130.800	5 330	75 5.000	mg/l kg/j	65.400
13	concentratie vracht	2.000 133.600	5 340	75 5.000	2.000 133.600	5 340	75 5.000	2.000 133.600	5 340	75 5.000	2.000 133.600	5 340	75 5.000	mg/l kg/j	66.800

1.3.6. Overzicht van de uiteindelijke lozingen op de rwzi Tilburg-Noord
 CZV, BZV₅ verwijdering deelgebied III

De totale lozingsvracht (CZV,N) van de gehele stortplaats Spinder voor de gevallen, waarin alleen CZV en BZV₅ wordt verwijderd, wordt per jaar na aanvang van stort in deelgebied III en per variant gegeven in tabel 19. Daarin zijn de vrachten van de onbehandelde stromen van deelgebied II, deelgebied I zonder folie en deelgebied I met folie gesommeerd en opgeteld bij de vracht van de behandelde stroom van deelgebied III. Daar alleen behandeling van deelgebied III plaatsheeft in de jaren 1 t/m 6, zijn in tabel 19 alleen van die periode vrachten en lozingsheffingen berekend. Van de volgende jaren is de heffing gelijk aan die vermeld in tabel 14.

Tabel 19 laat zien dat bij anaerobe of aerobe behandeling zonder stikstofverwijdering de totale CZV vracht ongeveer 60% is van de huidige lozing, maar dat de stikstofvracht aanzienlijk hoger ligt.

Bij toepassen van microfiltratie liggen de CZV vracht op circa 75% van de huidige lozing, doch stikstof ligt ook aanzienlijk hoger.

Juist door de verhoogde stikstofvracht is elk jaar de verlaging van het aantal v.e. beperkt nl. circa 30-35%. En daarmee is het geloosde aantal v.e. circa 10-20% hoger dan de huidige lozing.

CZV, BZV₅ en N verwijdering in deelgebied III en deelgebied I met folie

De totale lozingsvracht (CZV,N) van de gehele stortplaats voor de gevallen, waarin CZV, BZV en N worden verwijderd, wordt per jaar vermeld in tabel 20. Ook hierin zijn alle stromen gesommeerd. In tegenstelling tot de varianten zonder N-verwijdering, gaat na het beëindigen van het storten in deelgebied III de zuivering vooral gericht op N-verwijdering door. Bij nitrificatie wordt gestreefd naar een gelijk effluent voor elke variant. Daarom zijn de berekende lozingsvracht en -heffing per variant gelijk.

Indien wordt genitrificeerd, dan daalt in alle gevallen de CZV-vracht tot 40-50% van de huidige lozing, omdat die voor een belangrijk deel wordt bepaald door de onbehandelde lozing van deelgebied I zonder folie. De stikstofvracht is in de jaren 1 t/m 6 teruggebracht tot op het huidige niveau en tot 65% daarvan in de erop volgende jaren. Al met al is het totale aantal v.e. 55-65% van de huidige lozing.

Tabel 19 - Lozingsvracht van stortplaats Spinder CZV, N Kj, v.e. en lozingsheffing, zonder nitrificatie

jaar na aanvang	variant 1		variant 2		variant 3		
	CZV	N	CZV	N	CZV	N	
1 vracht	473.000	125.000	473.000	119.000	573.000	120.000	kg/j
v.e.	21.000		20.500		22.600		
gulden/j	819.000		800.000		881.000		
2 vracht	364.000	122.000	364.000	116.000	469.000	118.000	kg/j
v.e.	18.600		18.000		20.300		
gulden/j	763.000		738.000		832.000		
3 vracht	392.000	109.000	392.000	101.000	525.000	103.000	kg/j
v.e.	18.800		17.200		20.000		
gulden/j	808.000		740.000		860.000		
4 vracht	388.000	118.000	388.000	110.000	517.000	112.000	kg/j
v.e.	18.700		17.900		20.700		
gulden/j	842.000		806.000		932.000		
5 vracht	394.000	126.000	394.000	118.000	508.000	118.000	kg/j
v.e.	19.500		18.800		21.100		
gulden/j	917.000		884.000		992.000		
6 vracht	420.000	140.000	420.000	132.000	550.000	132.000	kg/j
v.e.	21.300		20.600		23.200		
gulden/j	1.044.000		1.009.000		1.137.000		
7 gulden/j	945.000		945.000		945.000		
8 gulden/j	935.000		935.000		935.000		
9 gulden/j	913.000		913.000		913.000		
10 gulden/j	917.000		917.000		917.000		
11 gulden/j	909.000		909.000		909.000		
12 gulden/j	903.000		903.000		903.000		
13 gulden/j	905.000		905.000		905.000		

Tabel 20 - Totale lozingsvracht van Spinder CZV,N-Kj, v.e. en
lozingsheffing na nitrificatie

jaar na aanvang	CZV	N	jaar na aanvang	CZV	N
1 vracht kg/j v.e. gulden/j	295.000 11.000 429.000	55.000	7 vracht kg/j v.e. gulden/j	306.000 9.400 479.000	35.000
2 vracht kg/j v.e. gulden/j	296.000 11.000 451.000	55.000	8 vracht kg/j v.e. gulden/j	317.000 9.600 509.000	35.000
3 vracht kg/j v.e. gulden/j	308.000 11.300 486.000	55.000	9 vracht kg/j v.e. gulden/j	326.000 9.800 539.000	35.000
4 vracht kg/j v.e. gulden/j	321.000 11.500 518.000	55.000	10 vracht kg/j v.e. gulden/j	329.000 9.900 564.000	35.000
5 vracht kg/j v.e. gulden/j	330.000 11.700 550.000	55.000	11 vracht kg/j v.e. gulden	330.000 9.900 584.000	35.000
6 vracht kg/j v.e. gulden/j	347.000 12.100 593.000	55.000	12 vracht kg/j v.e. gulden/j	333.000 9.900 604.000	35.000
			13 vracht kg/j v.e.	336.000 10.000 630.000	35.000

1.4. Kosten

De kosten voor de behandeling van het percolaat worden verdeeld in de investeringskosten en exploitatiekosten. Zij worden gesplitst per variant naar wel of geen stikstofverwijdering.

1.4.1. Investeringskosten

De investeringen per variant worden, verdeeld in kosten voor bouwkundige en mechanisch elektrische voorzieningen, gegeven in tabel 21.

De bedragen zijn exclusief aan- en afvoerleidingen, monster en meetapparatuur, bemalingspompen, afvoergemaal, engineering en directie. De bedragen zijn in guldens exclusief BTW prijspeil februari 1987. Zij hebben uitsluitend vergelijkende waarde. Tabel 21 laat zien, dat zonder stikstofverwijdering variant 1, de anaerobe reactor verreweg de laagste investeringskosten met zich meebrengt. Microfiltratie is met de conservatieve ontwerpbenadering twee keer zo duur. Actiefslib vergt eveneens een zeer hoge investering.

Wanneer besloten zou worden tot stikstofverwijdering, dan blijft variant 1 de goedkoopste. De ééntraps aerobe variant is iets duurder. Microfiltratie wordt dan de duurste keuze, terwijl de tweetraps aerobe variant hieraan nagenoeg gelijk is.

Tabel 21 - Investeringen per variant (guldens excl. BTW)

	Variant 1	variant 2a	variant 2b	variant 3
zonder stikstofverwijdering				
. civiel	15.000	700.000		130.000
. mechanisch/elektrisch	560.000	425.000		1.080.000
Totaal	575.000	1.125.000		1.210.000
met stikstofverwijdering				
. civiel	625.000	1.260.000	1.185.000	915.000
. mechanisch/elektrisch	1.000.000	865.000	510.000	1.535.000
Totaal	1.625.000	2.125.000	1.695.000	2.450.000

1.4.2. Jaarlijkse kosten

Voor de berekening van de jaarlijkse kosten wordt uitgegaan van:

-	rente	%	7
-	afschrijving zonder nitrificatie		
	. civiel	jaar	6
	. mech/el.	jaar	6
-	annuïteitenfactor zonder nitrificatie	-	0,21
-	afschrijving met nitrificatie		
	. civiel	jaar	10
	. mech/el.	jaar	10
-	annuïteitenfactor met nitrificatie	-	0,14
-	onderhoud		
	. civiel	% investering	0,5
	. mech/el.	% investering	3,0
-	elektriciteit	gulden/kWh	0,20
-	bedrijfstijd	d/jaar	365
-	chemicaliën		
	Ca(OH) ₂	gulden/ton	150
	H ₃ PO ₄ (75%)	gulden/ton	1.100
-	slibafvoer	gulden/m ³	3
-	opbrengst gistingsgas	gulden m ³	0,15

Daar de analysekosten, alhoewel geen kleine post (geraamd per jaar), kostenneutraal zijn, worden zij hier niet meegenomen. Per variant met en zonder stikstofverwijdering worden de kapitaalslasten en de exploitatiekosten vermeld in tabel 22. De bedragen zijn vermeld voor de jaren 1 t/m 6 na aanvang van storten in deelgebied III. Gebruikt zijn voor de berekeningen de gemiddelde CZV,N aanvoer en afbraak in die jaren. De lozingsheffing is niet vermeld. Tabel 22 laat zien dat de kapitaalslasten en de exploitatiekosten elkaar binnen elke variant niet veel ontlopen. Variant 1 met de anaerobe behandeling heeft als exploitatievoordeel de opbrengst van het gistingsgas.

Verder blijkt dat variant 1 - anaerobe behandeling - in alle gevallen de laagste kosten met meebrengt en variant 3 -microfiltratie - de hoogste kosten. Opgemerkt kan worden dat in de gevallen met stikstofverwijdering variant 2b - aerobe behandeling in één trap - slechts 15% hoger in kosten uitvalt dan anaerobe behandeling. Tweetraps aerobe behandeling is kostenongunstig.

Tabel 22 - Kapitaalslasten en gemiddelde exploitatiekosten per variant excl. lozingsheffing (bedragen in guldens per jaar excl. BTW) jaar 1 t/m 6

	variant 1	variant 2a	variant 2b	variant 3
<u>zonder stikstofverwijdering</u>				
Kapitaalslasten				
. civiel	3.000	147.000		27.000
. mech./el.	118.000	89.000		226.000
Totaal	121.000	236.000		253.000
Exploitatiekosten				
Onderhoud				
. civiel	100	3.500		700
. mech./el.	16.800	13.000		32.400
personeel	54.000	54.000		54.000
electriciteit	2.800	54.000		61.000
chemicaliën	-	17.700		22.500
slibafvoer	3.300	24.000		32.000
gasopbrengst	- 22.000	-		-
Totaal	55.000	166.200		202.000
<u>Met stikstofverwijdering</u>				
Kapitaalslasten				
. civiel	88.000	176.000	166.000	128.000
. mech./el.	140.000	121.000	71.000	215.000
Totaal	228.000	297.000	237.000	343.000
Exploitatiekosten				
Onderhoud				
. civiel	3.100	6.300	5.900	4.600
. mech./el.	30.000	26.000	15.300	46.100
personeel	66.000	66.000	54.000	66.000
electriciteit	57.000	103.000	91.000	126.000
chemicaliën	39.000	43.000	59.000	55.000
slibafvoer	15.000	36.000	25.000	47.000
gasopbrengst	- 22.000	-	-	-
totaal	188.000	280.000	250.000	350.000

Een overzicht van de totale jaarlijkse kosten, dus inclusief lozingsheffing en de bijdrage daaraan van de andere deelstromen van de stortplaats staat in tabel 23. Tevens is daarin voor de gevallen met stikstofverwijdering het kostenverloop na het beëindigen van het storten in deelgebied III aangegeven, rekeninghoudend met verminderde CZV- en stikstofaanvoer.

CZV, BZV₅ verwijdering in deelgebied III

Tabel 23 laat ten eerste zien, dat behandelen van het percolaat niet direct leidt tot lagere jaarlijkse kosten. Alleen verwijderen van CZV levert pas een significant resultaat op in het derde stortjaar van deelgebied III. Dit komt voornamelijk doordat in jaar 1 en 2 de lagere lozingsheffing meer dan gecompenseerd wordt door de kapitaalslasten en exploitatiekosten. De bedragen geven aan dat van de varianten zonder stikstofverwijdering uitsluitend anaerobe behandeling in aanmerking komt, omdat deze variant een besparing over de gehele stortperiode oplevert.

CZV en BZV₅ en N verwijdering in deelgebied III en deelgebied I met folie

Tabel 23 laat ook zien dat als geheel stikstofverwijdering leidt tot een verlaging van de jaarlijkse kosten. Dit wordt veroorzaakt doordat de lozingsheffing f 300.000,- - f 600.000,- lager uitvalt. Dit verschil wordt echter voor een deel teniet gedaan door de kapitaalslasten en exploitatiekosten van het nitrificatie gedeelte.

Ook na het beëindigen van de stortactiviteiten in deelgebied III is het behandelen van percolaat in uitsluitend de nitrificatie-reactor gunstig. Pas in het tiende jaar kan een omslag optreden. Echter de installatie is in jaar 11 vrij van kapitaalslasten en zal derhalve met positief resultaat bedreven kunnen worden. Van de varianten met stikstofverwijdering liggen variant 1 en variant 2b zeer dicht bij elkaar. De tweetraps aerobe-installatie - variant 2a - en microfiltratie gevolgd door nitrificatie komen niet voordelig uit.

Tabel 23 - Jaarlijkse kosten van behandeling en lozing van percolaat incl. de bijdrage van niet behandelde deelstromen (bedragen in guldens per jaar, excl. BTW)

jaar na aanvang	zonder behandeling	variant 1	variant 2a	variant 2b	variant 3
<u>zonder stikstofverwijdering</u>					
1	1.144.000	995.000	1.202.000	-	1.336.000
2	1.111.000	939.000	1.140.000	-	1.287.000
3	1.331.000	984.000	1.142.000	-	1.315.000
4	1.396.000	1.018.000	1.208.000	-	1.387.000
5	1.464.000	1.093.000	1.286.000	-	1.447.000
6	1.678.000	1.220.000	1.411.000	-	1.592.000
7	945.000	idem	idem	-	idem
8	935.000	idem	idem	-	idem
9	913.000	idem	idem	-	idem
10	917.000	idem	idem	-	idem
11	909.000	idem	idem	-	idem
12	903.000	idem	idem	-	idem
13	905.000	idem	idem	-	idem
<u>met stikstofverwijdering</u>					
1	1.144.000	845.000	1.006.000	916.000	1.117.000
2	1.111.000	867.000	1.028.000	938.000	1.139.000
3	1.331.000	902.000	1.063.000	973.000	1.174.000
4	1.396.000	934.000	1.095.000	1.005.000	1.206.000
5	1.464.000	966.000	1.127.000	1.037.000	1.234.000
6	1.678.000	1.009.000	1.170.000	1.080.000	1.277.000
7	945.000	849.000	939.000	856.000	1.004.000
8	935.000	879.000	969.000	886.000	1.034.000
9	913.000	904.000	994.000	911.000	1.059.000
10	917.000	930.000	1.020.000	937.000	1.085.000
11	909.000	722.000	743.000	720.000	762.000
12	903.000	738.000	759.000	736.000	778.000
13	905.000	761.000	782.000	759.000	801.000

BIJLAGE 2

Dimensionering van de verschillende varianten voor CZV verwijdering

Uitgangspunten

- geen aanvoergemaal + influentput e.d.
- geen effluent debietmeting
- geen effluent bemonstering
- geen aan- en afvoerleidingen
- moet geheel automatisch kunnen draaien } slechts af en toe toezicht
- bedrijf 24 h/d 365 d/j

VARIANTEN OPBOUW

	CZV verwijdering	stikstofverwijdering
variant 1 :	anaeroob	nitrificatie
variant 2a:	aeroob	nitrificatie
2b:	CZV-verwijdering en nitrificatie gecom- bineerd	
variant 3 :	microfiltratie	nitrificatie

CZV-verwijdering

VARIANT 1 Anaeroob

Mengtank

aantal		1
inhoud	m ³	7
roerder	turbine/propellor	
vermogen	kW	0,2

aanvoerpomp

aantal		1
capaciteit	m ³ /h	7
opvoerhoogte	mwk	20

methaanreactor

aantal		1
inhoud	m ³	250
hoogte	m	10
diameter	m	5,7
type	opstroomreactor met interne slib/gasafscheiding	

surplusslibpomp

aantal		1
capaciteit	m ³ /h	5
opvoerhoogte	mwk	20

gasafvoerleiding

naar bestaand/te bouwen stortgassysteem		
capaciteit (65% CH ₄ ; 35% CO ₂)	Nm ³ /h	50

geen fakkel voor gas
geen buffer voor gas

VARIANT 2 - Aeroob

beluchtingsruimte

aantal		2
type	gemengde tank	
inhoud totaal	m ³	1330
inhoud elk	m ³	665
diepte	m	4
lengte elk	m	13
breedte elk	m	13
slibgehalte	kgds/m ³	5

beluchtingscapaciteit

totale OC	kg O ₂ /h	120
aantal beluchters		2
capaciteit elk	OC.kg O ₂ /h	60

doseerpomp fosforzuur

aantal		1
capaciteit	l/h	1-5

opslagtank fosforzuur

aantal		1
inhoud	m ³	1,5
fosforzuur	%	75

nabezinktank

aantal		1
oppervlakte	m ²	12,5
diameter	m	4
type	Dortmund	

retourslibpomp

aantal		1
capaciteit	m ³ /h	12
afvoerhoogte	mwk	10

surplusslibpomp

aantal		1
capaciteit	m ³ /h	2
opvoerhoogte	mwk	20

VARIANT 3 - Microfiltratie

Precipitatietank

aantal		1
inhoud	m ³	1,2
roerder type	propellor	
vermogen	kW	0,3

kalkmelkdoseerpomp

aantal		1
capaciteit	l/h	50-500

kalkmelkaanmaakinstallatie

aantal		1
capaciteit Ca(OH) ₂	kg/h	30
kalkmelk Ca (OH) ₂	%	15
	l/h	50-500

kalkopslagsilo

aantal		1
inhoud	m ³	16 à 20
uithaal/doseerschroef	kg/h	30
voorzien van bordes, stoffilter, fluidisatie		

stabilisatietank

aantal		1
inhoud	m ³	6,5
roerder type uitgevoerd als puntbeluchter met OC	kgO ₂ /h	0,2

hogedruk pompen

aantal		2
capaciteit elk	m ³	5
druk	kPa	1000

membraaninstallatie

aantal straten		2
vereist membraanoppervlak elk	m ²	66

concentraat afvoerpomp

aantal		1
capaciteit	m ³ /h	2
opvoerhoogte	mwk	20

BIJLAGE 3

Dimensionering van de stikstofverwijdering

VARIANT 1 - Nitrificatie achter anaeroob

beluchtingsruimte nitrificatie

aantal		1
inhoud	m ³	1100
diepte	m	4
lengte	m	17
breedte	m	17
slibgehalte	kg/m ³	5

beluchtingscapaciteit

totale OC	kgO ₂ /h	120
aantal beluchters		2
capaciteit elk	OC kgO ₂ /h	60

nabezinktank

aantal		1
oppervlakte	m ²	17
diameter	m	4,6
type	Dortmund	

Retourslibpomp

aantal		1
capaciteit	m ³ /h	17
opvoerhoogte	mwk	10

surplusslibpomp

aantal		1
capaciteit	m ³ /h	2
opvoerhoogte	mwk	20

kalkopslagsilo

aantal		1
inhoud	m ³	16 à 20
voorzien van	bordes, stoffilter, fluidisatie	

kalkdosering (schroef)

aantal		1
capaciteit	Ca(OH) ₂ kg/h	10-100

VARIANT 2 - a) Nitrificatie achter aeroob

beluchtingsruimte nitrificatie

aantal		1
inhoud	m ³	1000
diepte	m	4
lengte	m	16
breedte	m	16
slibgehalte	kg/m ³	5

beluchtingscapaciteit

totale OC	kgO ₂ /h	110
aantal beluchters		2
capaciteit elk	OC kgO ₂ /h	55

nabezinktank

aantal		1
oppervlakte	m ²	17
diameter	m	4,6
type	Dortmund	

Retourslibpomp

aantal		1
capaciteit	m ³ /h	17
opvoerhoogte	mwk	10

surplusslibpomp

aantal		1
capaciteit	m ³ /h	2
opvoerhoogte	mwk	20

kalkopslagsilo

aantal		1
inhoud	m ³	16 à 20
voorzien van bordes, stoffilter, fluidisatie		

kalkdosering (schroef)

aantal		1
capaciteit	Ca(OH) ₂ kg/h	10-100

VARIANT 2 - b) Nitrificatie en CZV, BZV₅ verwijdering in één stap, dus
reactoren fase 1 en fase 2 gecombineerd in één reactor

beluchtingsruimte

aantal		2
inhoud totaal	m ³	2200
inhoud elk	m ³	1100
diepte	m	4
lengte elk	m	16,5
breedte elk	m	16,5

beluchtingscapaciteit

totale OC	kgO ₂ /h	206
aantal beluchters		2
capaciteit elk	OC kgO ₂ /h	105

nabezinktank

aantal		1
oppervlakte	m ²	16,6
diameter	m	4,6
type	Dortmund	

Retourslibpomp

aantal		1
capaciteit	m ³ /h	17
opvoerhoogte	m	10

surplusslibpomp

aantal		1
capaciteit	m ³ /h	3
opvoerhoogte	m	20

kalkopslagsilo

aantal		1
inhoud	m ³	16 à 20
voorzien van bordes, stoffilter, fluidisatie		

kalkdosering (schroef)

aantal		1
capaciteit	Ca(OH) ₂ kg/h	10-100

fosforzuur opslagtank

aantal		1
inhoud	m ³	2
fosforzuur H ₃ PO ₄	%	75

fosforzuur doseerpomp

aantal		1
capaciteit	l/h	1-10

VARIANT 3 - Nitrificatie achter microfiltratie

Beluchtingsruimte nitrificatie

aantal		1
inhoud	m ³	1500
diepte	m	4,5
lengte	m	18,3
breedte	m	18,3
slibgehalte	kgds/m ³	5

beluchtingscapaciteit

aantal beluchters		1
capaciteit elk	OC kgO ₂ /h	145

nabezinktank

aantal		1
oppervlakte	m ²	17
diameter	m	4,6
type	Dortmund	

Retourslibpomp

aantal		1
capaciteit	m ³ /h	17
opvoerhoogte	mwk	10

surplusslibpomp

aantal		1
capaciteit	m ³ /h	1
opvoerhoogte	mwk	20

kalkopslagsilo

aantal		1
inhoud	m ³ /h	16 à 20
voorzien van bordes, stoffilter, fluidisatie		

kalkdosering (schroef)

aantal		1
capaciteit	Ca(OH) ₂ kg/h	10-100

Fosforzuur opslagtank

aantal		1
inhoud	m ³	2
fosforzuur H ₃ PO ₄	%	75

fosforzuur doseerpomp

aantal		1
capaciteit	l/h	1-5

JJvD/C-0437/87b3

BIJLAGE 4 - Prognose percolaat

Computermodel voor de prognose van de percolaat kwaliteit (model PROPER)1. Inleiding

Percolaatwater uit stortplaatsen is door de hoge concentratie aan schadelijke stoffen een gevaar voor het milieu.

Om een optimale behandeling van percolaat mogelijk te maken is het gewenst om al in een vroeg stadium een prognose te kunnen maken over kwantiteit en kwaliteit van het percolaat.

Om de kwaliteit van het percolaat te kunnen voorspellen is het PROPER-model ontwikkeld (PROgnose-PERcolaat). Met behulp van dit model is het mogelijk een voorspelling te maken van de concentratie van schadelijke stoffen in het percolaat en om het tijdstip te bepalen waarop het percolaat van een stort(gedeelte) een stabiele kwaliteit zal hebben voor een bepaalde verontreiniging.

2. Factoren die van invloed zijn op de percolaat samenstelling

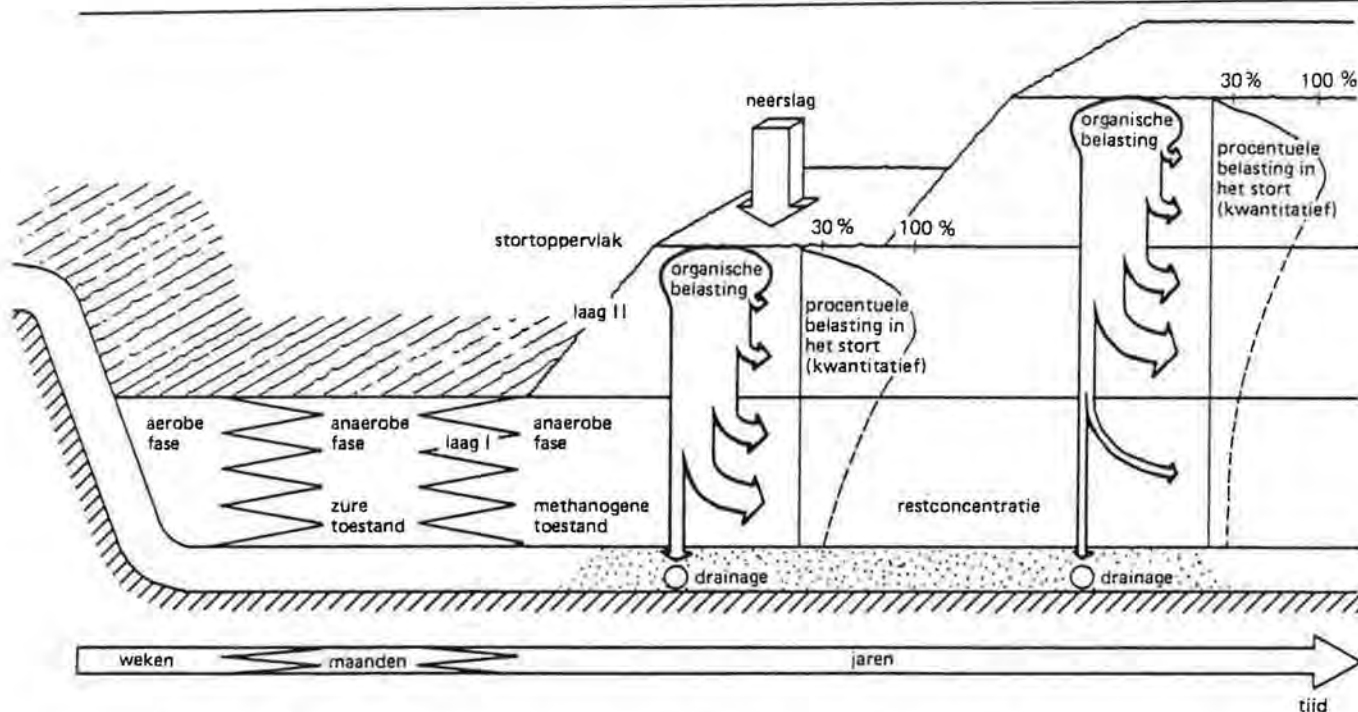
Er zijn vele factoren die het vrijkomen van schadelijke stoffen in het percolaat beïnvloeden.

Enkele van de belangrijkste factoren zijn:

- Neerslag. De hoeveelheid neerslag, die in een stortplaats infiltreert, is van invloed op de ontledingsprocessen in het stort. Ook heeft het invloed op de verdunning van het percolaat. Twee aspecten die nauw samenhangen met neerslagoverschot op een stort zijn de afdekking van een afgewerkt stort en de hoeveelheid percolaat (inclusief neerslag overschot) die wordt weggepompt.
- De laagdikte. De laagdikte heeft invloed op de afbraakprocessen die op zullen treden. Bij dunne lagen is het mogelijk dat er alleen aerobe afbraakprocessen optreden. (Het PROPER-model gaat uit van een laagdikte van 1,5 tot 2 m). Het tijdsverloop tussen de eerste en daaropvolgende lagen moet steeds zo lang mogelijk zijn.

Dit om het anaerobe proces zo goed mogelijk op gang te laten komen.

Bij opbrengen van een nieuwe stortlaag zal de onderste laag als "afbraakfilter" fungeren voor het percolaat van de bovenste laag (fig.1).

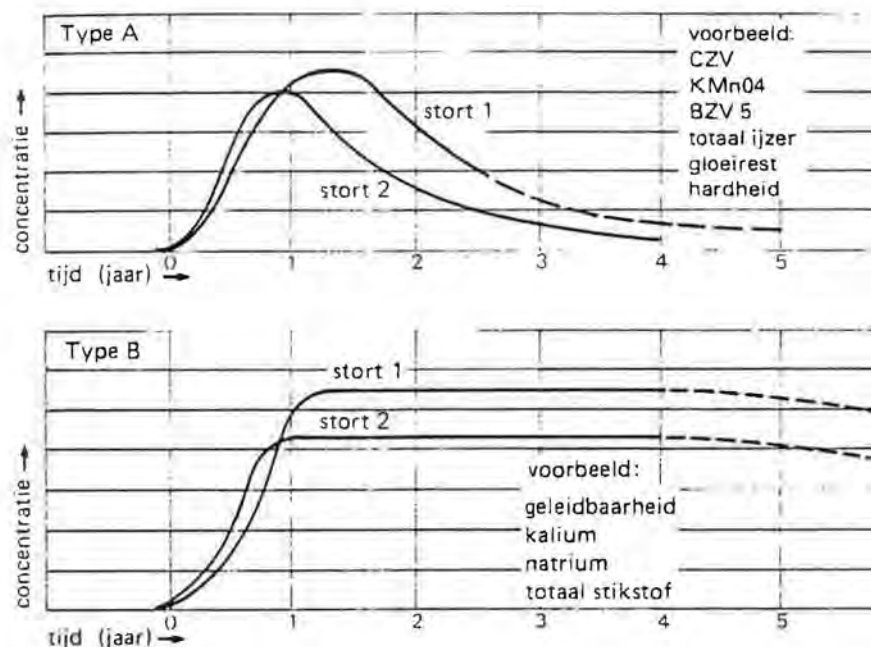


Figuur 1 - Schematische weergave van de percolaat water, en afbraak mechanismen in verschillende lagen

- De temperatuur. Een van de belangrijke aspecten is de gemiddelde temperatuur in de periode waarop de eerste laag gestort wordt. Afhankelijk van de begintemperatuur zal de bacteriële activiteit in de eerste laag hoger of lager zijn. De mate van bacteriële activiteit is van belang voor de afbraak van verontreinigde stoffen, die uit de bovenliggende lagen percoleren en dus ook op de concentratie van stoffen in het percolaat.
- De pH. De zuurgraad van het percolaat is in grote mate bepalend voor de samenstelling van het percolaat. De uit het organisch materiaal gevormde vetzuren zorgen in het begin voor een zuur milieu. Tijdens deze zure fase zullen metalen deels in oplossing gaan en uitlogen. De afbraak van vetzuren in methaan en kooldioxide veroorzaakt een pH stijging. In deze methanogene fase zullen de metalen precipiteren.

3. Ontwikkeling van de percolaat samenstelling

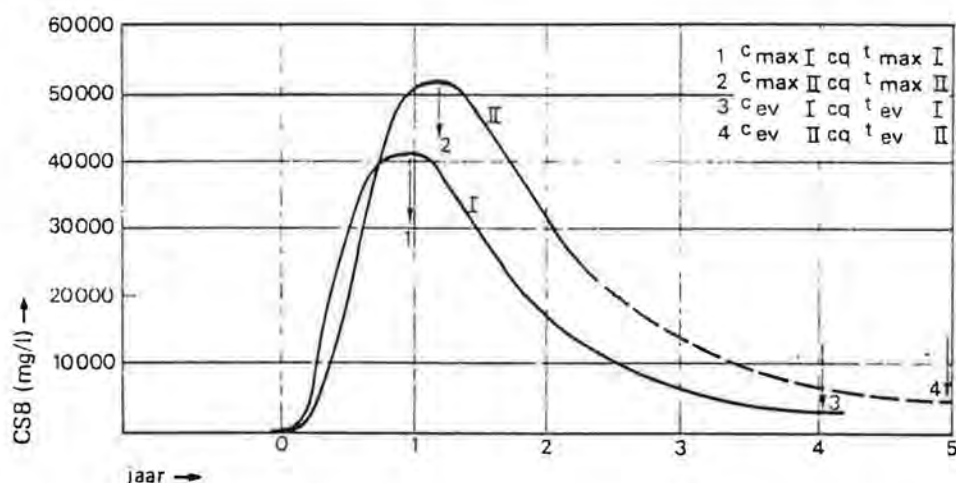
In een stortplaats vindt door bacteriële processen afbraak van stoffen plaats. De aard van de afbraakprodukten die hierbij ontstaan is tijdsafhankelijk. Het concentratie verloop gedraagt zich volgens de ontwikkeling van het biologische proces. Voorbeelden van dit soort stoffen/parameters zijn CZV, BZV totaal ijzer (fig. 2A). Andere stoffen en parameters zullen minder door afbraakprocessen worden beïnvloed. Het vrijkomen van dit soort stoffen in het percolaat is een gevolg van uitloging. Voorbeelden van dit soort stoffen zijn bijvoorbeeld het totaal stikstofgehalte, het natrium kalium en chloride gehalte (fig. 2B).



Figuur 2 - Concentratie en parameterverloop van percolaat volgens procesmodel (type A) en uitloogmodel (type B)

Van de tijdsafhankelijke stoffen zijn naar aanleiding van verschillende studies (ref. 2) de volgende conclusies te trekken (fig. 3).

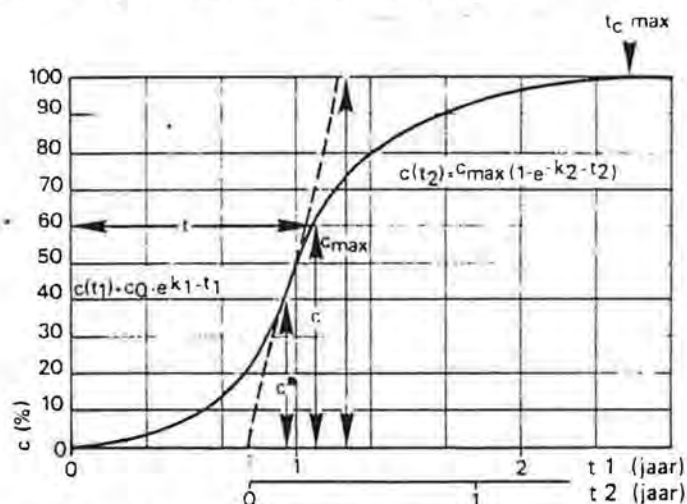
1. Verschillende concentratie maxima ($C_{\max I}$, $C_{\max II}$, worden op verschillende tijdstippen ($t_{\max I}$, $t_{\max II}$) na het begin van het storten bereikt.
2. Wordt een concentratie maximum later bereikt ($t_{\max II} > t_{\max I}$), dan zal de bijbehorende maximale concentratie in het percolaat hoger zijn ($C_{\max II} > C_{\max I}$).
3. De concentratie van een stof in het percolaat bereikt na verloop van tijd een evenwichtsconcentratie ($C_{ev I}$, $C_{ev II}$) die gedurende lange tijd constant zal blijven.
4. De tijd waarin de evenwichtsconcentratie bereikt wordt is langer ($t_{ev II} > t_{ev I}$) naarmate de bijbehorende maximale concentratie hoger is ($C_{\max II} > C_{\max I}$).
5. De karakteristieke punten ($C_{\max}$, $t_{\max}$, C_{ev} , t_{ev}) worden bepaald door de gemiddelde temperatuur bij aanvang van het storten. Het concentratieverloop blijkt dus temperatuur afhankelijk.



Figuur 3 - Schematische concentratiecurven met de belangrijkste punten (bv. CZV) voor percolaat van 2 stortplaatsen

4. PROPER-model

Met behulp van het PROPER-model wordt een voorspelling gemaakt van het concentratieverloop van stoffen in het percolaat. Het model is er op gebaseerd dat de gemiddelde temperatuur bij aanvang van het storten bepalend is voor de hoogte van de maximum concentratie en het tijdstip waar op dit bereikt wordt. Ook het tijdstip waarop de stabiele evenwichtsconcentratie bereikt wordt kan worden bepaald. Het verloop van de concentratie curven tussen de gevonden punten wordt door verschillende relaties beschreven (fig. 4).



Figuur 4 - Schematische voorstelling van het concentratieverloop van stoffen in het percolaat

De reactie constanten, die in deze formules gebruikt worden, zijn empirisch bepaald. De stabiele eindconcentratie voor de verschillende stoffen is een uit de literatuur gekozen gemiddelde. Voor stoffen die zich gedragen volgens het uitloog model wordt het concentratieverloop gebaseerd op gegevens uit de literatuur. Voor het kjeldahl-stikstof gehalte wordt aangenomen dat het gehalte in 10 jaar tot een stabiele concentratie van 350 mg/l zal dalen. Het PROPER-model gebaseerd op percolaat afkomstig van huisvuil. Voor andere soorten afval wordt het model aangepast. De voorspelde percolaatkwaliteit wordt zoveel mogelijk getoetst aan analyse resultaten die reeds beschikbaar zijn. Zonodig wordt de voorspelling aangepast.

Invloed van percolaatrecirculatie en het versneld ophogen van het stort op de percolaatkwaliteit

De laatste jaren zijn er diverse onderzoeken verricht naar de invloed van recirculatie van percolaat op de kwaliteit van het percolatie-water. De algemene conclusie is dat er een versnelling van de biologische afbraakprocessen plaatsvindt. Het concentratie maximum is minder hoog en wordt op een eerder tijdstip bereikt. Als oorzaak van deze versnelde biologische afbraak wordt genoemd: enting van goed afbreekbaar materiaal en geschikte micro-organismen op het gestorte materiaal. De factor waarmee de biologische afbraak versneld wordt is empirisch bepaald en in PROPER verwerkt. (Zie figuur 5). Bij het versneld ophogen van het stort is er als het ware sprake van een verlaagde biologische activiteit.

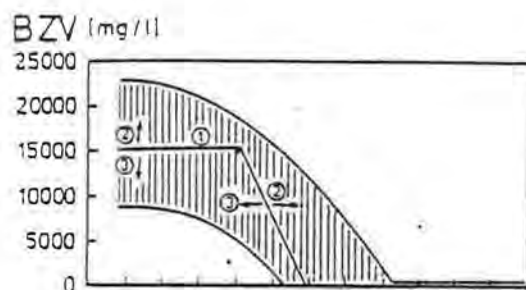


Fig. 5 - Schematisch verloop van de BZV-concentratie in het percolaat

1. Gemiddeld verloop bij een laagdikte van 2 m en een opbouw van 2-4 m per jaar.
2. Tendens bij een snellere opbouw.
3. Tendens bij een tragere opbouw of bij toepassing van percolaat-recirculatie.