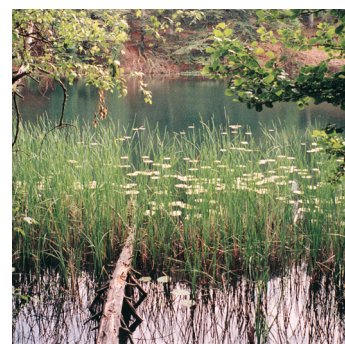



**Grondwaterbeheer- en ontwikkelingsplan (2011-2015)**



## Grondwaterbeheer- en ontwikkelingsplan (2011-2015)

referentie	projectcode	status
ZEW71-2/kolm/003	ZEW71-2	definitief
projectleider	projectdirecteur	datum
ir. J.D. Klein	prof.dr.ir. F.H.L.R. Clemens	2 maart 2011

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	ir. J.D. Klein	

Witteveen+Bos  
Van Twickelostraat 2  
Postbus 233  
7400 AE Deventer  
telefoon 0570 69 79 11  
telefax 0570 69 73 44  
www.witteveenbos.nl

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

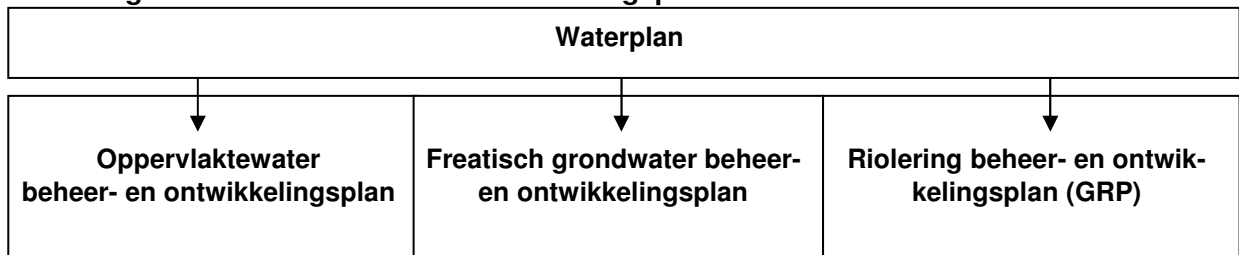
Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig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

<b>INHOUDSOPGAVE</b>	<b>blz.</b>
<b>1. INLEIDING</b>	<b>2</b>
<b>2. BELEID, TAKEN EN VERANTWOORDELIJKHEDEN</b>	<b>4</b>
2.1. Beleid	4
2.2. Taken en verantwoordelijkheden	5
<b>3. GEWENSTE SITUATIE</b>	<b>7</b>
3.1. Ontwateringsdiepte	7
3.2. Drainage	9
3.3. Organisatie en communicatie	9
3.4. Toepassing warmte-koude opslag (WKO)	10
<b>4. HET GRONDWATERSYSTEEM IN ZEEWOLDE</b>	<b>11</b>
4.1. Maaiveld	11
4.2. Bodem	11
4.3. Grond- en oppervlaktewater	11
4.4. Ontwateringsdiepte	12
4.5. Inventarisatie (grond)wateroverlast	13
4.6. Bestaande drainage	14
4.7. Grondwaterkwaliteit	14
<b>5. PLAN VAN AANPAK</b>	<b>15</b>
5.1. Drainage	15
5.1.1. Aanleg drainage bij nieuwe ontwikkeling	15
5.1.2. Huidige grondwateroverlast en drainage in bestaand bebouwd gebied	17
5.2. Grondwatermeetnet	18
5.3. Organisatie en communicatie	19
<b>6. MAATREGELEN</b>	<b>20</b>
6.1. Aanpak grondwater gemeente Zeewolde periode 2011-2015	20
6.2. Uitvoeringsprogramma	20
<b>7. REFERENTIES</b>	<b>23</b>
laatste bladzijde	<b>23</b>
bijlagen	aantal blz.
I Beschrijving huidig grondwatersysteem	8
II Kaart boringsvrije zone	1
III Kaart ontwateringsdiepte peilbuizen	1
IV Toepassing warmte-koude opslag (WKO)	2

## 1. INLEIDING

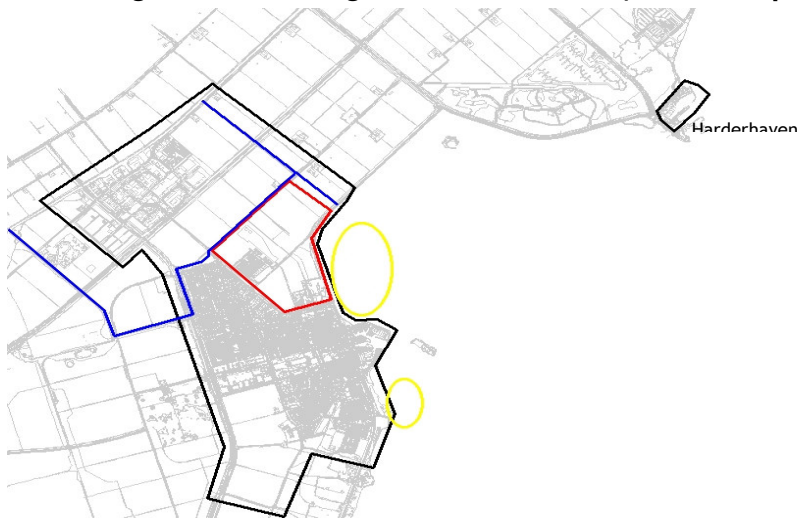
Het waterplan Zeewolde geeft de visie op de toekomstige waterhuishouding in de bebouwde kom. Daarnaast bevat het waterplan een uitvoeringsprogramma. Dit uitvoeringsprogramma geeft een indruk van de maatregelen waarmee het eindbeeld van de visie kan worden bereikt. Het uitvoeringsprogramma bevat een indicatief maatregelpakket en is gebruikt om de kosten te kunnen inschatten. De uitwerking van een aantal maatregelen zelf vindt plaats in beheers- en ontwikkelingsplannen (afbeelding 1.1). In dit rapport is het beheer en de gewenste ontwikkeling voor het grondwater uitgewerkt.

**afbeelding 1.1. Schema beheer- en ontwikkelingsplannen**



De gemeente Zeewolde heeft aan Witteveen+Bos gevraagd om in dit kader een grondwaterbeheer- en ontwikkelingsplan op te stellen voor het ondiepe (freatische) grondwater in de bebouwde delen van Zeewolde (dorp, Trekkersveld en Harderhaven), zie afbeelding 1.2. De planperiode voor dit plan beslaat de jaren 2011 tot en met 2015.

**afbeelding 1.2. Overzicht gemeente Zeewolde (bron waterplan)**



Dit grondwaterbeheer- en ontwikkelingsplan legt vast hoe in de gemeente Zeewolde met grondwater wordt omgegaan in bestaand en nieuw te ontwikkelen stedelijk gebied. Daarbij wordt ingegaan op de relevante uitgangspunten, de organisatorische aspecten (wie is waarvoor verantwoordelijk?) en concrete maatregelen om de gewenste situatie te bereiken. Naast de invulling van de gemeentelijke zorgplicht voor het grondwater wordt ook ingegaan op bijvoorbeeld het toepassen en onderhouden van drainage en de mogelijkheden voor bodemenergiesystemen zoals warmte-koude opslag (WKO, systeem waarbij grondwater wordt gebruikt voor het verwarmen en koelen van bebouwing).

### leeswijzer

In dit rapport wordt in het tweede hoofdstuk het beleid ten aanzien van het gemeentelijke grondwaterbeheer en de taken en verantwoordelijkheden beschreven. De gewenste situatie voor het grondwater binnen de gemeente Zeewolde is beschreven hoofdstuk 3 waarbij wordt ingegaan op ontwateringsdiep-

te, drainage en het toepassen van WKO. Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 ingegaan op de huidige situatie. Hoofdstuk 5 geeft het plan van aanpak om vanuit de huidige situatie de gewenste situatie te bereiken. De concrete maatregelen die uit dit plan van aanpak volgen, zijn omschreven in hoofdstuk 6.

## 2. BELEID, TAKEN EN VERANTWOORDELIJKHEDEN

### 2.1. Beleid

#### Waterwet

Acht bestaande wetten op watergebied, waaronder de Wet Gemeentelijke Watertaken, zijn vervangen door de Waterwet. De Waterwet is inclusief invoeringsregeling en invoeringswet op 22 december 2009 in werking getreden. De Waterwet stelt integraal waterbeheer op basis van de 'watersysteembenadering' centraal. De verantwoordelijkheden in het grondwaterbeheer van Rijk, provincie, waterschappen en gemeenten zijn in de Waterwet helderder vastgelegd. Voor dit plan is vooral de zorgplicht van gemeenten voor het freatische grondwater in het bebouwde gebied van belang (zie paragraaf 2.2). Andere veranderingen zijn de invoering van de watervergunning en een verbeterde doorwerking van water in andere beleidsterreinen, vooral het ruimtelijke domein.

#### Wet Informatie-uitwisseling Ondergrondse Netten (WION)

De WION is 1 juli 2008 in werking getreden. De gemeente is als eigenaar van kabels en leidingen (voor openbare verlichting, riolering etc.) verplicht tot het geven van digitale toegankelijkheid van de kabel- en leidinggegevens. Dat betekent dat gemeenten alle gegevens over kabels en leidingen in een digitaal beheerssysteem moeten plaatsen. De gemeente levert de informatie aan bij het Kadaster. De kabel- en leidinggegevens en graafwerkzaamheden moeten straks worden gemeld bij het Kadaster. Een gemeente kan de kabel- en leidinggegevens van het gebied dat binnen haar grenzen valt, opvragen bij het Kadaster (bron VNG).

#### Omgevingsplan Flevoland (2006-2015)

In dit plan is het integrale omgevingsbeleid van de provincie Flevoland voor de periode 2006-2015 weergegeven, met een doorkijk naar 2030. Het Omgevingsplan is een samenbundeling van de vier wettelijke plannen op provinciaal niveau: Streekplan, Milieubeleidsplan, Waterhuishoudingsplan en Provinciaal Verkeer- en Vervoerplan.

De provincie Flevoland streeft naar aantrekkelijk, toegankelijk, veilig en schoon water in woongebieden, met een diversiteit aan waterplanten en -dieren en betrouwbare gebruiksmogelijkheden. Voor wateroverlast geldt de volgorde vasthouden-bergen-afvoeren, voor watertekort de volgorde vasthouden-bergen-aanvoeren en voor waterkwaliteit geldt schoonhouden-scheiden-schoonmaken. Grondwater en hemelwater mogen niet op de centrale afvalwaterzuiveringsinstallaties terecht komen.

Ook de relatie met gemeentelijke plannen komt aan de orde. Het rioleringsplan van gemeenten (GRP) geeft invulling aan de zorgplichten grondwater, hemelwater en afvalwater. In gemeentelijke waterplannen worden de diverse subfuncties van stedelijk water vastgelegd, van doelstellingen voorzien en in maatregelen uitgewerkt. Bij de planning, inrichting en vernieuwing van stedelijk gebied moet rekening worden gehouden met de kenmerken van de watersystemen. Het grondwaterpeil wordt afgestemd op drooglegging en stabiliteit van gebouwen, vochtvoorziening van stedelijk groen, kwelreductie in geval van slechte grondwaterkwaliteit en infiltratie en berging van hemelwater.

#### wijziging Verordening voor de fysieke leefomgeving Flevoland 2009

Om de omgevingskwaliteit van Flevoland te beschermen zijn verschillende gebieden aangewezen in het provinciaal beleid. Voor de gebieden met een beschermde status zijn regels opgesteld in de verordening voor de fysieke leefomgeving Flevoland. Ten aanzien van het grondwater is het volgende opgenomen in deze verordening [ref. 1. en 2.]:

- **grondwateronttrekking ten behoeve van drinkwater:** Ten behoeve van de openbare drinkwatervoorziening wordt grondwater opgepompt op een diepte van 100 tot 225 meter bij de pompstations Fledite en Harderbroek. Het derde watervoerende pakket waaruit wordt gepompt wordt beschermd door de dikke kleilagen. Door de provincie is het water in dit pakket gereserveerd voor openbare drinkwatervoorziening en ter bescherming hiervan is het verboden om de kleilagen (Eemklei en

Drente) te doorboren. De gemeente Zeewolde ligt grotendeels binnen de boringsvrije zone, zie bijlage III. Dat betekent dat de diepte tot waar geboord mag worden beperkt is. In Zeewolde mag tot op een diepte van NAP-8 tot -26 meter worden geboord in de ondergrond;

- **bodemenergiesystemen (warmte-koudeopslag):** De provincie wil dat het grondwater optimaal benut kan worden en tegelijkertijd voorkomen dat er concurrentie ontstaat om de ondergrondse ruimte. Voor onttrekkingen ten behoeve van bodemenergiesystemen (WKO) is meestal een vergunning nodig van de provincie. Voor kleine systemen – minder dan 10 m<sup>3</sup>/uur – volstaat een melding. Met uitzondering van milieubeschermingsgebieden, wordt WKO in principe overal toegestaan. Het stedelijke gebied van de gemeente Zeewolde ligt bijna geheel binnen de boringsvrije zone. Alleen de Harderhaven ligt buiten de boringsvrije zone. Volgens de verordening voor de fysieke leefomgeving (wijziging 22 december 2009) is de aanleg van bodemenergiesystemen in het derde watervoerend pakket niet mogelijk, omdat de beschermde kleilaag niet doorboord mag worden (ook niet met een ontheffing, zie kader). Indien een bodemenergiesysteem in andere lagen boven deze kleilaag mogelijk is, wordt deze door de Provincie toegestaan.

#### **besluit bodemenergiesystemen bodembescherming (versie 29 januari 2010)**

Momenteel wordt door het Rijk gewerkt aan het Besluit bodemenergiesystemen bodembescherming. Met dit besluit wordt beoogd de groei van de toepassing van bodemenergiesystemen te stimuleren en deze tegelijkertijd te voorzien van randvoorwaarden om te komen tot een duurzaam gebruik van de bodem. Nederland is hierin ingedeeld in drie type gebieden: vrije gebieden, ambitiegebieden en restrictiegebieden. Binnen elk van deze gebieden gelden gelijke regels voor open en gesloten systemen, om substitutiedrag te voorkomen. De zwaarte van deze regels is vervolgens weer afhankelijk van de grootte van de aangelegde systemen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen kleine, middelgrote en grote systemen.

Bijvoorbeeld waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden en boringsvrije zones zullen binnen de restrictiegebieden vallen. Dat zijn gebieden waar andere maatschappelijke belangen gelden die zwaarder wegen dan het gebruik van bodemenergie of die hieraan belangrijke randvoorwaarden stellen. Hiervoor geldt nu al breed bij provinciale milieuverordening een verbod op de toepassing van bodemenergie, al dan niet met de mogelijkheid van ontheffing. Daarnaast is de aanwezigheid van archeologische of aardkundige bodemschatten een reden om boren en andere verstoringen aan banden te leggen. In al deze gebieden geldt dat op provinciaal niveau randvoorwaarden worden gesteld, of een verbod geldt. Dit besluit sluit zich aan bij de bestaande bevoegdheden. De procedurele versnelling die in vrije gebieden en ambitiegebieden geldt, wordt uitgesloten van restrictiegebieden. Dit betekent dat, voor zover ze niet verboden zijn, voor alle systemen een uniforme procedure geldt.

#### **waterplan Zeewolde**

De visie op o.a. het grondwater binnen de gemeente Zeewolde is opgenomen in het waterplan. Dat houdt in dat water zo lang mogelijk wordt vastgehouden in de grachten, de bodem of eventueel speciale voorzieningen. De bewoners ondervinden geen overlast van grondwater. De grondwaterstanden worden goed beheerst, rekening houdend met zowel de aanwezige bebouwing en infrastructuur als het groen.

#### **2.2. Taken en verantwoordelijkheden**

De **gemeente** heeft de zorgplicht vanuit de Waterwet om structurele grondwaterproblemen in het openbaar gebied waar mogelijk te voorkomen of te beperken. De zorgplicht voor grondwater geldt voor het freatische (ondiepe) grondwater in het bebouwde gebied. Deze zorg richt zich op het zoveel mogelijk voorkomen of beperken van structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming.

De zorgplicht heeft het karakter van een inspanningsplicht voor effectieve maatregelen. Hierbij valt in de praktijk te denken aan de aanleg van bijvoorbeeld drainagevoorzieningen in openbaar gebied bij structurele grondwateroverlast of de aanleg van infiltratievoorzieningen bij een structureel grondwatertekort. De gemeentelijke taken liggen voornamelijk in de openbare ruimte en bij voorlichting, coördinatie

en onderzoek. **Particulieren** hebben de verantwoordelijkheid voor de beheersing van grondwaterstanden en afvoer op eigen terrein. In de wet is geen van de partijen aansprakelijk gesteld voor de handhaving van een bepaalde grondwaterstand.

Het **waterschap** is de beheerder van het gehele watersysteem inclusief het grondwater. De bestaande taken van het waterschap zoals peilbeheer, watertoets, het verlenen en handhaven van vergunningen zijn met de invoering van de Waterwet uitgebreid met het operationele grondwaterbeheer. Voor de meeste grondwateronttrekkingen, zoals bronnering, beregening, sanering en overige onttrekkingen is het waterschap bevoegd gezag. Het waterschap bepaalt, gebaseerd op dat provinciaal beleid, hoe het in de dagelijkse praktijk met het grondwater omgaat. Daarbij hanteert waterschap Zuiderzeeland dezelfde regels die de provincie heeft gehanteerd. De regels zijn vastgelegd in de keur van het waterschap.

Industriële onttrekkingen (meer dan 150.000 m<sup>3</sup> per jaar), openbare drinkwaterwinning, en bodemenergiesystemen blijven onder het bevoegd gezag van de **provincie**. De provincie Flevoland stelt het strategisch beleid vast voor de grondwatervoorraad in Flevoland.

Vanwege de samenhang van grondwaterkwaliteit met de Wet bodembescherming blijft het beheer van de grondwaterkwaliteit in handen van de provincie en de gemeente. De gemeente is bevoegd gezag voor de grondwaterkwaliteit binnen de gemeente, bijvoorbeeld bij infiltratie van hemelwater of bodemsanering. De taken op het gebied van bescherming van de grondwaterkwaliteit vanuit de Europese grondwaterrichtlijn blijven bij het Rijk en de provincie.



### 3. GEWENSTE SITUATIE

In de gewenste situatie ondervinden de bewoners, bedrijven en de beheerder van de openbare ruimte (de gemeente) geen structurele grondwateroverlast. Bij nieuwe ontwikkelingen wordt het ontwerp zo opgesteld dat geen grondwateroverlast ontstaat. Indien in bestaand bebouwd gebied sprake is van structurele grondwateroverlast, zal naar oplossingen worden gezocht. Daarom is het van belang om na te gaan of er in de huidige situatie sprake is structurele grondwateroverlast<sup>1</sup> binnen de gemeente en om richtlijnen op te stellen hoe om te gaan met het freatische grondwater. Bij de richtlijnen gaat het niet alleen om technische aspecten maar ook om de organisatie (wie doet wat).

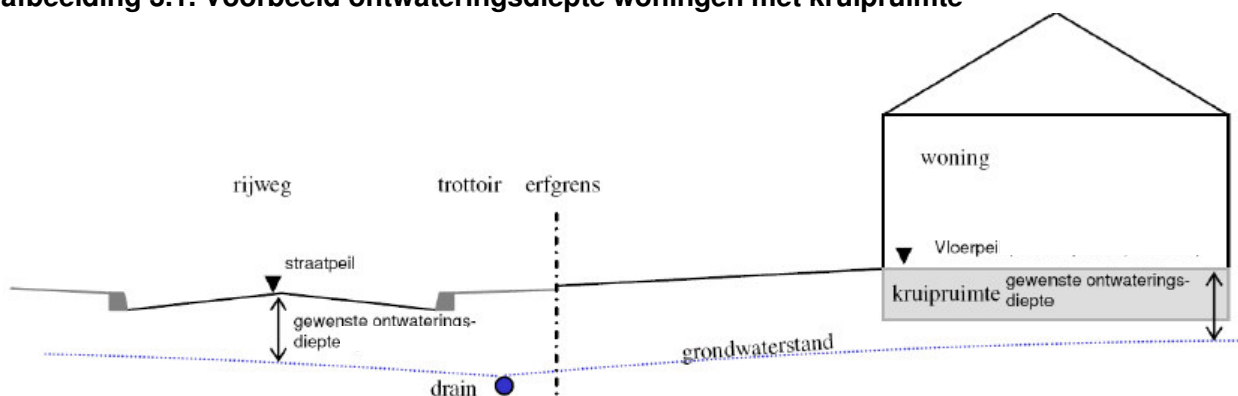
In dit hoofdstuk is de gewenste situatie met betrekking tot het grondwater beschreven. Daarbij wordt achtereenvolgens ingegaan op:

1. de ontwateringsdiepte (zie afbeelding 3.1): afhankelijk van de functie binnen het bebouwde gebied worden andere eisen gesteld aan de ontwateringsdiepte;
2. het drainagestelsel: uit ervaring en diverse onderzoeken blijkt dat voor een groot deel van de gemeente (behalve de zandige delen in het zuidoostelijke deel) de aanleg van een drainagestelsel nodig is om te zorgen voor voldoende ontwateringsdiepte voor de verschillende gebruiksfuncties. Het drainagestelsel dat bij aanleg van een wijk wordt aangebracht, zal ook op lange termijn moeten functioneren (robuust ontwerp en uitvoering). Dit stelt eisen aan de wijze waarop het drainagestelsel wordt aangelegd en wordt onderhouden;
3. organisatorische aspecten: wie is waarvoor verantwoordelijk en welke instantie kan worden aangesproken bij problemen;
4. het benutten van het grondwater door toepassing van WKO-systemen.

#### 3.1. Ontwateringsdiepte

De ontwateringsdiepte is het verschil tussen de hoogte van het maaiveld en de grondwaterstand (zie afbeelding 3.1). In stedelijk gebied dient de ontwatering zodanig te zijn dat er geen overlast wordt ondervonden van te hoge grondwaterstanden. Dit betekent dat de grondwaterstand voldoende diep onder het vloerpeil van de woning, de tuin, de wegen en het openbare groen moet liggen om voor de toegekende functie geschikt te zijn. Afhankelijk van het gebruik gelden dus verschillende criteria voor de drooglegging.

afbeelding 3.1. Voorbeeld ontwateringsdiepte woningen met kruipruimte



<sup>1</sup> Structurele grondwateroverlast wordt ondervonden wanneer grondwaterproblemen tenminste op buurtniveau spelen en de hoge grondwaterstanden er toe leiden dat de gronden niet meer geschikt zijn voor de toegekende functie (bijvoorbeeld optrekkend vocht, slecht begaanbare tuinen of openbaar groen). In de regel wordt de functie niet belemmerd wanneer de overlast kort duurt. Hier wordt er van uitgegaan dat gemiddeld minimaal 1 maand per jaar sprake moet zijn van overlast om te kunnen spreken van een structureel probleem.

Bij het vaststellen van deze criteria moet rekening gehouden worden met de fluctuatie (dynamiek) van de grondwaterstand als gevolg van neerslag, verdamping en kwel. De algemene, landelijk toegepaste ontwateringscriteria zijn weergegeven in tabel 3.1. Hierbij is ook aangegeven in hoeverre deze criteria direct naar Zeewolde kunnen worden vertaald.

**tabel 3.1. Algemene landelijk gehanteerde ontwateringscriteria (afkomstig uit: beter bouwen en woonrijp maken)**

functie	ontwateringscriteria		situatie Zeewolde
bebouwing met kruipruimte	0,9 m	beneden vloerpeil	leidingen in vloer, kleine laag water in kruipruimte is incidenteel toegestaan
bebouwing zonder kruipruimte	0,5 m	beneden vloerpeil	niet aanwezig
primaire weg	1,0 m	beneden de as van de weg	provinciale weg
secundaire wegen	0,7 m	beneden de as van de weg	straten
industriegebied	0,7 m	beneden maaiveld	Trekkersveld, Horsterparc
parken, tuinen en plantsoenen	0,5 m	beneden maaiveld	geen water op maaiveld
kampeertreinen	0,5 m	beneden maaiveld	buiten stedelijk gebied
begraafplaatsen	0,3 m	beneden onderkant kist*	buiten stedelijk gebied
sportvelden	0,5 m	beneden maaiveld	geen water op maaiveld

\* De exacte ontwateringsdiepte is afhankelijk van o.a. het aantal kisten dat boven elkaar ligt. De uiteindelijke ontwateringsdiepte kan meer dan 2 m - mv bedragen.

In de hierboven genoemde criteria is geen rekening gehouden met eventueel verdiept aangelegde voorzieningen zoals kelders.

Op basis van tabel 3.1 zijn specifieke criteria voor Zeewolde opgesteld (zie tabel 3.2). Bij de ontwateringsdiepte bij woningen is ook de bouwwijze van belang. In Zeewolde is de voornaamste bouwwijze bouwen met kruipruimte maar met de leidingen in de vloeren (niet in de kruipruimte). Omdat de bouwwijze in Zeewolde minder snel zorgt voor problemen en omdat Zeewolde geen oude bebouwing (met bijvoorbeeld houten vloeren) kent, zal er geen schade optreden wanneer gedurende beperkte tijd grondwater in de kruipruimte staat. Woningen die gebouwd zijn na 1992 zijn verplicht voorzien van een luchtdichte ondervloer. Bij water in de kruipruimte ontstaat daarom in principe geen overlast.

**tabel 3.2. Ontwateringscriteria voor Zeewolde, afgestemd op lokale situatie**

functie	ontwateringscriteria		situatie Zeewolde
bebouwing met kruipruimte	0,5 m	beneden vloerpeil	leidingen in vloer, kleine laag water in kruipruimte is incidenteel toegestaan
primaire weg	1,0 m	beneden de as van de weg	provinciale weg
secundaire wegen	0,7 m	beneden de as van de weg	straten
industriegebied	0,7 m	beneden maaiveld	Trekkersveld, Horsterparc
parken, tuinen en plantsoenen	0,5 m	beneden maaiveld	geen water op maaiveld
kampeertreinen	0,5 m	beneden maaiveld	buiten stedelijk gebied
sportvelden	0,5 m	beneden maaiveld	geen water op maaiveld

Bovenstaande eisen gelden voor de gebruikssituatie. Enkele dagen per jaar mogen de waarden worden overschreden. Voor het ontwerp van drainagestelsels betekent dit dat de ontwateringscriteria gelden voor een constante grondwaterafvoer van 5 mm/dag.

Daarnaast is het van belang dat ook tijdens de aanleg voldoende ontwatering plaatsvindt. Voordelen van een goede ontwatering tijdens bouwwerkzaamheden zijn: minder vertraging, een gezondere werkomgeving en de mogelijkheid om werkzaamheden zorgvuldiger uit te voeren.

Om aan de ontwateringscriteria te voldoen zijn de volgende aspecten van belang:

- een goede ont- en afwatering. Dit betekent dat een voldoende fijnmazig drainagenet moet worden aangelegd met voldoende afwateringsmogelijkheden op oppervlaktewater;
- vaststelling van voldoende hoge uitgiftepeilen zodat de ontwateringsdiepte voldoende is;
- het bouwrijp maken (ophogen, ontstaan van slecht doorlatende lagen door het ophogen).

### **bouwwijze voor ondergrondse ruimten**

De bouwregelgeving verplicht tot het waterdicht maken van ruimten beneden de begane grondvloer indien in deze ruimten regelmatig mensen verblijven (verblijfsruimte). Overigens is een raam dan ook verplicht. Kruipruimten hoeven niet verplicht waterdicht te worden gemaakt. Drainage is niet bedoeld om kelders droog te houden. Om wateroverlast in kelders te voorkomen, dienen deze waterdicht te worden uitgevoerd.

### **drooglegging**

De drooglegging is het verschil tussen de hoogte van het maaiveld en de waterstand in het oppervlaktewater (grachten en vaarten). Het streven is dat er binnen de bebouwde kom geen (grond)waterproblemen optreden. Daarvoor is ook de drooglegging van belang. De gemeente Zeewolde ligt deels in een aandachtsgebied voor wateroverlast en maaiveldddaling [ref. 10.; situatie 2050]. Belangrijk is daarom dat de aanleghoogte van de vloer- en wegpeilen nu en in de toekomst voldoende zijn. Daarvoor zijn verschillende eisen opgesteld;

- voor de drooglegging in stedelijk gebied hanteert het waterschap een minimale eis van 1,2 meter bij normaalwaternormpeil [ref. 10.];
- er mag geen inundatie van het maaiveld plaatsvinden;
- de prognose voor de maaiveldddaling in 2050 rondom Zeewolde is ongeveer 5 tot 20 cm (zie afbeelding 4.1). Ook in 2050 moet de drooglegging voldoende zijn.

Overigens is bij bestaande woonwijken en bedrijventerreinen opgehoogd waardoor het bebouwde gebied minder kwetsbaar is dan het omliggende gebied.

Bovenstaande geeft richtlijnen voor de minimale drooglegging. De drooglegging is bij voorkeur echter niet te groot omdat een te grote drooglegging kan leiden tot te lage grondwaterstanden en daarmee samenhangend zettingen in de bodem en vochttekort voor planten en bomen. Daarnaast zorgt een grote drooglegging tot een slechte zichtbaarheid van het water, terwijl veel bewoners water in de woonomgeving juist op prijs stellen.

### **3.2. Drainage**

De gemeente wil binnen het stedelijk gebied op een goede manier omgaan met het freatische (ondiepe) grondwater. Uit ervaring en diverse onderzoeken blijkt dat voor een groot deel van de gemeente (behalve de zandige delen in het zuidoostelijke deel) de aanleg van een drainagestelsel nodig is om te zorgen voor voldoende ontwateringsdiepte voor de verschillende gebruiksfuncties. De aanleg van drainage is nodig vanwege de matige doorlatendheid van de bodem in het grootste deel van de gemeente. Om er voor te zorgen dat het drainagestelsel ook na tientallen jaren nog voldoet is het van belang dat wordt gekozen voor een robuuste uitvoering. Daarnaast zal het benodigde onderhoud moeten worden gepleegd.

Bij het opstellen van een drainageontwerp voor de aanleg van drainage in bestaande of nieuw te ontwikkelen wijken gelden de uitgangspunten die zijn vermeld in een afzonderlijke notitie over de aanleg en het onderhoud van drainage [ref. 14.].

### **3.3. Organisatie en communicatie**

De gemeente heeft de Zorgplicht voor het ondiepe grondwater in het bebouwde gebied. Zoals eerder beschreven betekent dit niet dat de gemeente altijd verantwoordelijk is voor het nemen van maatregelen. De gemeente zorgt voor een goede ontwatering van het openbare gebied, maar de (particuliere)

eigenaren van percelen zijn verantwoordelijk voor de ontwatering van hun terrein. Wanneer particulieren het drainage water alleen via het openbare gebied kunnen afvoeren, kan de gemeente wel een taak hebben bij het zorgen voor een goede afvoermogelijkheid.

Verder houdt de zorgplicht in dat de gemeente het aanspreekpunt is bij vragen en klachten over grondwater(overlast). Indien uit klachten blijkt dat mogelijke sprake is van structurele grondwateroverlast heeft de gemeente een coördinerende rol bij uitvoering van onderzoek en de uitvoering van maatregelen. Voor de afhandeling van vragen en klachten is in het waterplan de instelling van een waterloket als communicatiemaatregel al voorzien. Dit kan eventueel uitgebreid worden door via internet meer informatie over water te geven. Bij het waterloket is een goede klachtenregistratie van belang om problemen met grondwater te kunnen traceren en behandelen. Daarnaast zal algemene voorlichting over grondwater en de verantwoordelijkheden daarbij worden gegeven.

Om nieuwe problemen te voorkomen wordt bij nieuwe ontwikkelingen voldoende rekening gehouden met het (grond)water en wordt gezorgd voor de aanleg van robuuste drainagestelsels in zowel het openbare gebied als uitgeefbaar terrein. Afspraken hierover worden in contracten met de projectontwikkelaars en aannemers vastgelegd en in foldermateriaal kenbaar gemaakt aan de (toekomstige) bewoners.

#### **3.4. Toepassing warmte-koude opslag (WKO)**

Zeewolde is een klimaatpositieve gemeente en stimuleert binnen de gemeente het overstappen naar groene energie. Het gebruik van WKO is daarvoor in principe een goede mogelijkheid. Daarbij zijn verschillende technieken beschikbaar zie bijlage IV.

Geohydrologisch gezien liggen er wel kansen om deze vorm van duurzame energie toe te passen in het tweede watervoerend pakket. Het gebruik van WKO is binnen de huidige regelgeving echter niet mogelijk binnen het stedelijk gebied van Zeewolde vanwege de ligging in een beschermingszone voor drinkwater (met uitzondering van Harderhaven). De gemeente kan desgewenst in overleg met de provincie Flevoland afstemmen waar en welke mogelijkheden er eventueel wel zijn voor het toepassen van warmte-koude opslag binnen de gemeente Zeewolde. Op deze wijze worden extra mogelijkheden gecreëerd voor het benutten van duurzame energie.

## 4. HET GRONDWATERSYSTEEM IN ZEEWOLDE

Dit hoofdstuk geeft een korte samenvatting van het huidige grondwatersysteem binnen de gemeente Zeewolde. In bijlage I is een uitgebreide notitie opgenomen.

### 4.1. Maaiveld

Het dorp Zeewolde ligt in zuidelijk Flevoland en grenst aan de oostzijde aan het randmeer Wolderwijd. Vanaf de dijk langs het Wolderwijd (hoogte ca. NAP+2,5 meter) loopt het maaiveld af in westelijke richting (ca. NAP-3,8) meter, zie bijlage I. Zeewolde en omgeving liggen in een gebied waar sprake is van maaivelddaling. Naar verwachting zal het maaiveld hier in 2050 5 tot 20 cm gedaald zijn, zie bijlage I [ref. 10.].

### 4.2. Bodem

De ondiepe bodem (tot circa NAP-5 m) in de gemeente Zeewolde bestaat uit afwisselende zandige klei lagen en lagen fijn zand. De dikte van de deklaag neemt toe van zuidoost naar noordwest. Onder de deklaag bevinden zich een eerste watervoerend pakket (een 5 tot 15 meter dikke zandlaag), een scheidende Eemkleilaag (60 tot 90 meter dik) en een tweede watervoerend pakket van 100 tot 170 meter dik bestaande uit matig fijn en grof zand. Op een diepte van circa NAP-250 meter bevindt zich de geohydrologische basis.

**tabel 4.1. Geohydrologische schematisatie en parameters**

top t.o.v. NAP	formatie	geohydrologische eenheid	geohydrologische parameter
-3 m	Westland	deklaag	c = 200 dagen
-5 m	Twente, Kreftenheije	1 <sup>ste</sup> watervoerende pakket	kD = 200 m <sup>2</sup> /dag
-15 m	Eem	1 <sup>ste</sup> slechtdoorlatende laag	c = 2.000 tot 300.000 dagen
-25 m	Kreftenheije, Urk/Enschede, Harderwijk	2 <sup>de</sup> watervoerende pakket	kD = 7.500 m <sup>2</sup> /dag
circa -250 m	Maassluis/Oosterhout	Hydrologische basis	c = ∞

### 4.3. Grond- en oppervlaktewater

De grondwaterstand in de deklaag van Zeewolde wordt bepaald door de slechte doorlatendheid van de bodem (klei- en veenlagen), de stijghoogte van het grondwater, het waterpeil in de watergangen, neerslag en verdamping, kwel en drainage. De regionale grondwaterstroming vindt plaats in westelijke richting.

De grondwaterstanden in Zeewolde lopen nabij de dijk en het Wolderwijd snel af van enkele decimeters beneden NAP tot NAP -2 m tot NAP -3 m aan de polderzijde van de dijk. Vanaf daar lopen de grondwaterstanden in westelijke richting geleidelijk af tot waarden tussen NAP -4,0 m en NAP -5,0 m in het westen van de bebouwde kom. De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket is in het zuidoosten van Zeewolde ongeveer gelijk aan de grondwaterstand (ongeveer NAP -1 m). In noordelijke en westelijke richting daalt de stijghoogte:

- tot ongeveer NAP -5,0 m bij de Spiekweg in het oosten van Zeewolde en NAP -5,2 m in het noordoosten van Zeewolde;
- tot ongeveer NAP -3,0 m langs de dijk in het noorden van Zeewolde.

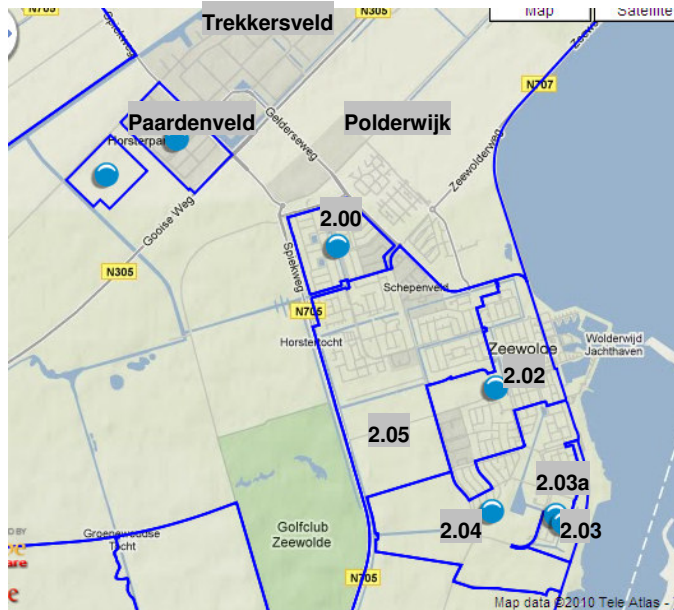
Bijlage I gaat uitgebreider in op de beschikbare grondwaterstandsmetingen in Zeewolde.

### oppervlaktewater

Binnen het stedelijk gebied zijn verschillende hoofdwatervgangen aanwezig, die zorgen voor de afwatering van het gebied. Het betreft tochten waarvan de bodem in het zand van het eerste watervoerende pakket ligt. De overige kleinere en ondiepere kavelsloten zorgen voor de lokale afwatering. Het watersysteem binnendijks is opgedeeld in acht verschillende peilvakken om aan te sluiten op de verschillen

in maaiveldhoogten en het grondwater. Vanaf de dijk in de richting van de polder verlopen de peilen geleidelijk van NAP –1,95 m bij de dijk tot NAP –5.20 m in het westen, zie afbeelding 4.1.

**afbeelding 4.1. Oppervlaktewaterpeilen Zeewolde (bron: website waterschap Zuiderzeeland)**



peilvak	peil (m NAP)
<b>dorp:</b>	
2.00	-4.7
2.02	-4.1
2.03	-1.95
2.03a	-3.25
2.04	-3.85
2.05	-4.65
Polderwijk	-4.2 tot -4.65
<b>bedrijventerreinen:</b>	
Paardenveld	-4.80 tot -4.50
Trekkersveld (Hoge Vaart)	-5.2

#### 4.4. Ontwateringsdiepte

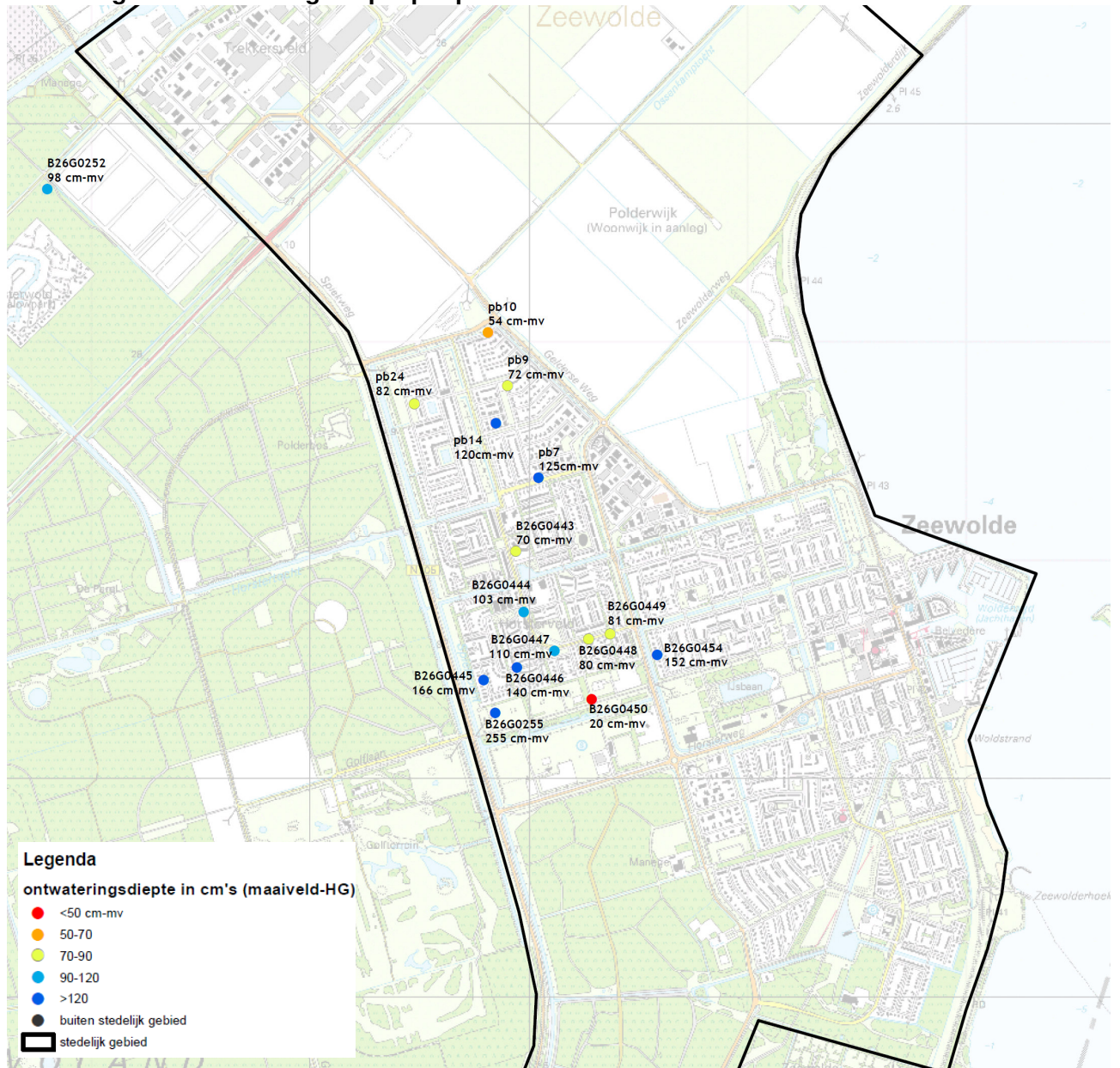
Voor dit grondwater beheer- en ontwikkelingsplan is het vooral van belang of de gewenste ontwatering (zie hoofdstuk 3) momenteel wordt gehaald, Hiervoor is ter plaatse van bestaande peilbuizen bepaald wat de gemiddeld hoogste grondwaterstand is.<sup>2</sup>

Voor de verschillende peilbuizen in het stedelijk gebied is de ontwateringsdiepte aangegeven in afbeelding 4.2. De afbeelding laat de ligging van de gemiddeld hoogste grondwaterstand ten opzichte van het maaiveldniveau zien. Uit de afbeelding blijkt dat, met uitzondering van de wijk Horsterveld, het aantal peilbuizen beperkt is.

Uit deze gegevens blijkt dat de ontwateringsdiepte voor het grootste deel groter dan 70 cm is en in grote lijnen dus overeenkomt met de gewenste ontwateringsdiepte. Op twee locaties in de wijk Horsterveld is de ontwateringsdiepte minder dan 70 cm waarvan op één locatie minder 50 cm. Op deze locaties bestaat een aanzienlijke kans op grondwateroverlast, maar of daadwerkelijk overlast wordt ondervonden hangt van meerdere factoren af.

<sup>2</sup> In peilbuizen waarvan de gemeten grondwaterstanden door TNO worden opgeslagen, wordt de grondwaterstand meestal tweemaal per maand handmatig gemeten. Voor deze locaties is de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) bepaald op basis van een langjarige meetreeks (minimaal 8 jaar). In de nieuwere peilbuizen wordt de grondwaterstand dagelijks gemeten en opgeslagen in een datalogger. Omdat deze grondwaterstanden nog niet gedurende 8 jaar zijn gemeten, kan de GHG hier niet bepaald worden. Wel geven de meetwaarden een indicatie van de GHG. Voor deze peilbuizen zijn dagelijkse meetgegevens gedurende 4 jaar beschikbaar en is uitgegaan van de grondwaterstand, die ca. 86 % van de tijd onderschreden wordt [ref. 4.].

afbeelding 4.2. Ontwateringsdiepte per peilbuis



#### 4.5. Inventarisatie (grond)wateroverlast

Voor zover bekend zijn er momenteel geen grote grondwaterproblemen. Uit de klachteninventarisatie en de enquête ten behoeve van waterplan Zeewolde is gebleken dat de meeste bewoners geen wateroverlast ondervinden (75 % ondervindt nooit overlast). Een aantal bewoners heeft bij deze enquête of via servicemeldingen wel aangegeven grondwateroverlast te ondervinden. Uit de enquête en servicemeldingen blijkt dat de meldingen vooral worden gedaan door bewoners van de wijk Horsterveld. Voor de overige wijken betreft het incidentele meldingen. Overigens is het bij de interpretatie van meldingen door bewoners van belang dat wat door bewoners wordt ervaren als grondwateroverlast niet altijd samenhangt met het grondwater, maar dat het bijvoorbeeld wateroverlast betreft door slecht functionerende hemelwaterafvoer of onvoldoende infiltratiecapaciteit in de tuin waardoor plasvorming optreedt.

Het beeld dat uit de servicemeldingen volgt komt overeen met de gemeten grondwaterstanden in Zeewolde. Met uitzondering van de wijk Horsterveld is er nauwelijks sprake van grondwateroverlast. In de wijk Horsterveld wordt op sommige plaatsen de gewenste ontwatering niet behaald.

Naar aanleiding van deze meldingen is in de wijk Horsterveld onderzoek uitgevoerd door PJ Milieu BV [ref. 11.]. Dit onderzoek heeft opgeleverd dat de wateroverlast waarschijnlijk wordt veroorzaakt door de slechte doorlatendheid van de deklaag waardoor het freatische grondwater onvoldoende snel kan wegstromen. Daarnaast is de hydraulische capaciteit van het drainagestelsel op enkele plekken onvoldoende voor de ontwatering van het aangesloten gebied. Bij een aantal woningen heeft een kruipruimteinspectie plaatsgevonden en bleek er sprake te zijn van water- en vochtproblemen.

#### **4.6. Bestaande drainage**

In vrijwel de gehele gemeente Zeewolde is na de inpoldering drainage aangelegd door de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders (RDIJ) ten behoeve van het landbouwkundig gebruik van de gronden. De drainage ligt op een afstand van 24 of 48 m. De diepteligging van de drainage is circa 90 cm onder maaiveld.

Later is bij de ontwikkeling van het dorp Zeewolde (vanaf 1983) drainage aangebracht. In het bebouwde gebied van Zeewolde is drainage aanwezig in de wegcunetten om de grondwaterstanden te beheersen en grondwateroverlast te voorkomen. De onderlinge afstand tussen de drainagebuizen is in veel gevallen ongeveer 60 m omdat de drains in de wegcunetten liggen. Daarnaast is drainage aanwezig op bijvoorbeeld sportvelden en in particulier terrein.

#### **ligging drainage**

De exacte ligging van de drainage is niet overal bekend. Ook is onbekend of de aanwezige drainage nog steeds functioneert of dat deze door verstoppingen of beschadiging (bijvoorbeeld na graafwerkzaamheden) niet meer functioneert. Momenteel worden alle beschikbare data samen in het informatie-systeem gevoegd in het kader van registratie voor de WION.

#### **4.7. Grondwaterkwaliteit**

In het zuiden van Zeewolde wordt een overgang naar brak grondwater in het eerste watervoerende pakket aangetroffen. Dit brakke grondwater is voormalig Zuiderzeewater, dat is achtergebleven in de slecht doorlatende afzettingen. Het dieper gelegen tweede watervoerend pakket is zoet. Het grensvlak van zoet en zout grondwater in het diepe watervoerend pakket ligt hier op NAP-300 tot -375 meter. Ter plaatse van de Polderwijk is de concentratie ijzer in het grondwater in het eerste watervoerend pakket is matig tot hoog (> 1 mg Fe/l). De concentraties ijzer wisselen sterk per locatie. Hoge ijzerconcentraties (> 5 mg Fe/l) kunnen leiden tot troebel, roodbruin oppervlaktewater.

Indien het grondwater in drainagebuizen in contact komt met zuurstof gaat het ijzer uitvlokken. Deze vlokken kunnen leiden tot verstopping. In Zeewolde moet er rekening mee worden gehouden dat bruinkleuring van het water plaatselijk kan voorkomen op plaatsen waar relatief veel kwel is. Bij de aanleg van drainage dient rekening te worden gehouden met ijzerhoudend grondwater (bijvoorbeeld door voldoende grof omhullingsmateriaal toe te passen [PP700 zo nodig in combinatie met draingrind; zie ref. 14.].

De concentraties totaal-stikstof en totaal-fosfaat in het grondwater overschrijden de maximaal toelaatbare waarden fors. Uit onderzoek blijkt dat het hier vooral natuurlijk verhoogde achtergrondconcentraties betreft [ref. 8.]. Daarnaast levert bemesting door de landbouw (in het verleden) een belasting van de grondwaterkwaliteit op. Nabij de dijk is de kwaliteit van het grondwater beter. Hierdoor is de waterkwaliteit in bijvoorbeeld de Polderbeek redelijk [matig verhoogde concentraties voedingsstoffen; zie ref. 13.].



## 5. PLAN VAN AANPAK

In dit hoofdstuk wordt de aanpak geschetst hoe vanuit de huidige situatie (hoofdstuk 4) de gewenste situatie (hoofdstuk 3) bereikt kan worden. Daaruit volgen de inspanningen die nodig zijn om de gewenste situatie te bereiken. Het gaat daarbij vooral om het vastleggen van uitgangspunten en afspraken waarmee duidelijk wordt hoe drainagestelsels worden ontworpen, hoe deze worden aangelegd, beheerd en onderhouden en wie verantwoordelijk is voor de aanleg en het onderhoud.

In dit hoofdstuk komen achtereenvolgens aan de orde:

- drainage bij nieuwe ontwikkelingen;
- aanpak van huidige grondwateroverlast en drainage in bestaand bebouwd gebied;
- het grondwatermeetnet;
- organisatorische aspecten.

### 5.1. Drainage

Uit ervaring en onderzoek (o.a. door PJ Milieu BV in het Horsterveld) blijkt dat in de niet-zandige delen van de gemeente Zeewolde drainage nodig is om de grondwaterstand te beheersen. In de zandige delen van de gemeente (zuidoostelijk deel) is niet altijd drainage nodig.

Bij het ontwerp, de aanleg en het onderhouden van de drainage zal rekening moeten worden gehouden met de lokale omstandigheden. Locatie specifieke omstandigheden zijn bijvoorbeeld de doorlatendheid van de deklaag en de aanwezigheid van ijzerrijk grondwater binnen de gemeente. In een afzonderlijke notitie is voor beide situaties (nieuw en bestaand) de gewenste situatie vastgelegd. Ook is een drainage-reinigingsplan opgesteld. Deze informatie is opgenomen in een afzonderlijke notitie [ref. 14.]. In dit hoofdstuk is de algemene aanpak opgenomen.

#### 5.1.1. Aanleg drainage bij nieuwe ontwikkeling

Vanwege de verschillende eisen in het stedelijk gebied aan de ontwateringsdiepte is het van belang drainage aan te leggen toegespitst op het beoogde gebruik. Om ook op termijn goed te functioneren is het van belang dat de drainage robuust wordt ontworpen en aangelegd en het benodigde onderhoud wordt gepleegd.

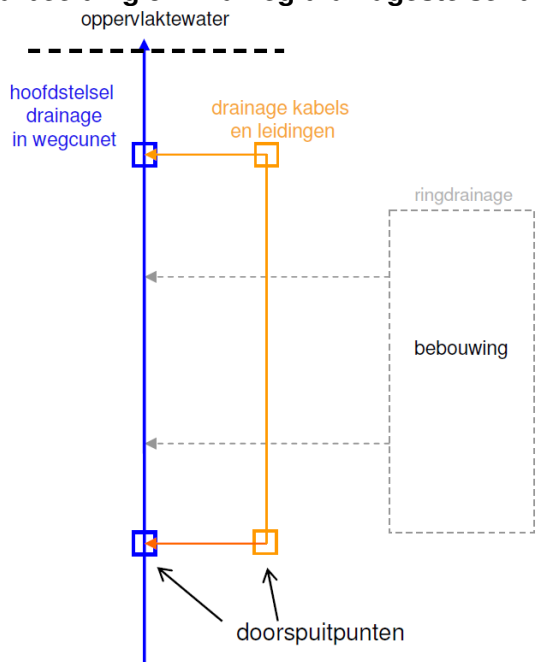
In overleg met beheerders van de gemeente Zeewolde is een principe ontwerp voor de drainage opgesteld. Dit principe ontwerp bestaat uit een hoofddrainagestelsel in het wegcunet. Waar dit voordelen oplevert kan worden gekozen voor een gecombineerd systeem voor drainage en hemelwaterafvoer. Om te zorgen voor voldoende ontwatering bij kabels en leidingen wordt waar nodig in de trottoirs drainage aangelegd (de noodzaak hiervan zal per situatie uit berekeningen moeten blijken). De percelen worden ontwaterd door een ringdrainage, zie afbeelding 5.1. De ringdrainage wordt door de ontwikkelaar aangelegd en op enkele locaties aangesloten op de hoofddrainage via putten. Op de erfgrans moet een put aangelegd worden voor inspectie en onderhoud. In de bouwcontracten moet de ringdrainage inclusief putten opgenomen worden om zeker te zijn van de aanleg. Bij bredere wijkontsluitingswegen wordt zo nodig links en rechts van de weg drainage in het cunet aangelegd.

De verplichting om drainage aan te leggen op uitgeefbaar terrein wordt privaatrechtelijk vastgelegd in (exploitatie)contracten waarin een boeteclausule kan worden opgenomen. Eventueel kan middels een kettingsbeding wordt afgedwongen dat eigenaren/bewoners de drainage in stand houden. De perceeleigenaren zelf zijn verantwoordelijk voor het doorspuiten van de ringdrainage. In de koopcontracten moet hierover informatie worden opgenomen.

Bij nieuwbouwontwikkeling wordt het drainagestelsel zo gedimensioneerd dat voldoende ontwateringsdiepte ontstaat (afhankelijk van de functie) waarbij rekening is gehouden met de in de toekomst verwachte maaiveld daling (maximaal 20 cm tot 2050). De dimensionering vindt plaats op basis van een stationaire afvoer van 5 mm/dag. Dit is momenteel de gebruikelijke afvoernorm voor bebouwd gebied in

Nederland. In de meeste gevallen zal uit deze berekeningen blijken dat de aanleg van drainage op uitgeefbaar terrein inderdaad noodzakelijk is en dat met het schema zoals weergegeven in afbeelding 5.1 de gewenste ontwatering wordt bereikt.

**afbeelding 5.1. Aanleg drainagesetel bij nieuwbouw**



### tegengaan van ondoorlatende lagen

In veel gevallen worden terreinen bij het bouwrijp maken opgehoogd. Indien de ophoging direct op het bestaande maaiveld plaatsvindt, kunnen de aanwezige begroeiing en de toplaag worden samengedrukt tot een zeer slecht doorlatende laag. Het is daarom van belang om voor het ophogen van het terrein de oorspronkelijke bodem te ploegen of frezen.

### toestroom van grondwater en voorkomen van verstopping van drainage

Om de kans op verstopping door ijzerafzetting en wortelingroei te beperken en te zorgen voor voldoende toestroom van grondwater, wordt geadviseerd om de drainagebuizen rondom aan te vullen met tenminste 30 cm drainagezand of grind. In andere gemeenten bestaat goede ervaring met de toepassing van drainagezand of grind rondom te drainagebuis. Het gebruik van geotextiel wordt zoveel mogelijk vermeden omdat daar verstopping kan optreden en deze is niet altijd te verwijderen is door onderhoud. Voor drains die in het wegcunet liggen, zorgt het cunetzand voor voldoende toestrooming en is geen omstorting nodig.

Door regelmatig onderhoud te plegen (1 maal per 2 tot 5 jaar doorspuiten) kan het dichtslibben voorkomen worden. In eerste instantie wordt uitgegaan van eens per 2 jaar. Indien nauwelijks dichtslibbing optreedt, kan dit worden aangepast tot eens per 5 jaar. In gebieden waar het grondwater ijzerrijk is, blijft de frequentie eens per 2 jaar. De maximale druk bij het doorspuiten is 10 bar [ref. 14.].

### materialen

Bij de aanleg van een nieuw of de vervanging van een al bestaand drainagesetel moet bij de materiaalkeuze rekening gehouden worden met de aanwezigheid van verhoogde ijzergehalten in het grondwater. Het gebruik van het juiste omhullingsmateriaal, zoals Polypropeenvezels (O(90)-waarde met bandbreedte 700-1.000 micron) of grindkoffers zonder doek kan de kans op verstopping verminderen en zo de kosten van beheer en onderhoud beperken. De minimale diameter van de drainagebuis is 110 millimeter. Omdat in de gemeente Zeewolde overwegend drainage-infiltratietransportriolen worden

aangelegd bij nieuwe ontwikkelingen, zullen de diameters vaak groter zijn en wordt gebruik gemaakt van beton of pvc buis met openingen.

Om verstopping te voorkomen, wordt de drainage horizontaal gelegd en wordt bij bochten en aansluiten een put toegepast. Daarnaast wordt een maximale afstand tussen de putten van 100 m gehanteerd in verband met het doorspuiten. De afwerking van de eindbuis in het talud vindt plaats met behulp van eindbuis taludbescherming.

### **ligging en registratie drainage systemen**

De ligging van de nu aanwezige drainage is niet overal bekend. Zodoende kan bij werkzaamheden de drainage beschadigen en daarna niet meer functioneren. Bij de aanleg van nieuwe systemen en bij vervanging wordt de ligging in een geregistreerd (en opgenomen in het elektronische uitwisselingssysteem Klic-online conform WION). Hierdoor is er minder risico op beschadigingen. Omdat vanaf nu basisinformatie over de ligging van drainage wordt vastgelegd en bijgehouden, kan het informatiesysteem ook gaan dienen als een beheersysteem drainage waarin uitgevoerde werkzaamheden voor beheer en onderhoud worden bijgehouden.

Momenteel worden alle beschikbare data van bestaande systemen geïnventariseerd om in het elektronische uitwisselingssysteem Klic-online te voegen.

## **5.1.2. Huidige grondwateroverlast en drainage in bestaand bebouwd gebied**

### **bestaande grondwateroverlast**

Door analyse van grondwaterstandsmetingen kan worden getoetst of de gewenste ontwatering in bebouwd gebied wordt gehaald. In paragraaf 4.4 is een dergelijke toetsing uitgevoerd. Uit deze toetsing volgt dat de ontwateringsdiepte op enkele locaties 70 cm of minder is. Deze locaties zijn aandachtgebieden met betrekking tot grondwateroverlast. Deze aandachtsgebieden liggen vooral in Horsterveld. Voor deze wijk is ook een relatief groot aantal meldingen van grondwateroverlast bekend.

Buiten Horsterveld zijn onvoldoende peilbuizen beschikbaar om een gebiedsdekkend beeld van de ontwateringsdiepte te krijgen omdat het slechts een enkel meetpunt betreft. Er zijn weinig melding over grondwateroverlast uit de andere wijken van Zeewolde bekend. Op basis hiervan lijkt het aannemelijk dat er buiten de wijk Horsterveld momenteel geen sprake is van structurele grondwateroverlast. Metingen om dit 'hard' vast te stellen zijn er echter niet.

### **bestaande drainage systemen - delen met grondwateroverlast**

Er is sprake van structurele grondwateroverlast indien grondwaterproblemen tenminste op buurniveau spelen en de functie van het gebied door het grondwater wordt belemmerd, bijvoorbeeld omdat schade door het grondwater optreedt en/of er gezondheidsklachten zijn. Of er sprake is van structurele grondwateroverlast, kan pas na onderzoek worden vastgesteld. De gemeente heeft een coördinerende rol bij een dergelijk onderzoek. Bij het onderzoek wordt vervolgens vastgesteld wat de omvang van de grondwateroverlast is, hoe frequent overlast optreedt en wat de oorzaak is. Om vast te stellen of er sprake is van een structureel grondwaterprobleem worden de volgende stappen doorlopen:

- uit een wijk of een deel van de wijk komen meerdere klachten (indicatie: klachten van 5 % van de bewoners indien het onafhankelijke meldingen betreft) die toe te schrijven zijn aan grondwater;
- de aard en omvang van de grondwateroverlast en de oorzaak van de klachten wordt vastgesteld met behulp een onderzoek waaronder een analyse van de gemeten grondwaterstanden en gegevens over de drainagereiniging en -onderhoud;
- opstellen van een maatregelenpakket inclusief het vaststellen van de verantwoordelijke partij voor de verschillende maatregelen; Hierbij is de eigenaar van het perceel verantwoordelijk voor het nemen van maatregelen op eigen terrein. Maatregelen in het openbare terrein vallen wel onder verantwoordelijkheid van de gemeente;

- besluit over het nemen van maatregelen. Deze dienen doelmatig te zijn. Dit betekent dat de situatie moet verbeteren en dat de kosten van de maatregelen in verhouding moeten staan met de schade of overlast;
- uitvoering van de maatregelen en monitoring of het gewenste effect wordt bereikt. Voor monitoring kunnen eerder geplaatste peilbuizen worden gebruikt. Met de meetresultaten kunnen bewoners worden geïnformeerd over het effect van de maatregelen.

Uit de nu beschikbare gegevens blijkt dat momenteel alleen in delen van het Horsterveld sprake is van structurele grondwateroverlast. Door PJ Milieu BV zijn voorstellen voor verbetering gedaan. Voor het openbare gebied gaat het om:

- aanleg van lozingspunten van de horizontale drainage op de sloot langs de Gelderseweg;
- aanpassen van de lozingspunten van de horizontale drainage zodat deze minder snel verstopten (lozingspunten boven oppervlaktewaterniveau zonder knikken in het systeem);
- verruimen en aanpassingen van de sloot langs de Gelderseweg (inclusief duikers).

Voor particulier terrein zijn de volgende maatregelen voorgesteld:

- laten controleren HWA stelsel;
- doorspuiten horizontale drainage (voor zover aanwezig).

Indien na monitoring blijkt dat deze maatregelen niet het gewenste effect opleveren, zijn de volgende aanvullingen mogelijk:

- maken van een verbinding tussen het wegcunet en de sloot ter plaatse van de Tuinfluiterlaan en de Fitislaan (na aanvullend onderzoek);
- op particulier terrein: aanleg verticale of horizontale drainage.

### **bestaande drainage systemen - delen zonder grondwateroverlast**

In een groot deel van Zeewolde wordt geen grondwateroverlast ondervonden. Hier wordt de bestaande drainage in principe gehandhaafd zolang er geen problemen of geplande werkzaamheden zijn. Wanneer weg- en/of rioleringswerkzaamheden zijn gepland, biedt dit kans om de drainage aan te pakken en te laten voldoen aan de uitgangspunten die in dit plan zijn geformuleerd.

Bij deze aanpak duurt het lang (tientallen jaren) voordat alle bestaande drainage stelsels zijn vervangen door een robuust stelsel. Dit is geen probleem omdat het wijken betreft waar geen (structurele) grondwateroverlast wordt ervaren. Om er voor te zorgen dat uiteindelijk wel het gewenste eindbeeld wordt bereikt is het van belang:

- om voor het gehele stedelijk gebied een robuust drainagestelsel te ontwerpen;
- bij werkzaamheden aan wegen en riolering in een vroegtijdig stadium na te gaan of combinatie met de aanleg van een deel van het robuuste drainagestelsel in dit geval zinvol is;
- te registreren waar robuuste drainage is aangelegd (conform WION en eventueel in het beheersysteem).

Als uiteindelijk in de hele wijk de drainage is vervangen is een optimaal drainagestelsel aangelegd met voldoende doorspuitpunten, een goede afvoer, geen afvoer naar de riolering, aansluitmogelijkheden voor particulieren, voldoende lozingspunten, enz.

### **5.2. Grondwatermeetnet**

Het huidige grondwater meetnet geeft geen gebiedsdekkend beeld (zie bijlage I). Met name in het oostelijk deel van Zeewolde, Polderwijk en Trekkersveld zijn weinig peilbuizen aanwezig. Omdat er uit deze gebieden nauwelijks of geen klachten over grondwateroverlast zijn, is er geen urgentie om het meetnet hier uit te breiden. In verband met toekomstige ontwikkelingen kan het gewenst zijn hier wel enkele peilbuizen te plaatsen. Gezien de daaraan verbonden investering en de tijdsbesteding die benodigd is voor met verkrijgen, interpreteren en beheren van meetdata, wordt er op dit moment niet gekozen om het meetnet uit te breiden. Uitbreiding van het meetnet zal alleen plaatsvinden indien meldingen over

grondwateroverlast daar aanleiding toe geven of indien grondwaterstandsmetingen nodig zijn in het kader van (de voorbereiding van) projecten.

### **5.3. Organisatie en communicatie**

In paragraaf 3.3 is de gewenste situatie met betrekking tot de organisatie en communicatie beschreven. Om deze situatie te bereiken is het van belang voor bewoners, projectontwikkelaars en bouwers wat zij van de gemeente kunnen verwachten en welke verantwoordelijkheden zij zelf hebben. Dit kan worden bereikt door:

- goede voorlichting aan de betrokken partijen (bij de bouw van nieuwe woningen, maar ook daarna om bewoners te wijzen op het belang van goed onderhoud);
- beter informeren van de medewerkers van de gemeentelijke servicebalie waardoor het waterloket beter gaat functioneren; daarvoor wordt een schema opgesteld dat door service medewerkers kan worden gebruikt om het juiste advies te geven en zo nodig op de juiste wijze door te verwijzen. Dit schema kan ook op de website worden gezet zodat bewoners zelf de benodigde informatie kunnen vinden;
- het invullen van de coördinerende rol van de gemeente indien sprake lijkt te zijn van structurele grondwateroverlast;
- vastleggen van eisen ten aanzien van de aan te leggen drainage bij nieuwe ontwikkelingen;
- vastleggen van informatie over de aangelegde drainage (conform WION) en eventueel opzetten van een daaraan gekoppeld beheerssysteem drainage;
- structureel uitvoeren van het benodigde onderhoud aan het drainagesysteem in openbaar gebied.

## 6. MAATREGELEN

### 6.1. Aanpak grondwater gemeente Zeewolde periode 2011-2015

De gemeente wil binnen het stedelijk gebied op een goede manier omgaan met het freatisch grondwater. Dat betekent dat de organisatie ingesteld moet zijn op het beheren van het grondwater met de daarbij behorende werkzaamheden:

- voorlichting;
- coördinatie tussen partijen;
- laten aanleggen systemen en onderhouden daarvan;
- toezicht op de aanleg van systemen en het onderhoud daarvan;
- uitvoering van de benodigde onderzoeken, monitoring van grondwaterstanden en het beheren van informatie (beheerssysteem drainage en grondwaterstanden).

In de planperiode worden verschillende maatregelen genomen om op termijn de gewenste situatie ten aanzien van grondwater te kunnen bereiken. Deze maatregelen zijn opgenomen in het uitvoeringsprogramma.

### 6.2. Uitvoeringsprogramma

De maatregelen in het uitvoeringsprogramma zijn onder te verdelen in eenmalige en jaarlijkse maatregelen. Eenmalige maatregelen zijn bijvoorbeeld de aanleg van een stelsel of het uitvoeren van een onderzoek. Jaarlijks terugkomende werkzaamheden zijn o.a. beheer en onderhoud en het meten van grondwaterstanden.

#### - voorlichting en communicatie

De gemeente stelt een waterloket in waar inwoners terecht kunnen met klachten of meldingen waaronder (grond)wateroverlast. Door middel van folders, informatie op de website en informatie bij de balie medewerkers (beslisbomen) wordt de inwoner bij een melding van wateroverlast voorgelicht over mogelijke oorzaken en op welke manier de inwoner zelf na kan gaan waar de overlast vandaan komt. Ook worden hier de rechten en plichten van de inwoners en de gemeente aangegeven. Naar aanleiding van meerdere klachten kan de gemeente het initiatief nemen om de klachten te onderzoeken. Concreet betekent dit:

- waterloket integreren in gemeenteloket: opstellen handvaten voor de medewerkers (beslisbomen);
- informatie over (grond)water op internet beschikbaar stellen;
- opstellen van een voorlichtingsfolder;
- klachtenafhandeling en eventueel een locatiebezoek na een melding.

De eenmalige kosten bedragen ca. EUR 20.000,- en de jaarlijkse kosten worden geraamd op EUR 5.000,-;

#### - doorrekenen bestaande drainagestelsels

De bestaande drainagestelsels in Zeewolde moeten worden hydraulisch doorgerekend om na te gaan of het drainagestelsel voldoende capaciteit heeft. Uit het onderzoek volgt waar aanpassingen in het stelsel nodig zijn.

Eenmalige kosten EUR 10.000,- voor het onderzoek exclusief het doorvoeren van eventueel benodigde aanpassingen. Het is zinvol om een dergelijke analyse elke 10 jaar uit te voeren omdat in de tussentijd de inrichting van het gebied kan veranderen en de inzichten en regelgeving kunnen wijzigen;

#### - aanleg van robuust drainagestelsel bij uitbreidingen

Bij nieuwe uitbreidingen wordt een robuust drainagestelsel aangelegd voor zowel het openbare gebied als uitgeefbaar gebied conform de uitgangspunten voor de aanleg van drainage [ref. 14.]. Afspraken hierover worden contractueel vastgelegd met de ontwikkelaars. Het onderhoud van de drainage op particulier terrein wordt een taak van de toekomstige eigenaar, de kosten drukken op de exploitatie van het nieuwbouwproject. De taak van de gemeente bestaat er uit dat wordt gecontroleerd of daadwerkelijk een ontwerp wordt gemaakt, het drainagestelsel wordt aangelegd en revi-

sietekeningen worden ontvangen. Zo nodig zullen projectontwikkelaars en aannemers worden aangesproken indien zij de afspraken hierover niet nakomen (bijvoorbeeld via een boeteclausule);

- **maatregelen nemen bij knelpunten in bestaande systemen (leidingen, uitstroomopeningen)**

Hieronder valt bijvoorbeeld:

- aanleg uitstroomopeningen;
- aanleg talud afwerking;
- aanleg IT-riool;
- vervangen bestaande drainagesystemen die niet robuust zijn uitgevoerd wanneer riool- of wegwerkzaamheden daar een kans voor bieden;
- aanleggen nieuwe systemen in openbaar gebied na vaststelling van structureel grondwaterprobleem.

Voor Horsterveld is een aantal verbeteringsmaatregelen voorgesteld, zie paragraaf 5.2. De kosten hiervan zijn geraamd op eenmalig EUR 85.000,- tot EUR 125.000,- voor de gemeente (afhankelijk van de maatregelen die uiteindelijk nodig blijken). De kosten voor particulieren kunnen oplopen tot ca. 1 miljoen euro indien 50 % van de bewoners verticale of horizontale drainage moet/gaat aanleggen (indicatie EUR 1.300,- per woning exclusief aansluitvergunning).

Opmerking: met de gemeentelijke investering van maximaal EUR 125.000,- wordt geen drainagestelsel aangelegd dat volledig voldoet aan de uitgangspunten voor dit grondwaterbeheer- en ontwikkelingsplan zo wordt de drainage niet aangelegd volgens het wensbeeld uit afbeelding 5.1. Het realiseren van dit wensbeeld voor een bestaande termijn zou echter een veelvoud aan kosten meebrengen, zeker indien geen combinatie met andere werkzaamheden mogelijk is. Wel worden met de nu voorgestelde maatregelen de knelpunten weggenomen;

- **vervanging van drainage bij wegconstructies en rioolvervanging**

Bij wegconstructies wordt de kans aangegrepen om een duurzaam drainagestelsel aan te leggen. Hierdoor wordt eventuele grondwateroverlast in de toekomst voorkomen. Voordelen van gecombineerde uitvoering zijn de geringe extra kosten voor de aanleg van de drainage en het beperking van de overlast voor de bewoners.

kosten: nog niet bekend, afhankelijk van de reconstructies die gepland zijn. Bij combinatie met andere werkzaamheden bedragen de kosten 100 tot 150 EUR/m (weglengte). Deze kosten zijn exclusief kosten voor maatregelen op particulier terrein;

- **beheer en onderhoud**

Dit aspect is uitgewerkt in een afzonderlijke notitie [ref. 14.]. De kosten worden voorlopig geschat op EUR 65.000,- per jaar inclusief kleine reparaties en het bijhouden van gegevens in een beheersysteem;

- **onderzoek naar wateroverlast**

Wanneer uit een wijk meerdere meldingen komen van wateroverlast kan met behulp van de grondwaterstandsmetingen en het drainagebeheerssysteem worden nagegaan of er sprake is van grondwateroverlast. Als er sprake blijkt te zijn van een structurele grondwateroverlast kan de gemeente maatregelen in openbaar gebied nemen.

De kosten zullen van jaar tot jaar verschillen. Geadviseerd wordt om uit te gaan van gemiddelde kosten van EUR 15.000,- per jaar voor onderzoek. Na enkele jaren zullen de kosten afnemen omdat problemen geleidelijk worden opgelost.

In dit uitvoeringsprogramma zijn de maatregelen opgenomen die wettelijk verplicht zijn, en daarnaast maatregelen die tegen relatief geringe meerkosten een duidelijke verbetering opleveren:

- voorlichting en communicatie;
- doorrekenen drainagestelsel;
- maatregelen bij bestaande structurele knelpunten;
- vervanging van drainage bij weg reconstructies en rioolvervanging;
- beheer en onderhoud;
- uitvoering van onderzoek.

De jaarlijkse kosten bedragen ca. EUR 85.000,--. Daarnaast moet rekening worden gehouden met eenmalige kosten van maximaal EUR 155.000,--.

### **dekking van de kosten**

De uitvoering van het grondwaterbeleid kost geld. De kosten worden meegenomen bij de bepaling van de hoogte van het rioolrecht (de gemeente kan de aanpak van structurele grondwateroverlast bekostigen vanuit het rioolrecht).

Bij nieuwe ontwikkelingen wordt de aanleg van de drainage (gecombineerd drainage/infiltratiestelsel) verrekend in de exploitatieplannen.



## 7. REFERENTIES

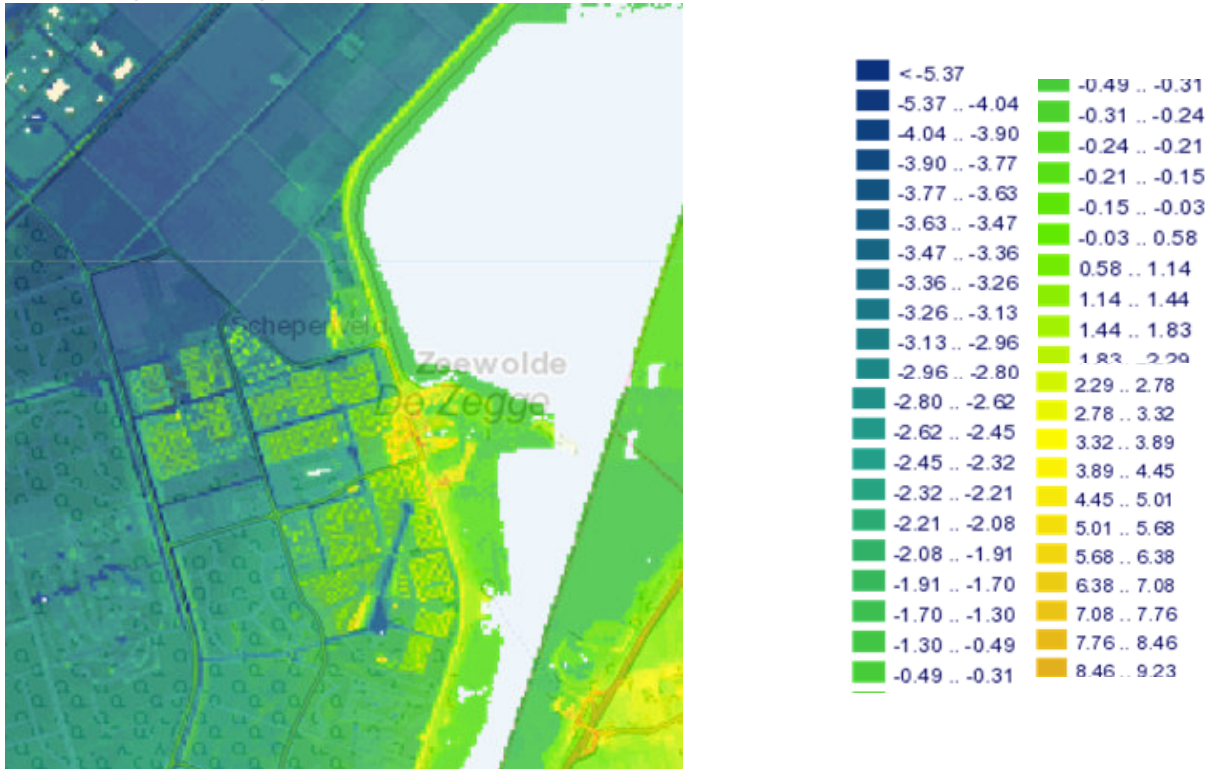
1. Provincie Flevoland (2009), verordening fysieke leefomgeving Flevoland.
2. Provincie Flevoland (2009), Kaart 4.1 (boringsvrije zone) uit de verordening fysieke leefomgeving Flevoland.
3. Witteveen+Bos (2008), Pilot flexibel peilbeheer.
4. Edelman, D.H. en A.S. Burger (2009), Een alternatieve GHG analyse, Stromingen 15 (2009) nummer 3.
5. Witteveen+Bos (2010), Analyse maaiveldaling Horsterveld.
6. Witteveen+Bos (2009), Waterplan Zeewolde.
7. Waterschap Zuiderzeeland (2007), Waterkader.
8. Witteveen+Bos (2003), Uitgebreid bodemkundig en geohydrologisch onderzoek Polderwijk te Zeewolde, Witteveen+Bos.
9. Oude Essink, G et. al. (2008), Zoet en zout Grondwater in de Provincie Flevoland, Stromingen 14 (2008) nr 3.
10. Waterschap Zuiderzeeland, Waterbeheerplan 2010-2015.
11. PJ Milieu BV(juni 2010), Advies Waterhuishouding Horsterveld Zeewolde.
12. Johan Bouma en Maria Rus (maart 2010, Wareco), Onwerpen van een IT-riool bij ijzerrijk grondwater vraagt aandacht, tijdschrift Riolering.
13. Witteveen+Bos (2010), Verbetering waterkwaliteit Polderbeek.
14. Witteveen+Bos (2011), Advies aanleg drainage en drainagereinigingsplan.

## **BIJLAGE I Beschrijving huidig grondwatersysteem**

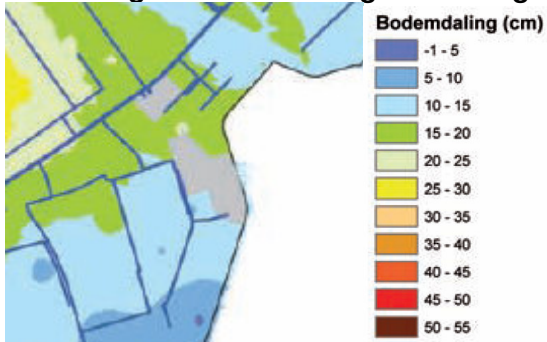
## INLEIDING

Eind jaren zestig is de Zuidelijk Flevoland drooggelegd en sinds 1984 bestaat de gemeente Zeewolde. Inmiddels zijn de wijken Noord, Zuid, Horsterveld, de Polderwijk (deels) en bedrijventerrein Trekkersveld ontwikkeld. Vanaf de dijk langs het Wolderwijd (hoogte ca. NAP+2,5 meter) loopt het maaiveld af naar de polder (ca. NAP-3,8 meter), zie afbeelding I.1. Zeewolde en omgeving ligt in een gebied waar sprake is van maaiveld daling. De verwachting is dat in 2050 het maaiveld hier 5 tot 20 cm is gedaald (zie afbeelding I.2).

afbeelding I.1. Hoogtekaart



afbeelding I.2. Bodemdaling in 2050 ingezoomd op Zeewolde



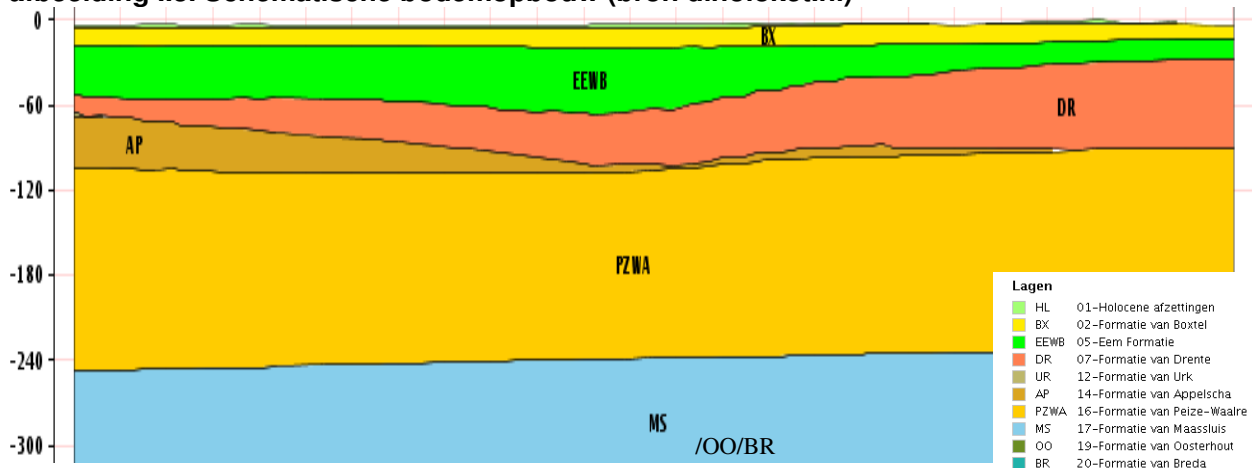
## BODEM EN GEOHYDROLOGIE

De ondiepe bodem (tot circa NAP-5 m) in de gemeente Zeewolde bestaat uit hoofdzakelijk uit afwisselende zandige klei lagen en lagen fijn zand. Plaatselijk komt kleihoudend veen voor. In tabel I.1 is schematisch bodemopbouw weergegeven (zie ook afbeelding I.3).

**tabel I.1. Schematische bodemopbouw**

top t.o.v. NAP	formatie	geohydrologische eenheid	materiaal	geohydrologische parameter
mv á -4,5 m	Westland	deklaag	veenhoudende, zandige klei	c = 200 dagen
-4,5 á -6,5 m	Twente	1 <sup>ste</sup> watervoerende pakket	(matig) fijn zand (zwak siltig), soms grindhoudend	kD = 200 m <sup>2</sup> /dag
-11 (ZO) á -20 m (NW)	Eem/ Drente	1 <sup>ste</sup> slecht doorlatende laag	zandige klei en kleilig zand	c = 2000 tot 300.000 dagen
-80 (ZO) á -100 m (NW)	Peize/Waalre	2 en 3 <sup>de</sup> watervoerende pakket	matig fijn tot grof zand (grindhoudend)	kD = 7500 m <sup>2</sup> /dag
circa -250 m	Maassluis/ Oosterhout- Breda	Hydrologische basis	klei en slibhoudend fijn zand	c = ∞

**afbeelding I.3. Schematische bodemopbouw (bron dinoloket.nl)**



### grondwaterstanden en -stroming

Voor het geohydrologische systeem van de Flevopolders is de kwelstroom vanuit het Veluwemassief naar de Flevopolders van groot belang. Door dit zoete kwelwater wordt het oorspronkelijk aanwezige zoute grondwater (Zuiderzeewater) verdreven, dit is een heel traag proces. De kwelstroom vindt voornamelijk plaats in het 1<sup>e</sup> watervoerende pakket. De kwel in Zeewolde varieert van vrij sterk (1-2 mm/dag) tot zeer zwak (<0,2 mm/dag). Naast deze verticale kwel bestaat er ook horizontale dijkse kwel. Dit is water afkomstig uit de Wolderwijd dat via het cunet van de Zeewolderdijk aan de voet van de dijk de polder instroomt (circa 300 m<sup>3</sup>/km/dag). De verschillende kwelstromen hebben hun effect op de kwaliteit van het oppervlaktewater: zoet water met een relatief goede kwaliteit langs de dijk en een mindere waterkwaliteit in het noordwesten [ref. 20.].

De grondwaterstand in de deklaag van Zeewolde wordt bepaald door het waterpeil in de watergangen, de (slechte) doorlatendheid van de bodem, neerslag, verdamping, kwel en drainage. De regionale grondwaterstroming vindt plaats in westelijke richting. Binnen het stedelijk gebied zijn verschillende hoofdwatervangsten aanwezig, die zorgen voor de afwatering van het gebied. Het betreft tochten, die het eerste watervoerende pakket aansnijden. De overige kleinere en ondiepere kavelsloten zorgen voor de lokale afwatering. De waterhuishouding binnendijs wordt gekenmerkt door acht verschillende peilen.

Vanaf de dijk in de richting van de polder verlopen de peilen geleidelijk van NAP -2.00 m bij de dijk tot NAP -5.20 m in de polder [ref. 16.].

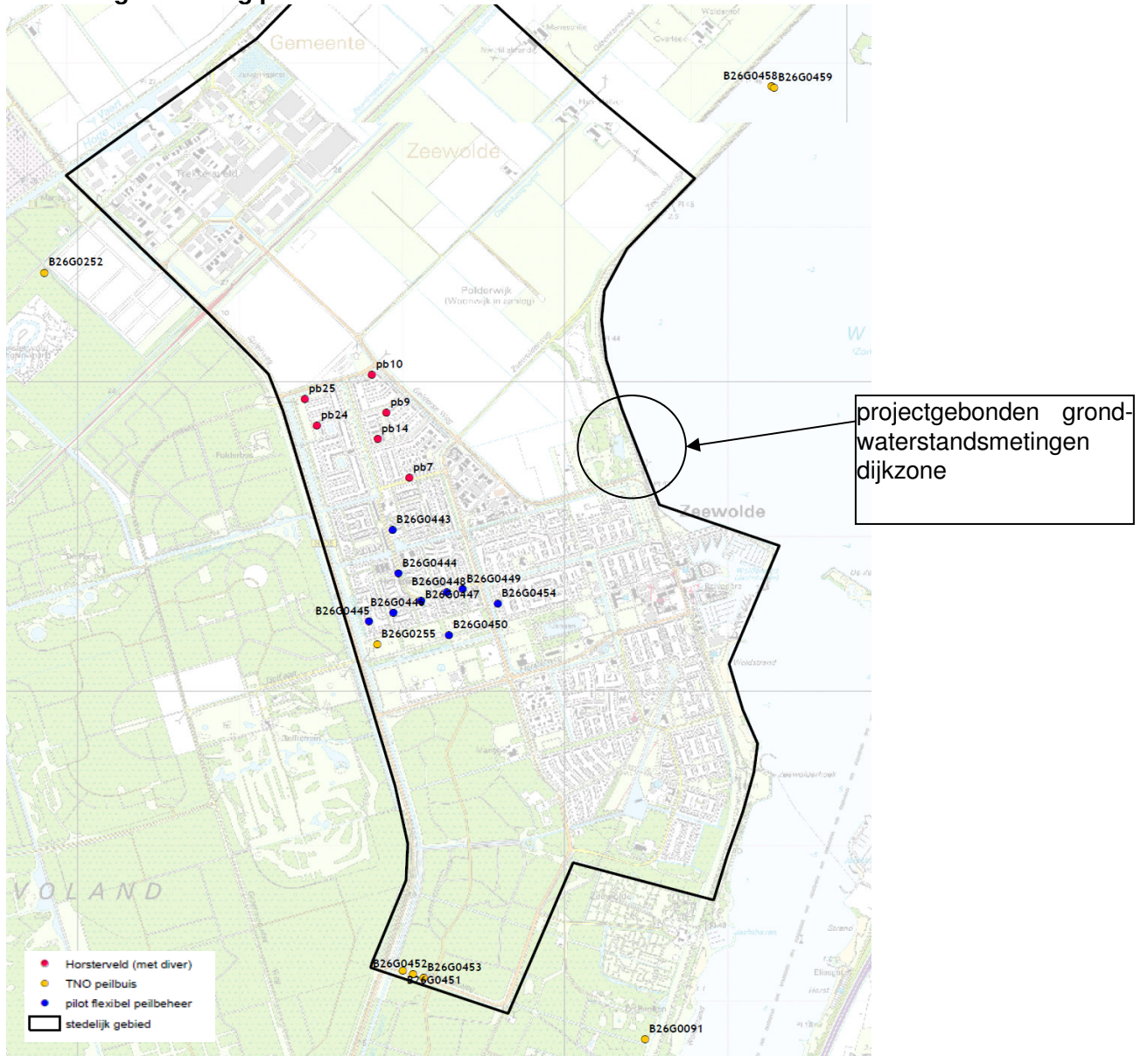
### **AANWEZIGE PEILBUIZEN**

In en om het stedelijke gebied zijn verschillende peilbuizen aanwezig waarin de grondwaterstand gedurende langere tijd is gemeten. Een aantal van deze peilbuizen zijn geïnstalleerd ten behoeve van de pilot flexibel peilbeheer [ref. 3.]. In de wijk Horsterveld zijn peilbuizen aanwezig ten behoeve van een onderzoek naar grondwateroverlast. In de andere wijken vindt geen monitoring van de grondwaterstand plaats. Hieronder is een overzicht gegeven van de bekende peilbuizen in Zeewolde (voor locaties zie afbeelding I.4):

- 6 TNO peilbuizen waarin 2 x per maand handmatig de grondwaterstand wordt opgenomen. De beschikbare meetperiode is jaren '90 tot en met 2009;
- 14 TNO peilbuizen waarin de grondwaterstand dagelijks wordt opgenomen. De beschikbare meetperiode is 2006 tot en met 2009;
- 6 peilbuizen voor grondwateroverlastonderzoek in de wijk Horsterveld waarin de grondwaterstand dagelijks (automatisch) wordt opgenomen. De beschikbare meetperiode is 2008 tot en met heden. Ook liggen hier 20 meetpunten waarin handmatig de grondwaterstand wordt elke twee weken opgenomen.

Daarnaast zijn er voor diverse uitbreidingsplannen peilbuizen geplaatst (o.a. Polderwijk, Trekkersveld, Horsterparc). Deze peilbuizen worden niet meer waargenomen en waarschijnlijk zijn deze peilbuizen grotendeels verwijderd of beschadigd. Momenteel worden nog wel projectgebonden grondwaterstandsmetingen uitgevoerd in de Dijkzone (zie afbeelding I.5).

afbeelding I.4. Huidig peilbuizennetwerk



afbeelding I.5. Peilbuizen in de dijkzone



### GEMETEN GRONDWATERSTANDEN

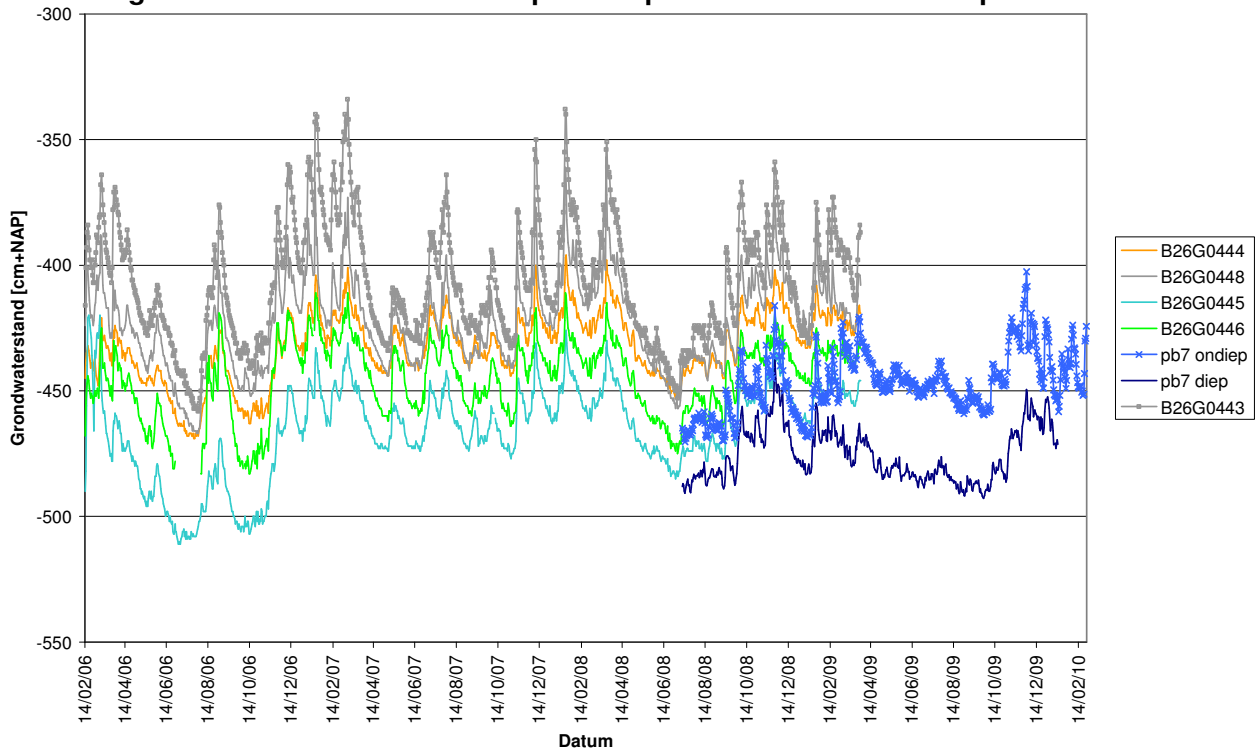
De gemeten grondwaterstanden zijn weergegeven in afbeeldingen I.6 tot en met I.8 waarbij de laatste afbeelding informatie geeft voor Horsterveld. Uit de metingen blijkt dat de grondwaterstand van de dijk richting de polder afloopt van circa NAP -1m tot NAP -5 meter. De fluctuatie (verschil tussen de maximale en minimale waarde) van de stijghoogte is ongeveer 1 meter en de fluctuatie in de freatische grondwaterstand in de deklaag verschilt sterk per locatie.

De stijghoogte in de wijk Horsterveld varieert tussen NAP -4,4 en -4,7 meter (zuid-oost) en NAP -5,0 tot -5,2 meter (noord-oost). Het freatische grondwater (ondiep) varieert tussen NAP -4,0 en -5,0 meter (0,5 tot 1 meter benden maaiveld). De freatische grondwaterstand in de deklaag blijkt sterk afhankelijk te zijn van de neerslag. Het verschil tussen de freatische grondwaterstand en de stijghoogte varieert

van meer dan 60 cm tot minder dan 0 cm [ref. 22.], zie bijvoorbeeld het verschil tussen de peilbuizen 7diep en 7ondiep in afbeelding I.7.

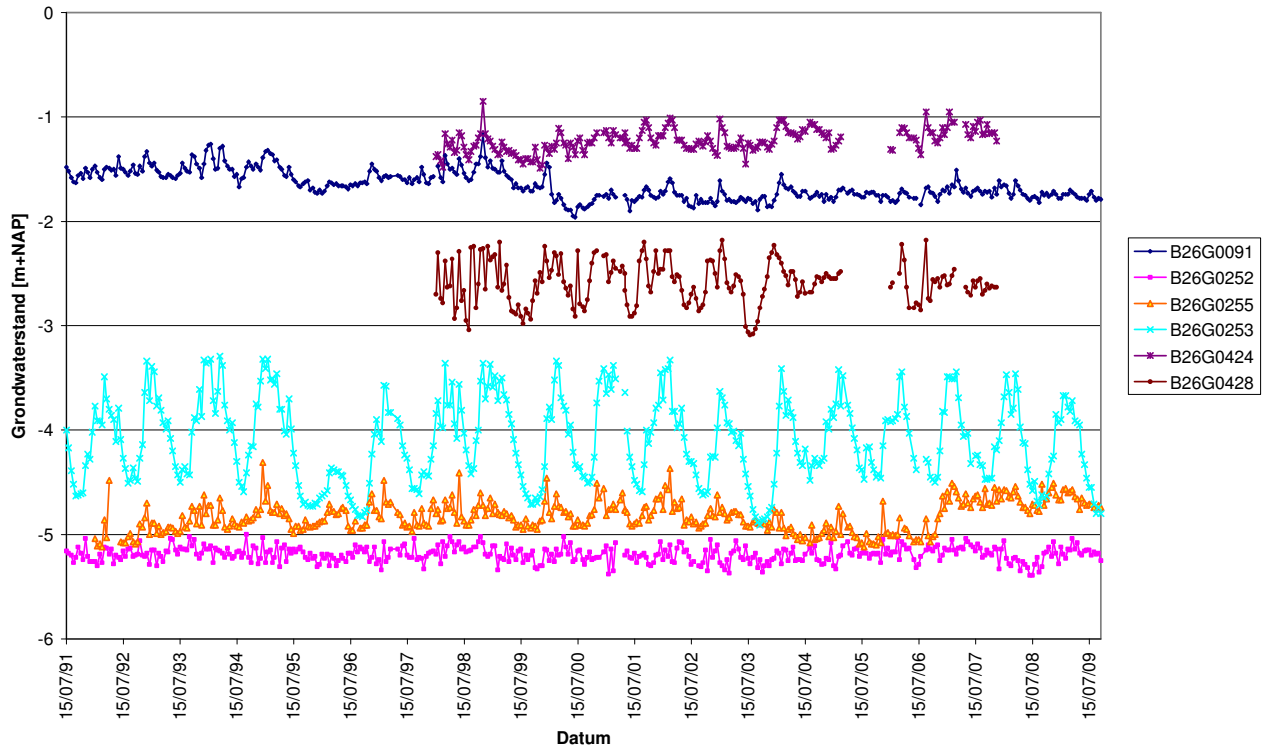
De metingen van de freatische grondwaterstand in de wijk Horsterveld laten zien dat de grondwaterstand in de deklaag sterk afhankelijk is van de neerslag (afbeelding I.8).

**afbeelding I.6. Grondwaterstandsverloop aantal peilbuizen watervoerend pakket 2006-2010**

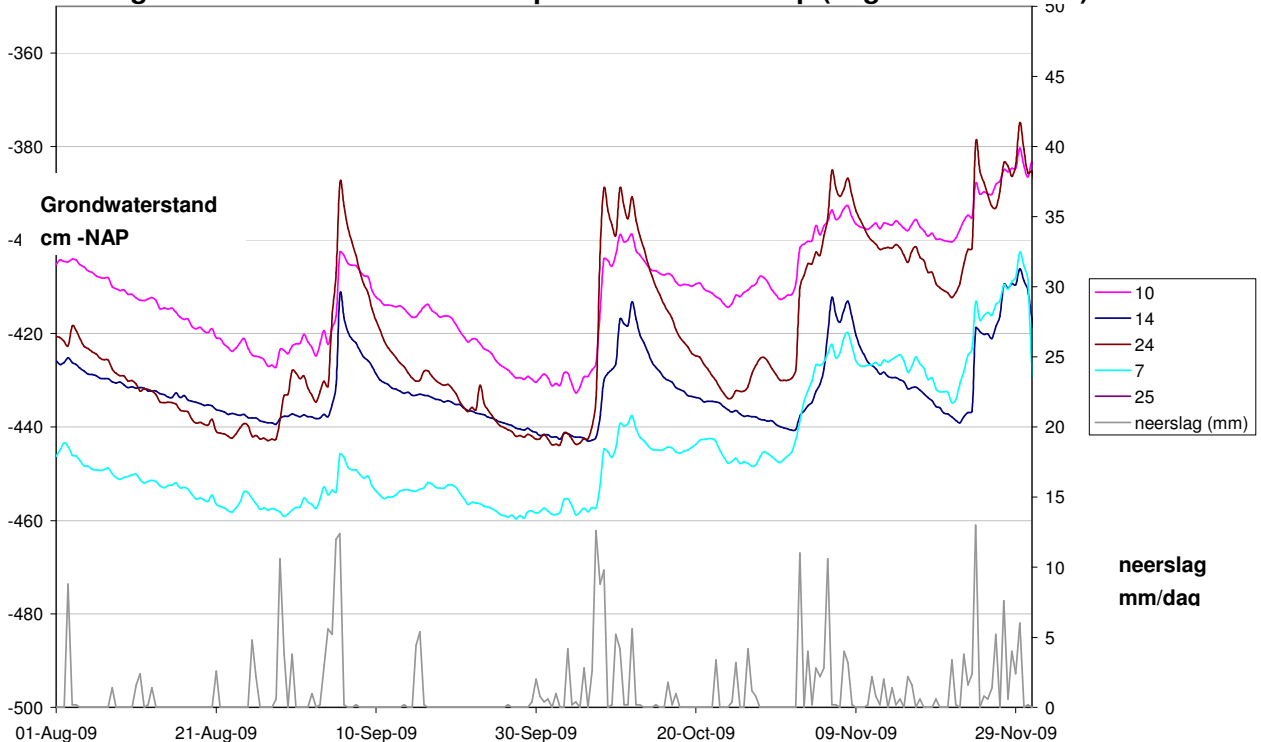




afbeelding I.7. Grondwaterstandsverloop (freatisch) aantal peilbuizen omgeving Zeewolde



afbeelding I.8. Grondwaterstandsverloop Horsterveld ondiep (aug 2009-nov 2009)



## REFERENTIES

15. Fugro (2009), Update kaart 4.1 (boringsvrije zone) uit de verordening fysieke leefomgeving Flevoland.
16. Witteveen+Bos (2009), Waterplan Zeewolde.
17. Witteveen+Bos (2008), Pilot flexibel peilbeheer.
18. provincie Flevoland (2007), verordening fysieke leefomgeving Flevoland.
19. waterschap Zuiderzeeland (2007), Waterkader.
20. Witteveen+Bos (2003), Uitgebreid bodemkundig en geohydrologisch onderzoek Polderwijk te Zeewolde, Witteveen+Bos.
21. Oude Essink, G et. al. (2008), Zoet en zout Grondwater in de Provincie Flevoland, Stromingen 14 (2008) nr. 3.
22. Witteveen+Bos (2010), Analyse maaiveld daling Horsterveld.

**BIJLAGE II    Kaart boringsvrije zone**

### BORINGSVRIJE ZONE ZUIDELIJK FLEVOLAND

495000

490000

485000

480000

475000

495000

490000

485000

480000

475000

Maximale diepte t.o.v. NAP (m)



8



11



14



17



20



23



26



29



32



35



38



41



44



47



Waterwin- of beschermingsgebied



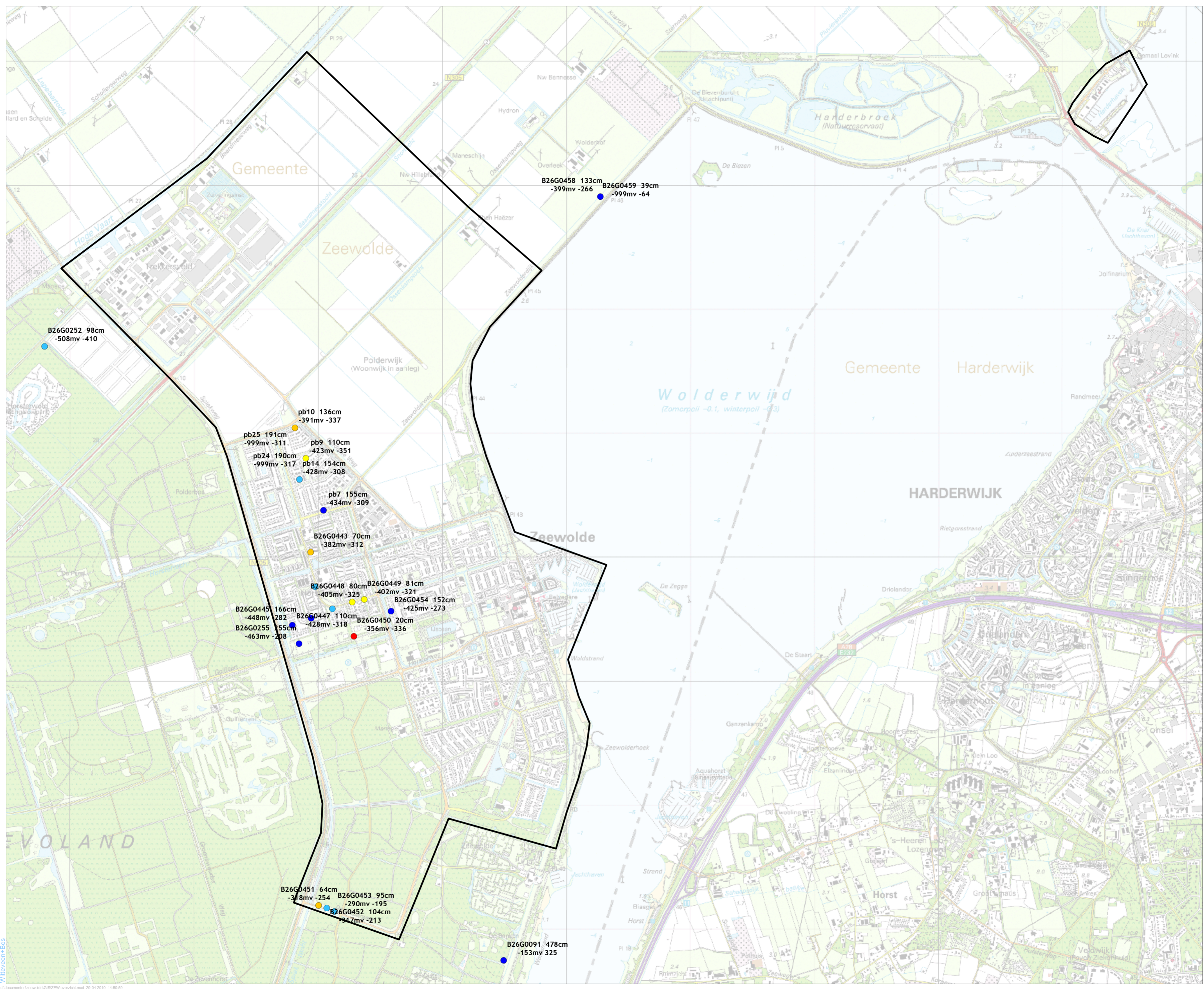
Begrenzing boringsvrije zone



Provinciegrens



**BIJLAGE III    Kaart ontwateringsdiepte peilbuizen**



**Legenda**

peilbuizen\_analyse  
mv\_GHG\_ond

- <50 cm
- 50-70
- 70-90
- 90-120
- >120

stedelijk gebied

0 200 400 600 m

schaal:

projectcode:  
versie:  
datum: 29-04-2010  
getekend:  
gecontroleerd:  
goedkeurend:

**Witteveen + Bos**

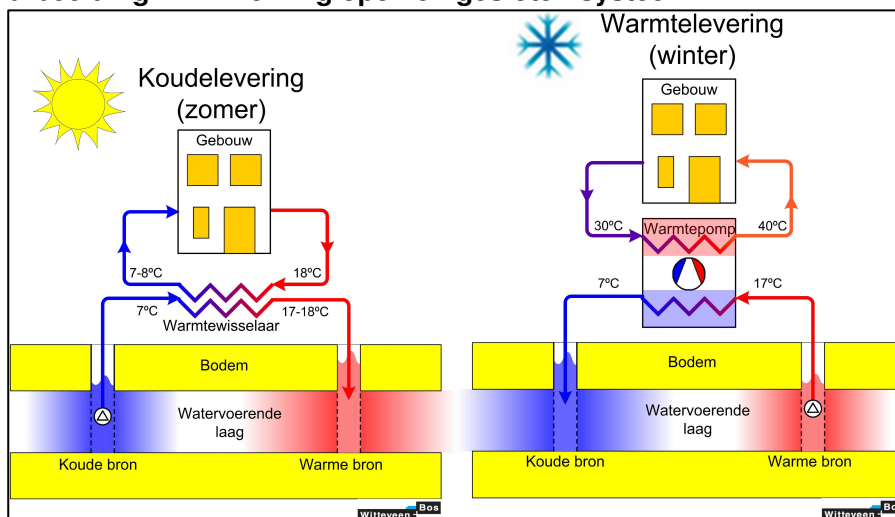
## **BIJLAGE IV Toepassing warmte-koude opslag (WKO)**

Het hoofddoel van een warmte-koude opslag is het leveren van koude in de zomer en de levering van warmte in de winter. Er kan ook echter voor gekozen worden enkel warmte te onttrekken in de zomer, waarna het afgekoelde water vervolgens wordt geïnfiltreerd in de bodem. In dit geval is de energiewinning in de bodem niet in evenwicht; netto koelt het grondwater af. Dit wordt dan ook wel energiewinning uit grondwater genoemd. De toepassing van een WKO of energiewinning uit grondwater is afhankelijk van de toepassing van het systeem (bedrijfspanden of woningen) en de energievraag.

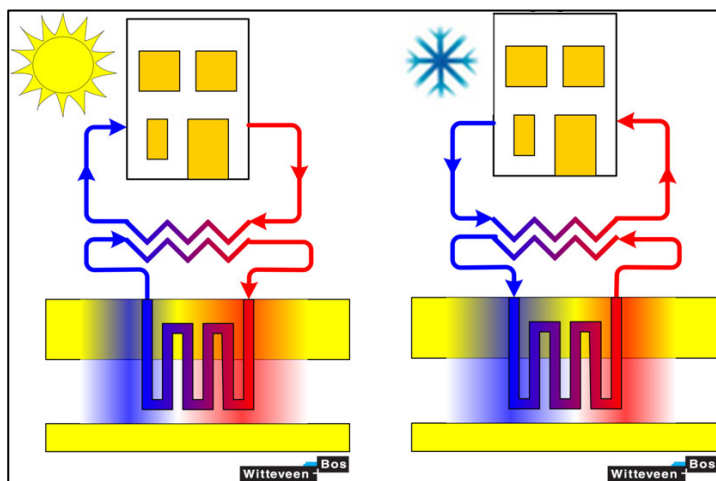
Open systemen worden ook wel grondwatersystemen genoemd. Het grondwatersysteem staat in direct contact met het grondwater in watervoerende lagen. Het grondwater wordt via een beperkt aantal putten onttrokken en via een warmtewisselaar weer geïnfiltreerd in de ondergrond.

Bij een gesloten systemen spreekt men ook wel van een bodemwarmtewisselaar. Deze bodemwarmtewisselaar staat niet in open contact met het grondwater. Er ligt een gesloten buizensysteem in de ondergrond waardoor water met een glycol oplossing wordt verpompt. De energie wordt door middel van geleiding overgedragen via de buiswanden.

### afbeelding IV.1. Werking open en gesloten systeem



open systeem



gesloten systeem

### geohydrologische randvoorwaarden

De Nederlandse Vereniging voor Ondergrondse Opslagsystemen (NVOE) heeft richtlijnen opgesteld voor de opslag van energie in de ondergrond. De haalbaarheid van een WKO kan aan de hand van de criteria van de NVOE getoetst worden.



De volgende richtlijnen worden door de NVOE gesteld ten aanzien van de hydrologie van het gebied:

- doorlatendheid aquifer, k-waarde: >10 – 15 m/dag;
- dikte watervoerend pakket: circa 30 meter;
- snelheid grondwaterstroming, v: <10 – 30 m/jaar.

De diepteligging van het zoet-zout grensvlak van het grondwater is van belang in verband met ongewenste verzilting van zoet grondwater door wijziging van deze grens. Ook is de ligging van het grensvlak van belang bij het ontwerp van de putten en WKO installatie, welk in het geval van zout water bestand moet zijn tegen corrosie.

Geohydrologisch gezien is het goed mogelijk om in het tweede watervoerend pakket bodemenergiesystemen toe te passen. Het eerste watervoerend pakket is in Zeewolde niet geschikt vanwege de geringe dikte.

### **beperking door regelgeving provincie Flevoland**

Echter het grootste deel van de gemeente Zeewolde ligt binnen de boringsvrije zone Zuidelijk Flevoland waardoor het verboden om de beschermende kleilaag boven het tweede watervoerend pakket door te boren. Tot op bepaalde dieptes mag wel geboord worden en een bodemenergiesysteem aangelegd worden, maar ter plaatse van Zeewolde is dit onvoldoende voor de aanleg van een bodemenergiesysteem. In bijlage II is de kaart uit de verordening Fysieke leefomgeving weergegeven, waarop is aangegeven tot op welke diepte geboord mag worden. Bij de Harderhaven zijn er wel mogelijkheden, omdat deze haven buiten de boringsvrije zone ligt.