

Waterhuishoudingsplan Almeerderhout II



**Waterhuishoudingsplan
Almeerderhout II**

referentie	projectcode	status
ALR442-1/seew/005	ALR442-1	definitief
projectleider	projectdirecteur	datum
ing. [redacted]	ing. [redacted]	23 februari 2005

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	ing. [redacted]	[redacted]

Witteveen+Bos
Louis Armstrongweg 6
postbus 10095
1301 AB Almere
telefoon 036 548 29 00
telefax 036 533 38 83



Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd volgens ISO 9001 : 2000

© Witteveen+Bos

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
2. HUIDIGE TOESTAND VAN HET PLANGEBIED	2
2.1. Plangebied	2
2.2. Waterhuishoudkundige situatie	2
2.3. Bodemopbouw en geohydrologie	2
2.4. Grondwaterstanden, stijghoogten en kwel	2
2.5. Grondwaterkwaliteit	3
3. UITGANGSPUNTEN VAN HET WATERHUISHOUDINGSPLAN	4
3.1. Duurzaamheidsprincipes	4
3.2. Eisen en uitgangspunten	4
3.3. Planning en fasering	5
4. TOEKOMSTIGE WATERHUISHOUDING	6
4.1. Waterstructuur	6
4.2. Stuwpeil en aanleghoogten	7
4.3. Oppervlakte open water en peilstijgingen	8
4.4. Doorspoeling	10
4.5. Dimensies profielen en kunstwerken	11
4.6. Ontwatering en drainage	13
5. EFFECT OP DE GRONDWATERSTAND	15
6. AANLEG CENTRALE VIJVER MET ONDERZUIGTECHNIEK	17
6.1. BeauDredge techniek van Boskalis	17
6.2. Onderzuigtechniek Van Oord	18
7. REFERENTIES	19
 laatste bladzijde	 19
 bijlagen	 aantal bladzijden
I Stedenbouwkundig plan	1
II Ligging plangebied	1
III Huidige waterhuishoudkundige situatie	1
IV Locatie peilbuizen in het plangebied	1
V Fasering	1
VI Waterhuishouding Almeerderhout II	1
VII Profielen van de oevers	1

1. INLEIDING

aanleiding

De gemeente Almere is bezig met de ontwikkeling van villapark Almeerderhout II. Het waterhuishoudkundige plangebied omvat bruto 55,64 ha en is gelegen tussen de Vogelweg, de Kievitsweg, de Water-snipweg en het bestaande villapark Almeerderhout I in Almere. Het plan omvat de bouw van circa 280 woningen op ruime kavels. Een stedenbouwkundig plan is in bijlage I opgenomen.

Voor het plan Almeerderhout II is door Witteveen+Bos reeds de verwachte grondwaterkwantiteit en -kwaliteit beschouwd (ref. 9). Vervolgens heeft op 26 november 1999 een overleg tussen het waterschap Zuiderzeeland (toen nog Heemraadschap Fleverwaard) en Witteveen+Bos plaatsgevonden. Dit is in opdracht van Volker Wessels Vastgoed gedaan. Vanaf 2001 heeft het project stil gelegen. In 2004 heeft de gemeente Almere het project weer opgepakt en Witteveen+Bos de opdracht verleend om het Waterhuishoudingsplan Almeerderhout II af te ronden en te actualiseren. Dit waterhuishoudingsplan omvat de (soms gewijzigde) uitgangspunten zoals die er lagen in 2001 en de aanvullende eisen die in 2004 zijn geformuleerd.

In het plangebied wordt een zo goed mogelijke oppervlaktewaterkwaliteit nagestreefd. De geplande grote centrale vijver vormt het grootste deel van het oppervlaktewater in het plangebied. Om hierin een goede waterkwaliteit te krijgen en dit te realiseren is afgesproken om:

- het oppervlaktewaterpeil in te stellen op NAP-5,5 m;
- een minimale waterdiepte in de vijver te ontwerpen van 3,0 m (tot in het pleistocene zand);
- het regenwater te bergen in de vijver;
- de vijver onderdeel te laten uitmaken van het waterhuishoudkundig systeem.

In de rapportage 'Civieltechnische uitgangspunten ten behoeve van woningbouwplan Almeerderhout II' (ref. 7) zijn tevens de uitgangspunten en randvoorwaarden voor het op te stellen waterhuishoudingsplan opgenomen.

opdracht

De gemeente Almere heeft aan Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v. opdracht verleend voor het opstellen van het waterhuishoudingsplan voor Almeerderhout II.

doel

Het doel is het opstellen van het waterhuishoudingsplan voor Almeerderhout II. In deze rapportage is het waterhuishoudingsplan uitgewerkt en beschreven.

leeswijzer

Allereerst wordt de huidige toestand van het plangebied beschreven in hoofdstuk 2. Vervolgens worden in hoofdstuk 3 de uitgangspunten weergegeven die ten grondslag liggen aan het nieuw in te richten waterhuishoudkundig systeem. In hoofdstuk 4 wordt het waterhuishoudingsplan uitgewerkt. Ten slotte is in hoofdstuk 5 het effect van de waterhuishoudkundige inrichting van de woonwijk op de grondwaterstand gepresenteerd.

2. HUIDIGE TOESTAND VAN HET PLANGEBIED

2.1. Plangebied

Het plangebied Almeerderhout II ligt in de oostflank van Almere in de toekomstige kern Almere Hout. Het gebied maakt onderdeel uit van een zone die ingeklemd ligt tussen het bestaande villapark Almeerderhout I, de Watersnipweg, de Kievitsweg en de Vogelweg (zie bijlage II). Aan de noordoostzijde ligt de grens van de bebouwing 100 m van de Kievitsweg. Het bedrijven terrein dat langs de Kievitsweg is gepland ligt buiten het plangebied. Het waterhuishoudkundige plangebied omvat bruto circa 56 ha.

2.2. Waterhuishoudkundige situatie

De huidige afwatering in het plangebied is afgestemd op agrarisch gebruik en op afvoer van stedelijk water uit Almeerderhout I. In bijlage III is een situatietekening weergegeven van de huidige waterhuishoudkundige situatie van het plangebied. Het plangebied ligt in de lage afdeling van Flevoland. In het plangebied liggen in totaal vier kavelsloten (langs de watersnipweg, de Kievitsweg, de Vogelweg en één centraal) waar een peil van NAP-6,20 m wordt nagestreefd. Centraal in het plangebied, haaks op het bestaande villapark (Almeerderhout I) ligt een verbrede kavelsloot die de afvoer uit Almeerderhout I verzorgt. Alle watergangen wateren af richting de Kievitstocht (NAP-6,20 m) die grenst aan de noordwesthoek van het plangebied.

Het waterpeil in Almeerderhout I bedraagt NAP-5,5 m. Via een stuw met een kruinbreedte van 1,0 m en een duiker (ø800 mm) watert Almeerderhout I af op de verbrede (centrale) watergang in het plangebied. Almeerderhout I heeft een totaal bruto oppervlak van 71,2 ha. Hiervan is circa 40 % verhard. Het percentage open water in Almeerderhout I bedraagt 3 % (2,136 ha) op de waterlijn. De oevers boven de waterlijn hebben een talud van 1:1,5 tot 1:3.

2.3. Bodemopbouw en geohydrologie

De gemiddelde hoogte van bestaand maaiveld bedraagt circa NAP-4,3 m. In het kader van het uitgevoerde civieltechnisch onderzoek zijn er in het gebied boringen en sonderingen verricht (ref. 1). Uit dit onderzoek is gemiddeld de volgende bodemopbouw af te leiden:

- vanaf maaiveld (circa NAP -4,3 m) tot circa NAP -7 m: siltige, humeuze klei;
- van circa NAP -7 m tot circa NAP -8,5 m: kleilig veen;
- van circa NAP -8,5 m tot circa NAP -20 m: matig fijn tot matig grof zand.

Uit het grondonderzoek blijkt dat de dikte van de afsluitende klei- en veenlagen in het plangebied sterk wisselend is. De dikte varieert namelijk in de uitgevoerde sonderingen en boringen van 2,2 m tot 4,6 m. Ter plaatse van de zuidwesthoek van de centrale vijver bevindt zich een zandrug die slechts 2,2 m onder het maaiveld ligt.

De kleilige en venige afzettingen tot een diepte van circa NAP -8,5 m behoren tot de Westland Formatie en worden gerekend tot de slecht doorlatende deklaag. De ondergelegen zandige afzettingen (Formaties van Twente, Kreftenheije en Urk) vormen het eerste watervoerende pakket. In dit watervoerend pakket wordt vanaf een diepte van circa NAP -13 m veelvuldig kleilenzen of venige lagen aangetroffen.

2.4. Grondwaterstanden, stijghoogten en kwel

Het freatisch grondwaterpeil komt nagenoeg overeen met een polderpeil van NAP-6,2 m. Echter tussen de sloten kan enkele decimeters opbolling zijn.

In november 1999 zijn ter plaatse van het plangebied vijf peilbuizen geplaatst (zie bijlage IV) en gedurende circa één maand waargenomen. In tabel 2.1 zijn de waargenomen stijghoogten ten opzichte van NAP weergegeven. Uit deze tabel blijkt de stijghoogte gemiddeld circa NAP-5,7 m bedraagt. De fluctuatie van de stijghoogte in de meetperiode is klein (circa 10 à 20 cm).

Doordat de stijghoogte gemiddeld circa 0,5 meter boven polderpeil ligt is er sprake van een kwelsituatie. De kwelflux is afhankelijk van de hydraulische weerstand van de afsluitende klei-/veenlagen. De kwelflux wordt ingeschat op circa 1 á 1,5 mm/dag.

Tabel 2.1. Gemeten stijghoogten

bk peilbuis		Aflezing in meters t.o.v. NAP				
meter t.o.v. NAP		28-10-99	01-11-99	08-11-99	15-11-99	23-11-99
Peilbuis 1	-3,86	-5,90	-5,83	-5,84	-5,85	-5,83
Peilbuis 2	-3,88	-5,72	-5,64	-5,71	-5,69	-5,68
Peilbuis 3	-4,11	-5,75	-5,64	-5,67	-5,67	-5,67
Peilbuis 4	-4,12	-5,61	-5,56	-5,61	-5,60	-5,60
Peilbuis 5	-3,66	-5,65	-5,56	-5,57	-5,60	-5,59

In de directe omgeving van het plangebied zijn een aantal peilbuizen gelegen die in het meetsysteem van NITG-TNO zijn opgenomen. Het isohypsenpatroon wordt sterk beïnvloed door (wegzijging) uit het Gooimeer, de isohypsen liggen evenwijdig aan het Gooimeer. Dit betekent dat er een stijghoogtegradiënt heerst loodrecht op het Gooimeer. Ter plaatse van de Gooimeerdijk bedraagt de stijghoogte gemiddeld circa NAP-3,5 en deze neemt af tot gemiddeld circa NAP-5,6 m ter plaatse van Almeerderhout II.

Een drietal meetpunten in het 1^e watervoerend pakket zijn representatief voor de locatie (26D P0043, 26C P0139 en 26D P0085). Met behulp van het DINO-systeem van TNO zijn de tijdstijghoogtelijnen van deze peilbuizen bestudeerd. Uit deze tijdstijghoogtelijnen kan opgemaakt worden dat de stijghoogte ter plaatse van het plangebied naar verwachting zal fluctueren tussen NAP-5,5 m en NAP-5,9 m. Dit wordt bevestigd door de peilbuiswaarnemingen in het plangebied (zie tabel 2.1). Opgemerkt wordt dat in het verleden de stijghoogte hoger is geweest. Door bepaalde ingrepen is de stijghoogte in 1976, 1980 en 1985 fors gedaald.

2.5. Grondwaterkwaliteit

In november 1999 is het grondwater in de vijf peilbuizen in het plangebied bemonsterd en geanalyseerd op N-totaal, NH₄, NO₃, N-kheldal, P-totaal, PO₄, Cl en Fe. In tabel 2.2 is het analyseresultaat weergegeven.

Tabel 2.2. Gemeten grondwaterkwaliteit in de Almeerderhout II

Stof	Naam	Eenheid	PB1	PB2	PB3	PB4	PB5	MTR
Cl	Chloride	Mg/l	560	550	1.300	2.000	430	200
Fe	IJzer	Mg/l	3,9	2,4	5,7	6,7	0,9	-
NH ₄	Ammonium	Mg N/l	13,5	23,0	39,0	43,0	16,5	-
NO ₃	Nitraat	Mg N/l	1,0	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	-
NO ₂	Nitriet	Mg N/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-
N _{kjeld}	Stikstof-kjeldahl	Mg N/l	16	21	40	44	17,5	-
N-tot	totaal stikstof	Mg N/l	17	21	40	44	17,5	2,2 (z)
P-tot	totaal fosfaat	Mg P/l	0,09	0,39	4,70	1,90	0,52	0,15 (z)

MTR is de afkorting voor Maximaal Toelaatbaar Risico. De systematiek voor normstelling aan de waterkwaliteit van oppervlaktewater staat voorgeschreven in de Vierde Nota Waterhuishouding.

Uit tabel 2.2 blijkt dat de concentratie aan totaal-stikstof en totaal-fosfaat in het grondwater niet voldoen aan de MTR norm. Tevens is de ijzerconcentratie matig tot hoog.

3. UITGANGSPUNTEN VAN HET WATERHUISHOUDINGSPLAN

3.1. Duurzaamheidsprincipes

Het uitgangspunt is het ontwerpen van een duurzaam en natuurlijk watersysteem. Een duurzame waterhuishouding is gericht op het voorkomen van wateroverlast en watertekort. Dit betreft niet alleen Almeerderhout II zelf, maar ook de omgeving. Zo mogelijk heeft de waterhuishouding van het plangebied zelfs een positief effect op de omgeving. Zo mogen bijvoorbeeld de nabijgelegen bosgebieden niet verdrogen.

Vanuit duurzaamheidsoverwegingen moet zo min mogelijk 'schoon' regenwater afgevoerd worden naar de afvalwaterzuiveringsinstallatie (awzi). Tevens dient de piekafvoer uit het plangebied te worden voorkomen (piekafvoer niet groter dan agrarische afvoer). Beide doelstellingen kunnen bereikt worden door zoveel mogelijk regenwater binnen het plangebied vast te houden en te bergen in het oppervlaktewater. Al het verhard oppervlak van het plangebied wordt daarom afgekoppeld van de riolering en direct naar het oppervlaktewater geleid. Grootschalig afkoppelen naar infiltratievoorzieningen is hier niet mogelijk vanwege de geringe doorlatendheid van de kleibodem.

Er wordt daarom een gescheiden stelsel aangelegd met een dwa-riolering voor de inzameling en transport van afvalwater en een hwa-leiding voor de afvoer van regenwater naar het oppervlaktewater.

Het oppervlaktewater in het plangebied is tevens nodig voor afwatering van water uit Almeerderhout I.

3.2. Eisen en uitgangspunten

Bij het ontwerp van het waterhuishoudkundig systeem voor Almeerderhout II wordt rekening gehouden met de volgende eisen en uitgangspunten:

- het streefwaterpeil in Almeerderhout I bedraagt NAP - 5,50 m;
- er wordt minimaal 6 % open water gerealiseerd ten opzichte van het bruto oppervlak (op de waterlijn);
- het bruto oppervlak van het plangebied bedraagt 55,64 ha;
- het verhard oppervlak in het plangebied bedraagt: 2,85 ha voor wegen, 2,35 ha voor daken en 1,33 ha voor terrassen en oprit bij de woningen;
- het totale verhard oppervlak van het plangebied (6,53 ha) wordt niet aangesloten op de riolering en voert het hemelwater direct af naar het oppervlaktewater. Dit is inclusief de hoofdontsluitingsweg (850 m²) met gemiddeld circa 500 á 1.000 voertuigbewegingen per dag die ook wordt afgekoppeld via berminfiltratie;
- de maximale peilstijging in de waterpartijen bedraagt 0,4 á 0,5 m bij T=10 jaar;
- de maximale peilstijging in de waterpartijen bedraagt 0,15 m bij T=1 jaar;
- de piekafvoer uit het plangebied (en Almeerderhout I) mag niet groter zijn dan de oorspronkelijke maximale landelijk afvoer (13 mm/etm/ha of 1,5 l/(s.ha) bij T=10 jaar en T=100 jaar);
- de afvoer van water vanuit Almeerderhout I bedraagt maximaal 13 mm/dag*71,2 ha = 9.256 m³/dag (= 386 m³/uur);
- de drooglegging (maaiveld – oppervlaktewaterpeil) bedraagt, ook op termijn (na zettingen) 1,2 m bij streefpeil;
- de stroomsnelheid in de watergangen ≤ 0,25 m/s;
- de stroomsnelheid ter plaatse van kunstwerken ≤ 1,0 m/s;
- de minimale waterdiepte van de sloten bedraagt 1,2 m en lokaal (oostelijke vijver) 1,5 m;
- de minimale waterdiepte van de centrale vijver bedraagt 3,0 m;
- het onderwatertalud bedraagt minimaal 2:3 tot 1:3;
- zo mogelijk natuurvriendelijke oevers aanleggen (bij voorkeur langs de noordelijke oever);
- ten behoeve van de waterkwaliteit mogen de watergangen geen doodlopende einden hebben;
- de toevoer van kwelwater met een slechte kwaliteit moet worden voorkomen;
- er dient een goede waterkwaliteit nagestreefd te worden;
- de eventuele beschoeiingen dienen van onbehandeld hout, beton of kunststof te zijn;
- de waterhuishouding moet passen in het groter geheel van Almere-Hout (zie MER bouwlocatie Almere-Hout, ref. 1).

3.3. Planning en fasering

Villapark Almeerderhout II, met circa 280 woningen, zal gefaseerd worden aangelegd met een tempo van circa 60 woningen per jaar. Er wordt gestreefd om het bouwrijpmaken te starten in het derde kwartaal van 2005. De fasering is gewijzigd ten opzichte van 2001. Er wordt gestart met het zuidwestelijke deel (fase 1) aangelegd, gevolgd door het zuidoostelijke (fase 2). Het noordwestelijk deel van het gebied wordt als fase 3 in ontwikkeling genomen. Het noordoostelijke deel zal als laatste in ontwikkeling worden genomen (fase 4). Tegelijk met het bouwrijp maken van fase I wordt al het water aangelegd. In verband met de begaanbaarheid van bouwmaterieel vindt het grondtransport bij voorkeur tijdens perioden van vorst plaats. De fasering is in bijlage V grafisch op kaart weergegeven.

4. TOEKOMSTIGE WATERHUISHOUDING

In dit hoofdstuk is het waterhuishoudingsplan beschreven. De volgende aspecten zijn hierbij belicht:

1. de waterstructuur en de afwateringsrichting;
2. de keuze voor het stuwpeil;
3. de oppervlakte open water en bijbehorende peilstijgingen;
4. de dimensies van de kunstwerken;
5. de afmetingen van de profielen van de watergangen;
6. het drainagesysteem.

Deze aspecten zijn in de volgende paragrafen nader uitgewerkt.

4.1. Waterstructuur

Voor het waterhuishoudkundig systeem van Almeerderhout II wordt aangesloten op de bestaande afwateringsstructuur. Het water uit Almeerderhout II (en dus ook uit Almeerderhout I) stroomt via de Kievitstocht naar de Lage Vaart. De ligging van de waterpartijen in het stedenbouwkundig ontwerp is in bijlage I op A4 formaat weergegeven. In bijlage VI is een A0-tekening (schaal 1:1000) opgenomen van de verkavelingsstructuur met daarop de ligging van de waterpartijen, locaties en dimensies van de kunstwerken en stuwpeil.

In het plan bevinden zich een drietal te onderscheiden waterpartijen. Het betreft de volgende wateren:

- centrale vijver;
- oostelijke vijver;
- watergang langs de Vogelweg;
- watergang langs de Kievitsweg;
- watergang langs de Goudvinklaan.

De centrale vijver en de watergang langs de Vogelweg zijn gekoppeld aan een stelsel van kleinere waterpartijen in het bestaande villapark (Almeerderhout I). De waterpartijen in Almeerderhout II staan met elkaar in verbinding en hebben een vast stuwpeil van NAP-5,50 m. De totale wateroppervlakte op de waterlijn bedraagt 3,55 ha. Dit is circa 6,37 % van het totale bruto oppervlak van het plangebied.

De oevers van de watergangen die aan uit te geven grond grenzen worden uitgerust met beschoeiing en een plasberm. De plasberm zal ingericht worden met een rietkraag en heeft een ecologische functie. Het dient ook ter bevordering van de veiligheid.

In het nu volgende wordt per waterpartij kort de technische aspecten belicht.

centrale vijver

De vijver wordt centraal in het plan gesitueerd, heeft op de waterlijn een oppervlakte van 20.500 m² en een diepte van variërend van 1,5 m tot 3,0 m. Ten gevolge van de aanleg van de vijver wordt de afsluitende grondlaag aan de zuidzijde gedeeltelijk verwijderd. Het oppervlaktewater staat op deze locatie in directe verbinding met het grondwater in het pleistocene pakket.

Aan de zuidzijde staat de vijver via een duiker (ø 800 mm) in verbinding met de watergangen van Almeerderhout I. Het plan Almeerderhout I voert hier het overtollige water af naar de centrale vijver. De vijver wordt daarnaast van water voorzien door de afvoer vanuit het regenwaterstelsel en de drainage van fase III, IV en circa 50 % van fase I en II.

Het overtollige water wordt aan de noordoostzijde van de vijver via een duiker afgevoerd naar de watergang langs de Kievitsweg.

oostelijke vijver

In de oostelijke hoek van het plangebied zal langs de Vogelweg een waterpartij worden gerealiseerd met een oppervlakte van circa 11.000 m² op de waterlijn. De diepte van dit water bedraagt circa 1,2 m. De vij-

ver wordt gevoed door de aanvoer van water uit Almeerderhout I via watergang langs de Vogelweg, afvoer van een greppel langs de Vogelweg en door de afvoer vanuit het regenwaterstelsel en de drainage vanuit fase I en II (circa 50 %). De oostelijke vijver staat in open verbinding met de watergang langs de Kievitsweg, waarlangs het water wordt afgevoerd.

watergang langs de Vogelweg

In de zuidelijke hoek van het projectgebied wordt een brede watergang gesitueerd die de oostelijke vijver verbindt met de waterpartijen van Almeerderhout I. De watergang komt voor een deel langs de Vogelweg te liggen en sluit aan op bestaand water tussen Almeerderhout I en Almeerderhout II. De totale lengte van deze watergang bedraagt circa 235 m, de breedte op de waterlijn bedraagt 8,0 m.

watergang langs de Kievitsweg

Aan de noordoostelijke rand van het plangebied wordt langs de Kievitsweg een brede watergang gesitueerd die het water van de oostelijke vijver afvoert naar de watergang langs de Goudvinklaan. De totale lengte van deze watergang bedraagt circa 220 m, de breedte op de waterlijn bedraagt 8,0 m. De watergang langs de Kievitsweg werd in de oudere versie van het waterhuishoudingsplan als een noordelijke uitloper van de oostelijke vijver beschouwd.

De wegsloot langs de Kievitsweg, ten westen van de Goudvinklaan (ontsluiting Almere Hout II), zal vergroot moeten worden tot een watergang om het water van Almeerderhout II af te kunnen voeren naar de Kievitsloot.

watergang langs de Goudvinklaan

Aan de noordoostelijke rand van het plangebied wordt langs de Goudvinklaan, in het verlengde van de centrale vijver, een watergang gesitueerd. Deze watergang voert het water van de watergang langs de Kievitsweg, en daarmee het water van het totale plangebied, af naar de wegsloot langs de Kievitsweg. Op dit punt zal een stuw worden geplaatst, met een kruinhoogte van NAP - 5,50 m. De totale lengte van de watergang langs de Goudvinklaan bedraagt circa 70 m, de breedte op de waterlijn bedraagt 8,0 m. Aan de andere zijde van de Goudvinklaan wordt een bodempassage aangelegd. Een prinses schets is weergegeven in bijlage VII.

4.2. Stuwpeil en aanleghoogten

Bij het ontwerp van het watersysteem wordt een goede oppervlaktewaterkwaliteit nagestreefd. Of de waterkwaliteit in het plangebied goed wordt is afhankelijk van de kwaliteit en de grootte van de verschillende waterbalansposten. Door de relatief hoge stijghoogte (NAP-5,9 m tot NAP-5,5 m) ten opzichte van het huidige polderpeil van NAP-6,2 m vormt kwel uit de pleistocene zandlaag een belangrijke balanspost. De kwaliteit van de kwel is matig tot slecht (zie paragraaf 2.5). De kwelpost dient dus beperkt te worden.

Om een zo goed mogelijke oppervlaktewaterkwaliteit te krijgen is afgesproken de volgende condities te realiseren (zie ook hoofdstuk 1):

- het stuwpeil door middel van een beweegbare stuw in te stellen op NAP-5,5 m;
- de minimale waterdiepte in de centrale vijver 3,0 m te laten zijn;
- het regenwater te bergen in het oppervlaktewater;
- het oppervlaktewater in Almeerderhout I in verbinding te brengen met het oppervlaktewater in het plangebied. In combinatie met de realisatie van de inlaat van water uit de Hoge vaart vindt op deze wijze doorstroming plaats.

Een stuwpeil van NAP-5,5 m komt overeen met de maximale stijghoogte. Voorlopig wordt de stuw geplaatst op de overgang van de watergang langs de Goudvinklaan naar de wegsloot langs de Kievitsloot.

In tabel 4.1 zijn de peilen van de woningen, de wegen en het openbaar groen in Almeerderhout II weergegeven.

Tabel 4.1 Peilen van wegen, woningen en openbaar groen in Almeerderhout II

		peilen (NAP+m)
wegen	minimaal peil	-3,80
	primaire ontsluitingsweg	-3,70
	overige wegen	-3,80
	Kivietsweg ter plaatse van aansluiting	-3,35
	Watersnipweg ter plaatse van aansluiting	-3,55
woningen	vloerpeil	-3,60
	terras	-3,70
	oprit	-3,70 à -3,80
	tuinen	-4,30 à -4,70
openbaar groen	peil	-3,85

4.3. Oppervlakte open water en peilstijgingen

Om verwachte peilstijgingen te kunnen schatten, zijn indicatieve dynamische bergingsberekeningen met behulp van de waterbalans uitgevoerd voor herhalingstijden van 1, 10 en 100 jaar. De regenduurlijn van deze laatste herhalingstijd is conform het WB21 middenscenario in 2050 vergroot met 10 %. Bij T=1 en 10 jaar mag de waterstand maximaal respectievelijk 0,15 m en 0,40 m stijgen (eis waterschap) en bij T = 100 maximaal tot aan het laagste maaiveldsniveau. Bij een T = 100 (+10 %) bui komt dit, voor de Almeerderhout II, neer op een maximale peilstijging van NAP-4,7 m – NAP-5,5 m = 0,8 m.

Na aanleg van Almeerderhout II vormt deze waterhuishoudkundig één geheel met Almeerderhout I. Dit betekent dat de huidige stuw tussen Hout I en Hout II verwijderd kan worden. In tabel 4.2 zijn de kentallen van Almeerderhout I en II weergegeven voor de bergingsberekeningen.

Tabel 4.2. Kentallen Almeerderhout I en II

Kental	Almeerderhout I	Almeerderhout II	Almeerderhout I+II
Bruto opp.	71,20 ha	55,64 ha	126,84 ha
Verhard opp.	28,48 ha (=40%)	7,62 ha (=13,70%)*	36,10 ha (=28,46%)*
Open water	2,14 ha (=3%)	3,45 ha (=6,20%)	5,68 (=4,41%)
Oeverlengte (met beschoeiing)	-	650 m	-
Oeverlengte (zonder beschoeiing)	1.790 m	4.320 m	-
Oevertalud (boven water)	1:1,5	1:3	-

* Deze getallen verschillen van de vroegere versie van het waterhuishoudingsplan omdat gecorrigeerd is voor het toegenomen aantal geplande woningen.

Voor de bergingsberekeningen wordt uitgegaan van de rechtstreekse afkoppeling van het totale verharde oppervlak naar het oppervlaktewater. Aangenomen is dat de berging op het verharde oppervlak gemiddeld 1,0 mm bedraagt. Voor de drainafvoer van het onverhard oppervlak zijn indicatieve berekeningen met een lineair reservoir uitgevoerd (deze berekening is nauwkeuriger dan de berekeningen die in 2001 zijn uitgevoerd). Dit reservoir modelleert de berging in de bodem en plasvorming op het maaiveld. Het heeft als kenmerken een uitstroomcoëfficiënt van 2 dagen en een maximum berging van 100 mm. Deze berging is gebaseerd op een uitgangsgroundwaterstand van ruim 1 m beneden maaiveld en een bergingscapaciteit in de bodem van 10 %. Aan de drains is een maximum afvoer opgelegd van 0,5 mm/uur (=12 mm/dag). De kentallen zijn ontleend aan het Cultuurtechnisch vademecum (ref. 11). Als de maximale berging van de bodem wordt overschreden stroomt het overtollig water oppervlakkig naar de watergangen af. Omdat het oppervlaktewaterpeil mee zal fluctueren met de stijghoogte (tussen NAP-5,5 m en NAP-5,9 m) is er geen sprake van kwel.

Omdat Almeerderhout I en Almeerderhout II één waterhuishoudkundig systeem zullen vormen zijn bergingsberekeningen uitgevoerd voor het hele systeem. Uit deze berekeningen blijkt dat bij de herhalingstijden van 1,10 en 100 + 10 % jaar volgen maximale peilstijgingen van respectievelijk 0,14 m, 0,26 m en 0,44 cm, bij een maximale afvoer van 1,5 l/(s.ha). Hierbij is rekening gehouden met berging in de taluds van de oevers. De verwachte peilstijgingen in het waterhuishoudkundig systeem van Almeerderhout I en II voldoen ruimschoots aan de eisen die het waterschap stelt. In de T=100 situatie blijven de waterstanden meer dan 0,3 m onder het laagste maaiveldniveau.

gevoeligheidsanalyse

De maximale waterstanden bij een gevoeligheidsanalyse zijn ook berekend voor een maximale berging in de bodem van 50 mm en zijn weergegeven in tabel 4.3. In de T=100 situatie stijgt de waterstand nu duidelijk meer tot NAP -4,60 m. Dit is 10 cm boven de laagste delen van de tuinen. Aanzienlijke schade als gevolg van deze waterstand wordt niet verwacht en aanpassing van het ontwerp is niet nodig (uit de 'basis' berekeningen blijkt immers dat geen sprake is van inundatie).

Tabel 4.3 Berekende maximale waterstanden

herhalingstijd	maximale waterstand (NAP+m)	
	basisberekening (100 mm berging*)	gevoeligheidsanalyse (50 mm berging)*
T = 1	-5,36	-5,36
T = 10	-5,24	-4,95
T = 100 + 10%	-5,06	-4,60

*Maximale berging in de bodem die is opgelegd aan het lineair reservoir.

verwachte bodemdaling

Witteveen+Bos heeft voor het waterschap Zuiderzeeland bodemdalingkaarten voor de Flevopolder en de Noordoostpolder opgesteld. Uit deze kaarten blijkt dat over de periode 2005-2050 een gemiddelde bodemdaling wordt verwacht van 30-35 cm, met een nauwkeurigheid van ±12-15 cm.

Tabel 4.4 Gemiddeld verwachte maaiveldhoogten in 2005 en 2050

maaiveld / tuinen	-4,30	-4,63
maaiveld / tuinen laagste delen	-4,70	-5,03
wegen	-3,80	-4,13
woningen	-3,60	-3,93
openbaar groen	-3,85	-4,18

De verwachting is dat het laagste maaiveld niveau daalt tot NAP -5,03 m. Dit maaiveld blijft net droog bij de verwachte waterstandsstijging (T=100) tot NAP -5,06 m.

Indien wordt uitgegaan van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse voor de peilstijgingen en/of de worst case voor de bodemdaling is wel sprake van een probleem. Dit blijkt uit de afzonderlijke en de gecombineerde beschouwing van deze situaties:

- indien wordt uitgegaan van een maximale berging in de bodem (en op het maaiveld) van 50 mm (gevoeligheidsanalyse), dan is de maatgevende waterstand: NAP -4,60 m (T=100, tabel 4.3); bij een gemiddelde bodemdaling van 35 cm ligt het gewenste aanlegniveau van de tuinen op NAP -4,25 m;
- indien wordt uitgegaan van het worst case scenario van de verwachte bodemdaling, dan daalt de maatgevende maaiveldhoogte met ca. 50 cm tot NAP -5,20 m; bij een maatgevende waterstand van NAP -5,06 m (basisberekening, T=100, tabel 4.3) ligt het gewenste aanlegniveau van de tuinen op NAP -4,55 m;

- indien wordt uitgegaan van een combinatie van de gevoeligheidsanalyse en de worst case scenario van de verwachte bodemdaling (maatgevende waterstand: NAP – 4,60 en bodemdaling van circa 50 cm), dan ligt het gewenste aanlegniveau van de tuinen op NAP –4,10 m. Indien deze uitgangspunten worden gehanteerd, wordt veiligheid op veiligheid gestapeld.

Geadviseerd wordt om de tuinen aan te leggen op minimaal NAP –4,25. Richting de watergangen kunnen ze geleidelijk aflopen, afhankelijk van de wensen van de bewoners. Alleen bij een combinatie van een bovengemiddelde bodemdaling en een maatgevende waterstand zullen de aflopende delen onderlopen. De overige voorzieningen (wegen, woningen, terrassen, opritten en openbaar groen) blijven allen droog. Aanpassing van de hoogten is niet nodig.

4.4. Doorspoeling

Om een inschatting te kunnen maken van de kwaliteit van het oppervlaktewater in het plangebied, is een globale inschatting gemaakt van de verdeling van de herkomst van het water op jaarbasis (zie tabel 4.5).

Tabel 4.5 Verdeling van jaarlijkse aanvoer van water

Aanvoer	hoeveelheid (m3)	aandeel (%)
Neerslag rechtstreeks op open water ¹	27597	10,6
Afstroming verhard oppervlak ²	36589	14,0
Aanvoer onverhard oppervlak ³	155987	59,8
Kwel ⁴	40617	15,6
Totaal	260790	100,0

¹ Uitgaande van gemiddeld 800 mm/jr.

² Uitgaande van een afvoerfactor van 0,6.

³ Uitgaande van een gemiddeld neerslagoverschot van 350 mm/jr.

⁴ Uitgaande van een gebiedsgemiddelde kwel van 0,2 mm/dag.

Uit tabel 4.5 blijkt dat het aandeel kwel van het aangevoerde water laag is. Het oppervlaktewater zal daardoor redelijk zoet zijn. Ook blijkt dat de aanvoer via het onverharde oppervlak groot is. Omdat er in het plangebied een kleiige bodem aanwezig is, kan daarom verwacht worden dat het oppervlaktewater redelijk voedselrijk zal zijn. Hierdoor kan in warme perioden algenbloei voorkomen. De aanleg van natuurvriendelijke oevers en de afvoer van hemelwater naar het oppervlaktewater dienen de kans hierop te verkleinen. Daarnaast wordt in overleg met het waterschap Zuiderzeeland een afsluitbare doorspoelvoorziening voor de nieuwe en oude bestaande woonwijk (Almeerderhout I en II) gerealiseerd. In de zomermaanden kan dan, om algenbloei en zuurstofgebrek te voorkomen, het water in de woonwijken ververscht worden door water uit de Hoge vaart. De waterpartijen in het noordoosten van de Almeerderhout I worden daarvoor verbonden met de aan te leggen watergangen aan de oostkant van de Almeerderhout II. De inlaatvoorziening moet worden afgesteld op een verblijftijd van 10 dagen. Hierbij wordt uitgegaan van verversing van het totale watervolume. Het water wordt ingelaten vanuit de Hoge vaart. De inlaatvoorziening komt ter plaatse van de peilscheiding in het uiterste zuiden van Almeerderhout I. Om het water ook langs de oostkant van Almeerderhout II te laten stromen zal een beweegbaar verdeelwerk geplaatst worden tussen de ronde vijver in Almeerderhout I en de centrale vijver in Almeerderhout II.

Het totale volume van het oppervlaktewater in Almeerderhout I is bepaald op circa 17950 m³. Dit is berekend op basis van de totale wateroppervlakte en de aannames van een gemiddelde waterdiepte van 1,20 m en een gemiddeld onderwatertalud van 1:3. Het totale volume van het oppervlaktewater in Almeerderhout II bepaald op circa 52800 m³. Dit is berekend op basis van de profielen en de wateroppervlakken van de watergangen. Hieruit volgt dat er een totaal watervolume van 70750 m³ in 10 dagen doorgespoeld moet kunnen worden. Dit komt overeen met een inlaatvoorziening van circa 85 l/s (= circa 6 mm/dag).

Vanaf de Hoge vaart tot de Leeuwerikweg dienen de bestaande duikers in de drainsloot vervangen te worden door duikers met een diameter van 600 mm om op genoemde doorspoelcapaciteit aangepast te zijn. De b.o.k van de duikers krijgen een niveau van NAP-6.00m. Ter plaatste van de peilscheiding bij de Leeuwerikweg dient de duiker afsluitbaar te zijn (niveau b.o.k. NAP -6,00 m). De huidige drainsloot tussen de Hoge Vaart en de vijver van Almeerderhout I aan de Leeuwerikweg wordt verdiept en verbreed zodat de aanvoer voor de doorspoeling is gewaarborgd.

Het waterschap heeft aangegeven bij dit advies geen problemen te verwachten.

4.5. Dimensies profielen en kunstwerken

centrale vijver

De centrale vijver heeft een oppervlakte van 22.125 m². Dit is inclusief 1.618 m² voor het eiland. Op de waterlijn heeft de centrale vijver dus een oppervlakte van 20.500 m². In bijlage VII zijn de maatgevende profielen van de oevers van de vijver en het eiland opgenomen. De totale oeverlengte van de vijver bedraagt circa 720 m. Het profiel, gelegen aan openbare grond heeft geen beschoeiing. Het gemiddelde oeverprofiel met beschoeiing is als volgt:

- een bovenwatertalud van 1:3;
- een 1 m brede berm op NAP-5,3 m, vervolgens oeverbeschoeiing;
- een 1 m horizontale onderwaterbodem op NAP-5,7 m;
- vervolgens een onderwatertalud van 1:5 tot NAP-8,5 m (profiel diepte 3,0 m).

De totale oeverlengte van het eiland bedraagt circa 160 m. Het gemiddelde oeverprofiel zonder beschoeiing is als volgt:

- een bovenwatertalud van 1:3 tot NAP-5,5 m;
- vervolgens een onderwatertalud van 1:5 tot NAP-8,5 m (profiel diepte 3,0 m).

Op basis van het wateroppervlak en de profielen wordt het volume water in de centrale vijver geschat op 41770 m³. In verband met eventuele archeologische vondsten kan de zuidelijke punt van de vijver anders ingericht worden.

oostelijke vijver en watergang langs de Kievitsweg

De oostelijke vijver en de watergang langs de Kievitsweg werden in de vroegere versie van het waterhuishoudingsplan als een geheel besproken. Het totale oppervlak van de vijver bedraagt 15.457 m². Dit is inclusief 4.459 m² voor het eiland. Op de waterlijn heeft de vijver dus een oppervlakte van circa 11.560 m². In bijlage VII zijn de maatgevende profielen van de oevers van de vijver en het eiland opgenomen. De totale oeverlengte van de vijver en de watergang bedraagt circa 1.460 m. Hiervan heeft circa 450 m beschoeiing, aangrenzend aan niet-openbare grond. De vijver heeft een profiel diepte van 1,5 m en de watergang langs de Kievitsweg heeft een profiel diepte van 1,2 m. Het profiel van de oever met beschoeiing is als volgt:

- een bovenwatertalud van 1:3;
- een 1 m brede berm op NAP-5,3 m, vervolgens oeverbeschoeiing;
- een 1 m horizontale onderwaterbodem op NAP-5,7 m;
- vervolgens een onderwatertalud van 1:3 tot NAP-6,7/-7,0 m (profiel diepte 1,2/1,5 m).

Het profiel van de oever zonder beschoeiing is als volgt:

- een bovenwatertalud van 1:3 tot NAP-5,5 m;
- vervolgens een onderwatertalud van 1:3 tot NAP-6,7/-7,0 m (profiel diepte 1,2/1,5 m).

De totale oeverlengte van het eiland bedraagt 335 m. Het profiel van de oever is als volgt:

- een bovenwatertalud van 1:3 tot NAP-5,5 m;
- vervolgens een onderwatertalud van 1:3 tot NAP-6,7/-7,0 m (profiel diepte 1,2/1,5 m).

Op basis van het wateroppervlak en de profielen wordt het volume water van de oostelijke vijver en de watergang langs de Kievitsweg geschat op 9420 m³.

watergang langs de Vogelweg

Aan de zuidzijde wordt de vijver langs de Vogelweg verbonden met een watergang die de vijver aansluit op de waterpartijen van Almeerderhout I. In bijlage VII is het maatgevende profiel van de watergang opgenomen. De watergang heeft een lengte van ongeveer 235 m en heeft op de waterlijn een breedte van 8,0 m. De bodembreedte bedraagt 1,0 m. De oevers van de watergang hebben geen beschoeiing. Bij de noordelijke oever wordt een plasbodem met een rietkraag aangebracht. Het profiel van de noordelijke oever is als volgt:

- een bovenwatertalud van 1:3;
- een 1 m brede berm op NAP-5,3 m;
- een 1 m horizontale onderwaterbodem op NAP-5,7 m;
- vervolgens een onderwatertalud van 1:3 tot NAP-6,7 m (profiel diepte 1,2 m).

Het profiel van de andere oever is als volgt:

- een bovenwatertalud van 1:3 tot NAP-5,5 m;
- vervolgens een onderwatertalud van 1:3 tot NAP-6,7 m (profiel diepte 1,2 m).

Op basis van het profiel en de lengte van de watergang wordt het totale volume water in de watergang langs de Vogelweg geschat op 1250 m³.

watergang langs de Goudvinklaan (toegangsweg)

Aan de noordoostelijke rand van het plangebied wordt langs de Goudvinklaan, in het verlengde van de centrale vijver, een brede watergang gesitueerd. In bijlage VII is het maatgevende profiel van de watergang opgenomen. De watergang heeft een lengte van ongeveer 70 m en heeft op de waterlijn een breedte van 8,0 m. De bodembreedte bedraagt 1,0 m. De oevers zijn niet beschoeid. Bij de noordwestelijke oever wordt een plasbodem met een rietkraag aangebracht. Het profiel van de noordwestelijke oever is als volgt:

- een bovenwatertalud van 1:3;
- een 1 m brede berm op NAP-5,3 m;
- een 1 m horizontale onderwaterbodem op NAP-5,7 m;
- vervolgens een onderwatertalud van 1:3 tot NAP-6,7 m (profiel diepte 1,2 m).

Het profiel van de andere oever is als volgt:

- een bovenwatertalud van 1:3 tot NAP-5,5 m;
- vervolgens een onderwatertalud van 1:3 tot NAP-6,7 m (profiel diepte 1,2 m).

Op basis van het profiel en de lengte van de watergang wordt het totale volume water in de watergang langs de Goudvinklaan geschat op 370 m³.

Voor de bermpassage wordt een afstand van 4 m en een verhang van 1:5 gehanteerd. De breedte is ongeveer gelijk aan het afstromend gedeelte (breedte) van de weg. Om optimaal gebruik te kunnen maken van de bermpassage dienen beide stroken van de Goudvinklaan op één oor te worden gelegd. Aan de andere kant van de Goudvinklaan (t.o.v. de watergang) dient een greppel te worden gegraven om het niet-infiltrerende regenwater op te vangen. Het profiel van deze greppel is als volgt:

- een talud van 1:2;
- een bodembreedte van 0,5 m;
- een diepte van 0,5 m.

verbreedde wegsloot langs de Kievitslaan

Aan de noordoostelijke rand van het plangebied dient de wegsloot van de Kievitsweg te worden verbreed om het water van Almeerderhout I en Almeerderhout II af te kunnen voeren naar de Kievitstocht. De lengte van de wegsloot tussen de te plaatsen stuw ter hoogte van de Goudvinklaan en de aanslui-

ting op de Kievitstocht bedraagt circa 510 m. De breedte op de waterlijn bedraagt circa 8,0 m. De verbreedde wegsloot is door middel van een duiker (onder de Goudvinklaan) verbonden met de stuw waarover het water van Almeerderhout II afstroomt. De wegsloot is ook via een duiker verbonden met de Kievitstocht.

verbreedde wegsloot Kievitsweg (westelijk deel)

Aan de noordoostelijke rand van het plangebied dient de wegsloot van de Kievitsweg te worden verbreed om het water van Almeerderhout I en Almeerderhout II af te kunnen voeren naar de Kievitstocht. De lengte van de wegsloot tussen de te plaatsen stuw ter hoogte van de Goudvinklaan en de aansluiting op de Kievitstocht bedraagt circa 510 m. De breedte op de waterlijn bedraagt circa 8,0 m. De bodembreedte bedraagt 1,0 m. De oevers hebben geen beschoeiing. Bij de westelijke oever wordt een plasbodem met een rietkraag aangebracht. Het profiel van de westelijke oever is als volgt:

- een bovenwatertalud van 1:3;
- een 1 m brede berm op NAP-5,3 m;
- een 1 m horizontale onderwaterbodem op NAP-5,7 m;
- vervolgens een onderwatertalud van 1:3 tot NAP-6,7 m (profiel diepte 1,2 m).

Het profiel van de andere oever is als volgt:

- een bovenwatertalud van 1:3 tot NAP-5,5 m;
- vervolgens een onderwatertalud van 1:3 tot NAP-6,7 m (profiel diepte 1,2 m).

kunstwerken

- de centrale vijver staat aan de noordoostzijde via een duiker in verbinding met de watergang langs de Kievitsweg. Op basis van de maatgevende afvoer is een minimale duikerdiameter berekend van 600 mm. Voor de veiligheid wordt een diameter van 800 mm aangehouden. De lengte van de duiker is circa 40 m.;
- de zuidzijde van de centrale vijver staat via een duiker $\varnothing 800$ mm lengte circa 50 m in verbinding met de waterpartijen van Almeerderhout I. Bij de uitlaat van de duiker moet een beweegbare stuw worden aangebracht die gaat functioneren als verdeelwerk. De bestaande stuw (kruinbreedte=1,0 m) met de bestaande duiker ($\varnothing 800$ mm, lengte 15 m) tussen Almeerderhout I en Almeerderhout II dienen te worden verwijderd;
- de vijver langs de Vogelweg staat aan de zuidzijde via een duiker in verbinding met een watergang die de vijver aansluit op de waterpartijen van Almeerderhout I. Op basis van het berekende doorspoeldebiet is een duiker met een minimale diameter van 400 mm vereist. Voor de veiligheid wordt een diameter van 600 mm aangehouden. De duiker heeft een lengte van circa 25 m.;
- om de afvoer van het water uit Almeerderhout II te kunnen reguleren wordt benedenstrooms van de watergang langs de Goudvinklaan een automatische stuw geplaatst. Deze locatie staat nog niet geheel vast. De stuw zou ook in de wegsloot langs de Kievitsweg geplaatst kunnen worden. Middels de stuw staat het water in het plangebied in verbinding met de Kievitstocht. De peilscheiding tussen het plangebied en de Kievitstocht wordt door de stuw instandgehouden. In de maatgevende situatie stroomt maximaal 16.490 m³/dag (71,2 ha + 55,64 ha * 13 mm/dag) over de stuw. Dit is 690 m³/uur = 0,19 m³/s. De kruinbreedte van de stuw is 1,0 m. Dit is een praktische maat voor brede watergangen met een gering debiet. De kruinhoogte wordt ingesteld op een niveau van NAP-5,5 m. Bij een debiet van circa 0,19 m³/s bedraagt de overstortende straal 0,22 m. De stuw kan worden uitgevoerd als een stuwbak type 'Dijkstra';
- de duiker die de wegsloot verbindt met de Kievitstocht en de duiker onder de Goudvinklaan hebben beiden een diameter van 800 mm, en een lengte van respectievelijk circa 30 m en circa 35 m. Bij de verbinding met de Kievitstocht moet de bestaande duiker worden vervangen.

4.6. Ontwatering en drainage

Op het villapark dient de ontwatering zodanig te zijn dat geen overlast wordt ondervonden van hoge grondwaterstanden. Dit betekent dat een voldoende grote ontwateringsdiepte gewaarborgd moet zijn. De ontwateringsnormen, die gecombineerd worden met de vereiste maatgevende afvoer, zijn voor een aantal bestemmingen vermeld in tabel 4.6.

Tabel 4.6 Ontwateringsnormen

Bestemming	Ontwateringsdiepte (m-mv)	Afvoer (mm/d)
		Bouwrijpfase / woonfase
Wegen	0,7 – 1,0	10 / 5
Nutsleidingen	0,6 – 1,0	10 / 5
Parkeerterreinen	0,7	Nvt / 5
Gebouwen met kruipruimte	0,7	Nvt / 5
Gebouwen zonder kruipruimte	0,5	Nvt / 5
Plantsoenen/parken	0,5	Nvt / 7
Begaanbaarheid	0,5 – 0,7	10 / nvt

De bovenstaande eisen leiden tot een minimale ontwateringseis van 0,7 meter onder het toekomstig maaiveldniveau. De ontwatering van minimaal 0,7 m-mv dient gerealiseerd te worden met blokdrainage, cunet-, kavel- en woningdrainage. Onder de wegen is uitgegaan van een ontwateringsdiepte van 1,0 m-mv.

De cunetdrainage bestaat uit een PVC-drain met polypropyleenomhulling, $\varnothing$ 80 mm. De drainageleiding wordt aangesloten op het regenwaterriool. De leiding ligt op een diepte van NAP - 5,30 m.

De kaveldrainage bestaat uit geribbeld PVC-drain met polypropyleenomhulling, $\varnothing$ 80 mm. Elk perceel heeft een eigen kaveldrain die wordt aangesloten op de cunetdrainage van de wegen. De leiding ligt op een diepte van NAP - 5,30 m.

In het zandpakket, dat rondom de woningen wordt aangebracht, wordt een drain aangelegd op een diepte van NAP - 4,90 m met één doorsteekpunt per woning. De woningdrainage bestaat uit geribbeld PVC-drain met polypropyleenomhulling, $\varnothing$ 80 mm. Deze drainage dient zowel voor de ontwatering tijdens de bouwfase als tijdens de woonfase. De woningdrainage wordt aangesloten op de cunetdrainage.

5. EFFECT OP DE GRONDWATERSTAND

Om te bepalen of de waterhuishoudkundige inrichting van Almeerderhout II invloed op de stijghoogten en de freatische grondwaterstand heeft is een eenvoudig (indicatief) grondwatermodel opgezet.

modelgrenzen

Het modelgebied is zo gekozen dat de modelranden buiten de invloedssfeer van de waterhuishoudkundige ingrepen liggen. De oriëntatie van het model is zo gekozen dat het model evenwijdig aan de isohypsen van het eerste watervoerende pakket ligt. De grenzen zijn het Gooimeer, de A27 en de A6.

De zuidwest- (het Gooimeer) en de noordostrand van het model hebben een vaste stijghoogte van respectievelijk NAP-3,5 m en NAP-5,75 m. De zuidoost- en de noordwestrand zijn dicht, zodat geen stroming over deze grens kan plaatsvinden. Er is een uniforme grondwateraanvulling (neerslag-verdamping) van 0,001 m/dag ingevoerd.

netwerk

Voor het model is een netwerk gegenereerd dat bestaat uit driehoekige elementen. De gehanteerde knooppuntsafstanden zijn:

- 10 tot 20 m ter plaatse van watergangen in Almeerderhout II;
- 50 m ter plaatse van het overige deel van Almeerderhout II;
- oplopend van 50 tot 200 m, buiten Almeerderhout II tot de modelgrenzen.

geohydrologische schematisatie

In tabel 5.1 is de geohydrologische schematisatie van het plangebied weergegeven. De invoer van de parameterwaarden heeft plaatsgevonden aan de hand van deze tabel.

Tabel 5.1 Geohydrologische schematisatie

Geohydrologische Schematisatie	Geologische Formaties	Dikte (m)	Doorlaatvermogen (m ² /dag)	Weerstand (dagen)
Deklaag	Westland	2,2 tot 4 m	Nvt	4.000
1 ^e wvp	Twente en Kreftenheye	± 20 m	400	Nvt
SI	Eem en Drente	5 à 10	Nvt	1.500
2 ^e wvp	Drente	125 tot 175	6.500	Nvt
Basis	Maasluis	± 40	Nvt	Nvt

modellering huidige situatie

Het model is stationair doorgerekend voor de gemiddelde, huidige situatie. Het berekende isohypsenpatroon van het 1^e watervoerend pakket is op het oog vergeleken met het gemeten isohypsenpatroon. Na vergelijking bleek het berekende en gemeten isohypsenpatroon redelijk tot goed overeen te komen.

modelleren van de waterhuishoudkundige maatregelen in Almeerderhout II

De volgende waterhuishoudkundige ingrepen zijn gemodelleerd:

- het inbrengen van de geplande watergangen en vijvers, met bijbehorende stuwwaai;
- het vergraven van de deklaag ter plaatse van de centrale vijver, het oppervlaktewater staat in contact met het grondwater in 1^e watervoerend pakket;
- het wijzigen van de grondwateraanvulling ter plaatse van het plangebied in 0,0008 m/d;
- het laten vervallen van de kleine kavelsloten ter plaatse van het plangebied;
- de kwel van het 1^e watervoerend pakket naar het oppervlakte water ter plaatse van de centrale vijver bij verschillende weerstanden van de Holocene deklaag, indien deze niet vergraven wordt, maar verlaagd door middel van het onderzuigen van het pleistocene zand;

resultaat modelberekening met betrekking tot effect waterhuishoudkundige maatregelen

Met het Micro-Femmodel zijn de waterhuishoudkundige ingrepen stationair doorgerekend. Het ontworpen oppervlaktewaterpeil en de iets verminderde aanvulling van het grondwater hebben nauwelijks een stijghoogteverandering in het watervoerend pakket tot gevolg (enkele centimeters daling). De invloed van de waterhuishoudkundige inrichting van Almeerderhout II op de omgeving is zeer beperkt.

De invloed van de waterhuishoudkundige inrichting is klein omdat het oppervlaktewater in de centrale vijver in directe verbinding met het grondwater in het watervoerend pakket staat. Het oppervlaktewaterpeil zal dus meefluctueren met de stijghoogte (tussen NAP-5,5 m en NAP-5,9 m). Aangezien het stuwpeil is ontworpen op een maximale stijghoogte van NAP-5,5 m is er geen invloed op de stijghoogte.

berekeningen grondwaterstroming

De situatie waarbij de Holocene deklaag gedeeltelijk tot volledig is afgegraven in de centrale vijver wordt gemodelleerd met een verticale weerstand van 10 dagen. Als gevolg van deze verlaging van de weerstand kan een kwelintensiteit van ongeveer 5 mm/dag in de vijver verwacht worden (zie Tabel 5.2). Verdeeld over geheel Almere Hout II komt dit neer op bijna 0,2 mm/dag, dus een zeer geringe hoeveelheid. Als de Holocene deklaag niet wordt afgegraven, door bijvoorbeeld te kiezen van het onderzuigen van het pleistocene zand, kan er een kwelloze situatie verwacht worden. Als gevolg van scheurvorming in de deklaag zou de weerstand lager kunnen zijn, maar uit Tabel 5.2 blijkt dat de te verwachten kwelintensiteiten nog kleiner zullen zijn.

Tabel 5.2 Gemodelleerde lokale stijghoogte in het eerste watervoerende pakket ten opzichte van het waterpeil in de centrale vijver in Almeerderhout II en berekende kwel intensiteiten voor verschillende verticale weerstanden van de Holocene deklaag onder de centrale vijver

verticale weerstand (dagen)	gem. stijghoogteverschil (m)	kwel (mm/dag)	kwel (m ³ /dag)
10	0,07	5,1	101,5
100	0,14	1,2	23,5
1000	0,16	0,1	2,73
2000	0,16	0,1	1,4
4000	0,16	0,0	0,7

Het is overigens opvallend dat met het model een lichte kwel wordt berekend. Immers uit de stijghoogte metingen blijkt dat de stijghoogten tussen NAP -5,5 m en NAP -5,9 m liggen (stijghoogteverschil met oppervlaktewater ligt tussen 0,0 en 0,4 m). Dit zou leiden tot een lichte infiltratie. Mogelijke oorzaken van de verschillen zijn de modelnauwkeurigheid en de invloed van de verandering van de oppervlaktewaterpeilen op de stijghoogte. Uit zowel de metingen als de berekeningen blijkt echter dat de verticale grondwaterstroming bij een waterpeil van NAP -5,5 m gering zal zijn. De kwel zal de grondwaterkwaliteit dus niet sterk beïnvloeden en in droge periode zal geen sprake zijn van sterke waterstands dalingen door infiltratie van water naar het watervoerende pakket.

6. AANLEG CENTRALE VIJVER MET ONDERZUIGTECHNIEK

De centrale vijver kan worden aangelegd door traditionele ontgraving. Er is echter ook een alternatief denkbaar waarbij niet de deklaag van klei en veen wordt afgegraven maar zand onder de deklaag wordt gewonnen (onderzuigtechniek). Door de zandwinning daalt de deklaag en ontstaat de vijver. Voordelen van deze techniek zijn:

- bij de aanleg van de vijver komt zand vrij in plaats van klei of veen. Dit zand kan uitstekend ter plaatse worden benut voor ophoging etc. Klei en met name veen zijn minder goed bruikbaar vanwege de slechte waterdoorlatendheid en de zettingsgevoeligheid;
- de weerstandbiedende functie van de deklaag blijft grotendeels behouden. De invloed van het diepe grondwater op het water in de vijver is daardoor minder groot. Bij een traditionele ontgraving zou daarentegen op de diepe plekken rechtstreeks contact met het watervoerende pakket ontstaan. Dit heeft invloed op de waterkwantiteit (kwel of wegzijging) en de waterkwaliteit.

Een nadeel van het toepassen van onderzuig technieken is dat archeologisch vondsten die zich onder de taluds van de vijver bevinden niet behouden blijven, terwijl dit bij normale ontgraving wel het geval zou zijn. Gezien bovenstaande kan onderzuigen hier een interessante techniek vormen. Vragen die wel moeten worden beantwoord zijn: is het onderzuigen hier technisch mogelijk en hoe verhouding zich de kosten tot het traditioneel ontgraven.

Om bovenstaande vragen te beantwoorden is informatie opgevraagd over baggertechnieken van de bedrijven Boskalis en Van Oord.

6.1. BeauDredge techniek van Boskalis

BeauDredge is een door Boskalis ontwikkelde techniek waarbij granulair materiaal (meestal zand) wordt gewonnen onder een bestaande bovenlaag (bij voorkeur klei - of veenachtig materiaal voor beter afdichting). De bovenlaag wordt doorboord door een lans met jet - en zuiginrichting. Wanneer de lans in het te winnen materiaal is aangekomen, roteert deze en wordt het water in de grond gespoten en via de zuigmond afgepompt. Gedurende het jet - en zuigproces wordt in de "kuil" een overdruk gecreëerd om te voorkomen dat de bovenlaag vroegtijdig inzakt. Wanneer de lans nagenoeg volledig om zijn as is gedraaid, wordt de overdruk in de kuil verlaagd en zakt de bovengrond naar beneden. Op de volgende positie wordt dit procédé weer herhaald. Door een goede patroonkeuze voor het boren van de lans kan een bodemruwheid worden gehaald van plus of min 25 cm.

In de situatie in Almere Hout moet eerst met een droge opstelling worden gewerkt om de bodem circa 2 m te laten zakken. Daarna wordt water in de ontstane laagte gelaten en wordt de techniek vanaf een ponton toegepast.

uitgangspunten

Voor de waterpartij nabij Almere gelden de volgende uitgangspunten:

- oppervlakte van de vijver circa 2 ha;
- (water)diepte van de vijver ongeveer 3 meter (ruim 4 m beneden maaiveld);
- grondwaterstand circa 1.5 meter beneden maaiveld;
- bovenlaag bestaande uit klei en veen met een laagdikte tussen 4 en 5 meter;
- totaal te winnen hoeveelheid zand 70.000 m³.

toepassen van BeauDredge

Het toepassen van BeauDredge heeft voor de waterpartij in Almere op het eerste gezicht een aantal voordelen (zie hiervoor). Toch kleeft er aan de toepassing van BeauDredge in dit geval een aantal nadelen waardoor vanuit economisch oogpunt toch beter gekozen kan worden voor traditionele ontgraving:

- doordat aanvankelijk met een droge opstelling zal moeten worden begonnen moet de booropstelling buiten de invloedssfeer van de kuil staan om te voorkomen dat deze in de kuil zakt. Omdat de

- kuil zich op 5 meter diepte zal vormen en een diameter van 10 meter kan hebben moet de kraan op minstens 10 meter vanaf de makelaar staan. Dit betekent dat er een zware kraan nodig is die slechts beperkte producties doet;
- door het beperken van de diameter van de kuil wordt automatisch ook de diepte van de kuil beperkt, immers hoe hoger de drukken hoe groter en dieper de kuil. Bij beperking van de diepte van de kuil duurt het dus langer tot de definitieve diepte is bereikt, dus extra productieverlies;
 - doordat je in verschillende slagen naar de definitieve diepte toe werkt, bestaat de kans dat de reeds verlaagde bodem beneden het grondwater komt en dus niet meer bereikbaar is voor de droge opstelling. Op dat moment zal de kraan op een later aan te voeren ponton moeten worden geplaatst. Dit zal wel een gunstig effect hebben op de producties omdat de ponton nu boven de kuil kan drijven;
 - naast bovenstaande beperkingen zijn er ook wat praktische zaken op te lossen:
 - er moet water aanwezig zijn voor de jet (droge opstelling);
 - het zand - water mengsel moet ergens worden gestort om het zand te winnen;
 - het water moet worden geloosd op het oppervlaktewater (vergunning);
 - bovendien heeft de aanvoer van zand van elders als voordeel dat je de kwaliteit kan beschrijven en de levering kan afstemmen op de woningbouw.

De toepassing van BeauDredge op deze locatie is ook voorgelegd aan Boskalis, die bovenstaande conclusies onderschrijven. Over het algemeen geldt dat de toepassing van BeauDredge alleen economisch rendabel is wanneer bespaard kan worden op saneringskosten en/of wanneer vanaf het water gewerkt kan worden met grotere kuilen, dus meer productie.

6.2. Onderzuigtechniek Van Oord

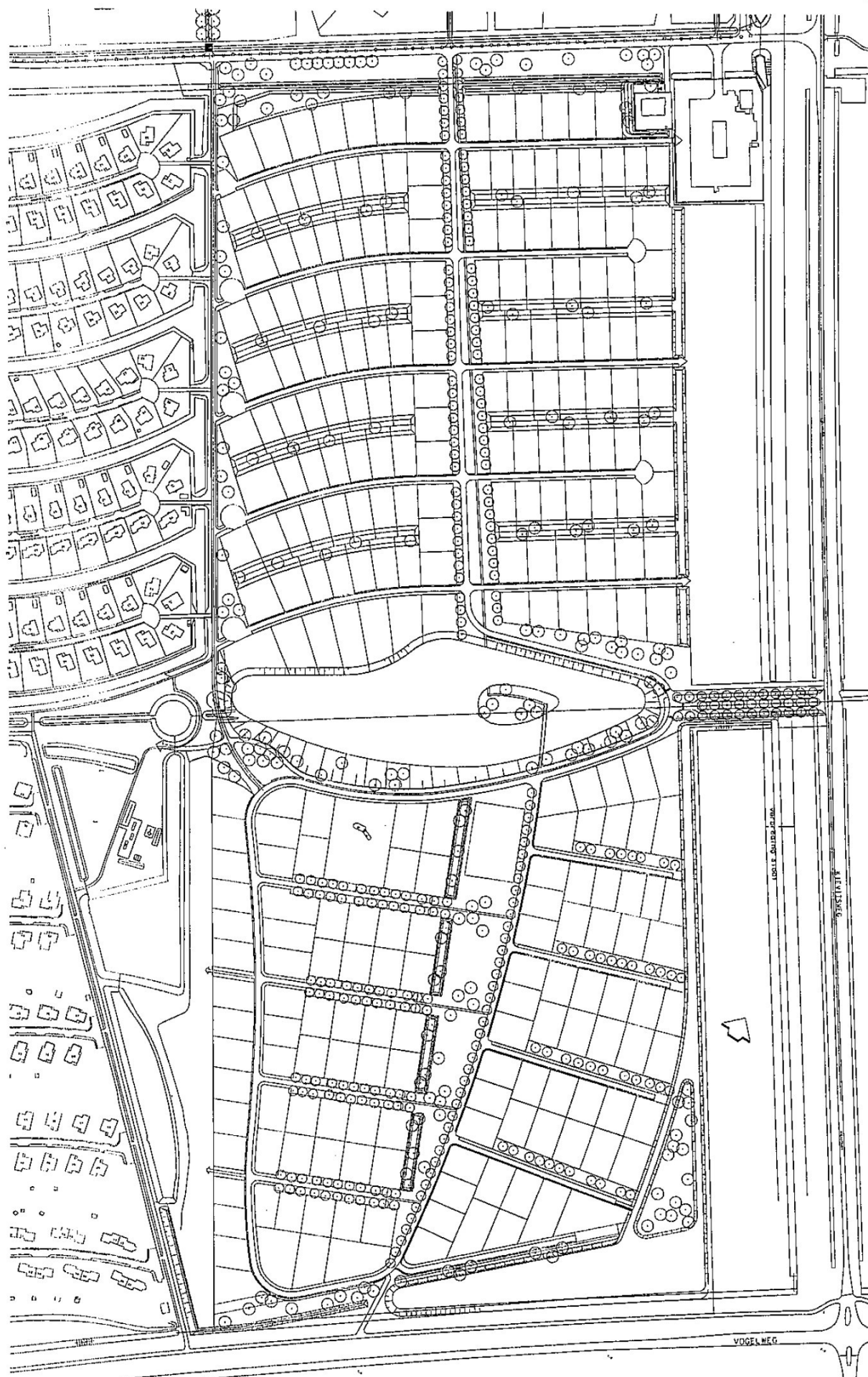
Een soortgelijke techniek wordt door het bedrijf Van Oord ontwikkeld. Op basis van eerste proefnemingen lijkt het er op dat de omvang van de kuilen op maaiveldniveau kleiner is. Een mogelijk oorzaak hiervan is het verschil in de kop van de lans die wordt toegepast. Een ander verschil is dat men met meerdere lansen tegelijkertijd wil gaan werken waardoor het maaiveld gelijkmatiger zakt. Gezien deze verschillen lijkt de techniek van Van Oord beter toepasbaar bij een droge opstelling.

Onduidelijk is nog welke kosten met deze techniek zijn gemoeid. In het voorjaar van 2005 wordt een proef in het Ketelmeer uitgevoerd. Hierbij ontstaat meer inzicht in het effect van deze baggertechniek en de te realiseren productie. Na afloop van de proef kan een raming worden opgesteld voor toepassing van deze techniek in Almere Hout II. Tenslotte heeft Van Oord aangegeven dat zij op zoek zijn naar een uitvoeringsgerichte proef (periode eind 2005 / begin 2006) als vervolg op de proef in het Ketelmeer. De locatie Almere Hout lijkt hiervoor geschikt. Voordeel van deelname aan een dergelijke proef is dat hiervoor subsidie beschikbaar is. Indien hiervoor belangstelling bestaat kan contact op worden genomen met Van Oord [REDACTED] [REDACTED]

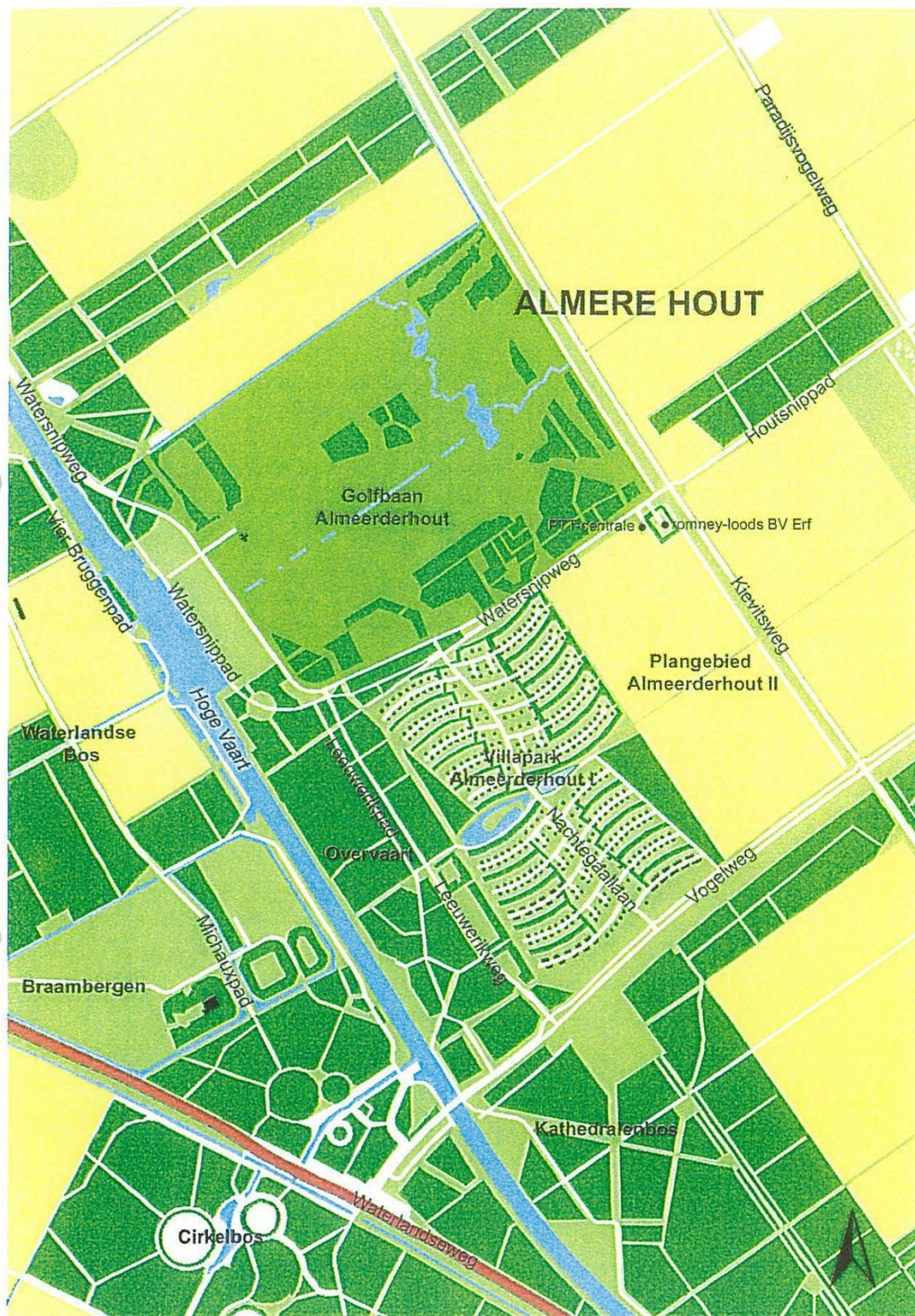
7. REFERENTIES

1. MER bouwlocatie Almere-Hout, Gemeente Almere, Ruimtelijke ordening, Volkshuisvesting en Milieu, Almere, 1999.
2. Grondwaterkaart van Nederland, kaartblad 20 west en 26 oost/west. NITG-TNO, 1985.
3. Geohydrologische atlas IJsselmeergebied. Rijkswaterstaat, 1991.
4. Het grondwater in het ondiepe Pleistocene pakket in Zuidelijk Flevoland (stijghoogte en kwaliteit) over de periode 1992-1994, [REDACTED] en [REDACTED], Flevobericht nr. 392, Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
5. DINO (Digitale Informatie Nederlandse Ondergrond). NITG-TNO, maart 2001.
6. Notitie waterhuishoudingsplan Almeerderhout. Witteveen+Bos (projectnummer Alr48.21), november 1992.
7. Civieltechnische uitgangspunten t.b.v. woningbouwplan Almeerderhout II. Witteveen+Bos (projectnummer Alr274.1), maart 2000.
8. Grondonderzoek betreffende Almere Hout II aan de Kievitsweg te Almere. Fugro B.V. (Opdrachtnummer: R-2635), september 1999.
9. Grondwater Almere Hout 2. Witteveen+Bos (projectnummer Alr274.1), december 1999.
10. Ontwikkelingsplan villapark Almeerderhout II. Volker Wessels Vastgoed, november 2000.
11. Cultuurtechnisch vademecum, Vereniging voor landinrichting, Utrecht, 1992.

BIJLAGE I Stedenbouwkundig plan



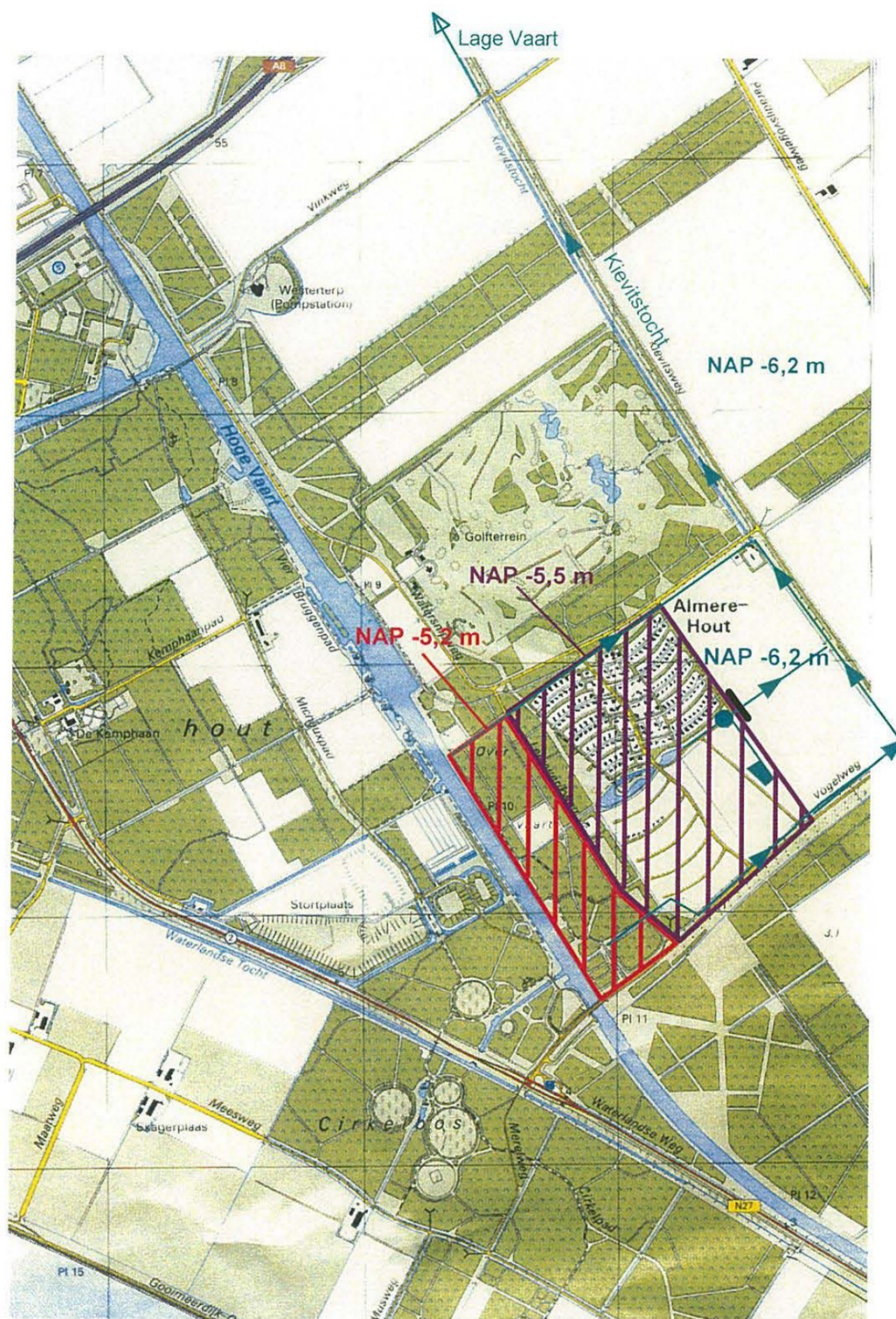
BIJLAGE II Ligging plangebied



Kaart: Bestaande situatie

BIJLAGE III Huidige waterhuishoudkundige situatie

Bijlage III Huidige waterhuishoudkundige situatie




 stuw (NAP -5,5 m)
 met duiker (diameter 800 mm)

projectnaam: waterhuishoudingsplan
 Almeerderhout II
 projectcode: Alr274.2.333

BIJLAGE IV Locatie peilbuizen in het plangebied

Watersnipweg

5

Kievietsweg

Almere Hout II

3

2

toekomstige vijver

1

Almere Hout

4

Vogelweg

Legenda

peilbuis

0 50 100 150m

Roadgevende ingenieurs

Witteveen

Bos

Deventer
Almere
Breda
Den Haag
Maastricht

water
infrastructuur
milieu
bouw

Lokale situatie met peilbuizen

opdrachtgever :

projectnaam : Almere Hout II

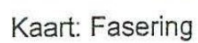
projectcode : Alr274.1

Get. : KUIH

Gez. :

Dat. : 23-11-1999

BIJLAGE V Fasering



BIJLAGE VI Waterhuishouding Almeerderhout II