

# WATERBEHEER

## IN DE NATUURTUIN ZOETERMEER

een oriënterend onderzoek naar de mogelijkheden om  
door een ander waterbeheer de verscheidenheid in de  
planten en dierenwereld te vergroten

1. INLEIDING	4
1.1 Probleemstelling	4
1.2 De gewenste situatie	6
1.3 Samenhang van de problematiek	7
1.4 Opdracht en opzet van het rapport	7
1.5 Korte beschrijving van het gebied	10
2. DE NATUURLIJKE WATERBALANS	13
2.1 Inleiding	13
2.2 Neerslag en verdamping	13
2.3 Stroom en verzanding	13
in opdracht van de Afdeling Bepplantingen Gemeentebedrijven Zoetermeer	
3. HET REGELKOP VAN DE WATERBALANS	27
3.1 Waterinlaat en lekverlies	27
3.2 Valdeersnellingen	27
3.3 Beperking van infiltratie	27
4. VOORSLAGEN	28
5. AANBEVELINGEN	28

maart 1989

drs. R. Kip

drs. S.P. Tjallingii



De onderstaande conclusies zijn gebaseerd op de gegevens die in het rapport zijn vermeld. Het is niet mogelijk om een definitief oordeel te geven over de toekomstige situatie van het gebied.

**INHOUD**

	pagina
<b>KONKLUSIES EN AANBEVELINGEN</b>	4
1. INLEIDING	6
1.1 Probleemstelling	6
1.2 De gewenste situatie	6
1.3 Samenhang van de problematiek	7
1.4 Opdracht en opzet van het rapport	7
1.5 Korte beschrijving van het gebied	10
2. DE NATUURLIJKE WATERBALANS	13
2.1 Inleiding	13
2.2 Neerslag en verdamping	13
2.3 Kwel en wegzijging	20
3. HET REGELEN VAN DE WATERBALANS	27
3.1 Waterinlaat en lekverlies	27
3.2 Veldwaarnemingen	31
3.3 Beperking van inlaatwater	32
4. VOORZUIVERING	34
5. BRONNEN	36

Wanneer de hoeveelheid in de bodem van grondwater is te laag, kan het nodig zijn om de waterinlaat te verhogen. Dit kan worden gedaan door de waterinlaat te verhogen of door de bodem te bemesten.

- Volgende aanbevelingen worden gedaan:
1. Het gebied wordt beschermd tegen overmatige waterinlaat door de waterinlaat te beperken.
  2. De waterinlaat en de wegzijging moeten worden gereguleerd om de waterbalans te behouden.



## KONKLUSIES EN AANBEVELINGEN

Een oriënterend onderzoek naar de mogelijkheden om door een ander waterbeheer de ontwikkelingsperspektieven voor de Natuurtuin te vergroten heeft geleid tot de volgende konklusies:

Hoeveelheid en slechte kwaliteit van het inlaatwater zijn beperkende factoren voor de natuurontwikkeling in de tuin.

Er kan nog geen duidelijk antwoord worden gegeven op de vraag hoe het watersysteem van de Natuurtuin zoveel water verliest.

Vast staat wel dat verdamping alleen daarvoor niet verantwoordelijk kan zijn. Ook het over de stuw bij het inlaatpunt wegglopende water kan geen verklaring vormen voor het grote verlies.

Wat overblijft zijn twee mogelijkheden.

De eerste is dat er lekkage optreedt via de inlaatpomp.

De tweede mogelijkheid is dat er zeer veel water wegzijgt via de bodem. Dit kan vooral plaatsvinden door de dijk tussen het lage poldertje en het water van het Westerpark, maar waarschijnlijker is het dat het water via de gehele sterk doorlatende ondergrond wegloopt. Deze ondergrond bestaat over een diepte van ca 7 m uit zandige zavel en kleihoudend zand, waarvan de doorlatendheid niet precies bekend is. Het is niet uitgesloten dat plaatselijk de porositeit van de grond vergroot is door de activiteiten van bodemdieren zoals regenwormen.

Wanneer er sprake is van lekkage bij de pomp dan nemen we aan dat die te verhelpen is. Het watertekort dat dan in de zomer nog zal optreden wordt door ons geschat op 4 619 m<sup>3</sup>.

In het geval van wegzijging via de bodem moeten we rekenen met een waterverlies van ca. 21 000 m<sup>3</sup> per jaar.

Voorzuivering van het inlaatwater door een biezenveld of rietmoeras of door een combinatie van beide is goed denkbaar. Als de hoeveelheid in te laten water 5000 tot 6000 m<sup>3</sup> per seizoen bedraagt, dan is een moeraszuivering te realiseren in de vijver van het Westerpark die direkt ten noorden van het inlaatpunt van de Natuurtuin ligt. Het moeras kan hierbij zo aangelegd worden dat de doorstroming in het Westerpark niet belemmerd wordt.

Wanneer de hoeveelheid in te laten water in orde van grootte 21 000 m<sup>3</sup> per jaar is, dan is moeraszuivering ook goed mogelijk, maar in dat geval moet een groter deel van het watersysteem in het Westerpark in het plan worden betrokken.

Uit het onderzoek komen de volgende aanbevelingen voort:

1. Een nadere inspektie en ijking van de meter van de inlaatpomp is noodzakelijk om te kunnen beschikken over nauwkeurige gegevens die noodzakelijk zijn voor het waterbeheer van de tuin.

2. De inlaatpomp en de toevoerende buizen dienen onderzocht te worden op mogelijke lekken.





## 1. INLEIDING

### 1.1 Probleemstelling

Het probleem dat speelt komt in het kort op het volgende neer:

De gemeente Zoetermeer heeft ruim tien jaar geleden een natuurtuin aangelegd. In het boekje "10 jaar natuurtuin" ( Vos, 1988 ) worden de interessante planten en dierenwereld in de tuin uitvoerig beschreven. Maar helaas zijn niet alle verwachte levensgemeenschappen daadwerkelijk tot ontwikkeling gekomen. *Met name in en aan het water stagneert de differentiatie, terwijl de plantaardige produktie te hoog is.*

Watergangen en oevers groeien erg snel dicht waardoor schonen en maaien jaarlijks moeten plaatsvinden. Dit onderhoud kan alleen worden uitgevoerd met handwerktuigen en is mede daardoor arbeidsintensief en dus ook kostbaar. Een voor de hand liggende oorzaak voor dit probleem is het feit dat veel voedselrijk water wordt ingelaten.

### 1.2 De gewenste situatie

De problemen komen duidelijk naar voren wanneer we de gewenste situatie vergelijken met de werkelijkheid:

De gemeente Zoetermeer had bij de aanleg van de natuurtuin een ontwikkeling voor ogen waarbij het onder meer om de volgende kwaliteiten ging:

1. Bijzondere plantengemeenschappen en plantensoorten zouden zich makkelijk moeten kunnen vestigen in de natuurtuin.

- Voor een deel is dat gelukt, maar er moet blijvend intensief onderhoud worden uitgevoerd.

2. Het gesloten watersysteem van de natuurtuin zou alleen bij uitzondering, tijdens droge periodes, moeten worden aangevuld met (voedselrijk) water uit de omgeving.

- Dit is niet gelukt. Wekelijks wordt veel water ingelaten.

3. De natuurtuin zou vanwege de educatieve en esthetische waarde langs oevers een open karakter moeten hebben.

- Dit wordt belemmerd doordat er al in juli langs de waterkant een hoog "rietscherm" is gegroeid dat het uitzicht op de watergangen in de weg staat.

### 1.3 Samenhang van de problematiek

De waterkwaliteit is een basisconditie voor de ontwikkeling van een zo groot mogelijke biologische rijkdom. Niet een maximale groei maar een grote soortenrijkdom is hiervoor kenmerkend. Met name de aanwezigheid van een voedselarmere komponent is in dit verband van groot belang, omdat hierdoor een gradiënt kan ontstaan van voedselarmere naar voedselrijkere milieus. Te midden van het voedselrijke Zuid Hollandse polderwater kan de neerslag voor de toevoer van voedselarm water zorgen en daarmee voor het ontstaan van de genoemde gradiënt.

Uit verschillende natuur- en recreatiegebieden in Zuid-Holland is bekend, dat het water in systemen die in hoofdzaak met regenwater gevoed worden minder verontreinigd en minder voedselrijk is dan op plaatsen waar doorgespoeld wordt met boezemwater. Als voorbeelden kunnen genoemd worden de Grote Plas in de



Delftse Hout, het natuurreservaat Veerstablok bij Gouda en delen van de Nieuwkoopse Plassen. Kenmerkend voor deze gebieden is een grote soortenrijkdom van de planten en dierenwereld waarvan de details beschreven worden in enkele publikaties die zijn opgenomen in de literatuurlijst ( Gemeente Delft, 1977; Den Held, 1975; Vermeer en Rijntjes 1986).

Het inlaatwater voor de natuurtuin Zoetermeer is afkomstig uit de waterpartijen in het Westerpark, die in open verbinding staan met het Zoetermeerse stedelijke oppervlaktewater. Uit enkele analysegegevens van dit oppervlaktewater blijkt dat de kwaliteit matig tot zeer slecht genoemd kan worden volgens de normen van het Provinciaal Water- kwaliteitsplan ( Provincie Zuid-Holland 1986; Hoogheemraadschap Rijnland 1988). Opvallend zijn met name de hoge fosfaatgehalten. Gelet op de grote hoeveelheden van dit water die in de natuurtuin worden ingelaten, ligt het voor de hand te veronderstellen dat de problemen van achter- blijvende differentiatie en te sterke groei hier nauw mee samenhangen.

Voor het onderzoek betekent dit dat naast een analyse van de waterkwaliteit ook de waterbalans nader bekeken moet worden. De concrete vragen zijn in dat verband: Waarom wordt er zoveel water ingelaten ? En in hoeverre is de rol van de neerslag te versterken en die van het inlaatwater te beperken ?

#### 1.4 Opdracht en opzet van het rapport

De gemeente Zoetermeer heeft het buro BOOM benaderd met een aantal concrete vragen omtrent onderzoek naar de waterkwaliteit van de natuurtuin en aansluitend daarop naar mogelijkheden van voorzuivering van inlaatwater door een vloeiveld of infiltratieveld.

Bij het vooroverleg kwam ook de grote hoeveelheid inlaatwater ter sprake. Mede gelet op een door het buro PRO-ECO te verrichten onderzoek naar de waterkwaliteitsaspecten van de problematiek is vervolgens besloten tot een door BOOM uit te voeren studie gericht op:

1. analyse van het watersysteem in de natuurtuin, met name van de waterbalans.
2. verkenning van de technische mogelijkheden om met zo eenvoudig mogelijke middelen betere waterkondities te scheppen voor de gewenste ontwikkeling in de natuurtuin. Hierbij gaat het vooral om de vraag of de hoeveelheid inlaatwater beperkt kan worden en of eventueel noodzakelijk inlaatwater kan worden voorgezuiverd.

De opzet van het rapport is als volgt :

- in hoofdstuk 1 worden de waterproblemen van de natuurtuin geschetst en het gebied beschreven.
- in hoofdstuk 2 wordt de waterbalans geanalyseerd met de beschikbare gegevens over neerslag, verdamping, kwel, en wegzijging.
- in hoofdstuk 3 worden de regelmogelijkheden van de waterbalans besproken, met name de beperking van inlaatwater.
- in hoofdstuk 4 worden de voorzuiveringsmogelijkheden genoemd



Figuur 1 Ligging van het Westerpark met de natuurtuin

schaal: 1 : 25.000

bron: Topografische kaart

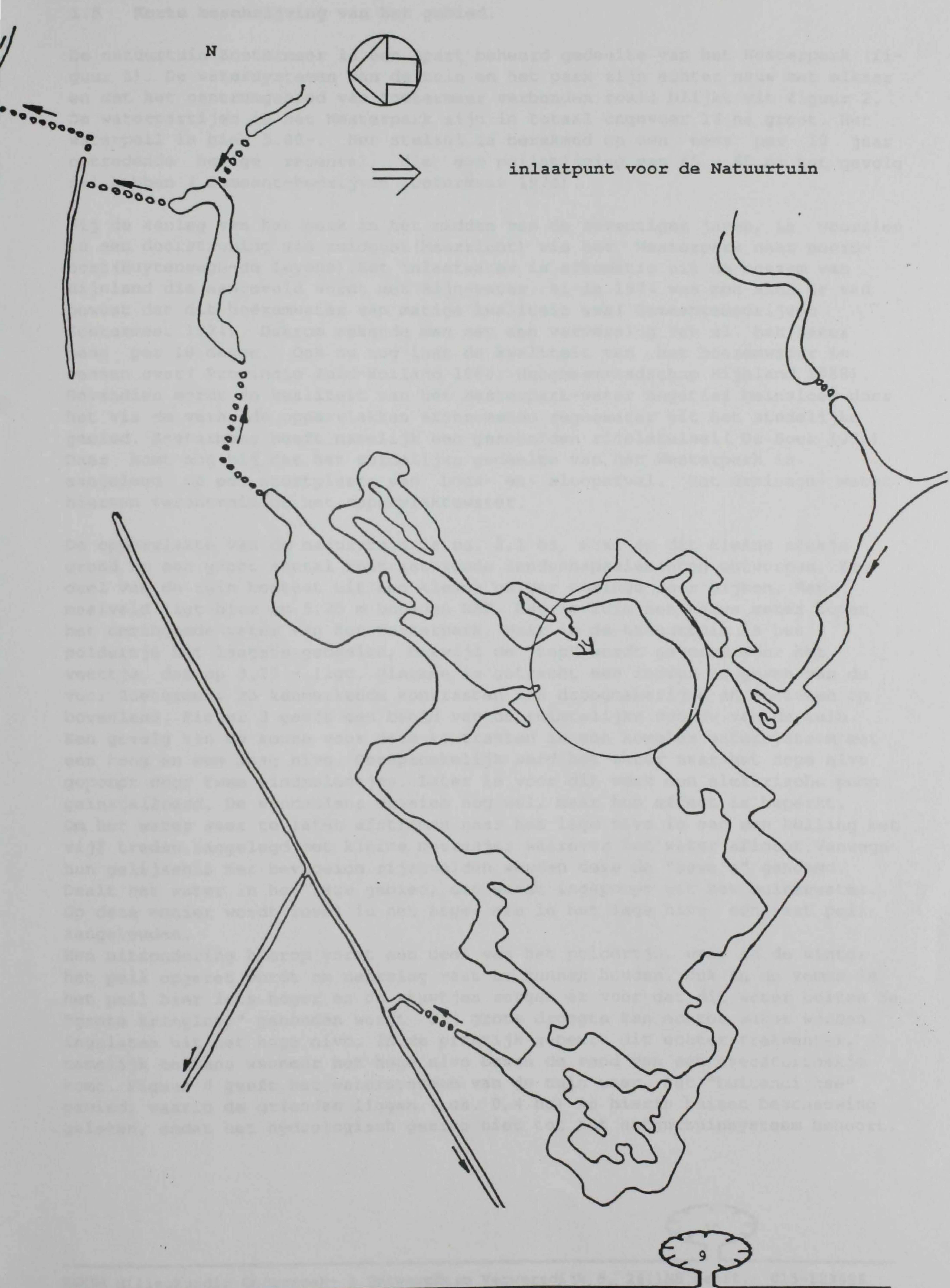


Figuur 2

Watersysteem in het Westerpark

schaal 1 : 8000

bron: Gemeentebedrijven Zoetermeer





## 1.5 Korte beschrijving van het gebied.

De natuurtuin Zoetermeer is een apart beheerd gedeelte van het Westerpark (figuur 1). De watersystemen van de tuin en het park zijn echter nauw met elkaar en met het centrumgebied van Zoetermeer verbonden zoals blijkt uit figuur 2. De waterpartijen in het Westerpark zijn in totaal ongeveer 16 ha groot. Het waterpeil is hier 5.80-. Het stelsel is berekend op een eens per 10 jaar optredende hevige regenval, die een peilstijging van 45 - 65 cm tot gevolg zal hebben ( Gemeentebedrijven Zoetermeer 1974).

Bij de aanleg van het park in het midden van de zeventiger jaren, is voorzien in een doorstroming van zuidoost (Meerzicht) via het Westerpark naar noord-oost (Buytenwegh-de Leyens). Het inlaatwater is afkomstig uit de boezem van Rijnland die aangevuld wordt met Rijn-water. Al in 1974 was men zich er van bewust dat dit boezemwater van matige kwaliteit was ( Gemeentebedrijven Zoetermeer 1974). Daarom rekende men met een verversing van al het water eens per 10 dagen. Ook nu nog laat de kwaliteit van het boezemwater te wensen over ( Provincie Zuid-Holland 1986; Hoogheemraadschap Rijnland 1988). Bovendien wordt de kwaliteit van het Westerpark-water negatief beïnvloed door het via de verharde oppervlakken afstromende regenwater uit het stedelijke gebied. Zoetermeer heeft namelijk een gescheiden rioolstelsel ( De Boer 1981) Daar komt nog bij dat het zuidelijke gedeelte van het Westerpark is aangelegd op een stortplaats van bouw- en sloopafval. Het drainage-water hiervan verontreinigt het oppervlaktewater.

De oppervlakte van de natuurtuin is ca. 2,1 ha, maar op dit kleine stukje grond is een groot aantal kontrasterende landschapselementen ontworpen. Een deel van de tuin bestaat uit een kleine polder omringd door dijken. Het maaiveld ligt hier op 5.25 m beneden NAP. Dat is ruim een halve meter boven het omringende water van het Westerpark. Maar in de natuurtuin is het poldertje het laagste gedeelte, terwijl de "top" wordt gevormd door het veentje, dat op 3.25 - ligt. Hiermee is getracht een indruk te geven van de voor Zoetermeer zo kenmerkende contrasten van droogmakerijen en restveen op bovenland. Figuur 3 geeft een beeld van de ruimtelijke opbouw van de tuin. Een gevolg van de keuze voor deze contrasten is een complex watersysteem met een hoog en een laag nivo. Oorspronkelijk werd het water naar het hoge nivo gepompt door twee windmolentjes. Later is voor dit werk een elektrische pomp geïnstalleerd. De windmolens draaien nog wel, maar hun effect is beperkt. Om het water weer te laten afstromen naar het lage nivo is een helling met vijf treden aangelegd met kleine moerasjes waarover het water afloopt. Vanwege hun gelijkenis met bevoeide rijstvelden worden deze de "sawa's" genoemd. Daalt het water in het lage gebied, dan wordt ingepompt uit het buitenwater. Op deze manier wordt zowel in het hoge- als in het lage nivo een vast peil aangehouden.

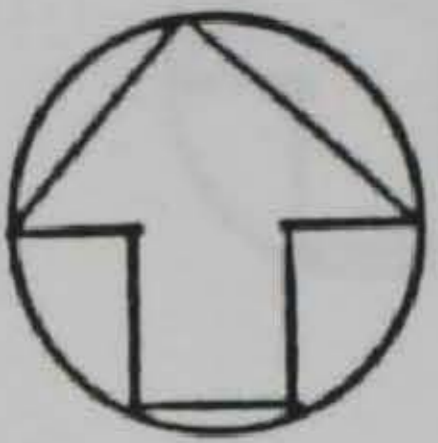
Een uitzondering hierop vormt een deel van het poldertje, waar in de winter het peil opgezet wordt om neerslag vast te kunnen houden. Ook in de zomer is het peil hier iets hoger en de stuwtjes zorgen er voor dat dit water buiten de "grote kringloop" gehouden wordt. Bij grote droogte kan echter water worden ingelaten uit het hoge nivo. In de praktijk gebeurt dit echter frekwenter, namelijk telkens wanneer het hoge nivo boven de rand van een overstortbakje komt. Figuur 4 geeft het watersysteem van de tuin weer. Het "buitendijkse" gebied, waarin de grienden liggen ( ca. 0,4 ha) is hierin buiten beschouwing gelaten, omdat het hydrologisch gezien niet tot het natuurtuinsysteem behoort.





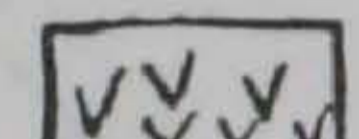
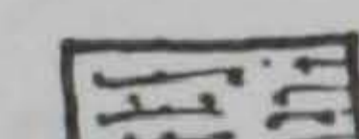



Figuur 3 Water en Begroeiing

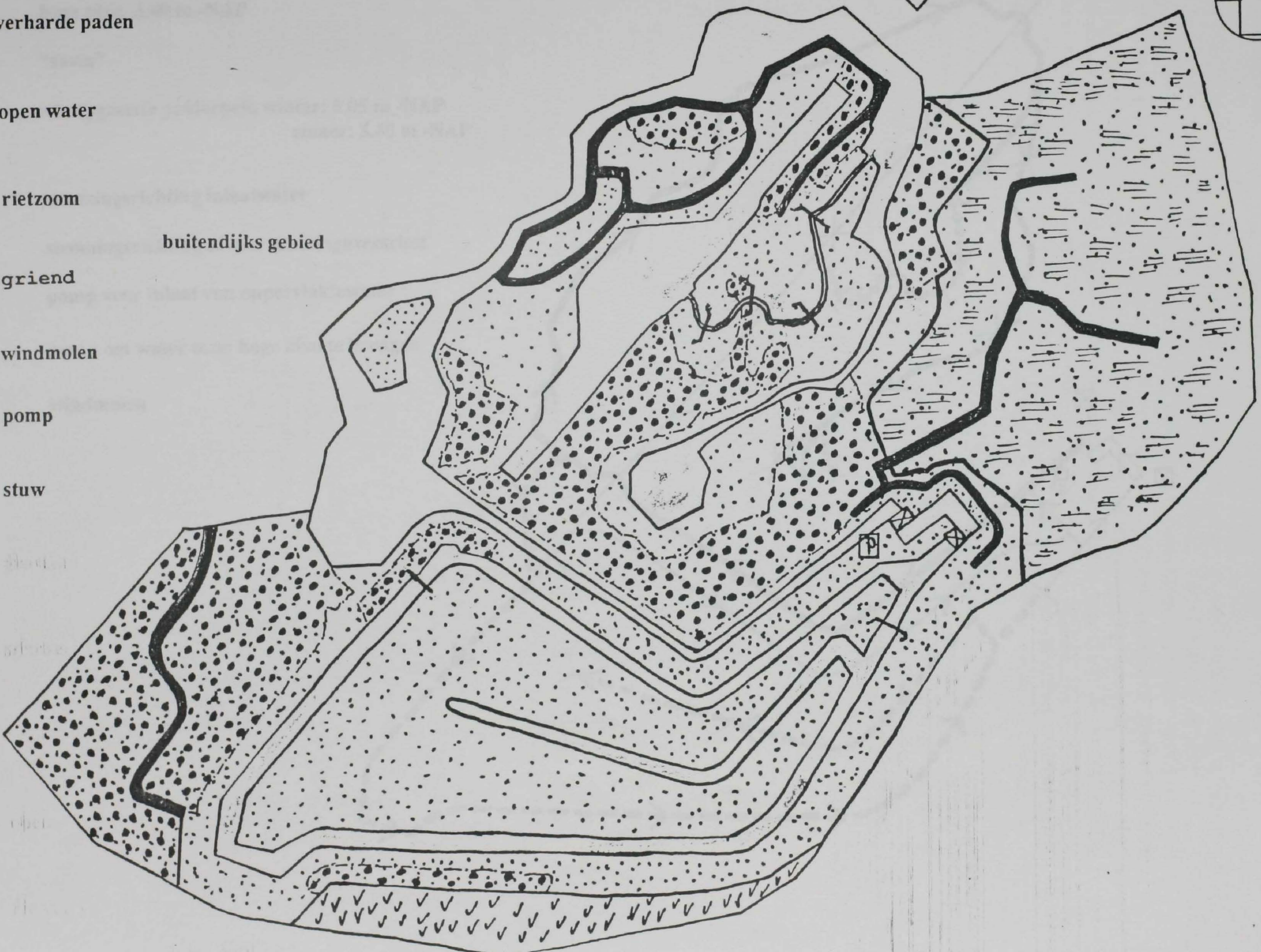
Schaal 1 : 1000

Afd. Beplantingen

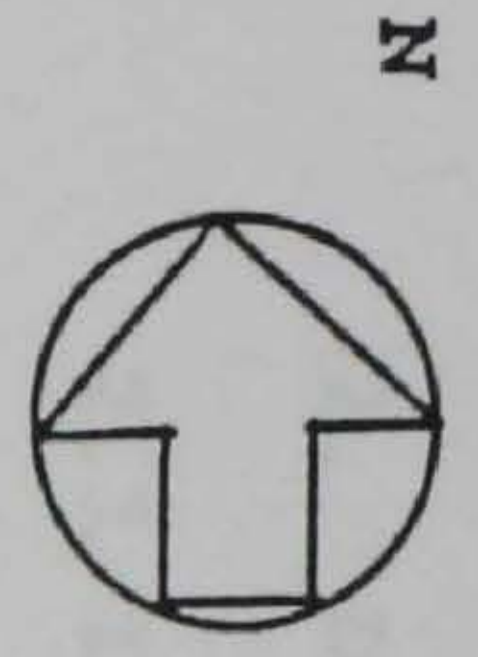
N











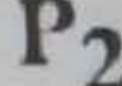

-  grasland
-  struweel
-  verharde paden
-  open water
-  rietzoom
-  griend
-  windmolen
-  pomp
-  stuw

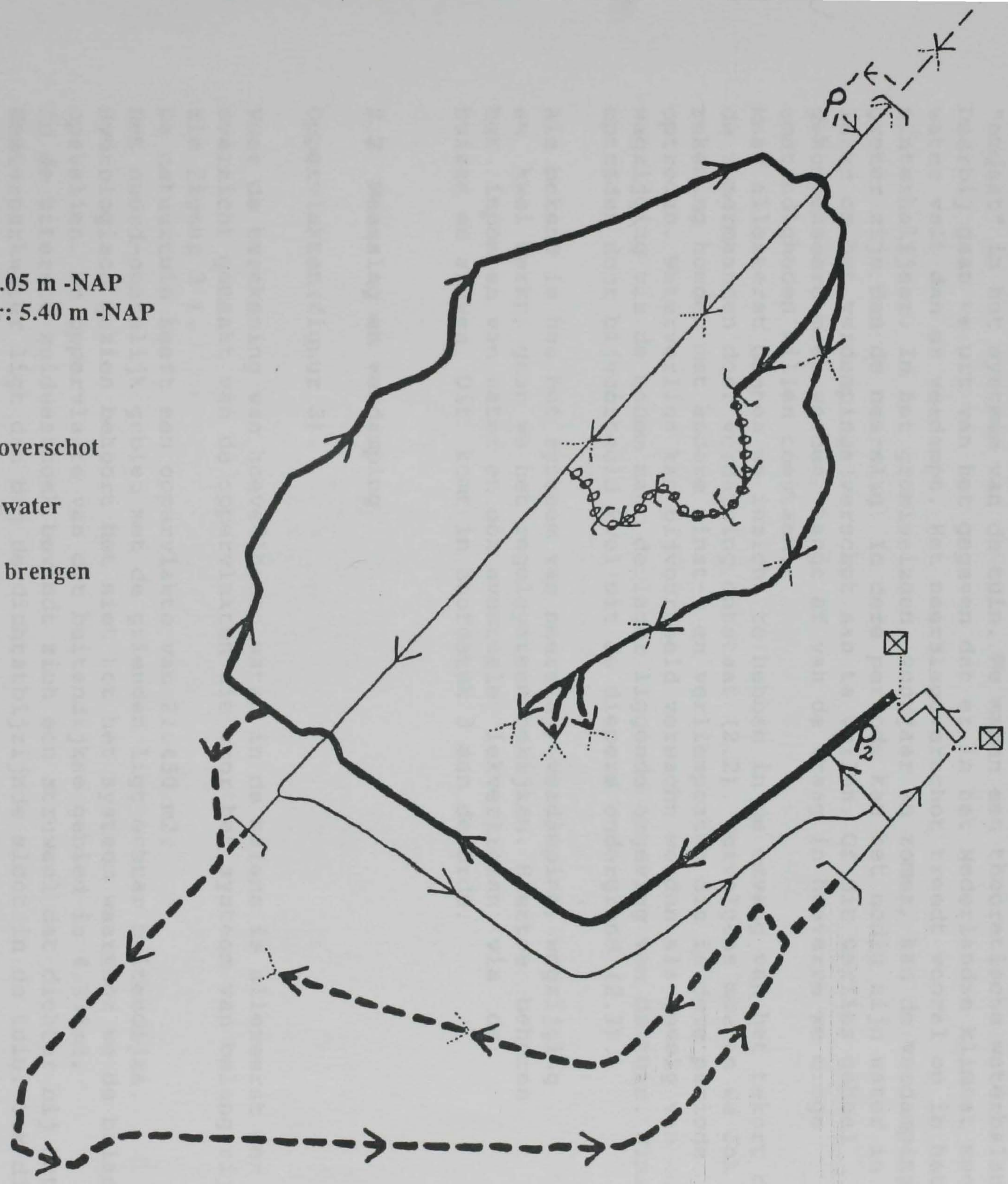


bron: Gemeentebedrijven Zoetermeer



-  inlaatwater, 5.80 m -NAP
-  lage nivo, 5.40 m -NAP
-  hoge nivo, 3.40 m -NAP
-  "sawa"
-  iets opgezette polderpeil, winter: 5.05 m -NAP  
zomer: 5.40 m -NAP

-  stromingsrichting inlaatwater
-  stromingsrichting afvoer neerslagoverschot
-  P<sub>1</sub> pomp voor inlaat van oppervlaktewater
-  P<sub>2</sub> pomp om water naar hoge nivo te brengen
-  windmolen



## 2. DE NATUURLIJKE WATERBALANS

### 2.1 Inleiding

Om na te gaan of de hoeveelheid water die in de Natuurtuin wordt ingelaten beperkt kan worden, willen we eerst weten hoeveel water er in principe "omgaat" in het systeem van de tuin. We maken een theoretische waterbalans. Daarbij gaan we uit van het gegeven dat er in het Nederlandse klimaat meer water valt dan er verdampt. Het neerslagoverschot treedt vooral op in het winterhalfjaar. In het groeiseizoen, voorjaar en zomer, kan de verdamping groter zijn dan de neerslag. In deze periode kan het nodig zijn water in te laten om het verdampingsoverschot aan te vullen. Of dit verlies geheel gekompenseerd moet worden, hangt af van de vraag in hoeverre we droge omstandigheden willen toestaan.

Maar allereerst dienen we inzicht te hebben in de omvang van het tekort dat in de zomermaanden door verdamping ontstaat (2.2). Vervolgens moeten we ook rekening houden met andere winst- en verliesposten die in deze periode optreden. Waterverlies kan bijvoorbeeld verwacht worden als gevolg van wegzijging via de bodem naar de lager liggende omgeving van de tuin. Winst kan optreden door bijvoorbeeld kwel uit de diepere ondergrond (2.3).

Als bekend is hoe het systeem van neerslag, verdamping, wegzijging en kwel werkt, gaan we het regelsysteem bekijken. Hiertoe behoren het inpompen van water en ook eventuele lekverliezen via de buizen en stuwen. Dit komt in hoofdstuk 3 aan de orde.

### 2.2 Neerslag en verdamping

Oppervlakten (figuur 3).

Voor de berekening van hoeveelheden water in de balans is allereerst een overzicht gemaakt van de oppervlakten die voor het systeem van belang zijn (zie figuur 3).

De natuurtuin heeft een oppervlakte van 21.450 m<sup>2</sup>.

Het noord-oostelijk gebied met de grienden ligt echter buitendijks.

Hydrologisch gezien behoort het niet tot het systeem waarvoor we de balans opstellen. De oppervlakte van dit buitendijkse gebied is 4.175 m<sup>2</sup>.

In de uiterste zuidwesthoek bevindt zich een struweel dat dicht bij het Westerparkwater ligt dan bij de dichtstbijzijnde sloot in de tuin. Ook dit gebiedje, groot 875 m<sup>2</sup>, rekenen we niet tot het watersysteem.

Na aftrek van deze gebieden is de oppervlakte van het systeem 15.700 m<sup>2</sup>.

Hiervan ligt ca. 4000 m<sup>2</sup> in het lage poldertje.

De verdeling over verschillende begroeiingstypen en open water is als volgt:

grasland:	9 690m <sup>2</sup>	
struweel:	3 050m <sup>2</sup>	
moeras:	900m <sup>2</sup>	(1800 m oeverlengte, moeraszone van 0.50 m)
open water:	2 460m <sup>2</sup>	

De verschillende deelsystemen van het water in de natuurtuin hebben de volgende open wateroppervlakken:

bovensysteem(waterpeil 3,40 -NAP):	1 724m <sup>2</sup>
benedensysteem(waterpeil 5,40 -NAP):	635m <sup>2</sup>
opgestuwde deel van het poldertje(winterpeil 5,05 -NAP):	705m <sup>2</sup>

### Neerslag

De neerslaggegevens voor de balans hebben betrekking op de gemiddelde maandelijkse regenval, gemeten over de periode van 1951 t/m 1980 in het station Oude Wetering. De cijfers zijn afkomstig uit het jaaroverzicht over 1987 van het Hoogheemraadschap Rijnland. Uit de Klimaatatlas (KNMI, 1972) blijkt dat er geen belangrijke verschillen te verwachten zijn tussen de situatie van Zoetermeer en die in Oude Wetering.

### Verdamping

Voor de verdampingswaarden hebben we gebruik gemaakt van de gegevens voor het naburige Delfland (Hoogheemraadschap Delfland, 1986). Het gaat hier om de maand-gemiddelden voor de periode 1911 t/m 1980. De gemeten verdamping heeft betrekking op de open water verdamping bepaald volgens de methode Penman (de Eo). Om de potentiële verdamping te berekenen van verschillende begroeiingstypen wordt deze

vermenigvuldigd met een empirisch vastgestelde factor.

Voor de verdampingsproblematiek in stedelijke gebieden hebben wij gebruik gemaakt van de publikaties van Segeren en Hengeveld, 1984; Van de Ven, 1988 en De Boo, 1988. In deze literatuur worden verschillende waarden voor de verdampings-factor genoemd. We hebben in verband hiermee een hoge- en een lage schatting gemaakt. De gekozen waarden voor de factor f zijn hierbij als volgt:

hoge schatting:	grasland	f = 0,9
	struweel	f = 1,1
	open water	f = 1,0
	moeras	f = 1,0

lage schatting:	grasland	f = 0,6
	struweel	f = 0,8
	open water	f = 0,8
	moeras	f = 0,8

De verdamping van grasland kan hoog zijn omdat het grasland in de natuurtuin op veel plaatsen lijkt op moeras. Het struweel verdampt veel als we er van uit gaan dat de wind veel vocht afvoert terwijl het grondwater voor een voortdurende aanvoer zorgt.

Maar er zijn ook motieven voor een lagere schatting. Het grasland is geen gazon maar komt meer overeen met een lage kruidenbegroeiing waarvan de verdamping lager is. Het struweel kan ook minder verdampen omdat het gebied niet erg op de wind ligt, en de grondwaterstand lager kan zijn in de droogste periode. Het open water in de natuurtuin kan minder verdampen omdat het bijna overal in de schaduw van begroeiing ligt.

Op basis van deze neerslag- en verdampingscijfers zijn twee waterbalansen opgesteld. Figuur 5 a en b laat de tabel en de grafiek zien voor de lage schatting van de verdamping. In figuur 6 a en b vinden we het overzicht voor de hoge schatting.

WATERBALANS NATUURTUIN ZOSTERWEEDE

Eigenaardigheid: lags schatting van verdamping

Oppervlakte: 1.57 ha

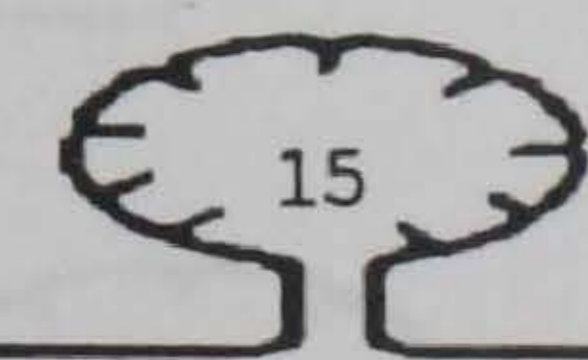
Korrelfactor op Ec:

- grasland (g) 0.6
- struweel (s) 0.8
- open water (w) 0.8
- moeras (m) 0.8

Cijferkollektie:

- 0.82
- 0.17
- 0.18
- 0.05

Maand	In mm				verdamming in mm				verdamming in l/ha				
	Neerslag	Ec	Pol	Est	Ec	Pol	Est	Ec	Pol	Est	Ec	Pol	Est
jan	59.3	7.6	4.6	6.1	6.1	6.1	6.1	43	18	19	19	19	81
feb	51.0	18.6	11.3	15.0	15.0	15.0	15.0	110	45	39	19	19	200
mrt	48.3	42.6	25.6	34.1	34.1	34.1	34.1	243	91	86	27	27	452
apr	45.8	78.0	48.8	62.4	62.4	62.4	62.4	456	167	157	49	49	828
mei	45.2	112.4	67.4	89.9	89.9	89.9	89.9	656	240	229	71	71	1199
jun	59.8	127.7	78.0	102.2	102.2	102.2	102.2	749	273	257	80	80	1355
jul	79.7	129.1	79.9	95.5	95.5	95.5	95.5	719	263	247	77	77	1306
aug	85.2	104.2	62.5	65.4	65.4	65.4	65.4	509	222	205	65	65	1106
sep	78.4	99.7	41.0	55.8	55.8	55.8	55.8	407	139	140	44	44	740
okt	81.5	93.7	20.2	27.0	27.0	27.0	27.0	197	72	68	21	21	359
nov	86.0	15.0	9.0	12.0	12.0	12.0	12.0	63	22	20	6	6	159
dec	80.6	7.0	5.2	5.8	5.8	5.8	5.8	41	15	14	4	4	72
Jaar	616.1	782.8	43.7	597.6	597.6	597.6	597.6	4321	1559	1487	460	460	7232



## WATERBALANS NATUURTUIN ZOETERMEER

Bijzonderheden: lage schatting van verdamping

Algemene gegevens:

Oppervlakte: 1.57 ha.

Korrektiefactor op Eo:

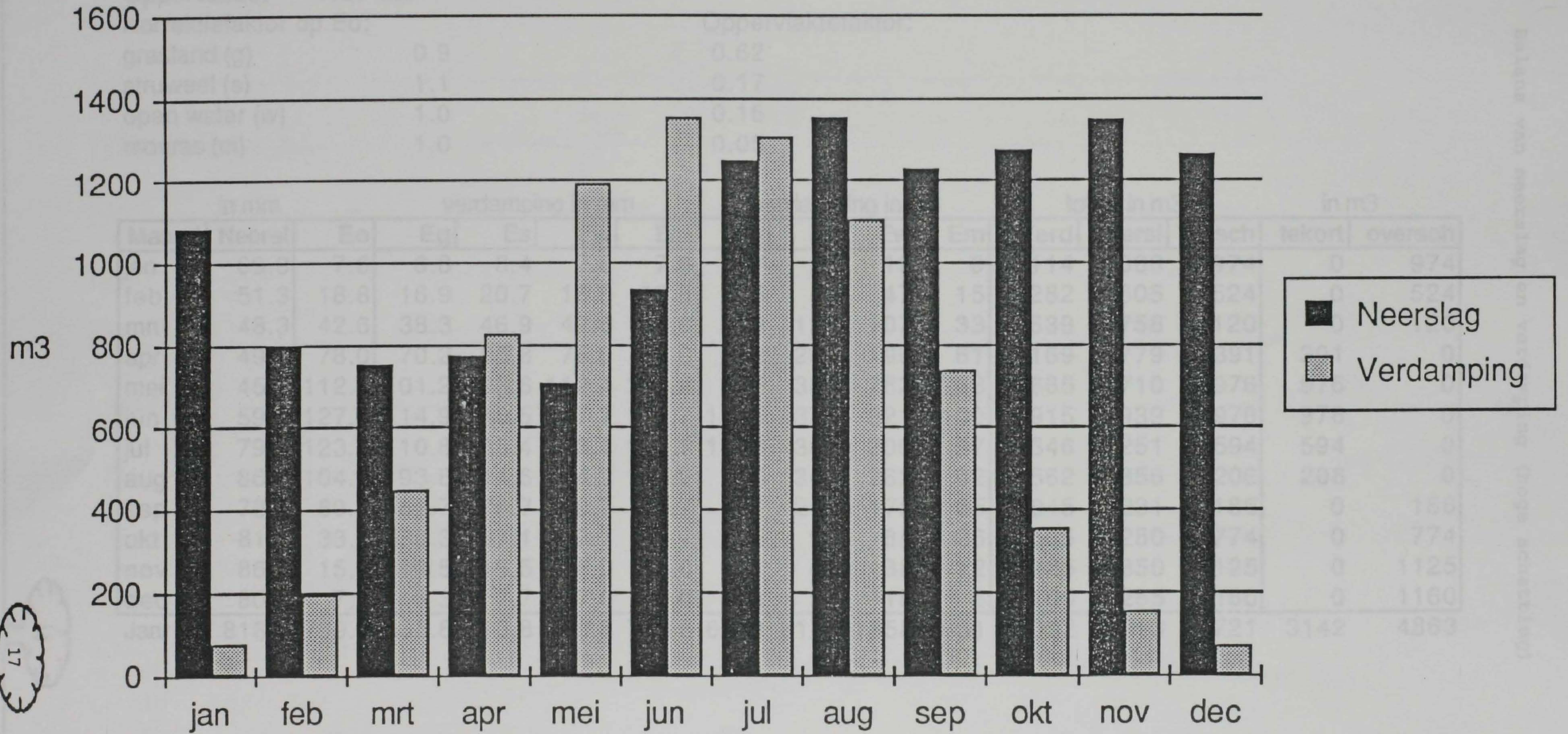
Oppervlaktefactor:

grasland (g)	0.6
struweel (s)	0.8
open water (w)	0.8
moeras (m)	0.8

0.62
0.17
0.16
0.05

Maand	in mm		verdamping in mm				verdamping in m3				totaal in m3			in m3	
	Neersl	Eo	Eg	Es	Ew	Em	Eg	Es	Ew	Em	Verd	Neersl	Versch	tekort	oversch
jan	69.3	7.6	4.6	6.1	6.1	6.1	44	16	15	5	81	1088	1007	0	1007
feb	51.3	18.8	11.3	15.0	15.0	15.0	110	40	38	12	200	805	606	0	606
mrt	48.3	42.6	25.6	34.1	34.1	34.1	249	91	86	27	452	758	306	0	306
apr	49.6	78.0	46.8	62.4	62.4	62.4	456	167	157	49	828	779	-49	49	0
mei	45.2	112.4	67.4	89.9	89.9	89.9	656	240	226	71	1193	710	-483	483	0
jun	59.8	127.7	76.6	102.2	102.2	102.2	746	273	257	80	1355	939	-416	416	0
jul	79.7	123.1	73.9	98.5	98.5	98.5	719	263	247	77	1306	1251	-55	55	0
aug	86.4	104.2	62.5	83.4	83.4	83.4	609	222	209	65	1106	1356	251	0	251
sep	78.4	69.7	41.8	55.8	55.8	55.8	407	149	140	44	740	1231	491	0	491
okt	81.5	33.7	20.2	27.0	27.0	27.0	197	72	68	21	358	1280	922	0	922
nov	86.0	15.0	9.0	12.0	12.0	12.0	88	32	30	9	159	1350	1191	0	1191
dec	80.6	7.0	4.2	5.6	5.6	5.6	41	15	14	4	74	1265	1191	0	1191
Jaar	816.1	739.8	443.9	591.8	591.8	591.8	4321	1580	1487	465	7852	12813	4961	1004	5965

### Grafiek waterbalans bij lage schatting van verdamping



Figuur 5b Grafiek van neerslag en verdamping (lage schatting)





# WATERBALANS NATUURTUIN ZOETERMEER

Bijzonderheden: hoge schatting van verdamping

Algemene gegevens:

Oppervlakte: 1.57 ha.

Korrektiefactor op Eo:

Oppervlaktefactor:

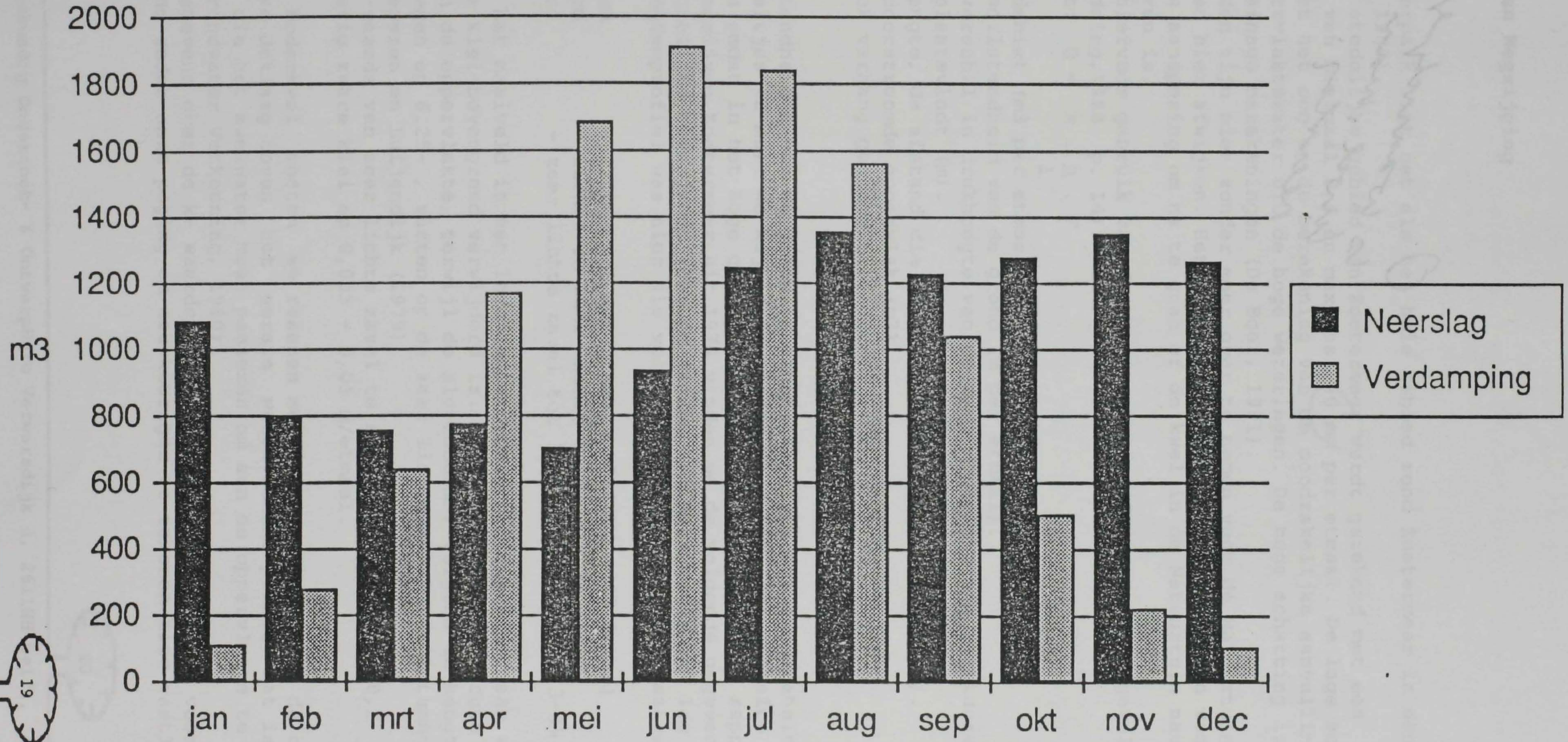
grasland (g)	0.9
struweel (s)	1.1
open water (w)	1.0
moeras (m)	1.0

0.62
0.17
0.16
0.05

Maand	in mm		verdamping in mm				verdamping in m3				totaal in m3			in m3	
	Neersl	Eo	Eg	Es	Ew	Em	Eg	Es	Ew	Em	Verd	Neersl	Versch	tekort	oversch
jan	69.3	7.6	6.8	8.4	7.6	7.6	67	22	19	6	114	1088	974	0	974
feb	51.3	18.8	16.9	20.7	18.8	18.8	165	55	47	15	282	805	524	0	524
mrt	48.3	42.6	38.3	46.9	42.6	42.6	373	125	107	33	639	758	120	0	120
apr	49.6	78.0	70.2	85.8	78.0	78.0	683	229	196	61	1169	779	-391	391	0
mei	45.2	112.4	101.2	123.6	112.4	112.4	985	330	282	88	1685	710	-976	976	0
jun	59.8	127.7	114.9	140.5	127.7	127.7	1119	375	321	100	1915	939	-976	976	0
jul	79.7	123.1	110.8	135.4	123.1	123.1	1078	361	309	97	1846	1251	-594	594	0
aug	86.4	104.2	93.8	114.6	104.2	104.2	913	306	262	82	1562	1356	-206	206	0
sep	78.4	69.7	62.7	76.7	69.7	69.7	611	205	175	55	1045	1231	186	0	186
okt	81.5	33.7	30.3	37.1	33.7	33.7	295	99	85	26	505	1280	774	0	774
nov	86.0	15.0	13.5	16.5	15.0	15.0	131	44	38	12	225	1350	1125	0	1125
dec	80.6	7.0	6.3	7.7	7.0	7.0	61	21	18	5	105	1265	1160	0	1160
Jaar	816.1	739.8	665.8	813.8	739.8	739.8	6481	2172	1858	581	11092	12813	1721	3142	4863

Figuur 6a Balans van neerslag en verdamping (hoge schatting)

### Grafiek waterbalans bij hoge schatting van verdamping



Figuur 6b Grafiek van neerslag en verdamping (hoge schatting)



## 2.3 Kwel en Wegzijing

### Kwel

Het Westerpark ligt net als het hele gebied rond Zoetermeer in een kwelgebied (DGV-TNO, 1980).

Voor het stedelijke gebied van Zoetermeer wordt gerekend met een bodemkwel van minimaal 0,4 en maximaal 40 mm per etmaal. De lage schatting is gemaakt met het oog op de berekening van de noodzakelijke aanvulling van het stads-oppervlaktewater uit de hoge weteringen. De hoge schatting is gehanteerd bij de drainage berekeningen (De Boer, 1981).

Deze waarden zijn niet zonder meer over te nemen voor de Natuurtuin omdat de waterpeilen hier afwijken. Het grote verschil tussen de waarden voor de kwel is ook een aansporing om na te gaan of de kwel in de Natuurtuin nauwkeuriger te benaderen is.

We maken hiervoor gebruik van de wet van Darcy (Segeren en Hengeveld, 1984 p.143; Hidding, 1988 p. 14).

Deze luidt: 
$$Q = k \cdot h \cdot F$$

$Q$  is het debiet (m<sup>3</sup> per etmaal).

$k$  is de doorlatendheid van de grond (m per etmaal).

$h$  is het verschil in drukhoogte van de twee waterspiegels waartussen de stroming plaatsvindt (m).

$l$  is de lengte, de afstand die de waterstroom moet afleggen (m).

$F$  is het doorstroomde oppervlak (m<sup>2</sup>).

$h$  wordt ook verhang genoemd (i).

l

De doorlatendheid  $k$  van de grond is afhankelijk van het lutumgehalte van de grond (deeltjes < 2 µ). We kijken nu alleen naar het lage gedeelte van de Natuurtuin omdat in het hoge gebied geen kwel optreedt. In het rapport van Gemeentebedrijven Zoetermeer uit 1974 vinden we de volgende gegevens.

De oorspronkelijke bovengrond voor de aanleg van het westerpark lag op 4.25-NAP. Het bodemprofiel was hier als volgt (gerekend vanaf het maaiveld):

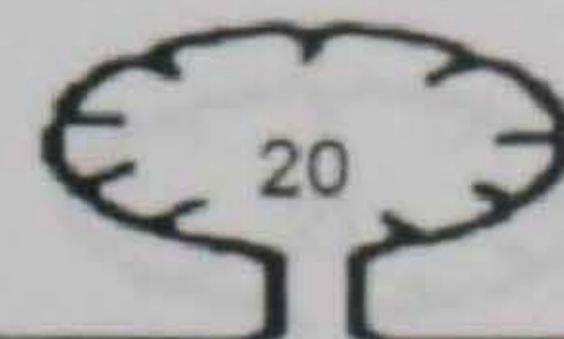
0- 100cm	- lichte tot matig zware klei (25-50% lutum)
100- 170cm	- lichte en zeer lichte zavel (5-18% lutum)
170- 200cm	- zeer lichte zavel tot lutumhoudend zand (3-8% lutum)

Aangezien het maaiveld in het lage gedeelte nu op 5.25- ligt gaan we er van uit dat de klei-bovengrond verwijderd is. De lichte en zeer lichte zavel ligt dus nu aan de oppervlakte, terwijl de slootbodems, volgens de hoogtematen kaart gelegen op 6.25-, rusten op de zeer lichte zavel tot lutumhoudend zand. Volgens Segeren en Luijendijk (1979)

is de  $k$ -waarde van zeer lichte zavel te stellen op 0,02 - 0,2 en voor matig zware klei op 0,005 - 0,05 m/etmaal.

Voor de bodemkwel moeten we rekenen met de  $k$ -waarde van de ongeveer 9 meter dikke deklaag boven het eerste watervoerend pakket. Dat is de bodemlaag die het kwelwater moet passeren om aan de oppervlakte te komen (Dienst Grondwater Verkenning, 1980).

Gemeten gegevens over de  $k$ -waarden van de totale deklaag zijn voor dit gebied niet bekend zodat onze poging om nauwkeuriger te rekenen hier vastloopt.





Gezien de vastgestelde bodemkwel in Zoetermeer van 0,4 resp. 40mm/etm., kunnen we de k-waarde voor de deklaag stellen op 0,003 resp. 0,3. We kunnen wel vaststellen dat de doorlatendheid van het totale pakket niet beperkt wordt door de relatief goed doorlatende lagen die in de Natuurtuin aan de oppervlakte liggen. Voor de hierna te behandelen wegzijging zijn de gegevens over de oppervlakkige lagen overigens wel van veel belang.

Het drukhoogte verschil  $h$  is af te leiden uit het verschil tussen de stijghoogte van het diepe grondwater en het polderpeil. De stijghoogte is volgens gegevens van het Hoogheemraadschap Delfland (1986): 4,50- NAP. Het verschil met het polderpeil in de lage Natuurtuin is dus in de zomer 0,90 m en in de winter, als het peil tot 5,05- is opgezet, 0,55.

De door het water afgelegde weg  $l$  bestaat uit de dikte van de deklaag boven het eerste watertvoerende pakket. Deze laag is hier, zoals vermeld 9 m dik.

Het doorstroomde oppervlak  $F$  is voor de kwel gelijk aan het oppervlak van het lage poldertje, dat wil zeggen 4000 m<sup>2</sup>.

Bij het invoeren van deze gegevens kiezen we de lage schatting van de kwel. Immers ook bij geringe toevoer door kwel moet de hoeveelheid inlaatwater voor de Natuurtuin voldoende zijn.

Voor het winterhalfjaar (15 okt. - 15 maart = 150 dagen) vinden we nu:

$$Q = 0,003 \cdot \frac{0,55}{9} \cdot 4000 = 0,73 \text{ m}^3/\text{etm. In totaal is dat } 109,5 \text{ m}^3.$$

Voor het zomerhalfjaar (15 maart - 15 okt. = 205 dagen) is de kwel:

$$Q = 0,003 \cdot \frac{0,90}{9} \cdot 4000 = 1,2 \text{ m}^3/\text{etm. In totaal is dat } 264 \text{ m}^3.$$

De toevoer van kwelwater is dus jaarlijks minimaal  $109,5 + 264 = 373,5 \text{ m}^3$ .

### Wegzijging

Tegenover de toevoer van water door bodemkwel staat echter een verlies van water ten gevolge van wegzijging langs de oostrand van de Natuurtuin, waar het zomerpeil van 5,40- van het diepe poldertje in de tuin via de zandige-zavel ondergrond in verbinding staat met het peil van het Westerpark van 5,80-. 'sWinters is het peilverval door het opzetten van de sloten in het poldertje tot 5,05- toegenomen tot 0,75 m.

Uit het hoge deel van de tuin vindt ook wegzijging plaats, maar gezien de ligging en de doorlatendheid van de bodem gaan we er van uit dat dit water in het lage deel van de Natuurtuin terecht komt, zodat het niet uit het watersysteem verdwijnt. Voor zover er wegzijging in andere richtingen optreedt zal deze de zware kleilaag moeten passeren die hier in de ondergrond nog aanwezig is. Gezien de geringe doorlatendheid hiervan zal dit mogelijke verlies hier verwaarloosd worden.

Ook in westelijke richting zal enige wegzijging optreden maar de afstand tot het dichtstbijzijnde oppervlaktewater is daar 300 à 400 meter. Een globale berekening leert dat als gevolg hiervan de wegzijging kleiner of gelijk is aan de kwel. Verliezen zullen aan deze kant dus niet optreden. We laten dit hier verder buiten beschouwing.

Zonworpel 5.32<sup>-</sup>

Ook voor de wegzijging kunnen we met behulp van de wet van Darcy een schatting maken.

De  $k$  waarde stellen we hier op 0,2 omdat het hier gaat om zeer lichte zavel tot lutumhoudend zand.

Het drukhoogte verschil  $h$  is in de winter 0,75 en in de zomer 0,40.

De afstand  $l$  tussen de sloot in het diepe poldertje en het Westerparkwater is gemiddeld ongeveer 10 meter.

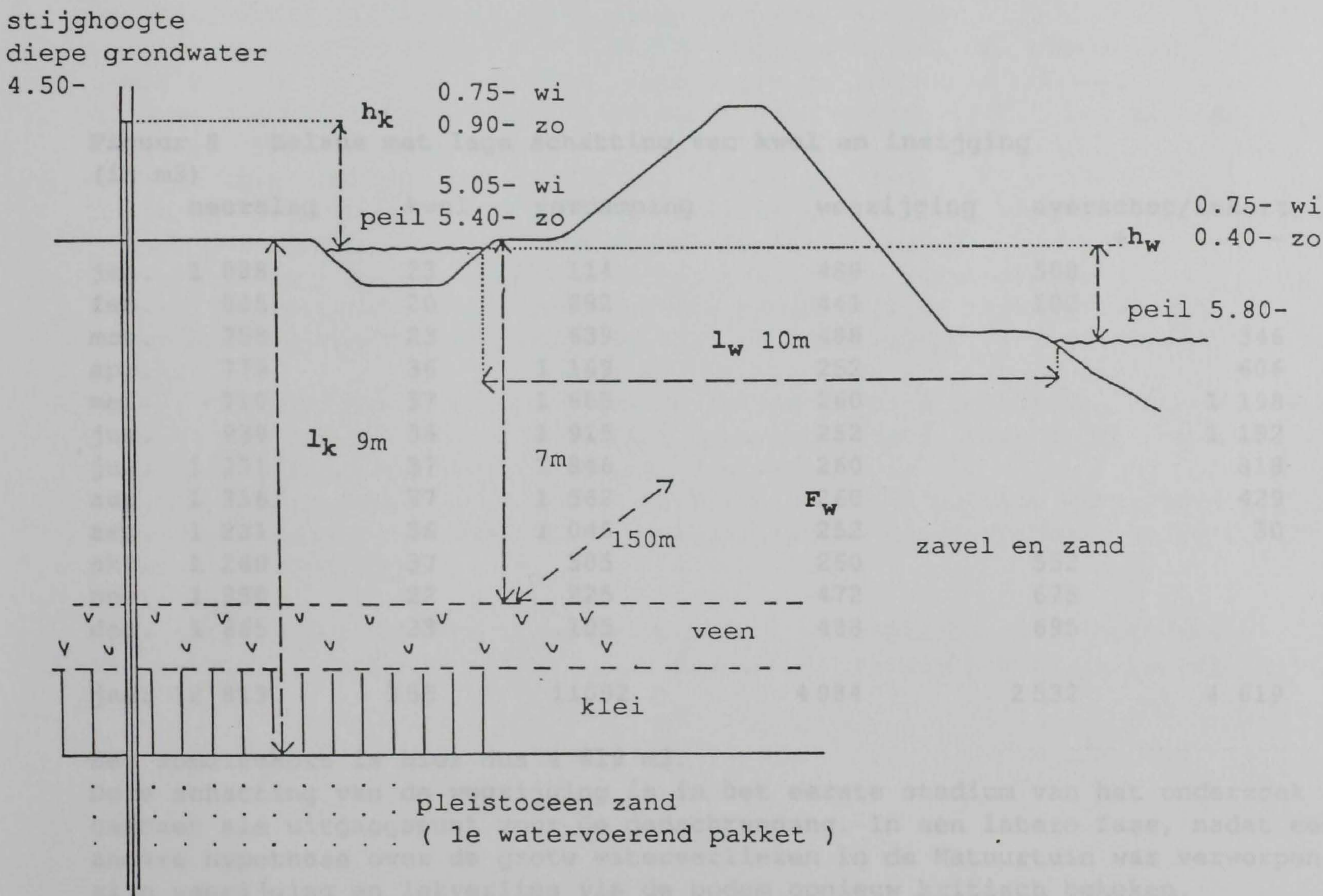
Het doorstroomde oppervlak  $F$  is hier gelijkgesteld aan de lengte van de oostelijke dijk (150 m) maal de diepte van het zandige gedeelte van de deklaag. Volgens de Grondwaterkaart is deze ongeveer 7 meter.

Het invullen van deze gegevens in de formule levert voor het winterhalfjaar 15,75 m<sup>3</sup>/etm op. In totaal is dat 2362,5 m<sup>3</sup>.

In de zomer gaat het om 8,4 m<sup>3</sup>/etm. In totaal is dat 1722 m<sup>3</sup>.

Voor het hele jaar betekent dit 3729 m<sup>3</sup> verlies door wegzijging.

Figuur 7 Kerngegevens voor kwel en wegzijging



$h_w$  drukhoogteverschil wegzijging

$l_w$  stroomlengte wegzijging

$F_w$  doorstroomde oppervlak

$h_k$  drukhoogteverschil kwel

$l_k$  stroomlengte kwel



## Verwerking van kwel en wegzijging in de balans

Als we met bovenstaande gegevens de kwel en wegzijging in de balans verwerken, dan ontstaat bij de lage schattingen voor verdamping en wegzijging het volgende beeld:

### Jaarbalans met lage schatting van kwel en inzijging:

(in m<sup>3</sup>)

Toevoer:		Afvoer:	
Neerslag	12 813	Verdamping (hoog)	11 092
Kwel	355	Wegzijging	4 084
	<hr/>		<hr/>
Totaal	13 168	Totaal	15 176
		Tekort	2 008

De jaarbalans geeft nog geen goed beeld van de verschillen in de loop van de seizoenen. Met name zijn we geïnteresseerd in het zomertekort. In figuur 8 zijn de maandcijfers opgenomen die het gevraagde inzicht verschaffen.

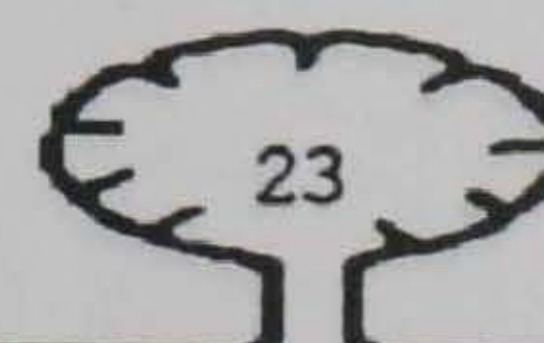
### Figuur 8 Balans met lage schatting van kwel en inzijging

(in m<sup>3</sup>)

	neerslag	kwel	verdamping	wegzijging	overschot/tekort	
					+	-
jan.	1 088	23	114	488	508	
feb.	805	20	282	441	102	
mrt.	758	23	639	488		346
apr.	779	36	1 169	252		606
mei	710	37	1 685	260		1 198
jun.	939	36	1 915	252		1 192
jul.	1 251	37	1 846	260		818
aug.	1 356	37	1 562	260		429
sep.	1 231	36	1 045	252		30
okt.	1 280	37	505	260	552	
nov.	1 350	22	225	472	675	
dec.	1 265	23	105	488	695	
jaar	12 813	355	11092	4 084	2 532	4 619

Het zomertekort is hier dus 4 619 m<sup>3</sup>.

Deze schatting van de wegzijging is in het eerste stadium van het onderzoek gekozen als uitgangspunt voor de gedachtengang. In een latere fase, nadat een andere hypothese over de grote waterverliezen in de Natuurtuin was verworpen, zijn wegzijging en lekverlies via de bodem opnieuw kritisch bekeken.



## Wegzijing en lekverliezen

We kunnen het verlies door wegzijing ook anders benaderen. Naast de regelmatige waterstroom door de poriën van de bodem bestaan er namelijk nog grotere lekken. Plantenwortels en gangen van dieren zoals mollen en woelratten kunnen voor aanzienlijke waterverliezen zorgen.

Op het eerste gezicht is het niet zo waarschijnlijk dat op deze wijze grote waterverliezen optreden. De beheerders van de Natuurtuin hebben daarvan immers nooit iets gemerkt. Toch kunnen we deze mogelijkheid zeker niet uitsluiten. Ook uit de hoge wateringen in Zoetermeer blijkt door zijdelingse wegzijing veel water te verdwijnen.

In de praktijk rekent men met ongeveer 25 m<sup>3</sup>/etm per 100 m kade (De Boer, 1981). Dit verlies kan uit de stroming van water door de veengrond alleen niet verklaard worden.

We zouden ook de wegzijing plus lekkage in de Natuurtuin kunnen benaderen met behulp van deze praktijkmeting van het totale verlies.

Als we rekening houden met het verschil tussen de k-waarde van het veen langs de wateringen en de zeer lichte zavel onder de rand van de Natuurtuin, en met het hoogteverschil tussen beide situaties, dan kunnen we, als we hoog schatten ( $k = 0,2$ ), de wegzijing uit de Natuurtuin in de zomer stellen op 50 m<sup>3</sup> per 100m. Aangezien de rand waar de wegzijing plaatsvindt ongeveer 150 m lang is leidt deze schatting tot een verlies van ongeveer 75 m<sup>3</sup> per etmaal.

Voor de hele zomerperiode is dat  $205 \times 75 = 15375$  m<sup>3</sup>.

In de winterperiode (november t/m maart) is het verlies volgens deze schatting 141 m<sup>3</sup> per etmaal. Voor de hele winter is dat 21150 m<sup>3</sup>.

Voor een heel jaar zou dan 36525 m<sup>3</sup> op deze wijze verloren gaan.

In het ongunstigste geval treedt er dus een dagelijks verlies op door wegzijing verminderd met kwel van 73,8 m<sup>3</sup> in de zomer en van 140,3 m<sup>3</sup> in de winter.

Gezien het toevallige karakter van de lekken in deze benadering kunnen we hier slechts van een zeer grove schatting spreken. Het resultaat leidt tot de balans en de grafiek, weergegeven in figuur 9 a en b.

Hier is in het geheel geen sprake meer van perioden met een wateroverschot. Het totale tekort zou onder deze -hypothetische- omstandigheden zelfs 35 182 m<sup>3</sup> per jaar bedragen.

Tot zover de theoretische benadering van de waterbalans in de Natuurtuin. In het volgende hoofdstuk zullen we de werkelijke situatie hiermee vergelijken.

# WATERBALANS NATUURTUIN ZOETERMEER

Bijzonderheden: hoge schatting van verdamping en wegzijging

Algemene gegevens:

Oppervlakte: 1,57 ha.

Korrektiefactor op Eo:

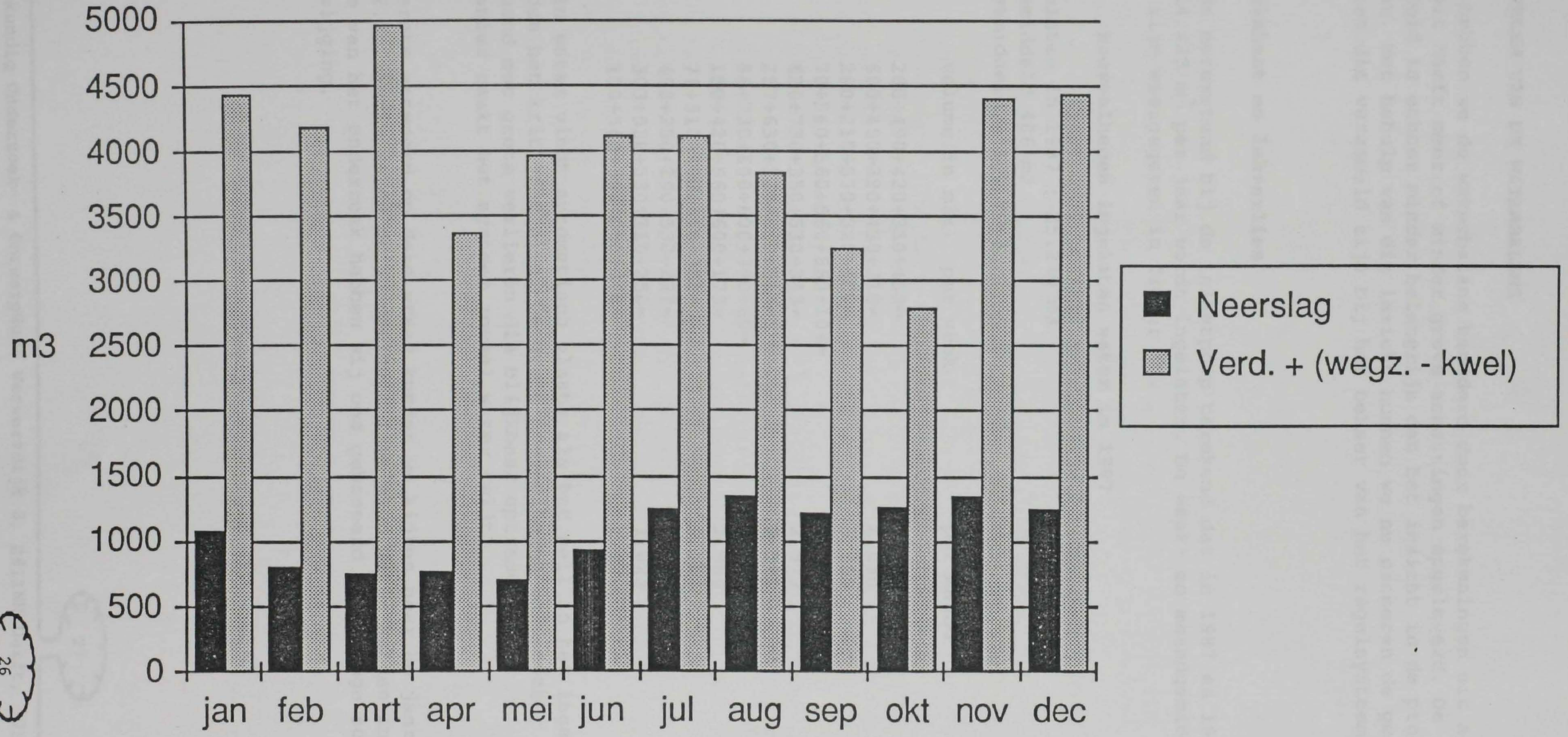
Oppervlaktefactor:

grasland (g)	0,9	0,62
struweel (s)	1,1	0,17
open water (w)	1,0	0,16
moeras (m)	1,0	0,05

Maand	in mm	verdamping in m3					totaal in m3				in m3	
	Neersl	Eo	Eg	Es	Ew	Em	wegz-kwel	Verd	Neersl	Versch	tekort	oversch
jan	69,3	7,6	67	22	19	6	4334	114	1088	-3360	3360	0
feb	51,3	18,8	165	55	47	15	3914	282	805	-3391	3391	0
mrt	48,3	42,6	373	125	107	33	4334	639	758	-4214	4214	0
apr	49,6	78,0	683	229	196	61	2214	1169	779	-2605	2605	0
mei	45,2	112,4	985	330	282	88	2288	1685	710	-3263	3263	0
jun	59,8	127,7	1119	375	321	100	2214	1915	939	-3190	3190	0
jul	79,7	123,1	1078	361	309	97	2288	1846	1251	-2882	2882	0
aug	86,4	104,2	913	306	262	82	2288	1562	1356	-2494	2494	0
sep	78,4	69,7	611	205	175	55	2214	1045	1231	-2028	2028	0
okt	81,5	33,7	295	99	85	26	2288	505	1280	-1514	1514	0
nov	86,0	15,0	131	44	38	12	4194	225	1350	-3069	3069	0
dec	80,6	7,0	61	21	18	5	4334	105	1265	-3173	3173	0
Jaar	816,1	739,8	6481	2172	1858	581	36903	11092	12813	-35182	35182	0

Figuur 9a Waterbalans met hoge schatting van verliezen (grote benadering)

# Grafiek waterbalans bij hoge schatting van verliezen



Figuur 9b Grafiek met hoge schatting van verliezen

### 3 HET REGELEN VAN DE WATERBALANS

Tot nu toe hebben we de waterbalans benaderd door berekeningen uit algemene gegevens. Dit heeft meer of minder grove schattingen opgeleverd. De nauwkeurigheid is echter minder belangrijk dan het inzicht in de processen die plaatsvinden. Met behulp van dit inzicht kunnen we nu proberen de gegevens te interpreteren die verzameld zijn bij het beheer van het regelsysteem van de tuin.

#### 3.1 Waterinlaat en lekverlies

Er is uit de meterstand bij de inlaatpomp berekend dat in 1987 en 1988 gemiddeld  $24.423 \text{ m}^3$  per jaar wordt ingelaten. De week- en maandgemiddelden \*over 1987 zijn weergegeven in figuur 10.

**Figuur 10: Hoeveelheden ingelaten water in 1987**

Totaal ingelaten in 1987 :  $25.270 \text{ m}^3$   
per week gemiddeld  $486 \text{ m}^3$   
per maand gemiddeld  $2\ 105,8 \text{ m}^3$

maand	volume in m3:	per week	per maand
januari	$280+490+420+350+450=$		1 990
februari	$600+450+380+450+210=$		2 090
maart	$280+210+530+320+420=$		1 760
april	$70+560+560+560+560+104=$		2 414
mei	$626+730+350+530+343=$		2 579
juni	$257+630+320+630+514=$		2 351
juli	$86+730+600+600+390+60=$		2 466
augustus	$150+420+560+600+179=$		1 909
september	$71+810+490+460+350=$		2 181
oktober	$490+250+280+530+227=$		1 777
november	$303+530+530+210+250=$		1 823
december	$100+560+560+250+460=$		1 930

Inpompen van water vindt automatisch plaats als het peil in het lage systeem daalt beneden het kritische nivo. De grote hoeveelheden inlaatwater houden dus direkt verband met grote verliezen die blijkbaar optreden. Op welke manier raakt het systeem zoveel water kwijt?

Voor een eerste antwoord op deze vraag kunnen we kijken naar de jaarbalans uit hoofdstuk 2.3, waarin we nu de hoeveelheid ingelaten water kunnen invullen. In dit stadium van het onderzoek hebben wij ons gebaseerd op de lage schatting van de wegzijging.

Jaarbalans (in m3):

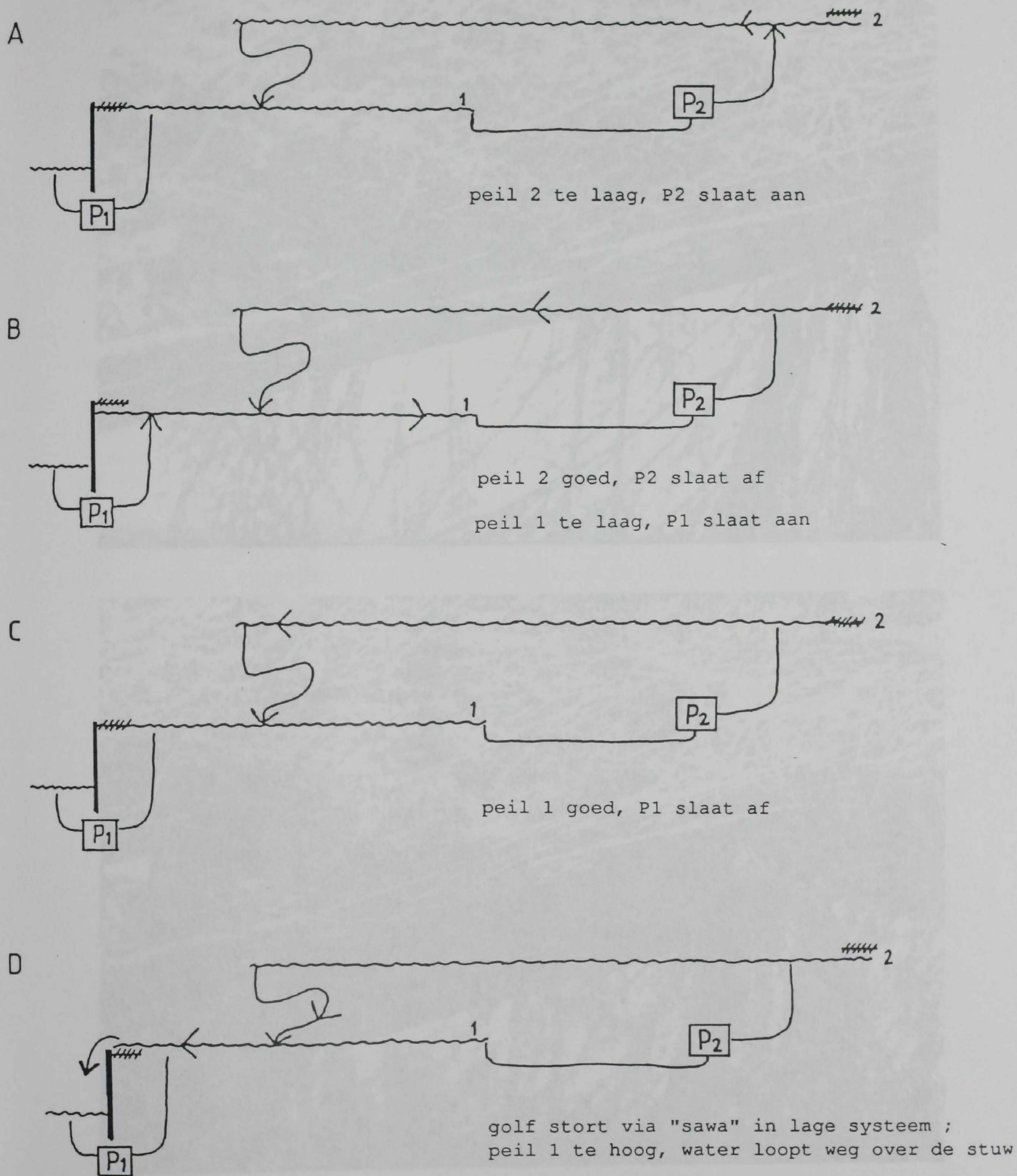
wateraanvoer		waterafvoer	
neerslag	12 813	verdamping (hoge schatting)	11 092
kwel	355	wegzijging (lage schatting)	3 729
aanvulling		afvoer neerslagoverschot	1 721
verdampingstekort	3 142		
extra inlaat	21 281		
			16 542
		lekverlies	21 132
	37 674		37 674

Om de balans sluitend te krijgen moeten we veronderstellen dat er een extra lekverlies optreedt van 21 132 m3, dat is per dag ca 58 m3. In het lage systeem, waarop de pomp reageert, zou dat een peildaling per etmaal betekenen van ongeveer 9 cm.

Uit de balans blijkt dat verdamping noch wegzijging de grote lekverliezen kunnen verklaren. Maar er zijn nog meer mogelijke oorzaken:

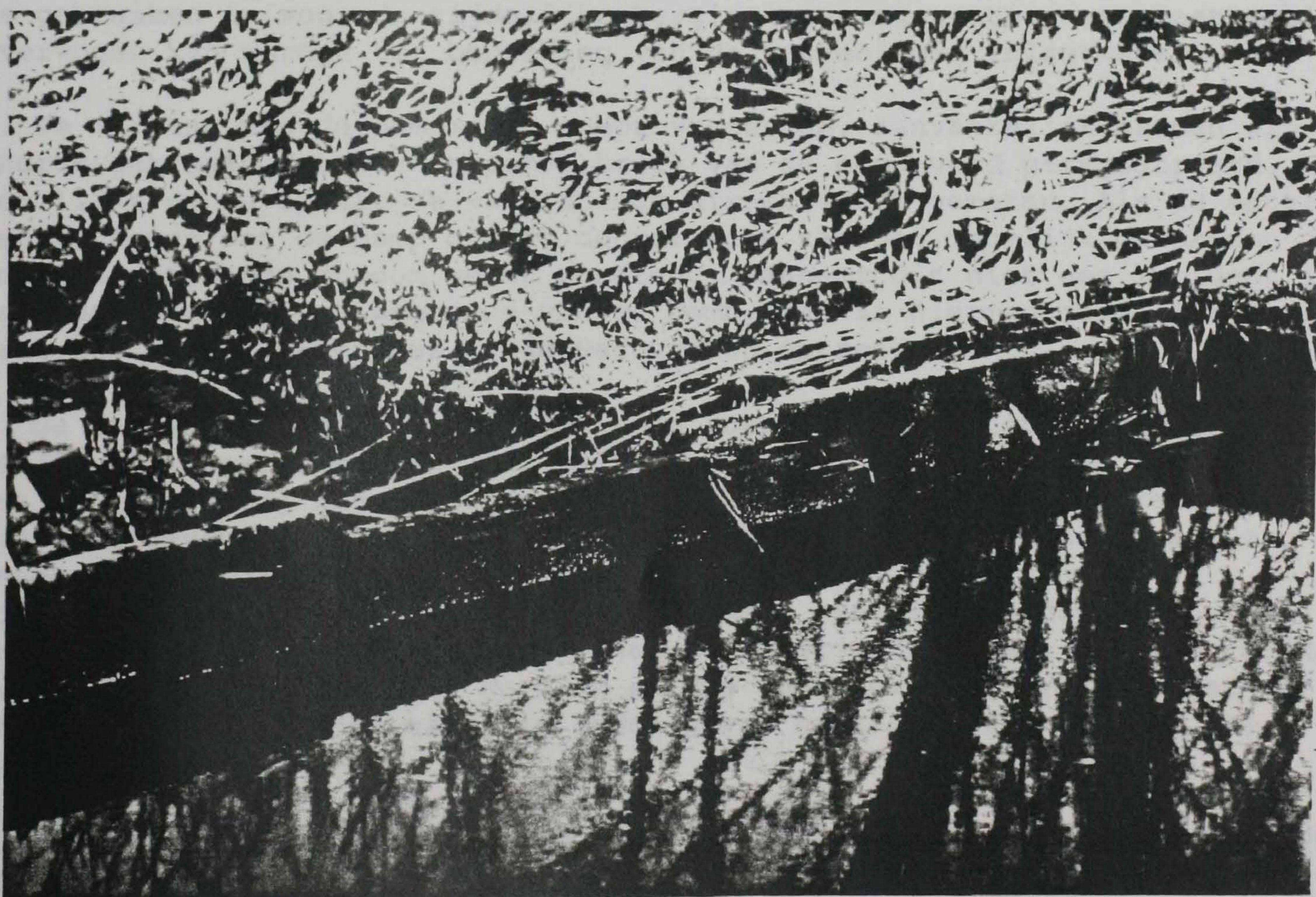
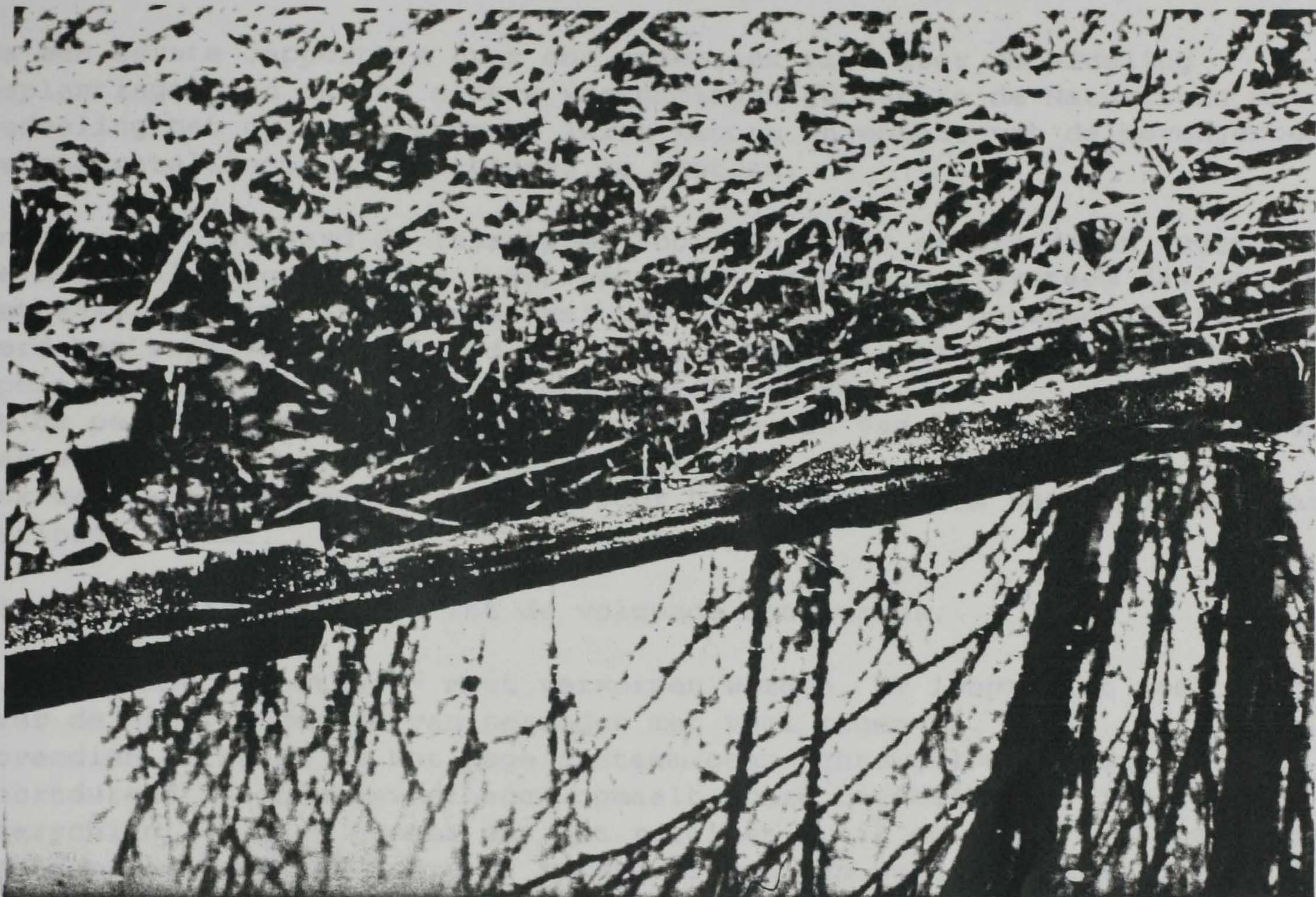
1. Het watersysteem bevat grote lekken die niet zijn opgemerkt. Erg waarschijnlijk is dit niet omdat de dijken en de watergangen regelmatig worden geïnspecteerd. In het verleden zijn enkele malen gangen van woelratten ontdekt, maar deze zijn direkt gedicht.
2. De werkelijke wegzijging is veel groter dan de berekende. Dit is niet uit te sluiten. De bij de berekeningen gehanteerde k-waarde is weliswaar aan de hoge kant voor zeer lichte zavel. Maar het is mogelijk dat de bodem nog zandiger is dan werd aangenomen of dat de activiteit van wormen de grond veel poreuzer heeft gemaakt.
3. De verdamping door de begroeiing is veel groter dan aangenomen. Deze oorzaak moet van de hand worden gewezen omdat uit figuur 10 blijkt dat de hoeveelheid inlaatwater ook in de wintermaanden erg hoog is.
4. Er treedt lekkage op via de buis van de inlaatpomp of door de stuw die de Natuurtuin scheidt van het Westerparkwater. Dit is in principe mogelijk en eenvoudig te controleren.
5. Over de stuw bij de inlaat loopt veel meer water naar buiten dan het neerslagoverschot. Dit zou mogelijk kunnen zijn door de afstelling van de beide pompen. De "pompen-hypothese". Deze laatste mogelijkheid wordt door figuur 11 geïllustreerd. Als er in werkelijkheid gebeurt wat in de figuur is aangegeven, dan moet er dus bij elke "golf" water over de stuw naar buiten lopen. Hierdoor zou veel water verloren kunnen gaan.

Figuur 11 De pompen-hypothese



//// normpeil

Figuur 12 Waterverlies van een etmaal





### 3.2 Veldwaarnemingen

Na een eerste rapportage over ons onderzoek zijn door de Afdeling Beplantingen een aantal nadere waarnemingen gedaan in de Natuurtuin met de bedoeling het systeem beter te leren kennen en enkele van de bovengenoemde veronderstellingen en hypothesen te toetsen.

In januari 1989 werd de inlaatpomp voor reparatie enkele dagen weggehaald. De meter liep echter door ! Het waterpeil in het lage systeem daalde snel met enkele decimeters. Per etmaal werd 7,5 cm daling gemeten. In februari werd het experiment herhaald door de inlaatpomp enkele dagen stil te zetten. Opnieuw werd eenzelfde daling per etmaal gemeten.

In de periode dat de inlaatpomp wel werkte was van een dagelijks afvloeien van water over de stuw heen geen sprake.

Ook werd waargenomen dat de pomp voor het hoge systeem zeer frekvent korte perioden draait.

Deze waarnemingen leiden tot de volgende konklusies.

1. De "pompen-hypothese" moet verworpen worden. Er loopt niet veel water over de stuw, afgezien van perioden met veel regenval. Bovendien ontstaan in het hoge systeem geen echte golven, omdat de pomp voortdurend kleine hoeveelheden opmaakt. Deze hoeveelheden zijn waarschijnlijk niet groter dan wat regelmatig via de "sawa" uit het hoge systeem wegloopt. En zodra er sprake is van een regelmatige stroom en niet van golven gaat de "pompen-hypothese" niet op. Dit betekent overigens dat het hoge systeem onder deze omstandigheden niet te gebruiken is voor de tijdelijke berging van regenwater, een maatregel die overwogen kan worden ter beperking van de hoeveelheid inlaatwater.
2. De werking van de pompmeter roept vragen op. Aanvankelijk hadden wij de indruk gekregen dat het stroomverbruik van de pomp werd geregistreerd. Maar het lijkt er nu op dat de waterstroom direkt wordt gemeten. Als de meter na het wegnemen van de pomp blijft doordraaien kan dat mogelijk betekenen dat ook een uitgaande stroom wordt gemeten. Wanneer dit niet een incident is, samenhangend met het wegnemen van de pomp, dan is hiermee duidelijk geworden waar het grote lekverlies in de Natuurtuin optreedt.
3. De onduidelijkheid rond de metingen roepen de vraag op of de opgave van 24 423 m<sup>3</sup> inlaatwater per jaar wel betrouwbaar is. Vast staat in ieder geval dat het waterpeil bij het inlaatpunt per etmaal 7,5 cm kan zakken. Voor het lage watersysteem van 635 m<sup>2</sup> is dit bijna 50 m<sup>3</sup>. Voor een heel jaar zou dit betekenen: 17 383 m<sup>3</sup>. Volgens de jaarbalans, berekend in het begin van dit hoofdstuk, zou het lekverlies 21 132 m<sup>3</sup> zijn. Dat is wel niet hetzelfde, maar het komt toch in dezelfde orde van grootte. We gaan er dus voorlopig maar van uit dat de hoeveelheden ingelaten water in ieder geval naar orde van grootte reëel zijn.
4. Wat kunnen we nu samenvattend konkluderen over de oorzaak van het grote lekverlies ? Er blijven twee reële mogelijkheden over: Lekkage bij de pomp en wegzijging door de ondergrond ten gevolge van een grotere doorlatendheid van het zand en/of de activiteiten van wormen.

In het eerste geval is het waterverlies eenvoudig te verhelpen. In het laatste geval is er niet veel aan te doen en zullen we er mee moeten leven.

Verder onderzoek is dus niet onbelangrijk.

Nauwkeurige inspectie van het pomphuis en de toevoerende buizen is de eerste voor de hand liggende actie.

Verder is het de moeite waard na te gaan of het water vooral verdwijnt via het lage poldertje of vooral uit het lage systeem bij de inlaatpomp.

Dit is eenvoudig te controleren door deze twee gedeelten van elkaar te scheiden. Dit kan wanneer we het inlaatpunt uit het hoge systeem naar het poldertje afsluiten. De waterpeilen in de sloot langs de dijk en bij de inlaatpomp van de tuin kunnen dan afzonderlijk gemeten worden.

### 3.3 Beperking van inlaatwater

Uit het bovenstaande blijkt dat er twee mogelijkheden zijn.

1. Het lekverlies is een gevolg van te verhelpen lekkage bij de inlaatpomp. Het tekort op de waterbalans kan dan in het zomerseizoen gesteld worden op 4 619 m<sup>3</sup> (figuur 8).

2. Het lekverlies is een gevolg van sterke wegzijging. Het aan te vullen verlies ligt dan in de orde van grootte van 21 000 m<sup>3</sup> per jaar.

In het eerste geval is het de moeite waard na te gaan of de hoeveelheid inlaatwater beperkt kan worden door het peilbeheer in de Natuurtuin. Gedacht kan worden aan twee maatregelen. In de eerste plaats aan een vergroting van de waterberging die beschikbaar is aan het begin van het groeiseizoen. En in de tweede plaats aan het toelaten van een peildaling in droge perioden. Om een indruk te krijgen van de hoeveelheid water waar het bij deze maatregelen om gaat is een globale berekening uitgevoerd.

Stel dat we het peil in de periode met een neerslagoverschot 5 cm laten stijgen. Dat is gezien de toestand van de levensgemeenschappen wellicht nog aanvaardbaar.

Dat betekent voor het lage systeem een extra waterberging van ca. 32 m<sup>3</sup>. In het hoge systeem levert dat ca. 86 m<sup>3</sup> op.

Daarbij komt nog een extra berging in de bodem. In het lage systeem levert dat niets op, omdat de bodem hier bijna geheel gelegen is in het lage poldertje, waar ook nu al het peil wordt opgezet in de winter. In het hoge systeem kan in de bodem maximaal 46 m<sup>3</sup> opgeslagen worden. In totaal levert dit dus aan extra berging op zijn gunstigst 210 m<sup>3</sup> op.

Stel dat we in de droge periode een slootpeildaling van maximaal 15 cm en daarmee samenhangend een grondwaterpeildaling van 25 cm acceptabel vinden. Dat betekent dan dat in het lage systeem ca 800 m<sup>3</sup> minder hoeft te worden aangevuld. In het hoge systeem levert dat ca. 290 m<sup>3</sup> op. Voor beide systemen samen is dat 1090 m<sup>3</sup>. Een optimistische schatting.

Kombineren we de twee maatregelen dan kan dit maximaal dus 1300 m<sup>3</sup> aan inlaatwater schelen. Op het geschatte zomertekort van 4 619 m<sup>3</sup> is dit een belangrijke bijdrage. Maar geheel zonder inlaatwater kunnen we het ook bij deze gunstige veronderstellingen dus niet stellen. De gevolgen voor de planten en dierenwereld van de Natuurtuin zijn bovendien nogal ingrijpend.



Wanneer we moeten uitgaan van een watertekort van ca. 21 000 m<sup>3</sup> dan bereiken we met het peilbeheer niet veel in relatie tot het totale probleem. Bij dit grote waterverlies is het mogelijk dat de wegzijging vooral plaatsvindt uit de zuidelijke sloot in het diepe poldertje. Het aanbrengen van een slecht doorlatende kleilaag op de bodem van deze sloot, van de zuidwest punt tot aan het eerste windmolentje, kan dan de wegzijging aanzienlijk kunnen reduceren. Dit is echter wel een ingrijpende maatregel. Het is echter waarschijnlijker dat de wegzijging plaatsvindt via de hele ondergrond van het lage poldertje. In dat geval is er niets aan te doen.

De afvoer van het water uit de sloot naar de polder wordt bepaald door de hydraulische geleiding van de bodem. De geleiding van de bodem is afhankelijk van de samenstelling van de bodem. Een kleilaag heeft een zeer lage geleiding, wat betekent dat het water moeilijk kan infiltreren in de bodem. Dit kan tot een aanzienlijke waterverlies leiden. Het aanbrengen van een kleilaag kan de geleiding van de bodem verlagen, wat kan leiden tot een aanzienlijke waterbesparing.

De afvoer van het water uit de sloot naar de polder wordt bepaald door de hydraulische geleiding van de bodem. De geleiding van de bodem is afhankelijk van de samenstelling van de bodem. Een kleilaag heeft een zeer lage geleiding, wat betekent dat het water moeilijk kan infiltreren in de bodem. Dit kan tot een aanzienlijke waterverlies leiden. Het aanbrengen van een kleilaag kan de geleiding van de bodem verlagen, wat kan leiden tot een aanzienlijke waterbesparing.

De afvoer van het water uit de sloot naar de polder wordt bepaald door de hydraulische geleiding van de bodem. De geleiding van de bodem is afhankelijk van de samenstelling van de bodem. Een kleilaag heeft een zeer lage geleiding, wat betekent dat het water moeilijk kan infiltreren in de bodem. Dit kan tot een aanzienlijke waterverlies leiden. Het aanbrengen van een kleilaag kan de geleiding van de bodem verlagen, wat kan leiden tot een aanzienlijke waterbesparing.

De afvoer van het water uit de sloot naar de polder wordt bepaald door de hydraulische geleiding van de bodem. De geleiding van de bodem is afhankelijk van de samenstelling van de bodem. Een kleilaag heeft een zeer lage geleiding, wat betekent dat het water moeilijk kan infiltreren in de bodem. Dit kan tot een aanzienlijke waterverlies leiden. Het aanbrengen van een kleilaag kan de geleiding van de bodem verlagen, wat kan leiden tot een aanzienlijke waterbesparing.

#### 4 VOORZUIVERING

Uit het voorgaande is duidelijk geworden dat inlaatwater helaas noodzakelijk is voor het waterbeheer van de Natuurtuin.

Om de hiermee samenhangende kwaliteitsproblemen te beperken is een voorzuivering van dit water nodig. In deze situatie ligt het voor de hand te denken aan een milieuvriendelijke oplossing die goed past in de directe omgeving van de tuin.

Moeraszuiveringssystemen zijn in dit verband een goede keuze. Over de praktijkervaringen en de ontwerpprincipes van deze systemen is de afgelopen jaren het nodige gepubliceerd, zodat we over concrete gegevens kunnen beschikken (Mönninghoff, 1987; Duel, 1986). In het kader van dit oriënterende onderzoek was het nog niet mogelijk dit nader uit te werken.

In figuur 13 zijn twee mogelijke systemen weergegeven: Het infiltratie systeem zuivert water in de wortelzone van rietvelden. Het water infiltreert in de bodem. De zuivering berust op de activiteit van mikro-organismen en op adsorptie. Het vloeiveld-systeem bestaat uit door het water overspoelde begroeiingen van bijvoorbeeld riet, biez en lissen. Zuivering vindt hier onder meer plaats door opname in de planten, die regelmatig geoogst moeten worden.

De zuiveringsresultaten bij moerassystemen zijn gunstig als de hydraulische belasting niet groter is dan 2-3 cm/dag (Duel). Dit betekent dat een vloeiveld van 1 ha. per jaar  $365 \times 0,02 \times 10.000 = 73.000 \text{ m}^3$  kan zuiveren. Voor het zuiveren van ca.  $5000 \text{ m}^3/\text{jaar}$ , één van de mogelijkheden in ons geval, zouden we dan voldoende hebben aan een vloeiveld-oppervlakte van 685 m<sup>2</sup>. Daarnaast is een berging van gezuiverd water nodig.

Omdat in dit geval echter alleen inlaatwater in de zomer nodig is moeten we kijken naar bijvoorbeeld een droge zomermaand.

Uit de waterbalans blijkt dat we voor een droge zomermaand bij de hoge schatting ca.  $1200 \text{ m}^3$  nodig hebben.

Om te zorgen dat we na 1 maand weer opnieuw  $1200 \text{ m}^3$  gezuiverd hebben moeten we kijken naar de zuiveringscapaciteit per maand. Voor  $1200 \text{ m}^3$  hebben we dan nodig:  $\frac{1200}{30 \times 0,02} = 2000 \text{ m}^2$  moeras .

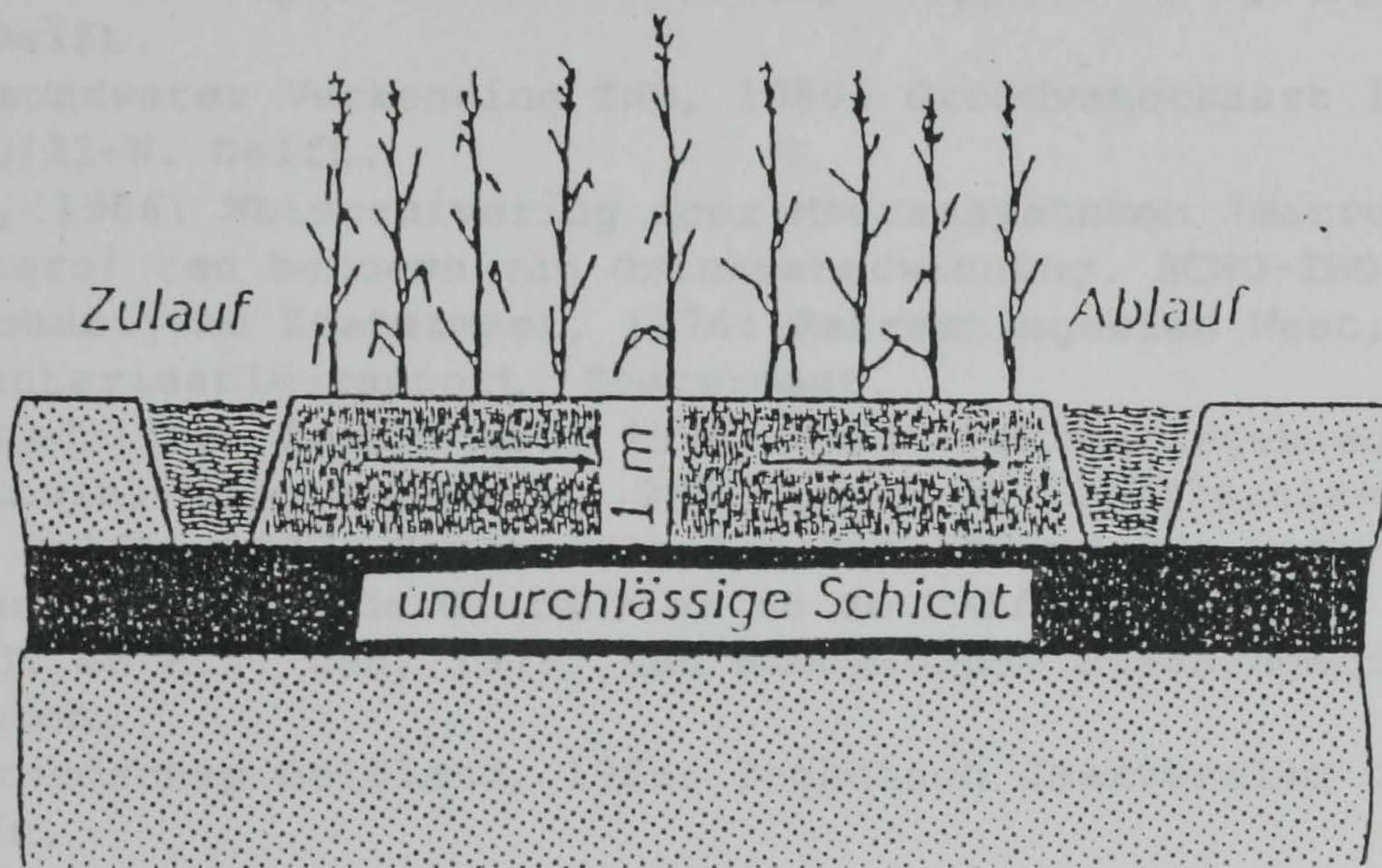
en daar achter nog een berging van 1200 m<sup>2</sup> bij 1 m waterdiepte.

Ten westen van het eilandje in de waterpartij in het noorden van de Natuurtuin ligt een wateroppervlak van ongeveer 0,4 ha. Hier is dus nog plaats voor een voorzuiveringsmoeras en een berging van voorgezuiverd water voor het inlaatpunt van de natuurtuin. De doorstroming in het watersysteem van het westerpark blijft hierbij gewaarborgd.

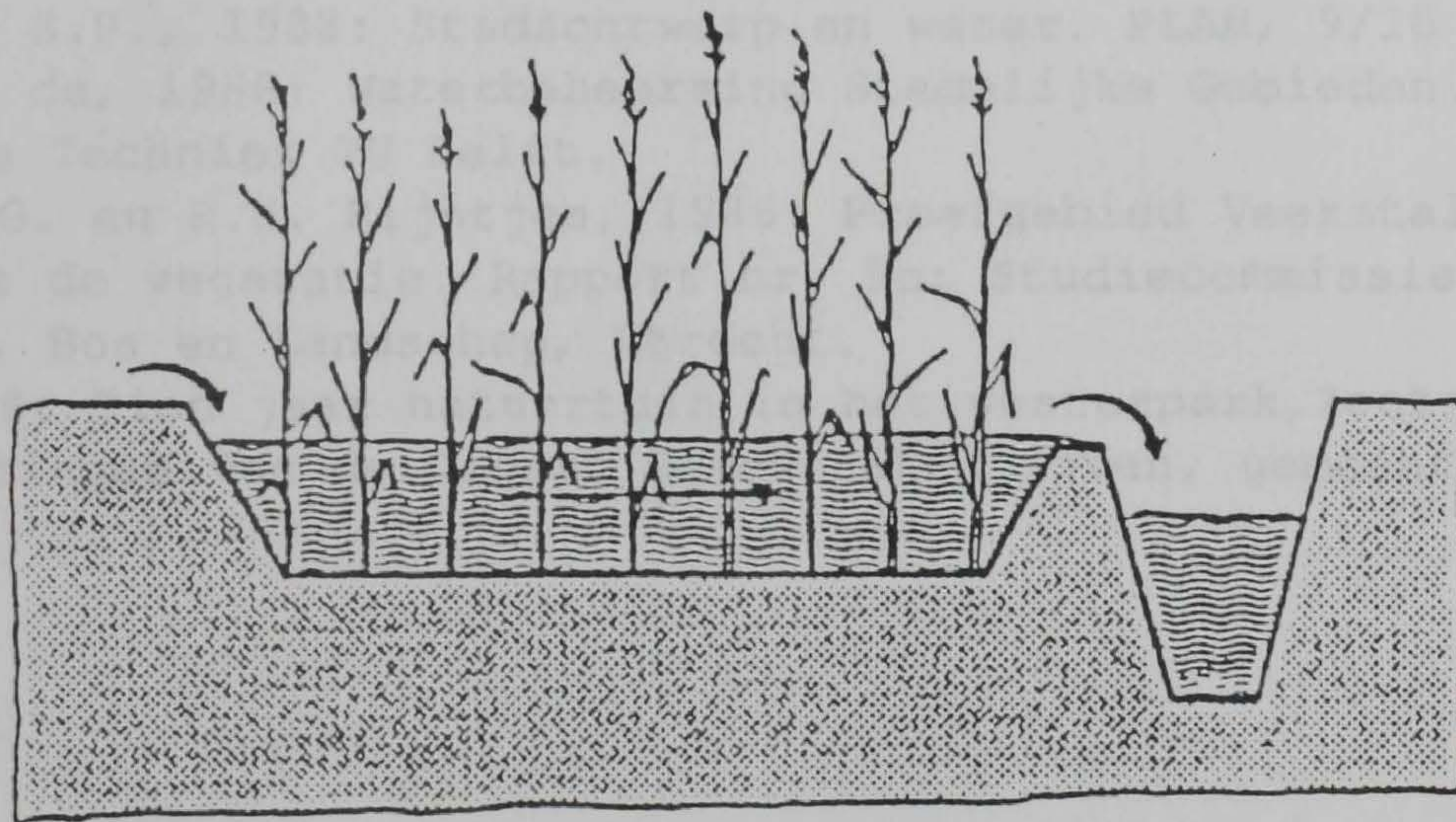
Maar als de hoeveelheid inlaatwater 21 000 m<sup>3</sup> per jaar bedraagt, dan lukt het niet om op deze plaats een moeras van voldoende omvang te realiseren. Hierbij moet bovendien rekening gehouden worden met het gegeven dat de zuiveringsefficiëntie van vloeiveld systemen in de winter geringer is.

Deze globale berekening maakt duidelijk dat bij een grote hoeveelheid inlaatwater de moerasoppervlakte die noodzakelijk is alleen gevonden kan worden als we een groter deel van de waterpartijen in het Westerpark er bij betrekken. Dat is in principe goed mogelijk, maar dit vergt een uitgebreidere studie.

Figuur 13 Moeraszuivering



Infiltratie-systeem



Vloeveld-systeem

## 5. BRONNEN

- Boer, H.G. de, 1981: Rondleiding door Zoetermeer, tekst t.b.v. de postdoctorale leergang "Waterbeheersing in stedelijke gebieden" Uitg. Gemeentebedrijven Zoetermeer.
- Boo, H. de, 1988: Ontwerpstrategieën voor stedelijk groen gericht op de rol in de stedelijke waterhuishouding. Rapport SOM-groep Fac. Bouwkunde TU Delft.
- Dienst Grondwater Verkenning TNO, 1980: Grondwaterkaart 1 : 50.000 blad 30-0/31-W. Delft.
- Duel, H., 1986: Waterzuivering door Moerassystemen (macro-helofyten filters) ten behoeve van drinkwaterwinning. SCMO-TNO Delft.
- Gemeentebedrijven Zoetermeer, 1974: Rekreatiegebied West, intern inventarisatie-rapport. Zoetermeer.
- Gemeentebedrijven Zoetermeer, 1976: Kaart Rekreatiegebied West, Heemtuin, hoogtematen 1 : 200 (kaart nr 1118/76, class.nr. 1.777.83)
- Gemeente Delft, 1977: Beheersrapport betreffende de waterkwaliteit en -kwantiteit van de Grote Plas in de Delftse Hout.
- Held, J.J. en A.J. den, 1975: Het Nieuwkoopse Plassengebied. Uitg. Thieme, Zutphen.
- Hoogheemraadschap Delfland, 1986: Technisch Jaarverslag over 1985. Delft.
- Hoogheemraadschap van Rijnland, 1988: Water en werken in cijfers 1987. Uitg. Hoogh. Rijnland, Leiden.
- Mönninghof, H., 1987: Naturnahe Wasserreinigung. Ökobuch Verlag, Freiburg.
- Provincie Zuid-Holland, 1986: Waterkwaliteitsplan Zuid-Holland 1985-1995. Den Haag.
- Segeren, W.A. en H. Hengeveld, 1984: Bouwrijp maken van terreinen. Stichting Bouwresearch nr. 99. Uitg. Kluwer, Deventer.
- Segeren, W.A. en J. Luijendijk, 1979: Waterbeheersing Landelijke Gebieden. Diktaat Fac. Civiele Techniek TU Delft.
- Tjallingii, S.P., 1988: Ontwerpen met water. PLAN, 5/6 p 19-22.
- Tjallingii, S.P., 1988: Stadsontwerp en water. PLAN, 9/10 p 53-56.
- Ven, F. van de, 1988: Waterbeheersing Stedelijke Gebieden. Diktaat Fac. Civiele Techniek TU Delft.
- Vermeer, J.G. en R.H. Rijntjes, 1986: Proefgebied Veerstalblok (Krimpenerwaard): de vegetatie. Rapport nr. 9c; Studiecommissie Waterbeheer Natuur, Bos en Landschap, Utrecht.
- Vos, J. 1988: Tien jaar natuurtuin in het westerpark, Zoetermeer. Uitg. afd. Bepplantingen van de Dienst Gemeentebedrijven, gemeente Zoetermeer.