

3. BODEM EN WATER

3.1. Doelstellingen bodem en water

algemeen

Er zijn door de gemeente Almere een aantal kwaliteits- en milieudoelstellingen geformuleerd voor het thema bodem en water (zie MER deel 1 tabel 2.4). Daarnaast zijn concrete doelstellingen voor de ontwikkeling van Almere Poort afgeleid uit de doelstellingen zoals verwoord in de Leidraad Bodembescherming, de Vierde Nota Waterhuishouding en het Waterhuishoudingsplan 1994-1998 Flevoland [lit. b&w, 2] (zie bijlage I). De doelstellingen kunnen worden vertaald als het streven naar een bepaalde kwaliteit voor de volgende waarden:

- gebruikswaarde (hierin zitten ook doelstellingen t.a.v. comfort);
- belevingswaarde;
- toekomstwaarde (duurzaamheid);
- natuurwaarde.

De doelstelling voor het aspect **bodem** hebben betrekking op de toekomstwaarde:

- het gebruik van ophoogzand dient minimaal te zijn; De winning van zand heeft op veel beoogde winplaatsen negatieve milieu-effecten. Gebruik van grote hoeveelheden zand vormt daarmee een milieubelasting en is dus niet duurzaam.
- de voorgenomen activiteiten mogen niet leiden tot verontreiniging van de bodem;
- bestaande bodemverontreinigingen worden gesaneerd indien de verontreinigingen bij het huidige of toekomstige gebruik risico's voor de volksgezondheid of het milieu veroorzaken.

Voor **water** zijn de volgende aanvullende doelstellingen afgeleid:

- gebruiks-, belevings-, toekomst- en natuurwaarde:
 - . het zoveel mogelijk benaderen van de streefwaarden voor de waterkwaliteit, tenzij het verhoogde achtergrondwaarden betreft zoals brakke kwel; Door schoon water zoveel mogelijk vast te houden, en door afvalwater en (mogelijk) verontreinigd afstromend hemelwater te behandelen voordat het in het oppervlaktewater terecht komt, kan deze doelstelling bereikt worden.
- gebruikswaarde:
 - . voorkomen van wateroverlast en watertekort zodat wordt voldaan aan de eisen die de toekomstige stedelijke inrichting stelt;
 - . het gebruiken van het water voor recreatie.
- belevingswaarde:
 - . vergroting van de belevingswaarde van het water door benutting van het watersysteem voor natuur(ontwikkeling).
- toekomstwaarde
 - . afstemming van de toekomstige inrichting op de bestaande bodemopbouw en (geo)hydrologie;
 - . minimalisering van de hoeveelheid kwel, zodat minder energie voor het uitpompen van kwelwater nodig is;
 - . het sluiten van waterbalansen door zoveel mogelijk op drinkwatergebruik te besparen hergebruik van water en de afvoer van water na afvalwaterzuivering te verminderen;
- natuurwaarde:
 - . het benutten van de mogelijkheden van natuurontwikkeling van het watersysteem en inpassing in ecologische verbindingzones.

vertaling doelstellingen naar stedelijk gebied

Om de hiervoor genoemde algemene doelstellingen te kunnen vertalen naar concrete (sub)doelstellingen, wordt eerst een beeld geschetst van de voorgenomen ingreep en de relaties met bodem en water.

Door herinrichting van het gebied Poort wordt de bestaande waterhuishouding veranderd. Indien geen compenserende en mitigerende maatregelen worden genomen, kunnen de volgende negatieve effecten optreden:

1. door toename van het verhard oppervlak stroomt neerslag sneller af. Indien het **afwateringssysteem** hier niet op toegesneden is, zal wateroverlast optreden (water op straat). Indien het afwateringssysteem goed functioneert, maar onvoldoende water in de bodem of oppervlaktewater wordt geborgen, worden in een korte periode grote hoeveelheden water naar de omgeving afgevoerd. Dit kan leiden tot wateroverlast in het benedenstroomse gebied.
2. een gebied met intensieve bebouwing met woningen, bedrijven en recreatieve voorzieningen stelt strengere eisen aan de **ontwatering** dan een agrarisch gebied omdat wateroverlast in een bebouwd gebied meer schade veroorzaakt. Dit betekent dat het ontwerp van de ontwatering goed moet worden afgestemd op de inrichting van het gebied.
3. door de herinrichting zullen een groot aantal activiteiten plaatsvinden. Deze activiteiten hebben een ander karakter en zijn intensiever in vergelijking tot het huidige agrarische en recreatieve gebruik. Bij toename van de activiteiten komen in het algemeen meer **verontreinigende stoffen** vrij. De verontreinigende stoffen die vrijkomen, kunnen leiden tot verontreiniging van het water, de bodem en de waterbodem.
4. bij herinrichting van het gebied wordt in het algemeen ook het stelsel van waterlopen gewijzigd. Indien in het gebied een minimaal oppervlak voor water en oevers beschikbaar is, nemen de **ontwikkelingsmogelijkheden voor flora en fauna** af omdat overal uniforme, steile taluds worden toegepast.

Zowel de doelstellingen van het provinciaal Waterhuishoudingsplan als van de Vierde Nota Waterhuishouding zijn erop gericht bovenstaande negatieve effecten te voorkomen en zo mogelijk een verbetering ten opzichte van de huidige situatie te bereiken. Hiervoor zijn de volgende mogelijkheden:

ad. 1

Door schoon, afstromend hemelwater in het gebied vast te houden, wordt voorkomen dat afvoerpieken naar de omgeving optreden. Het vasthouden van schoon water heeft als bijkomend voordeel dat een buffer wordt opgebouwd voor droge perioden, waardoor niet of minder water behoeft te worden ingelaten. Het vasthouden van water kan plaatsvinden door infiltratie in de bodem of afvoer naar een watersysteem waar grotere peilfluctuaties kunnen worden toegestaan. Infiltratie in de bodem verdient de voorkeur als de bodem hiervoor geschikt is of geschikt kan worden gemaakt. Dit betekent dat de bodem matig of goed doorlatend moet zijn en de grondwaterstand voldoende diep is om zonder wateroverlast te kunnen infiltreren. In gebieden waar verdroging van natuurgebieden in de omgeving is geconstateerd, kan infiltratie bijdragen aan het tegengaan van de verdroging. Berging van water in het oppervlaktewaterstelsel wordt toegepast in lager gelegen gebieden met een klei- of veenbodem. Deze vorm van berging sluit aan op de oorspronkelijke afwatering van laaggelegen klei- en veengebieden, waar het wateroverschot niet kan infiltreren maar leidt tot de vorming van moerasachtige gebieden. Berging in het oppervlaktewatersysteem is alleen mogelijk indien het oppervlaktewater minimaal ca. 6% van het totale oppervlak uitmaakt.

Behalve door water te bergen in de bodem of het oppervlaktewaterstelsel kan water uit het gebied (her)gebruikt worden binnen het gebied. Bij hergebruik van water kan een besparing op de benodigde hoeveelheid drinkwater worden bereikt. Hierdoor worden binnen het gebied waterbalansen gesloten en hoeft minder water te worden in- en uitgelaten.

ad. 2

Zowel wegen als de bebouwing stellen eisen aan de ontwatering (hoogte maximale grondwaterstand ten opzichte van maaiveld). Deze eisen zijn strenger dan de huidige landbouwkundige ontwatering. De benodigde ontwatering kan worden bereikt door ophoging van het maaiveld, de aanleg van een intensiever netwerk van drainagebuizen, een aangepaste bouwmethode of verlaging van het polderpeil. Al de hiervoor genoemde methoden hebben voor- en nadelen:

- ophogen: voor het ophogen moet grond (zand) van buiten het studiegebied worden aangevoerd. Hierdoor kan niet met een gesloten grondbalans worden gewerkt en zal een

aanzienlijke hoeveelheid zand moeten worden aangevoerd, wat een aanslag op de hoeveelheid grondstoffen betekent. Andere nadelen zijn dat de zandlaag ruim van te voren (4 à 5 jaar) moet worden aangebracht (in verband met zettingen) en de hoge kosten (het terrein kan enkele jaren niet worden gebruikt en het opbrengen van grond is een voorinvestering die hoge rentelasten mee kan brengen). Voordeel van het gebruiken van een ophooglaag is de goede begaanbaarheid en ontwatering op het moment dat met de bouw gestart wordt. Ook biedt de aanwezigheid van een ophooglaag extra flexibiliteit bij het afvoeren of infiltreren van afstromend regenwater van verharde oppervlakken.

- bouwmethode: indien kruipruimteloos wordt gebouwd, kunnen onder de woningen hogere grondwaterstanden worden toegestaan dan bij bouwen met kruipruimten. De drooglegging die nodig is bij openbaar groen, tuinen en wegen (in verband met de stabiliteit van de fundering) blijven ongewijzigd bij kruipruimteloos bouwen.
- intensiever drainagestelsel en lager polderpeil: Nadeel van deze methode is dat extra kwelwater zal worden aangetrokken. Dit betekent een extra belasting van het watersysteem met zoute kwel en extra energieverbruik om het water uit de polder te pompen.

ad. 3

Verontreiniging van bodem en water kan worden voorkomen door emissies van verontreiniging zoveel mogelijk te voorkomen door eisen te stellen aan de bedrijfsvoering, het gebruik van recreatieve voorzieningen (inzameling en verwerking van afvalwater en materiaal dat vrijkomt bij onderhoud in de jachthaven) en bouwmaterialen te gebruiken die niet uitloggen. Een ander voorbeeld is het voorkomen van verontreiniging door verdund afvalwater bij overstorten van het rioolstelsel. Het is echter ook niet gewenst dat schoon water via het rioolstelsel wordt afgevoerd naar de AWZI.

ad. 4

Indien het oppervlak aan water geminimaliseerd wordt betekent dit een achteruitgang voor de mogelijkheden van ecologische ontwikkeling. Echter wanneer een 'normaal' oppervlak water beschikbaar is (circa 6%) en langs enkele watergangen ruimte is voor flauwe oevers kunnen de mogelijkheden voor natuurontwikkeling toenemen ten opzichte van de huidige situatie. Een aandachtspunt is dan wel de waterkwaliteit (zie punt 2). Door een 'slimme' inrichting kan natuurontwikkeling worden bevorderd zonder extra ruimte beslag, bijvoorbeeld door de aanleg van plasbermen die ook bijdragen aan het bergend oppervlak van de watergang.

concrete doelstellingen

Ten aanzien van de bodem bestaan de volgende doelstellingen:

- het gebruik van ophoogzand dient minimaal te zijn omdat dit gebruik een aanspraak op de aanwezige voorraad grondstoffen betekent;
- de voorgenomen activiteiten mogen niet leiden tot verontreiniging van de bodem;
- bestaande bodemverontreinigingen worden gesaneerd indien de verontreinigingen bij het huidige of toekomstige gebruik risico's voor de volksgezondheid of het milieu veroorzaken.

Uit hiervoor genoemde aandachtspunten en de doelstellingen uit het provinciaal Waterhuishoudingsplan en de Vierde Nota Waterhuishouding volgen de concrete doelstellingen voor het water in het studie gebied:

- de inrichting van het gebied, waaronder de waterhuishouding, moet zijn afgestemd op de bodem- en waterhuishoudkundige situatie in het gebied. De toekomstige waterhuishouding zal dus aansluiten op het bestaande hydrologische systeem. De waterhuishouding moet echter wel dusdanig worden ingericht dat het gebied aan de eisen voldoet die de toekomstige inrichting stelt. Dit betekent onder andere dat geen wateroverlast mag optreden. Wateroverlast wordt niet alleen voorkomen door goed ontwerp van de ont- en afwatering, ook de bouwmethode is van belang. Zo zal bij kruipruimteloos bouwen minder snel grondwateroverlast optreden dan bij een traditionele bouwwijze.
- de hoeveelheid kwel moet worden geminimaliseerd omdat het uitpompen van kwel tot in lengte van dagen energie vraagt, hetgeen niet duurzaam is.

- het sluiten van waterbalansen: in hoeverre kan op het drinkwatergebruik worden bespaard door hergebruik van water uit het gebied (voor bijvoorbeeld toiletspoeling) en in hoeverre kan de afvoer van water na de afvalwaterzuiveringsinstallatie worden verminderd zonder negatieve beïnvloeding van de waterkwaliteit in het gebied.
- de waterkwaliteit dient de streefwaarden zo veel mogelijk te benaderen, tenzij het verhoogde achtergrondwaarden betreft (brakke kwel). Afvalwater en (mogelijk) verontreinigd afstromend hemelwater wordt behandeld (in de AWZI of andere voorzieningen) voordat het in het oppervlaktewater terecht komt; schoon water wordt zoveel mogelijk vastgehouden.
- het watersysteem biedt mogelijkheden voor natuurontwikkeling en maakt deel uit van ecologische verbindingzones.
- de belevingswaarde van het water wordt vergroot omdat het een bijdrage levert aan de recreatieve mogelijkheden en de natuurontwikkeling in het gebied.

3.2. Toetsingscriteria

Gezien de mogelijke effecten van de ingreep en de geformuleerde doelstellingen worden de volgende groepen van toetsingscriteria onderscheiden:

- bodem;
- waterkwantiteit;
- waterkwaliteit en de mogelijkheden van het water voor recreatief gebruik;
- mogelijkheden natuurontwikkeling.

criteria voor het aspect bodem

Op een aantal locaties in Nederland komt zand vrij bij herinrichting van gebieden. Dit zand kan op andere locaties gebruikt worden voor het ophogen van terreinen. In Poort wordt bijvoorbeeld zand gebruikt dat vrijkomt bij het verdiepen van vaargeulen. De hoeveelheid zand die bij dergelijke activiteiten vrijkomt, is echter beperkt. Op vele andere beoogde winplaatsen heeft de winning van zand negatieve milieu-effecten. Gebruik van grote hoeveelheden zand vormt daarmee een milieubelasting en is dus niet duurzaam. Daarom is de aan te voeren hoeveelheid ophoogzand als criterium meegenomen.

De bouw van extra ligplaatsen buiten de bestaande jachthaven Marina Muiderzand vereist dat een vaargeul wordt aangelegd. Het baggeren van een extra vaargeul tast het bestaande bodemprofiel aan. Daarnaast vormen de baggerwerkzaamheden zelf een tijdelijke milieubelasting door energiegebruik, emissie van verontreinigingen en het geluid. Ook andere buitendijkse activiteiten zoals de aanleg van strand of onderwaterdammen kosten grondstoffen en veroorzaken tijdens de aanleg emissie van verontreinigingen en geluid.

Het nationale beleid is gericht op het tegengaan van bodemverontreinigingen. Hiertoe worden voorschriften in vergunningen voor bedrijven opgenomen. Desondanks blijft er een kans bestaan op bodemverontreinigingen door bedrijfsactiviteiten, recreatie en verkeer. Op basis van het karakter van bedrijven en recreatie en de het oppervlak voor deze voorzieningen wordt een kwalitatieve inschatting gemaakt van de kans op bodemverontreinigingen.

criteria op het gebied van de waterkwantiteit

In de Vierde Nota Waterhuishouding is het 'zelfdragend zijn' een belangrijk kenmerk van een duurzaam watersysteem. Een watersysteem is zelfdragend als geen problemen op de omgeving worden afgewenteld. Dit houdt in dat in natte perioden de piek-afvoeren naar de omgeving zoveel mogelijk zijn afgevlakt en dat in droge perioden niet of nauwelijks gebiedsvreemd water met de daarin aanwezige stoffen behoeft te worden ingelaten. Vanwege de continu voeding door kwel is geen sprake van watertekorten en is het inlaten van water dus geen onderscheidend criterium. Om dit piek-afvoeren te kwantificeren worden waterbalansen voor korte perioden van enkele uren tot enkele weken opgesteld.

Een ander kenmerk van een duurzaam watersysteem is dat voorzieningen voor waterzuivering efficiënt worden gebruikt (samenwerking in de waterketen). Dit betekent dat drinkwater alleen wordt gebruikt voor gebruik dat de drinkwaterkwaliteit vereist en dat voor bijvoorbeeld toiletspoeling water van een mindere kwaliteit wordt gebruikt. Ook de afvalwaterzuiveringsinstallatie (AWZI) dient zo efficiënt mogelijk te worden gebruikt. Dit kan worden bereikt door het afvalwater zo min mogelijk te mengen met 'schoon' regenwater.

Omdat in de verschillende alternatieven verschillende waterpeilen zijn gekozen, zal ook de kwel per alternatief verschillen. Het kwelwater naar Poort stroomt in het algemeen af en zal door het gemaal uit moeten worden gepompt. Een uitzondering wordt gevormd door zeer droge zomers wanneer de kwel grotendeels verdampt. Het uitmalen van kwelwater bij het gemaal kost energie. Daarom wordt het tegengaan van de kwel als duurzaam beschouwd. De hoeveelheden te bemalen kwelwater zijn berekend met balansen over langere perioden (jaargemiddeld). De kwaliteit van het kwelwater komt (indirect) bij de waterkwaliteit als toetsingscriterium naar voren.

Voor alle alternatieven geldt dat het waterbeheer binnen het plangebied niet mag leiden tot wateroverlast. In het ambitieuze alternatief zijn plaatselijk natte tuinen en nat groen opgenomen. Het natte karakter van deze gebieden is in de plannen voorzien en wordt voor deze delen als extra waarde gezien. De natte gebieden zijn dus geen gebieden met wateroverlast. Wateroverlast is dus niet als onderscheidend criterium te gebruiken.

criteria op het gebied van de waterkwaliteit

Voor de waterkwaliteit is het van belang in hoeverre aan de waterkwaliteitsnormen kan worden voldaan. Omdat geen overstorten van gemengde rioolstelsel of lozingen van industrieel afvalwater worden voorzien, worden geen problemen met micro-verontreinigingen verwacht. Vanwege de grondwaterkwaliteit in het gebied zijn wel problemen met de nutriëntenhuishouding te verwachten die kunnen leiden tot algenbloei in het watersysteem. Daarom zijn de nutriëntengehalten in het watersysteem met behulp van water- en stoffenbalansen onderzocht en getoetst aan de MTR-waarden (maximaal toelaatbaar risico) uit de Vierde Nota Waterhuishouding (regeringsvoornemen).

Tevens is gekeken in hoeverre de waterkwaliteit in het binnendijkse gebied geschikt is voor recreatie. Daarvoor is bekeken in hoeverre kan worden voldaan aan de kwaliteitseisen voor zwemwater.

De waterkwaliteit in het IJmeer wordt niet noemenswaardig beïnvloed door de activiteiten in Poort, maar meer bepaald door toestroming en menging van water uit het Gooimeer en het Markermeer. Het wordt daarom niet zinvol geacht water- en stoffenbalansen voor het IJmeer op te stellen. Wel is gekeken naar de emissie van stoffen door de nieuw geplande ligplaatsen in jachthavens omdat deze emissies een extra belasting voor het watersysteem zullen vormen.

natuurvriendelijke inrichting

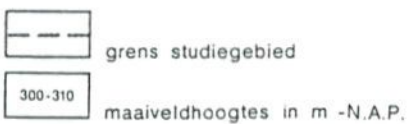
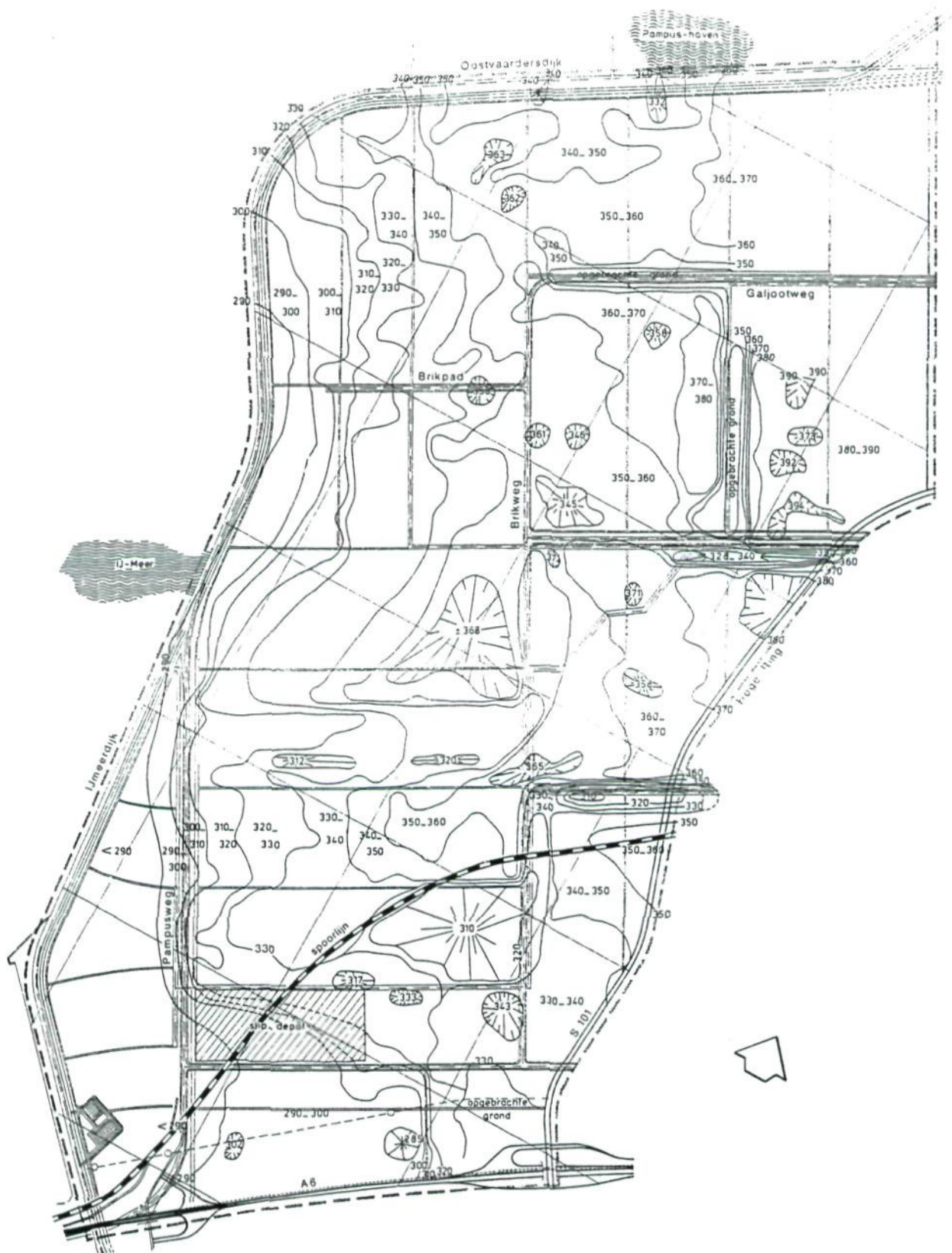
Voor de natuurontwikkeling in het gebied is het van belang dat een deel van de oevers van de waterpartijen natuurvriendelijk wordt ingericht. De natuurvriendelijke inrichting kan bestaan uit flauwe taluds en of plasdras zones. Natuurvriendelijk ingerichte oevers kunnen de belevingswaarde van het water vergroten. Begroeide, natuurvriendelijke oevers hebben daarnaast een positief effect op de waterkwaliteit omdat water- en oeverplanten het zelfreinigend vermogen vergroten en de kans op algenbloei reduceren. Als criterium is de lengte van de natuurvriendelijke oevers meegenomen.

3.3. Maaiveldhoogten

Deze bijlage bevat de volgende onderdelen:

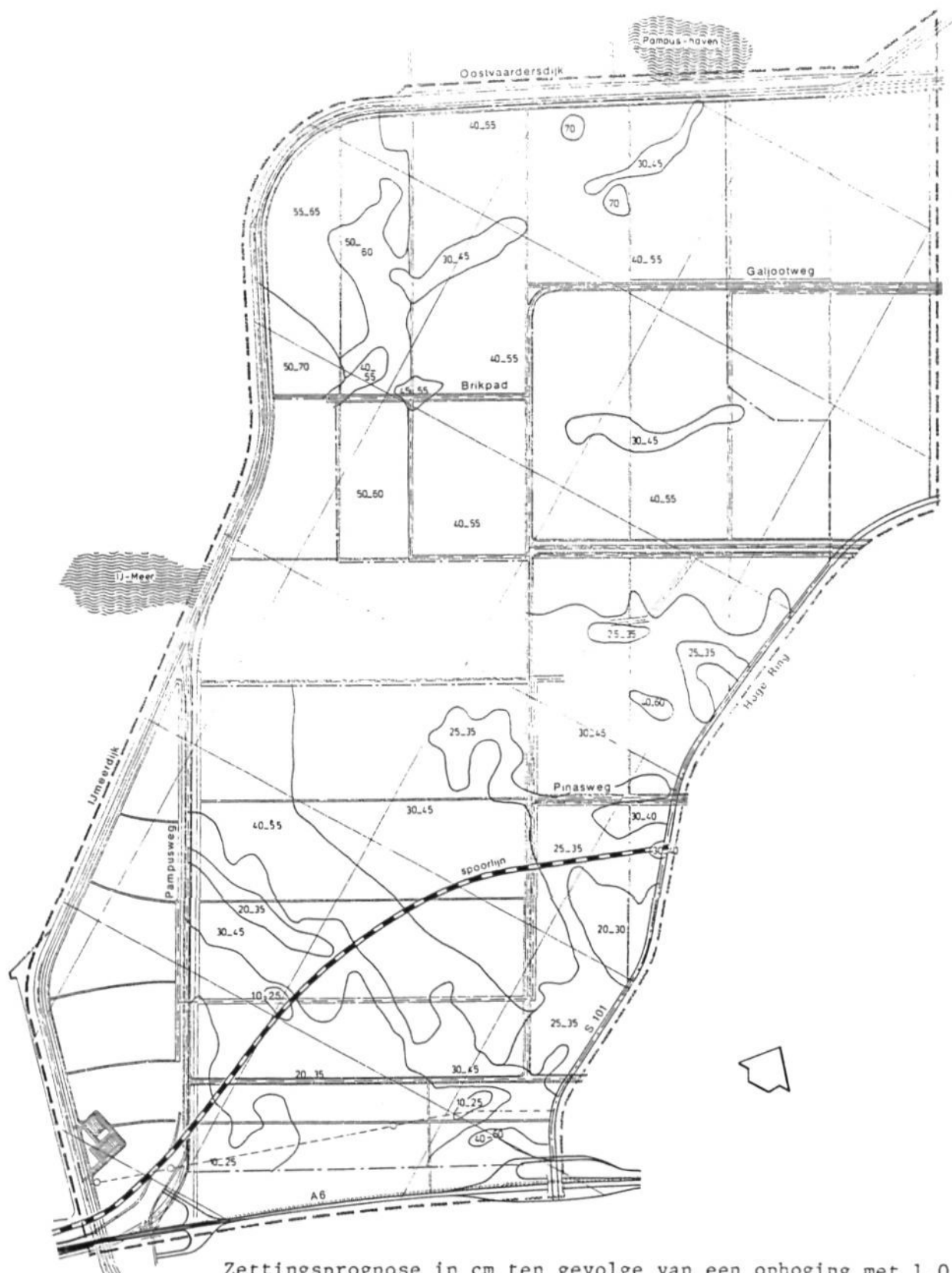
- afbeelding 3.1 huidige maaiveldhoogte (1982)
- afbeelding 3.2 zettingsprognose
- afbeelding 3.3 prognose maaiveldhoogte 2060
- afbeelding 3.4 bijgestelde prognose

Afbeelding 3.1, 3.2 en 3.3 zijn afkomstig uit een RIJP-rapport [lit. b&w 6] van 1986. Echter, in 1996 zijn door Rijkswaterstaat op basis van veldwaarnemingen de prognoses bijgesteld [lit. b&w 5]. Deze bijstelling is in afbeelding 3.4 opgenomen. De beelden zijn zeer grof, omdat slechts een beperkt aantal waarnemingen is gedaan. Een vergrote weergave zou een schijn nauwkeurigheid kunnen suggereren. In de afbeelding is het plangebied geheel links boven het rode gebied (Almere/A6/Kromslootpark) gesitueerd.



Maaiveldshoogte in m - N.A.P.; voorjaar 1982

Afbeelding 3.1. Huidige maaiveldhoogte (1982)

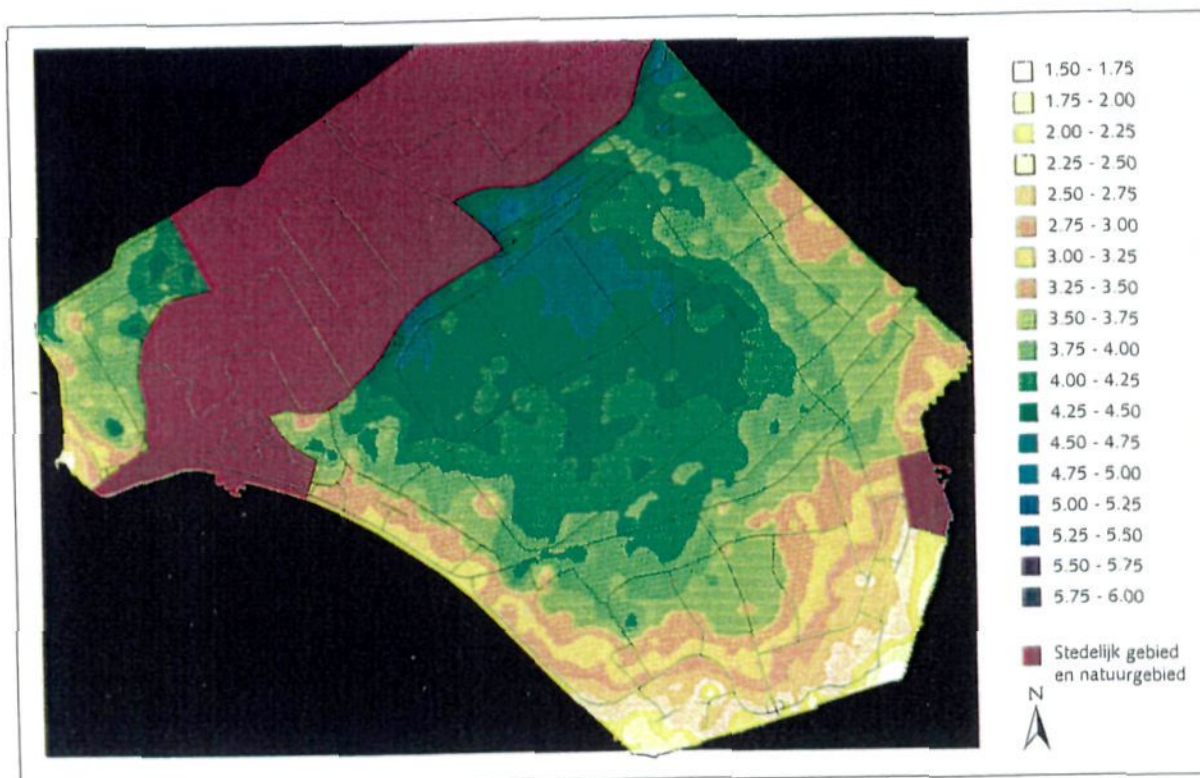


Afbeelding 3.2. Zettingprognose

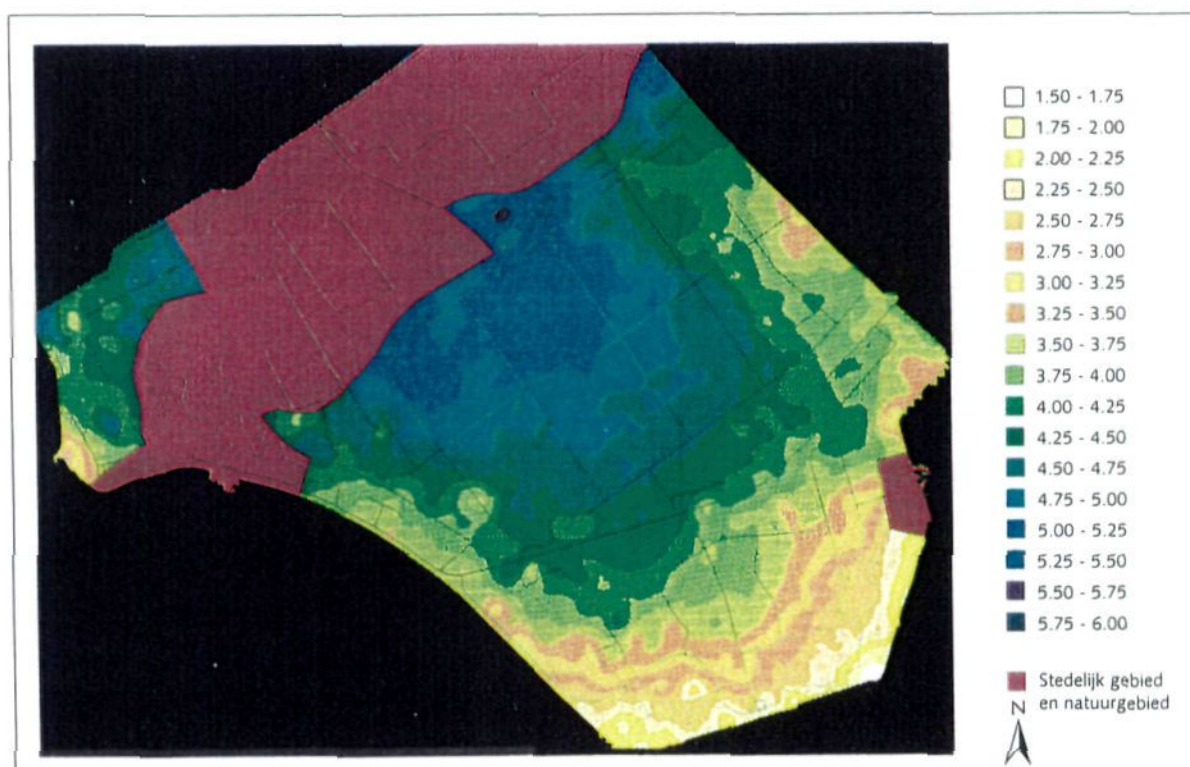


Afbeelding 3.3. Prognose maaiveldshoogte 2060

De hoogteligging van het maaiveld
(m.-NAP) in Zuidelijk Flevoland in
1993.

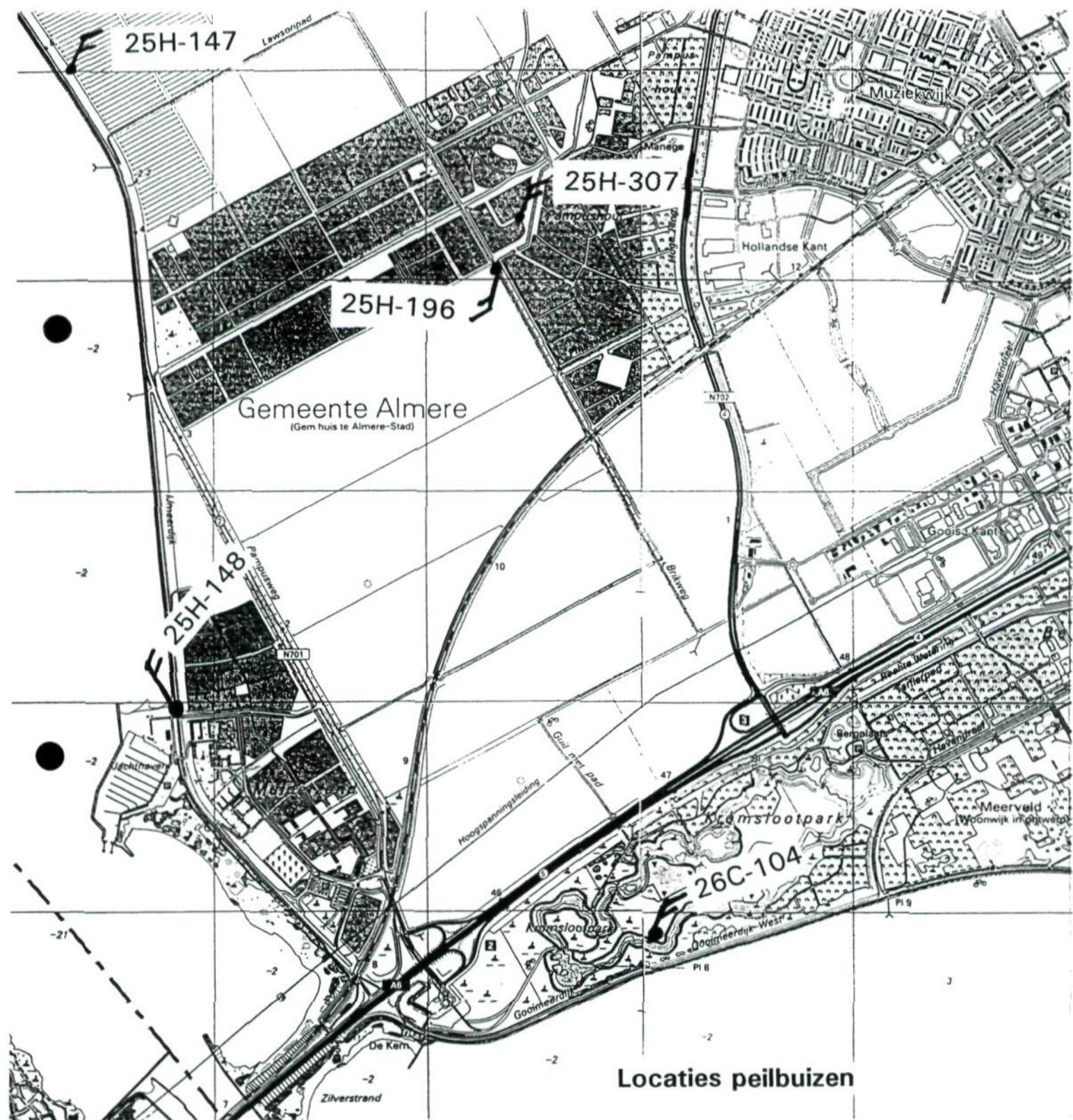


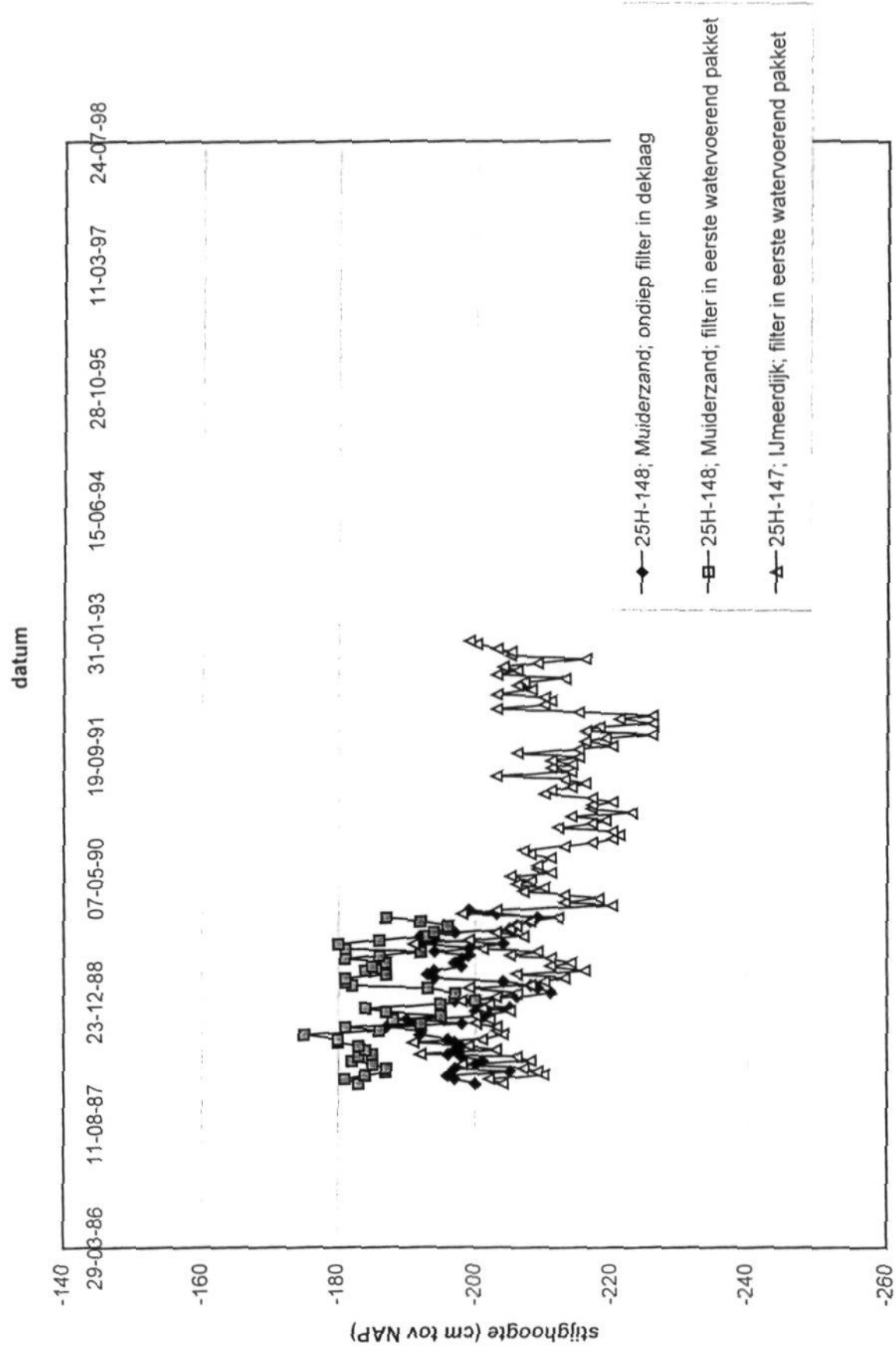
De te verwachten hoogteligging van
het maaiveld (m.-NAP) in Zuidelijk
Flevoland in 2060.

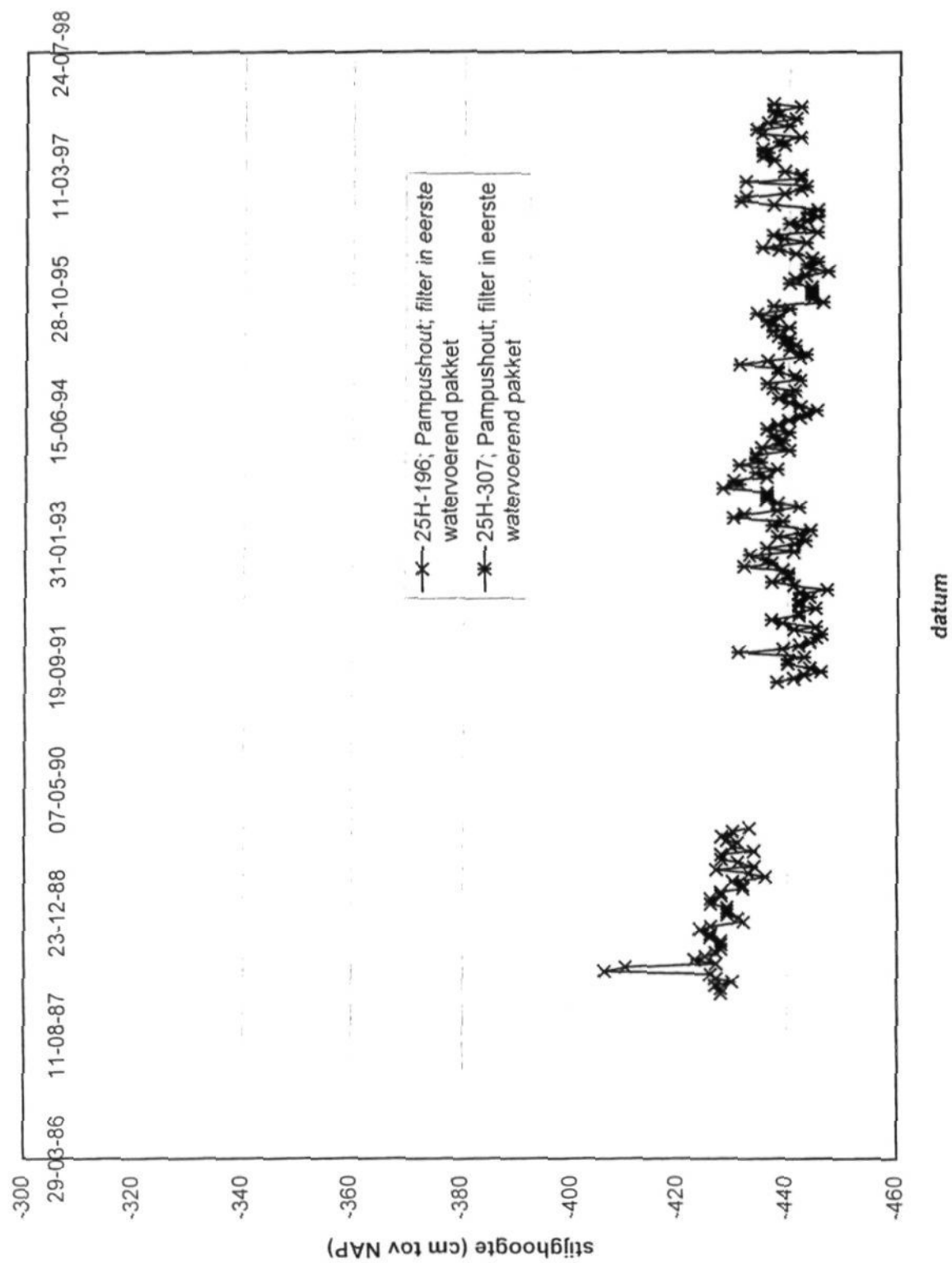


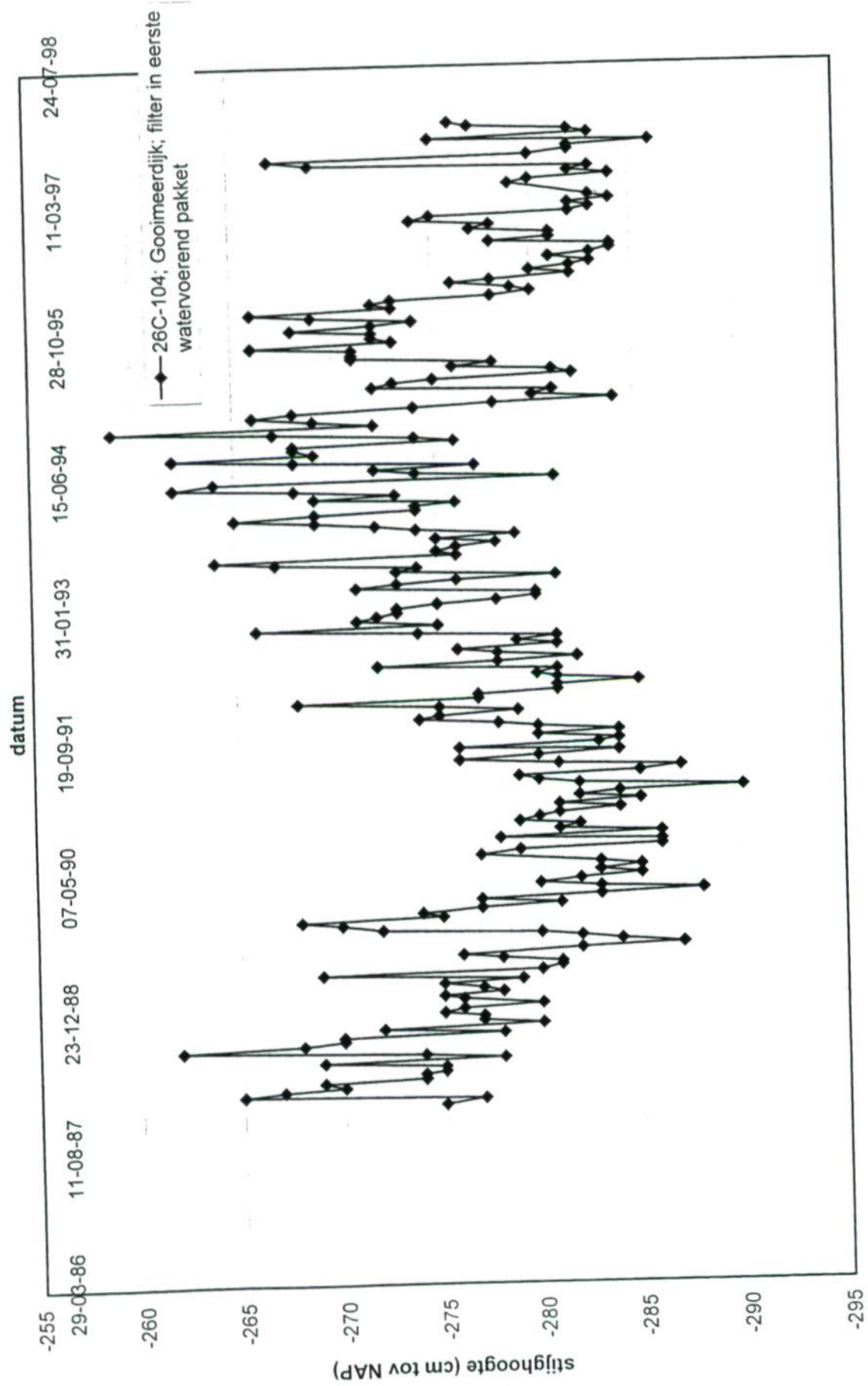
Afbeelding 3.4. Bijgestelde prognose

3.4. Gemeten grondwaterstanden









Isohypsens eerste watervoerende pakket 1992-1994

— -4.00 — isohypse met bijbehorende stijghoogte

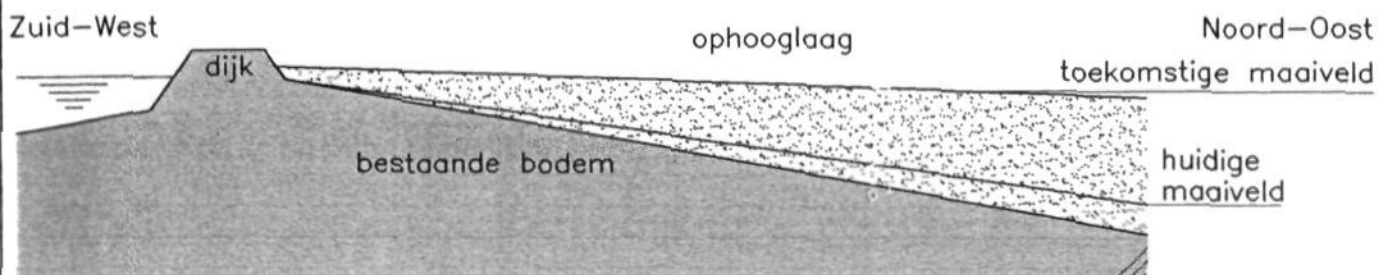
-5.53 gemiddelde stijghoogte waarnemingspunt

stijghoogten in meter t.o.v. NAP



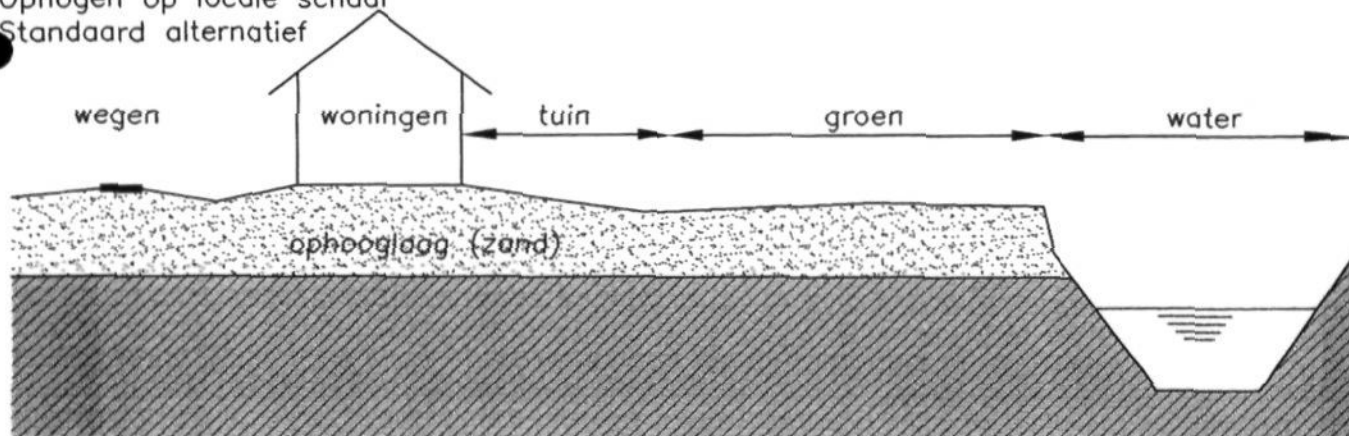
3.5. Ophogen

Ophogen op macro schaal

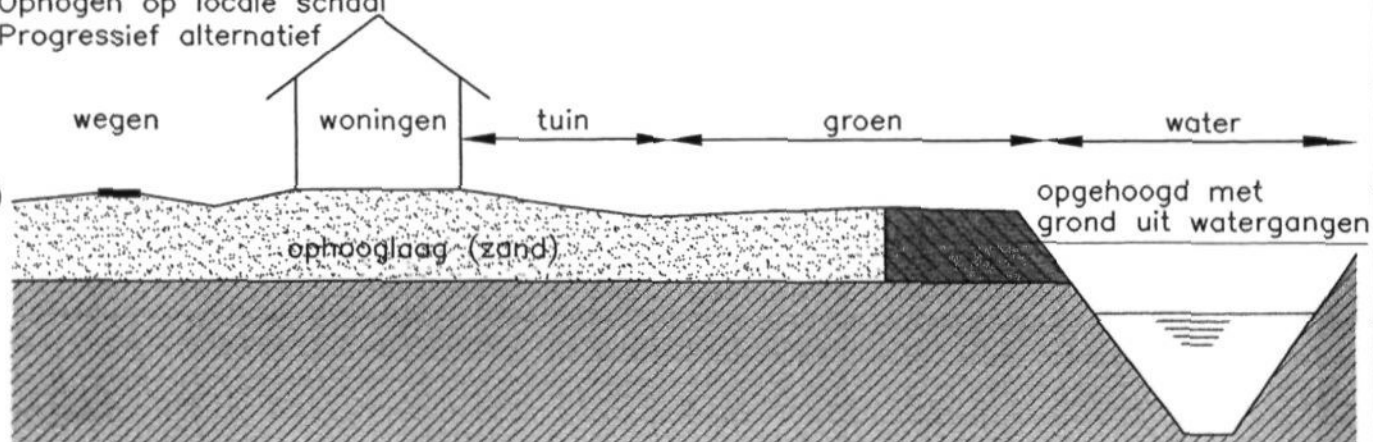


a: zettingen
b: netto ophoging

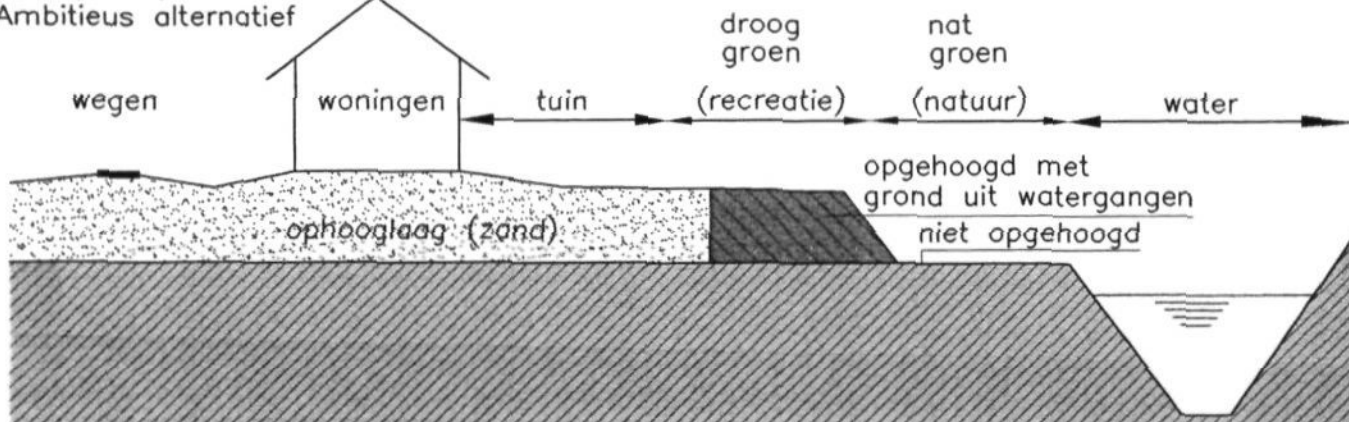
Ophogen op lokale schaal
Standaard alternatief



Ophogen op lokale schaal
Progressief alternatief



Ophogen op lokale schaal
Ambitieuus alternatief



3.6. Water- en stoffen balans

Water- en stoffenbalansen

Het water in Poort kan een toegevoegde waarde opleveren als de kwaliteit voldoende is. Het water is van voldoende kwaliteit als het helder is, reukloos is en geen beperkingen oplevert voor het (recreatieve) gebruik.

De waterkwaliteit wordt bepaald door de aan- en afvoer van water en de daarin mee-gevoerde stoffen. Daarnaast spelen waterkwaliteitsprocessen een rol. Voor het watersysteem in Poort, waar geen overstorten van gemengde rioolstelsel of lozingen van bedrijfsafvalwater plaatsvinden, is met name de nutriënten huishouding van belang. De nutriëntengehalten zijn direct of indirect bepalend voor de algengroei in het water, de zuurstofgehalten in het water, het doorzicht (helderheid) van het water en de visstand. In deze bijlage worden de waterbalansen van het oppervlaktewatersysteem in Poort behandeld. Aan deze waterbalansen zijn stoffenbalansen voor stikstof en fosfaat gekoppeld. Daarnaast is een balans voor chloride opgesteld om te bepalen of het water zoet, brak of zout wordt.

Omdat geen bedrijfsafvalwater wordt geloosd en er geen gemengde rioolstelsel wordt aangelegd, zijn de lozingen van zuurstofbindende stoffen of micro-verontreinigingen zoals zware metalen, PAK's en olie minder bepalend voor de waterkwaliteit.

De water- en stoffenbalansen geven slechts een indicatie van de waterstromen en de concentraties in het water. De redenen hiervoor zijn:

- er is geen gecalibreerd, geohydrologisch model van het gebied beschikbaar, daarom is de kwel niet nauwkeurig bekend;
- de afwatering via riolering en oppervlaktewater is op grove wijze meegenomen;
- er is uitgegaan van gemiddelde situatie en niet van afwisseling van droge en natte perioden;
- er zijn beperkte gegevens van de waterkwaliteit van het water dat via verschillende posten naar het watersysteem toestroomt (toestromend grondwater, afstromend hemelwater ed.). De kwaliteitsgegevens hebben een grote spreiding. Binnen de range van gegevens is een gemiddelde waarde aangehouden in de stoffenbalansen.
- In balansen kan slechts beperkt rekening worden gehouden met biologische, chemische en fysische processen die de waterkwaliteit bepalen.

Vanwege de onzekerheden is aan het eind van deze bijlage een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd waarbij is gekeken naar de gevoeligheid van de balansen voor de kwelintensiteit.

Waterbalans

algemeen

De water- en stoffenbalansen worden opgesteld voor een gemiddelde zomer- en winter-situatie. Voor de waterbalansen is onderscheid gemaakt in verschillende deelgebieden. Per deelgebied verschilt de kwaliteit, functie en/of inrichting van het water.

Opgemerkt moet worden dat het gebied waarvoor de waterbalansen zijn opgesteld bij het standaard, het ambitieuze en het meest milieuvriendelijke alternatief 750 ha groot is. In het ambitieuze alternatief zijn de balansgrenzen in het noordoostelijke deel verschoven en is het oppervlak 770 ha.

Het gebied is opgedeeld in verschillende deelgebieden. Het Romeinse cijfer in de code voor de deelgebieden verwijst naar de zone waarin het deelgebied ligt:

I: dijkskwel zone

II: brakke, nutriëntrijke kwel zone

III: neerslag+kwel zone

IV: neerslag zone.

De letters in de code voor de deelgebieden geven de verdere onderverdeling aan. Figuren met de ligging van de deelgebieden bij de verschillende alternatieven zijn in het hoofdstuk alternatieven van de hoofdtekst opgenomen.

neerslag direct naar het oppervlaktewater

De directe toestroming van neerslag naar het oppervlaktewater is berekend door het oppervlak open water te vermenigvuldigen met de neerslag per half jaar. De gehanteerde neerslaggegevens en de verdampingsgegevens zijn vermeld in tabel 1.

Tabel 1 Neerslag en verdamping

	Neerslag (mm; Meetpunt Weesp)	Verdamping (mm; Volgens Makkink; meetpunt De Bilt)
Gemiddelde zomer (half jaar)	397	443
Gemiddelde winter (half jaar)	413	103

dijkskwel

Onder de dijkskwel wordt het water verstaan dat vanuit het IJmeer en het Gooimeer, via het dijklichaam of het onderliggend cunet naar de polder stroomt. Over 1 km dijk lengte is de dijkskwel ca. 450 m³/dag. Dijkskwel treedt alleen op in deelgebieden die aan de dijk grenzen. De dijkskwel wordt afgevoerd via dijksloten, andere watergangen nabij de dijk of het drainagestelsel.

diepe kwel direct naar het oppervlakte water

Onder de diepe kwel wordt de kwel vanuit het eerste watervoerend pakket door de deklaag naar het oppervlaktewater verstaan. Er wordt onderscheid gemaakt tussen dijkskwel en diepe kwel omdat de diepe kwel een duidelijk afwijkende kwaliteit heeft ten opzichte van de dijkskwel.

De diepe kwel wordt berekend volgens:

$$kwel = (h_{waterpeil} - h_{stijghoogte}) / C$$

waarin: $h_{waterpeil}$ = oppervlaktewaterpeil
 $h_{stijghoogte}$ = stijghoogte in het eerste watervoerend pakket
 C = weerstand van de deklaag

Het oppervlaktepeil verschilt per alternatief en per deelgebied tussen NAP -4,8 m en NAP -3,5 m. De stijghoogten in het eerste watervoerend pakket zijn NAP -2,9 m tot NAP -4,4 m. De weerstand van de deklaag varieert tussen 250 en 1500 dagen.

De diepe kwel is het sterkst in het gebied waar de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket relatief hoog is en de weerstand van de deklaag relatief laag. Dit is het geval in het zuiden en westen (bij het zuidelijk deel van de Pampusweg en de autosnelweg A6), net buiten de zone waar de dijkskwel optreedt.

afstroming van onverhard terrein

De afstroming van onverhard terrein bestaat uit de neerslag op onverhard terrein en de kwel naar deze delen, vermindert met de verdamping. Indien netto sprake is van een overschot, zal dit overschot met het drainagestelsel naar het oppervlaktewater worden afgevoerd.

Indien sprake is van watertekort, zal dit gedeeltelijk worden aangevuld door het sproeien van tuinen en ander groen. Watertekorten hebben dalingen van de grondwaterstanden tot gevolg. In de waterbalansen is er geen rekening meegehouden dat watertekorten worden aangevuld vanuit het oppervlaktewater.

afstroming van verhard, gerioleerd terrein (verbeterd gescheiden stelsel)

De afstroming van verharde terreinen bestaat uit diepe kwel die via het drainagestelsel wordt afgevoerd en de afvoer van afstromende neerslag. Beide stromen hebben duidelijk een verschillende kwaliteit. Voor de berekening van de kwel wordt verwezen naar de 'diepe kwel direct naar het oppervlaktewater'.

Voor verharde terreinen die zijn voorzien van een verbeterd gescheiden rioolstelsel wordt het grootste deel van de neerslag afgevoerd naar de AWZI. Ongeveer 30% van de neerslag komt bij verbeterd gescheiden rioolstelsels via overstorten in het oppervlaktewater.

Bij een (standaard) gescheiden rioolstelsel wordt geen neerslag afgevoerd naar de AWZI. Voor de waterbalans is verhard terrein met een gescheiden rioolstelsel dan ook vergelijkbaar met niet-gerioleerde verharde terreinen.

afstroming van verhard, niet-gerioleerd terrein

Voor niet-gerioleerd terrein zijn in principe dezelfde stromen te onderscheiden als bij gerioleerd terrein. De hoeveelheden kwel hangen niet af van de afvoer van de neerslag. Indien het verhard terrein niet wordt aangesloten op een verbeterd gescheiden rioolstelsel, wordt meer water in het gebied vastgehouden. Omdat een gedeelte van de neerslag wordt geborgen op straten en de daken en vervolgens verdampt, komt niet de volledige neerslag maar circa 70% van de neerslag tot afvoer. De neerslag die tot afvoer komt kan worden geïnfiltreerd in de bodem of worden afgevoerd naar het oppervlaktewater.

Verdamping

Vanuit het open water treedt verdamping op. De verdamping wordt berekend door de verdamping volgens Makkink te vermenigvuldigen met 1,2. De verdamping vanaf onverharde en verharde terreinen is al meegenomen bij het bepalen van de afstroming van neerslag vanaf deze oppervlakken.

resulterende waterbalansen

Tabellen 2, 3, 4 en 5 geven de berekende wateroverschotten. Wateroverschotten of -tekorten worden berekend door de toestroming naar het watersysteem (afstroming van neerslag en kwel) te verminderen met de verdamping vanaf open water. De overschotten uit de waterbalans zijn de hoeveelheden water die uit de gebieden worden uitgelaten. Watertekorten kunnen worden opgevangen door waterstands dalingen of worden tegengegaan door het inlaten van water. Er zijn geen watertekorten berekend.

De tabellen zijn respectievelijk opgesteld voor het standaard, het progressieve, het ambitieuze en het meest milieuvriendelijke alternatief.

Tabel 2 Wateroverschotten bij het standaard alternatief

Deelgebied	Gemiddelde zomer (m ³ /dag)	Gemiddelde winter (m ³ /dag)
Ia	1.704	3214
Ib	915	1.903
Ic	737	963
Iia	4.057	7.446
Iib	6.612	14.249
Iiia	52	921
Iiib	335	2.487
Geheel Poort	14.411	31.184

Tabel 3 Wateroverschotten bij het progressieve alternatief

Deelgebied	Gemiddelde zomer (m ³ /dag)	Gemiddelde winter (m ³ /dag)
Ia	845	2.398
Ib	856	1.878
Ic	791	1.025
Iia	1.524	2.657
Iib	1.297	3.416
Iic	5.004	11.324
Iiia	42	368
Iiib	24	952
Iiic	121	1.874
Iiid	1.119	3.213
Geheel Poort	11.624	29.103

Tabel 4 Wateroverschotten bij het ambitieuze alternatief

Deelgebied	Gemiddelde zomer (m ³ /dag)	Gemiddelde winter (m ³ /dag)
Ia	872	2.446
Ib	823	1.942
Ic	809	1.046
Iia	3.047	7.078
Iib	5.282	12.389
Iiia	42	368
Iiib	366	1.419
IV	665	4.719
Geheel Poort	11.907	31.407

Tabel 5 Wateroverschotten bij het meest milieuvriendelijke alternatief

Deelgebied	Gemiddelde zomer (m ³ /dag)	Gemiddelde winter (m ³ /dag)
Ia	872	2.446
Ib	823	1.942
Ic	809	1.046
IIa	3.065	7.081
IIb	4.562	10.664
IIia	42	368
IIib	178	946
IIic	1.275	3.542
IV	601	3.330
Geheel Poort	12.227	31.635

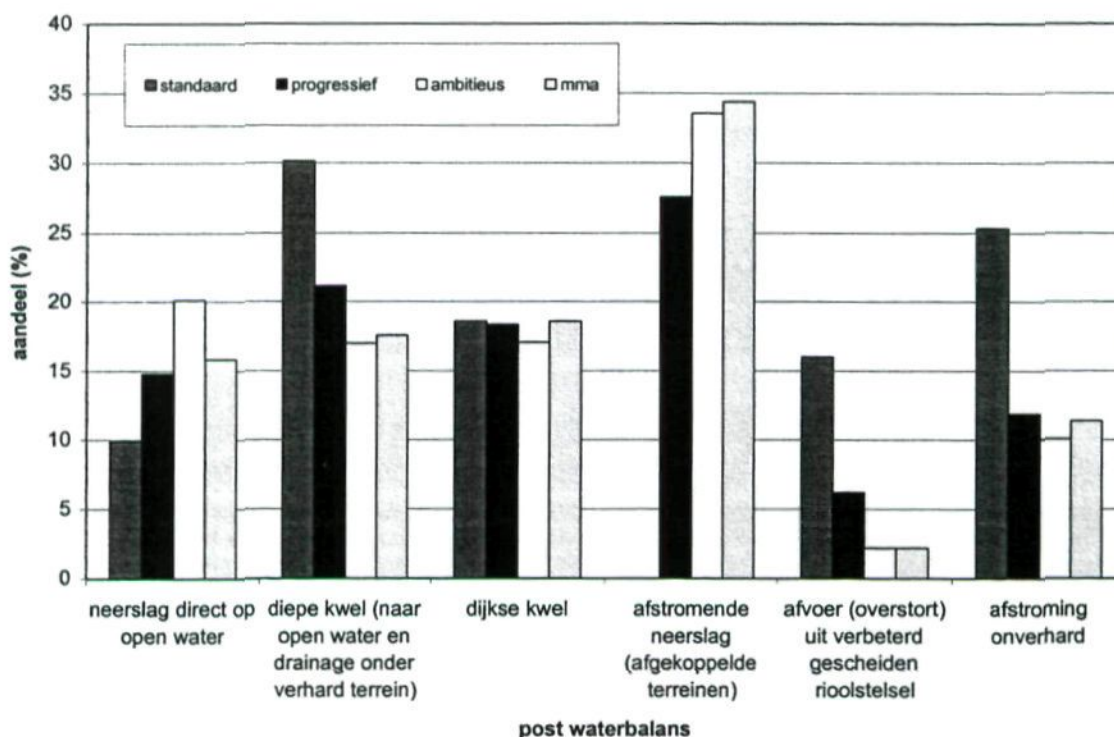
De hoeveelheid kwelwater in de waterbalansen is vermeld in tabel 6. De totale kwel aanvoer bestaat uit de kwel rechtstreeks naar het oppervlaktewater en de kwel die via het drainagestelsel vanaf onverharde en verharde terreinen wordt afgevoerd.

Tabel 6 Aanvoer van kwel in de waterbalansen

Alternatief	Dijkskwel (m ³ /dag)	Diepe kwel (m ³ /dag)	Totale kwel	
			(m ³ /dag)	(mm/dag)
Standaard	1.700	5.800	7.500	1,0
Progressief	1.700	3.800	5.500	0,73
Ambitieuus	1.700	3.400	5.100	0,66
Meest milieuvriendelijk	1.700	3.500	5.200	0,71

Korte bespreking waterbalansen

De posten waaruit de waterbalans is samengesteld in de alternatieven vertonen een duidelijk verschil. In het standaard alternatief is het aandeel kwel en afstroming van gerioleerde terreinen groter, terwijl in de andere waterbalansen het aandeel afstromend hemelwater van afgekoppelde (ongerioleerde) verharde terreinen een belangrijke rol speelt (zie figuur 1).



Figuur 1 Aandeel van de ingaande posten van de waterbalans in de zomerperiode

In alle deelgebieden bestaat ook in een gemiddelde zomer situatie een wateroverschot. Waterstands dalingen zullen hierdoor niet noemenswaardig zijn; er zal dan ook geen water ingelaten hoeven worden om waterstands dalingen te beperken. In deelgebied IIIa (de ecozone bij de autosnelweg A6) is het wateroverschot zeer beperkt. In dit deelgebied kan in een droge zomer een watertekort optreden. Dit is in het progressieve alternatief ook het geval in deelgebied IIIb.

Stoffenbalans

Stoffenbalansen zijn opgesteld door concentraties te koppelen aan de verschillende posten in de waterbalansen. De stoffenbalansen zijn opgesteld voor chloride, stikstof en fosfaat zodat een indruk wordt gekregen van het zoutgehalte en de nutriënten huishouding in het oppervlaktewater. Voor chloride en stikstof is geen rekening gehouden met waterkwaliteitsprocessen. Voor fosfaat is rekening gehouden met sedimentatie. De sedimentatie term is toegepast omdat uit een onderzoek in de omgeving (integraal waterbeheer Noorderplassen-West te Almere, Witteveen+Bos, 1998) bleek dat het achterwege laten van processen tot overschatting van het fosfaat gehalte leidt. De toegepaste sedimentatie snelheid is 10 m/jaar. Tabel 7 geeft de concentraties die zijn gebruikt bij het opstellen van de balansen.

Tabel 7 Uitgangspunten waterkwaliteit in de stoffenbalans

Post	Concentraties (mg/l)			Literatuurbron
	chloride	Totaal-fosfaat	Totaal-stikstof	
Neerslag	2	0,03	2,7	KNMI
Dijkskwel	100	0,15	0,2	IWACO
Diepe kwel bij Muiderzand	525	0,15	1	Prov. Flevoland
Diepe kwel overig deel Poort	2000	0,4	15	Prov. Flevoland
Afstroming onverhard terrein Bij Muiderzand	145	0,8	8	Prov. Flevoland
Afstroming onverhard terrein Overig deel Poort	600	1,0	8	Prov. Flevoland
Afstroming verhard, gerioleerd terrein	20	0,45	2	NWRW
Afstroming verhard, niet-gerioleerd terrein	20	0,2	2,7	W+B

Met de stoffenbalansen zijn de concentraties in het watersysteem en het uitstromende water berekend voor de situatie aan het eind van een gemiddelde zomer en het eind van een gemiddelde winter. De tabellen 8, 9,10 en 11 geven de berekende waterkwaliteit voor de verschillende deelgebieden.

Tabel 8 Berekende waterkwaliteit bij het standaard alternatief

Deelgebied	Chloride (mg/l)		Totaal-fosfaat (mg/l)		Totaal-stikstof (mg/l)	
	Zomer	Winter	Zomer	winter	Zomer	Winter
Ia	135	132	0,30	0,41	4,8	5,7
Ib	110	116	0,18	0,32	2,5	4,3
Ic	135	130	0,31	0,36	4,1	4,5
IIa	392	370	0,44	0,53	6,5	6,6
IIb	390	391	0,36	0,50	6,3	6,5
IIIa	612	549	0,21	0,43	9,1	7,8
IIIb	546	527	0,22	0,42	8,1	7,4

Tabel 9 Berekende waterkwaliteit bij het progressieve alternatief

Deelgebied	Chloride (mg/l)		Totaal-fosfaat (mg/l)		Totaal-stikstof (mg/l)	
	Zomer	Winter	Zomer	winter	Zomer	Winter
Ia	87	102	0,10	0,25	2,2	4,2
Ib	86	98	0,10	0,24	1,9	3,7
Ic	127	123	0,30	0,34	4,0	4,4
IIa	513	506	0,47	0,56	7,2	7,0
IIb	200	207	0,22	0,34	3,8	4,9
IIc	374	384	0,29	0,43	5,9	6,1
IIIa	822	656	0,25	0,42	10,7	8,6
IIIb	332	421	0,12	0,28	7,6	7,2
IIIc	388	395	0,10	0,22	7,7	6,9
IIId	270	242	0,11	0,21	4,3	4,7

Tabel 10 Berekende waterkwaliteit bij het ambitieuze alternatief

Deelgebied	Chloride (mg/l)		Totaal-fosfaat (mg/l)		Totaal-stikstof (mg/l)	
	Zomer	winter	Zomer	winter	Zomer	Winter
Ia	86	98	0,10	0,22	2,5	4,1
Ib	88	101	0,10	0,25	1,8	3,9
Ic	125	121	0,30	0,34	4,0	4,4
IIa	319	327	0,28	0,40	5,4	5,7
IIb	308	326	0,26	0,40	5,2	5,6
IIIa	822	656	0,24	0,42	10,7	8,6
IIIb	277	344	0,12	0,21	5,9	6,0
IV	428	387	0,11	0,17	8,0	6,8

Tabel 11 Berekende waterkwaliteit bij het meest milieuvriendelijke alternatief

Deelgebied	Chloride (mg/l)		Totaal-fosfaat (mg/l)		Totaal-stikstof (mg/l)	
	Zomer	winter	Zomer	Winter	Zomer	Winter
Ia	86	98	0,10	0,22	2,5	4,1
Ib	88	101	0,10	0,25	1,8	3,9
Ic	125	121	0,30	0,34	4,0	4,4
IIa	312	326	0,30	0,42	5,3	5,7
IIb	355	387	0,31	0,49	6,0	6,7
IIIa	822	656	0,24	0,42	10,7	8,6
IIIb	254	362	0,10	0,21	5,8	6,2
IIIc	212	243	0,17	0,28	3,8	5,0
IV	418	388	0,12	0,19	7,6	6,6

Korte bespreking stoffenbalansen

In vergelijking tot de gemeten waterkwaliteit (chloride gehalte 600 à 700 mg/l) zijn de berekende chloride gehalten lager. Dit is een gevolg van de veranderende inrichting van het gebied waardoor minder toestroming via het grondwater optreedt en meer oppervlakkige afstroming van zoete neerslag. De gemeten fosfaatgehalten zijn gemiddeld 0,06 mg/l in Muiderzand en 0,2 tot 0,8 mg/l in het overige deel van Poort. Deze waarden hebben dezelfde orde van grootte als de berekende waarden. De berekende stikstof gehalten (1,8 tot 10,7 mg/l) zijn hoger dan de gemeten waarden (1,4 tot 5,5 mg/l). De oorzaak hiervan is onder andere dat geen rekening is gehouden met waterkwaliteitsprocessen.

Uit de stoffenbalansen volgt dat het water in deelgebied I (Muiderzand) zoet zal zijn en dat in het overige deel sprake zal zijn van brak water. De lage chloridegehaltes in het Muiderzand worden verklaard door de zoete dijkswel.

In het progressieve en ambitieuze alternatief worden in de zomer voor deelgebied IIIa (de ecozone bij de A6) de hoogste concentraties chloride en stikstof berekend. Deze hoge concentraties zijn een gevolg van het kleinere wateroverschot in dit deelgebied, wat tot indamping leidt. In de praktijk kunnen vanwege allerlei waterkwaliteitsprocessen de stikstof concentraties lager uitvallen. De fosfaatconcentraties zijn, ondanks het indamp-effect, relatief laag omdat veel fosfaat door sedimentatie uit het watersysteem verdwijnt.

Voor de nutriëntenhuishouding is vooral de zomerperiode van belang. In het progressieve, het ambitieuze en het meest milieuvriendelijke alternatief wordt 's zomers in de dijkswel zone, de neerslag+kwel zone en de neerslag zone (deelgebieden I, III en IV) de grenswaarde voor totaal-fosfaat benaderd of bereikt.

Wat betreft stikstof wordt alleen aan de grenswaarden voldaan in deelgebied Ib in het progressieve, het ambitieuze en het meest milieuvriendelijke alternatief. In het progressieve alternatief voldoet tevens deelgebied Ia aan de grenswaarde. De overige deelgebieden voldoen niet aan de grenswaarde. De stikstof concentraties worden in de balansen echter overschat doordat geen rekening is gehouden met kwaliteitsprocessen. De hoge stikstof gehalten in de deelgebieden III en IV ten opzichte van deelgebied II worden verklaard door het grotere onverharde oppervlak bij deelgebieden III en IV. Vanwege het grotere percentage onverhard oppervlak infiltreert meer water in de bodem en wordt het oppervlaktewater sterker belast door nalevering van stikstof vanuit de bodem.

In de deelgebieden III en IV zijn relatief hoge stikstofconcentraties gecombineerd met lage fosfaat gehalten, daarom zullen de fosfaatgehalten maatgevend zijn voor de groei van planten en algen. Er is dus sprake van een fosfaat gelimiteerd systeem. Dit betekent dat de fosfaatconcentraties belangrijker zijn voor de nutriëntenhuishouding dan stikstofconcentraties. Maatregelen om bijvoorbeeld algenbloei te voorkomen kunnen dus het best gericht zijn op de fosfaat huishouding. De belangrijkste bronnen van fosfaat, de kwel en afstromende grondwater vanaf onverharde terreinen, zijn nauwelijks (verder) te reduceren. Mogelijke aanvullende maatregelen zijn het inrichten van natuurvriendelijk ingerichte oevers en/of één of meerdere helofytenfilters. Helofyten (oevervegetatie als Riet en Lisdodde) nemen nutriënten op. Door de vegetatie aan het eind van het groeiseizoen te maaien en af te voeren, worden de nutriëntengehaltes gereduceerd. Een helofytenfilter werkt efficiënter dan natuurvriendelijk ingerichte oevers.

In de deelgebieden I en II is niet duidelijk sprake van een stikstof of fosfaat gelimiteerd systeem. Met name deelgebied I biedt mogelijkheden voor een helder watersysteem mits oever en waterplanten kunnen bijdragen aan het zelfreinigende vermogen van het water. Dit betekent dat er ruimte moet zijn voor natuurvriendelijk ingerichte oevers

Gevoeligheidsanalyse

De gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd voor de deelgebieden IIa, IIc en IIId bij het progressieve alternatief. De gevoeligheidsanalyse is in een eerder stadium van dit onderzoek uitgevoerd. Omdat de alternatieven en daarmee de balansen later enigszins aangepast zijn, wijken de waarden in tabel 11 iets af van de eerder vermelde waarden.

Gezien de nauwkeurigheid van de beschikbare gegevens is het niet ondenkbaar dat de werkelijke kwel beduidend lager is dan de aangenomen kwel. Bij de gevoeligheids-analyse is daarom de kwel gehalveerd. De overige uitgangspunten zijn ongewijzigd. Het effect op de zomerbalansen is in onderstaande tabel samengevat.

Tabel 11 Gevoeligheid voor de kwelintensiteit (berekend voor de zomer)

		Deelgebied IIa	IIc	IIId
Wateroverschot	Berekend (m³/dag)	1.524	5.348	2.089
	Gevoeligheidsanalyse (m³)	909	3918	1819
	Afname (%)	40	27	13
Chloride	Berekend (mg/l)	513	389	325
	Gevoeligheidsanalyse (mg/l)	421	299	269
	Afname (%)	18	23	17
Tot.-fosfaat	Berekend (mg/l)	0,47	0,31	0,17
	Gevoeligheidsanalyse (mg/l)	0,34	0,22	0,14
	Afname (%)	27	29	18
Tot.-stikstof	Berekend (mg/l)	7,2	6,0	5,7
	Gevoeligheidsanalyse (mg/l)	6,4	5,2	5,4
	Afname (%)	10	13	7

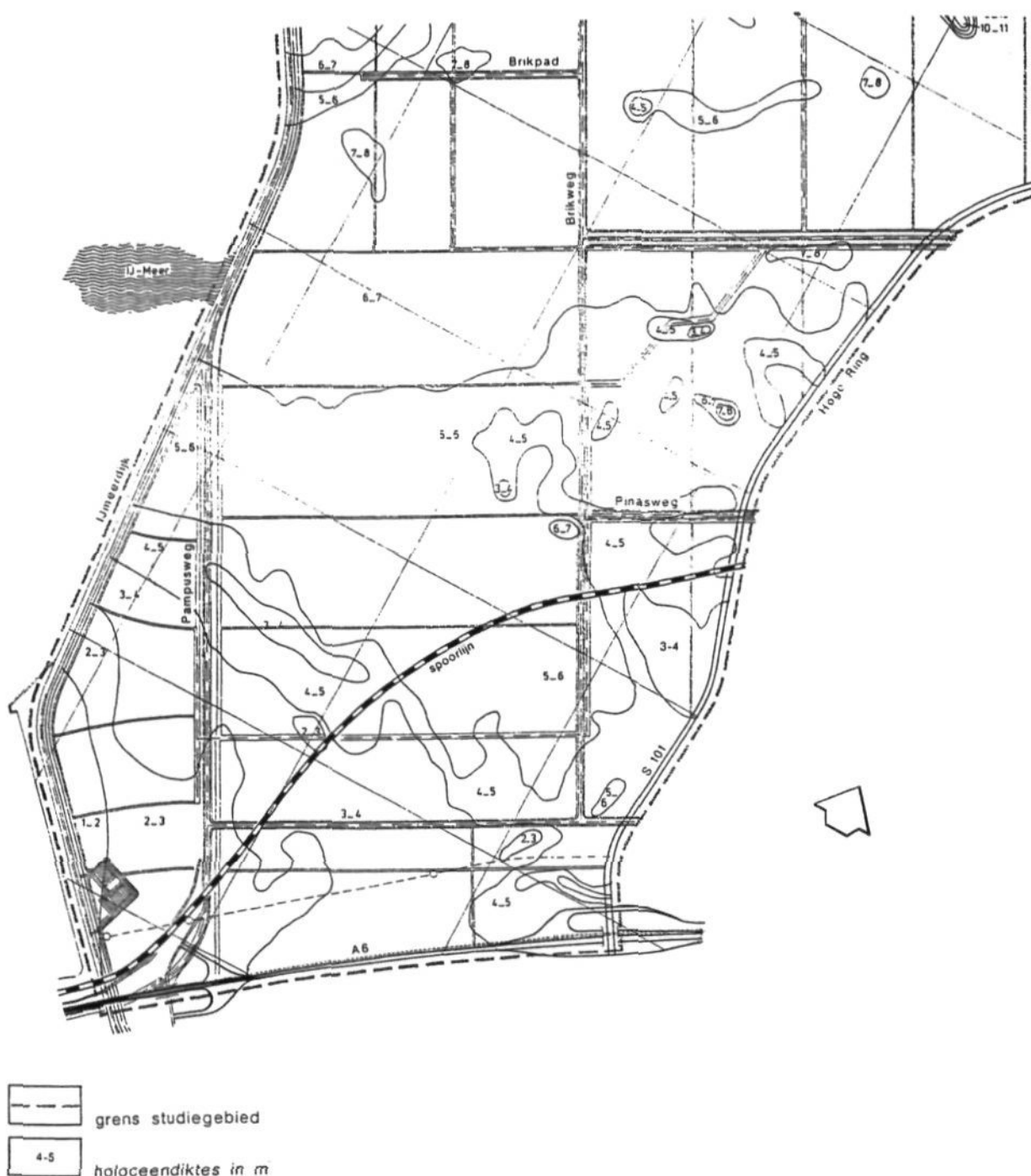
De invloed op de waterbalans is matig in de deelgebieden IIc en IIId en groot in deelgebied IIa, waar het wateroverschot in de zomer met 40% afneemt. Uit de tabel volgt dat de kwelintensiteit een matige invloed heeft op de stoffenbalansen en de voorspelde concentraties: de concentraties dalen met 7 tot 27 %. Geconcludeerd wordt dat de onzekerheid over de kwel de vergelijking tussen de verschillende alternatieven niet doorslaggevend zal beïnvloeden omdat kwel evenals de andere uitgangspunten bij alle alternatieven in vergelijkbare mate doorwerken. Voor nadere uitwerking is wel een beter inzicht in de kwelintensiteit gewenst.

3.7. Zuidwesthoek

Bodemopbouw Holoceen

De dikte van het Holocene pakket (de bovenste laag van de bodem) varieert in poort van minder dan 2 m in het zuidwesten tot ca. 7 m in het noordoosten (zie afbeelding 1). De Holocene afzettingen bestaan in het algemeen uit klei of zware zavel met plantenresten en schelpen. In het westelijke deel, Muiderzand, bestaat de bodem echter uit lichte zavel en zand (zie afbeelding 2). Afbeelding 2 geeft overigens alleen de opbouw van de bovenste laag (22 cm) van de oorspronkelijke bodem. De bovenste laag is echter representatief voor de bodemopbouw tot 80 cm diepte: ten oosten van Muiderzand worden in de bovenste laag van de bodem geen lagen zand of lichte zavel aangetroffen. Gedetailleerde gegevens over de bodemopbouw ten zuiden van de A6 ontbreken.

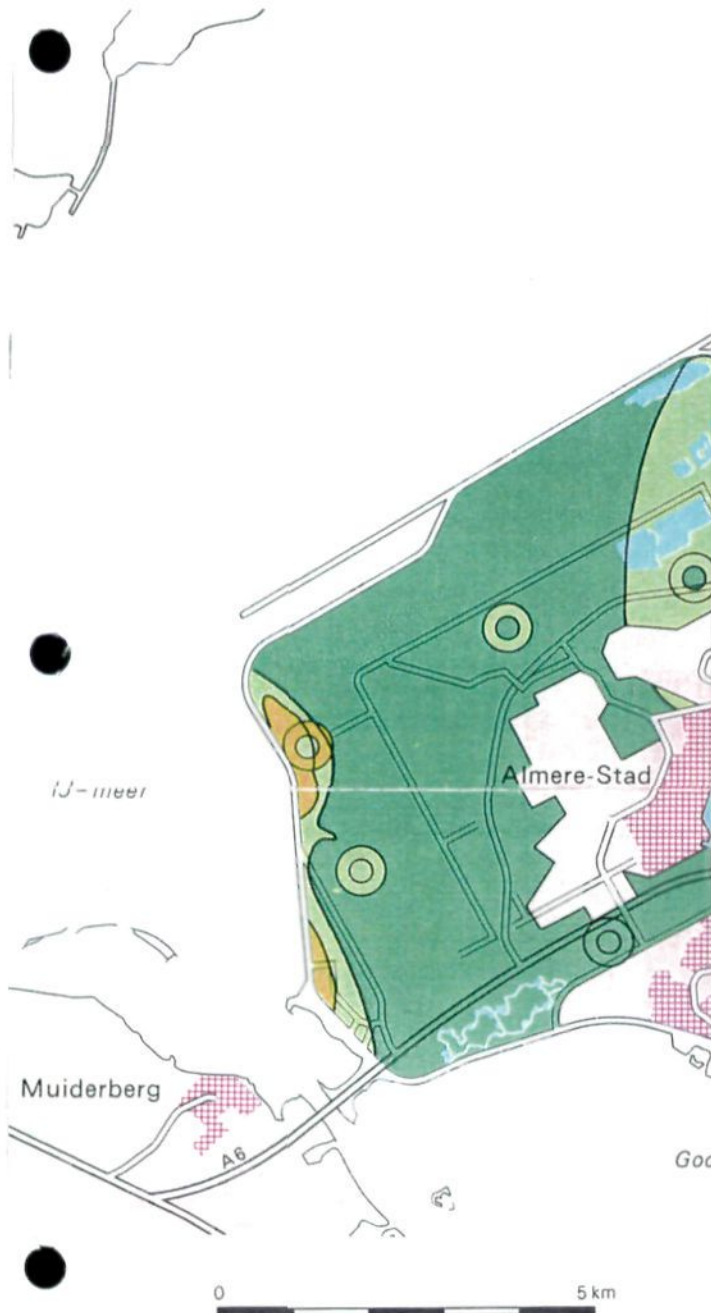
Onder het Holocene pakket wordt overal een laag zand aangetroffen die tijdens het Pleistoceen is afgezet.



Afbeelding 1: dikte Holocene pakket in poort en omgeving

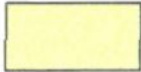
Schematische bodemkaart Zuidelijk Flevoland

De kaart geeft de aard van de bouwvoor (bovenste 22cm) aan volgens onderstaande legenda.
Op representatieve plekken is binnen twee concentrische cirkels de aard van de ondergrond aangegeven, volgens dezelfde legenda. (buitenste cirkel de laag van 22-50cm, binnenste de laag van 50-80cm)
De aard van de grond is aangegeven naar de natuurlijke toestand, zoals die was omstreeks 1980
De door menselijke activiteit veroorzaakte veranderingen zijn buiten beschouwing gelaten.



jonge afzettingen

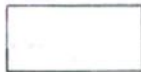
% < 2 μ m U-cijfer

	matig fijn en middelfijn zand	0-5	50-120
	lichte zavel	5-12	>120
	zware zavel	12-25	
	klei	25-40	

oudere afzettingen

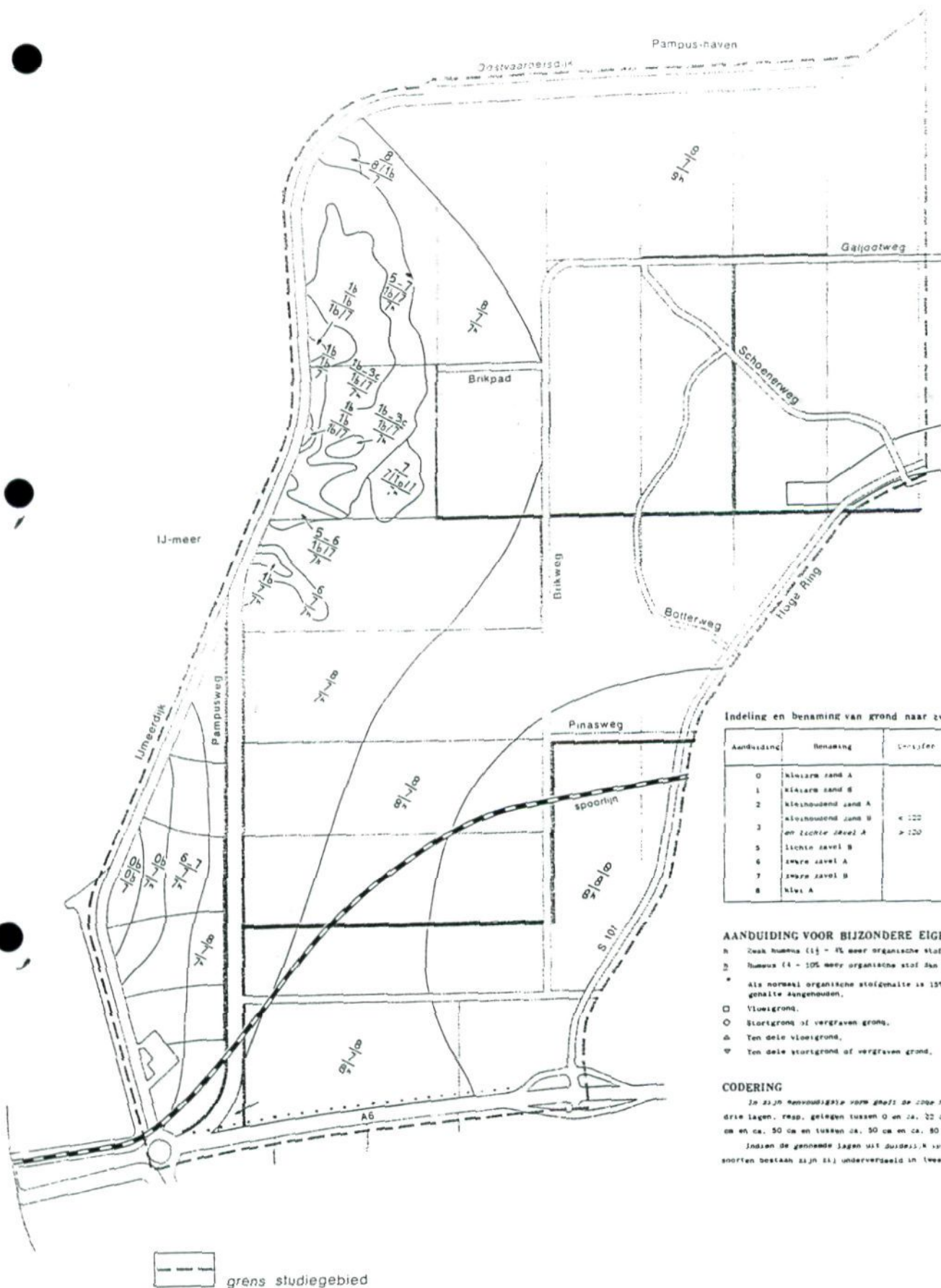
	veen		
	pleistoceen zand	0-3	70-100

toevoegingen

	begrenzing pleistoceen zand 1,50m beneden maaiveld
	buiten beschouwing

Ministerie van verkeer en waterstaat
Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders
Afdeling bodemkunde Kartografie W A

Afbeelding 2: bodemopbouw bovenste laag van de bodem



Indeling en benaming van grond naar zwaarte

Aanduiding	Benaming	Luchter	Luchtergehalte in % per 100 g droge grond
0	kleiarm zand A		0 - 15
1	kleiarm zand B		15 - 35
2	kleihoudend zand A		35 - 55
3	kleihoudend zand B		55 - 75
4	en lichte klei A		75 - 85
5	lichte zavel B		85 - 95
6	zware zavel A		95 - 100
7	zware zavel B		100 - 110
8	klei A		110 - 120

AANDUIDING VOOR BIJZONDERE EIGENSCHAPPEN

h Zwak humus (15 - 4% meer organische stof dan normaal *).

h Humus (4 - 10% meer organische stof dan normaal).

* Als normaal organische stofgehalte is 15% van het luchtergehalte aangehouden.

□ Vloeigrond.

○ Stortgrond of vergraven grond.

△ Ten dele vloeigrond.

▽ Ten dele stortgrond of vergraven grond.

CODERING

In zijn eenvoudigste vorm geeft de code het bodemprofiel in drie lagen, resp. gelegen tussen 0 en ca. 22 cm, tussen ca. 22 cm en ca. 50 cm en tussen ca. 50 cm en ca. 80 cm diepte.

Indien de genoemde lagen uit duidelijk verschillende grondsoorten bestaan zijn zij onderverdeeld in twee delen.

3.8. Toelichting watersysteem alternatieven

In deze bijlage wordt per deelgebied binnen Almere Poort de keuze van het waterpeil toegelicht. Ook wordt een toelichting gegeven op de verschillen tussen de alternatieven. Eerst wordt steeds het standaard alternatief besproken, daarna volgen de afwijkingen bij de andere alternatieven.

De indeling van de waterpeilen is gemaakt op basis van de volgende overwegingen:

- *geohydrologie*; behalve door neerslag wordt het waterstelsel van Flevoland gevoed door kwel. Voor Almere Poort wordt hierbij onderscheid gemaakt in dijkskwel die in de binnendijksezone langs de IJmeerdijk en de Gooimeerdijk optreedt. Dit kwelwater is zoet en heeft relatief lage nutriëntengehalten. Vanaf enkele honderden meters afstand van de dijk heeft het kwelwater duidelijk een afwijkende kwaliteit met hoge chloride-, nutriënten- (stikstof en fosfaat) en ijzergehalten. Voor de waterkwaliteit in het oppervlaktewater is het gewenst de dijkskwel te benutten en vast te houden, terwijl de brakke, nutriëntrijke kwel zoveel mogelijk moet worden tegengegaan.
- *bodemopbouw*; de brakke, nutriëntrijke kwel kan worden tegengegaan door relatief hoge waterpeilen te kiezen. Echter, de keuze voor hoge waterpeilen heeft als gevolg dat relatief sterk moet worden opgehoogd. Keuze van hoge waterpeilen betekent dat relatief veel zand zal moeten worden aangevoerd. Dit is ongewenst vanuit milieu- en kostenoverwegingen. Daarom wordt een optimum gezocht tussen de waterpeilen en de benodigde hoeveelheid ophoogzand.
- *waterhuishouding*; voor het toekomstige waterbeheer is het gewenst dat het aantal waterhuishoudkundige kunstwerken in Almere Poort wordt beperkt. Vanwege de aflopende maaiveldhoogten in noordoostelijke richting, de huidige afwateringsrichting, is het gebruik van gemalen niet nodig. Het aantal stuwen in Almere Poort kan worden beperkt door het aantal peilvakken te minimaliseren.

Nuancering

Uit de nauwkeurigheid waarmee de waterpeilen in onderstaande tekst zijn vermeld, zou mogelijk kunnen worden afgeleid dat volledig inzicht in het effect van aanpassing van de waterpeilen bestaat. Dit is echter niet het geval. Bij de genoemde omslagpunten, bijvoorbeeld wel of niet opbressen van de waterbodems, moet rekening worden gehouden met een marge van circa 0,2 m naar beneden of naar boven.

Op basis van meer gedetailleerde gegevens en concretere plannen voor de toekomstige inrichting kunnen in de verdere uitwerking de marges in de peilen worden verkleind en kan een geoptimaliseerd peilenplan worden vastgesteld.

Middengebied

Het middengebied wordt begrenst door de autosnelweg A6, de Pampusweg, Pampushout en de Brikweg. In het middengebied van Almere Poort is de toestroming van brakke, nutriëntrijke kwel relatief groot. Bij verstedelijking van dit gebied zal het percentage open water toenemen, ten opzichte van de huidige situatie, om voldoende berging te creëren. Als het waterpeil ongewijzigd blijft zal de brakke, nutriëntrijke kwel verder toenemen omdat in een deel van de waterpartijen de waterbodem zal opbarsten of opbressen als gevolg van de stijghoogte (druk) in het eerste watervoerende pakket. Een toename van de kwel leidt hier tot verslechtering van de waterkwaliteit. Deze achteruitgang in waterkwaliteit heeft ook negatieve gevolgen voor het benedenstrooms gelegen watersysteem.

standaard alternatief

Om toename van de kwel te voorkomen is er voor gekozen de waterpeilen te verhogen. In het standaard alternatief is gekozen voor een indeling in twee peilgebieden (zuid en noord). In beide gebieden is het peil berekend waarbij de waterbodem net niet opbarst. Voor het zuidelijk peilgebied komt dit overeen met een peil van circa NAP -4,4 m en voor het noordelijk peilgebied is een peil van NAP -4,8 m vastgesteld. In het meest noordelijke deel kan eventueel een lager waterpeil worden gekozen. Hiervoor is echter niet gekozen, omdat dit zou leiden tot een extra peilgebied met de bijkomende beheersinspanningen.

progressieve alternatief

Ondanks de peilverhoging in het middengebied, is de kwel in het standaard alternatief aanzienlijk. De berekende kwel in het zuidelijke en noordelijke deel zijn respectievelijk 1,0 tot 1,5 mm/dag en 0,5 tot 1,0 mm/dag. Deze kwel beïnvloedt de waterkwaliteit negatief. In het progressieve alternatief ligt de nadruk sterker op verbetering van de waterkwaliteit. Daarom is gekozen voor hogere waterpeilen. Er is onderscheid gemaakt in drie verschillende waterpeilen aflopend van NAP -4,2 m in het zuiden tot NAP -4,6 m in het noorden. Het oppervlak met de slechtste waterkwaliteit, in het zuidwesten van het middengebied, is in het progressieve alternatief afgenomen ten opzichte van het standaard alternatief, terwijl de waterkwaliteit in het noorden en westen verbetert. In tegenstelling tot het standaard alternatief zijn 3 in plaats van 2 peilvakken gekozen omdat meer waarde wordt gehecht aan het beperken van de benodigde hoeveelheid ophoogzand (milieu aspect) en minder aan beheersaspecten (kosten aspect).

ambitieuze alternatief

In het ambitieuze alternatief wordt ten opzichte van het standaard alternatief in een groter deel een hoog waterpeil van NAP -4,2 m gehandhaafd. Dit leidt tot een duidelijke verbetering van de waterkwaliteit in het 'meest ongunstige' gebied (reductie Fosfaat gehalten in de zomer van 0,47 naar 0,28 mg/l; zie bijlage III.VI). In het noorden van het middengebied worden waterpeilen van NAP -4,5 m en NAP -4,6 m gehandhaafd. De keuze van een peil van NAP -4,5 m in het (noord)oosten leidt ertoe dat in tegenstelling tot het progressieve alternatief, aan de 'waterkwaliteitsnorm' voor fosfaat wordt voldaan.

MMA

Met uitzondering van het noordoosten en oosten van het middengebied wordt in het ambitieuze alternatief niet aan de 'waterkwaliteitsnormen' voldaan. In grote delen van het middengebied blijft dus de kans op algenbloei ontstaan. In het MMA is er daarom voor gekozen in het Middengebied minder open water aan te leggen. Een uitzondering vormt het uiterste noordoosten waar nauwelijks sprake van kwel is. In het noordoosten wordt relatief veel open water aangelegd. Door dit deelgebied niet te doorspoelen met water uit andere deelgebieden, kan een goede waterkwaliteit worden bereikt.

In het MMA is er voor gekozen om in delen van de Pampushout, vooral het noordelijke deel van het middengebied, het huidige waterpeil van NAP -5,2 m te handhaven. Door handhaving van het huidige waterpeil blijft de vernatting in dit gebied beperkt; er treedt alleen vernatting op door autonome zettingen. Het bestaande bos kan hier zonder verdere maatregelen worden gehandhaafd. Door de kwel is de waterkwaliteit in de te handhaven delen van Pampushout (iets) slechter dan in het progressieve en ambitieuze alternatief. Ten opzichte van de huidige situatie is wel een verbetering te verwachten omdat de kwaliteit van het doorspoelwater verbetert en, in tegenstelling tot dicht bebouwde gebieden, het waterstelsel niet wordt uitgebreid.

Gebied bij de IJmeerdijk

In tegenstelling tot de andere deelgebieden is in het uiterste westen in de huidige situatie geen sprake van peilvakken met één waterpeil, maar van aflopende waterpeilen in een stromende beek. Geschat wordt dat de huidige waterstanden in het bovenstroomse deel van de Muiderzandbeek ongeveer NAP -4,5 m zijn. In het benedenstroomse deel van de Muiderzandbeek komt de waterstand ongeveer overeen met het ingestelde waterpeil van de Hoge Afdeling van Flevoland (NAP -5,2 m). Het beschikbare verval zorgt ervoor dat de dijkskwel zichtbaar stromend wordt afgevoerd in de beek. Bij afname van het verval nemen de stroomsnelheden af en kan in het uiterste geval een traag stromende sloot of tocht ontstaan.

standaard alternatief

De aangegeven waterpeil van NAP -3,7 m geldt voor het bovenstroomse deel van de Muiderzandbeek nabij de dijk. Het peil is gekozen om voldoende verval voor een stromende

Muiderzandbeek en een goede (grond)waterkwaliteit voor de ontwikkeling van natte natuur te krijgen.

Het lager gelegen noordelijke deel langs de IJmeerdijk watert, net als in de huidige situatie, niet af naar de Muiderzandbeek. Hier is gekozen voor een lager oppervlaktewaterpeil van NAP -4,5 m om de benodigde hoeveelheid ophoogzand te beperken. Dit heeft geen negatieve gevolgen voor de waterkwaliteit in dit gebied omdat in het noorden de deklaag dikker is waardoor de kwel minder groot is.

Ook in het noorden kunnen plaatselijk kleine stroomversnellingen worden gerealiseerd.

Voor het gebied ten zuiden van de A6 is in alle gevallen uitgegaan van een waterpeil van NAP -4,2 m. Bij dit waterpeil ontstaat door vermenging van dijkskwel en een geringe hoeveelheid brakke, nutriëntrijke kwel een redelijke waterkwaliteit en is de hoeveelheid benodigd zand voor het ophogen beperkt.

overige alternatieven

In het standaard alternatief wordt in het uiterste westen niet aan de 'kwaliteitseisen' voor fosfaat en stikstof voldaan. Door een peilverhoging (in progressief/ambitieuze) met 0,2 m neemt de brakke, nutriëntrijke kwel aanzienlijk af en wordt wel aan de 'kwaliteitseisen' voldaan (zie bijlage III.VI). De kans op algenbloei wordt hiermee aanzienlijk beperkt. In tegenstelling tot het standaard alternatief biedt de waterkwaliteit nu meer mogelijkheden voor natuurontwikkeling.

De veranderingen van waterpeilen kunnen leiden tot vernattingsschade in te handhaven delen van het Muiderzandbos. Om vernattingsschade te voorkomen, kunnen bestaand sloten of greppels worden aangesloten op het water in het middengebied. Hierdoor kunnen in te handhaven bospercelen lagere waterstanden worden gerealiseerd dan in de Muiderzandbeek en neemt de kans op vernattingsschade sterk af.

Ecozone

In de onderstaande tekst wordt de Ecozone langs de A6 en de Buitenring, tot aan de kruising met de spoorbaan, bedoeld.

standaard alternatief

In het standaard alternatief wordt vastgehouden aan het bestaande waterpeil van NAP -4,2 m in de Ecozone. Voor het zuidelijke deel betekent dit dat relatief veel brakke, nutriëntrijke kwel zal optreden. In Noordelijke richting neemt de kwel af en kan zelfs water in de bodem infiltreren.

overige alternatieven

Vanwege de waterkwaliteit in het zuidelijke deel van de Ecozone is er voor gekozen het waterpeil hier te verhogen tot NAP -4,0 m. Hierdoor neemt de brakke, nutriëntrijke kwel af. Dit houdt echter ook in dat minder water als voeding voor het noordelijke deel van de ecozone beschikbaar is. Door de afname van de voeding, is het niet mogelijk om in het noordelijke deel 's zomers een peil van NAP -4,2 m te handhaven. Daarvoor is gekozen voor een waterpeil van NAP -4,4 m in dit gebied. Bij een peil van NAP -4,4 m is er in de zomer sprake van een gering wateroverschot (zie tabellen 3 en 5 in bijlage III.VI). In het ambitieuze alternatief is gekozen voor een iets lager peil van NAP -4,5 m omdat dan geen peilscheiding met het aangrenzende gebied in het noorden behoeft te worden aangebracht. Overigens zal in het ambitieuze alternatief en het MMA 's winters sprake zijn van hogere waterstanden in het noordelijk deel van de Ecozone omdat seizoensfluctuaties worden toegestaan.

Noordoostelijke gebied

In het noordoosten is de deklaag relatief dik en is de stijghoogte in het watervoerende pakket het laagst. Door een gering peilverhoging ten opzichte van de huidige situatie kan het aandeel kwel hier worden geminimaliseerd en is alleen sprake door voeding van

afstromend regenwater. Om een goede waterkwaliteit te krijgen is doorstroming met water uit het middengebied ongewenst. Omdat hier een relatief goede waterkwaliteit te realiseren is en dit gebied minder geschikt is voor intensieve bebouwing (vanwege de bodemopbouw) wordt hier relatief veel water aangelegd.

standaard alternatief

In het standaard alternatief wordt gekozen voor een waterpeil van NAP -4,8 m. Bij dit peil blijft nog enige kwel bestaan, zodat niet volledig aan de 'waterkwaliteitsnormen' voor fosfaat en stikstof wordt voldaan. Voor een goede waterkwaliteit is dus verdere peilverhoging gewenst.

progressief alternatief

Het noordoosten wordt in dit alternatief gesplitst in twee delen, met elk een waterpeil van NAP -4,6 m. De scheiding tussen de twee delen wordt gevormd door een watergang die het middengebied afwatert en vermenging van verschillende waterkwaliteiten voorkomt.'s Zomers wordt aan de 'waterkwaliteitseisen' voor fosfaat voldaan, waardoor de kans op algengroei afneemt ten opzichte van het standaard alternatief.

Te handhaven bospercelen wateren in dit alternatief af naar het te handhaven waterstelsel rondom Almere Poort. Hierdoor wordt waterstandsverhoging in deze bospercelen voorkomen en treedt geen vernattingsschade op.

ambitieuze alternatief

In het Ambitieuze alternatief vormt het noordoostelijke gebied samen met het noordelijk deel van de Ecozone en een deel van het middengebied één groot peilvak. Het waterpeil is iets hoger dan in het progressieve alternatief. Dit alternatief heeft vergelijkbare fosfaatgehalten als in het progressieve alternatief. De stikstofgehalten zijn wel hoger dan in het progressieve alternatief. Omdat sprake is van een fosfaat-gelimiteerd systeem zijn de stikstofgehalten echter van minder belang.

De afwatering van het water met een mindere kwaliteit verloopt via de noordrand van Almere Poort, waardoor minder peilvakken ontstaan en het waterbeheer eenvoudiger wordt. Ook in dit alternatief kan er voor gekozen worden vernattingsschade bij te handhaven bospercelen te voorkomen, door deze percelen direct af te wateren op sloten en tochten buiten het plangebied.

MMA

In het MMA wordt het water vooral geconcentreerd in het noordoosten. Het watersysteem in het noordoosten wordt gevoed door neerslag, water uit de ecozone en, bij hevige neerslag, water uit het middengebied. Omdat een peilscheiding met de ecozone bestaat, kan het waterpeil en daarmee de benodigde hoeveelheid ophoogzand iets worden verlaagd ten opzichte van het ambitieuze alternatief. De waterkwaliteit is vergelijkbaar met het ambitieuze alternatief.

In het noordelijke en oostelijke deel van Pampushout blijft het waterpeil ongewijzigd ten opzichte van de huidige situatie. Hierdoor wordt vernattingsschade in het bestaande bos voorkomen.