

Bestemmingsplan Lith-oost - 2011

bijlage 15 - Waterhuishoudkundig plan, Geofox-Lexmond

Vastgesteld

**Waterhuishoudkundig plan
Lith Oost**

Gebied tussen de Molenstraat
en Valkenseweg

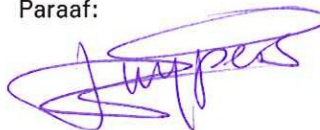
Opdrachtgever
Gemeente Oss
Mevrouw A. Zaadnoordijk
Postbus 5
5340 BA Oss

Adviesbureau
Geofox-Lexmond bv
Jules Verneweg 21-15
Postbus 2205
5001 CE TILBURG
Tel. 013 - 4582161
Fax 013 - 4553089

Status
Definitief, versie 4
Datum
14 oktober 2010
Projectnummer
20062523/WWIJ
Documentkenmerk
20062523_a4RAP.doc

Auteur
de heer ir. R. Hermans
de heer ir. R.E. Lapperre
de heer ir. S.C.G. Kuijpers

Paraaf:



Controle / vrijgave
de heer ing. M.A.J. van Seeters

Paraaf:



Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
2	Onderzoekslocatie en -opzet	2
2.1	Algemene gegevens	2
2.2	Voorgenomen ontwikkeling	3
2.3	Waterhuishoudkundige situatie	6
2.4	Riolering	7
2.5	Bodemgegevens	7
2.6	Bodemopbouw	8
2.7	Grondwaterstanden	9
3	Beleid waterbeheer	13
3.1	Europees, nationaal en provinciaal beleid	13
3.2	Waterschapsbeleid	13
3.3	Gemeentelijk beleid	14
4	Ontwerp en dimensionering van het (hemel)watersysteem	15
4.1	Algemeen	15
4.2	Afweging oplossingsrichtingen	15
4.3	Voorgesteld watersysteem	16
4.4	Maaiveldhoogte (huidig en toekomstig) en afstroming hemelwater	16
4.5	Uitwerking oppervlaktewaterstelsel	18
4.6	Te bergen hoeveelheid water	20
4.7	Dimensionering	21
4.8	Taluds en ruimtebeslag	21
4.9	Kwaliteit en doorstroming	22
4.10	Overige opmerkingen en aandachtspunten	22
5	Samenvatting (waterparagraaf)	24
Bijlagen		
1	Situatietekeningen	
1.1	Geografische ligging locatie	
1.2	Overzichtskaart	
1.3	Situatieschets met ligging boringen en peilbuizen	
1.4	Situatieschets met ligging boringen en peilbuizen	
1.5	Stedenbouwkundig plan	
2	Boorstaten	
3	Toelichting bodemonderzoek	
4	Toelichting omgekeerde boorgatmeting	
5	Toelichting constant-debiet putproef	

1 Inleiding

In opdracht van de gemeente Lith/Oss is een waterhuishoudkundig plan opgesteld voor de uitbreidingslocatie Lith Oost. Deze locatie ligt tussen de Molenstraat en de Valkenseweg in Lith.

De geplande ontwikkeling van de locatie is aanleiding om een waterhuishoudkundig plan op te stellen. De ontwikkeling bestaat uit de realisatie van woningbouw. Het te beschouwen gebied heeft een oppervlakte van circa 6,3 ha en is momenteel in gebruik voor agrarische doeleinden.

Het waterhuishoudkundig plan beschrijft op welke wijze binnen de grenzen van het plangebied in de toekomstige situatie met het (hemel)water wordt omgegaan. Daarbij wordt aan zowel kwantitatieve als kwalitatieve aspecten aandacht besteed. Bij het tot stand komen van het plan heeft diverse malen overleg plaatsgevonden met de initiatiefnemer, de gemeente, het waterschap en de architect.

Door Geofox-Lexmond bv zijn meerdere onderzoeken ten behoeve van de milieuaspecten van de ruimtelijke onderbouwing voor deze locatie verricht. In 2006 heeft Geofox-Lexmond bv een bodemonderzoek op een deel van het terrein uitgevoerd (ref. nr. 20062523_b1RAP.doc). Relevante gegevens uit dit onderzoek zijn gebruikt in dit plan.

In dit plan worden de uitkomsten van het doorlopen watertoetsproces beschreven evenals de resultaten van het uitgevoerde veldonderzoek besproken. In hoofdstuk 2 wordt de onderzoekslocatie Lith Oost en de gehanteerde onderzoekopzet beschreven. In hoofdstuk 3 is het huidige beleid dat betrekking heeft op waterbeheer voor het gebied op hoofdlijnen geschetst. In hoofdstuk 4 wordt de dimensionering van het toekomstige waterhuishoudkundige systeem beschreven en hoofdstuk 5 bevat de belangrijkste conclusies en aanbevelingen van het onderzoek. Tenslotte zijn diverse bijlagen bij dit plan toegevoegd.

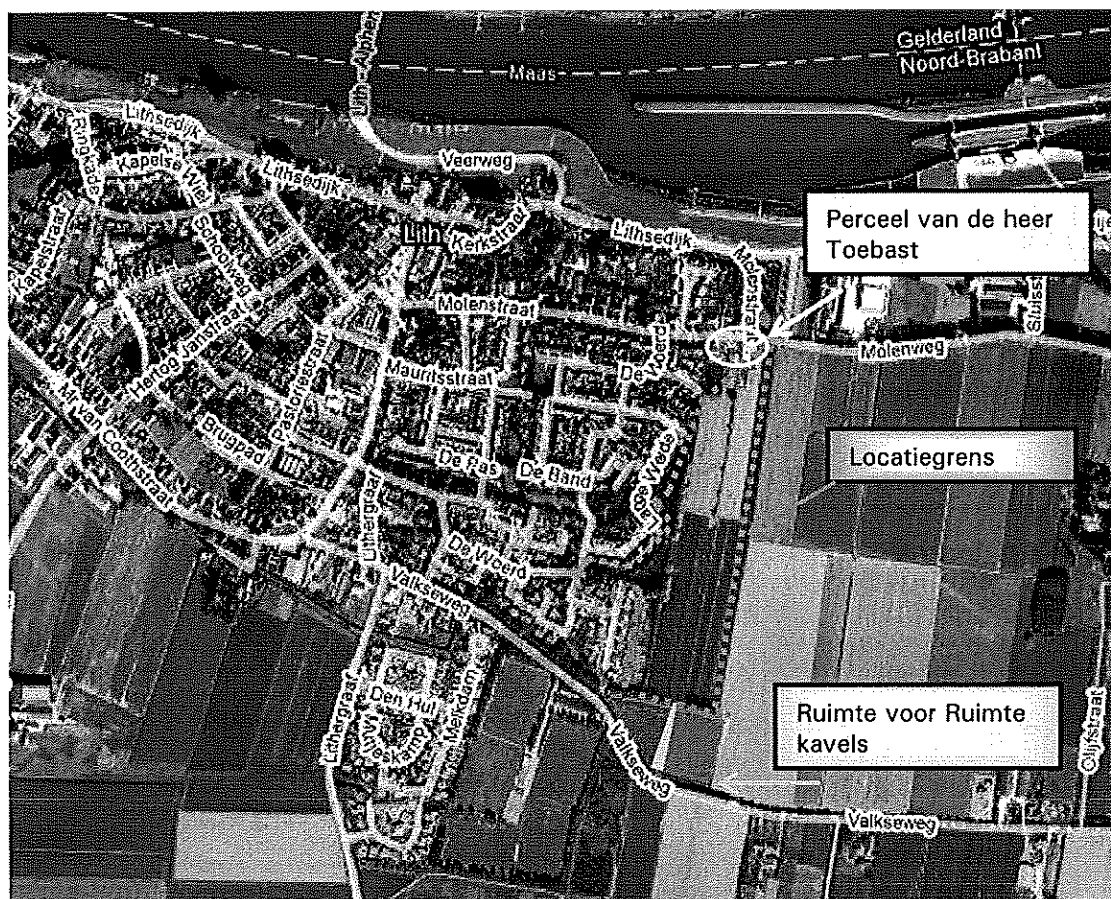
2 Onderzoekslocatie en -opzet

2.1 Algemene gegevens

In figuur 2.1 is een luchtfoto van het beschouwde gebied en de directe omgeving daarvan opgenomen. De foto geeft een indruk van de huidige invulling van het terrein.

De planlocatie “Lith Oost” is gelegen tussen de Molenstraat en de Valkseweg ten oosten van de kern Lith. De onderzoekslocatie heeft een oppervlakte van circa 6,3 hectare (ha). Binnen het beschouwde gebied bestaat het voornemen om nieuwe woningen (vrijstaande woningen en geschakelde woningen) te bouwen. Het gebied heeft altijd een agrarische bestemming gehad en is de laatste jaren in gebruik voor het telen van fruit. Het plangebied wordt aan de westzijde begrensd door een woonwijk, aan de noord- en oostzijde door agrarische percelen, en aan de zuidzijde door een perceel dat de laatste jaren in gebruik was voor het telen van fruit.

De voormalige eigenaar van de locatie is de heer Toebast, die een groot gedeelte van het terrein heeft verkocht aan de gemeente. De heer Toebast is momenteel nog woonachtig op een perceel dat direct grenst aan de uitbreidingslocatie (aan de noordzijde van het terrein) en eveneens zal worden ontwikkeld. Aan de zuidelijke zijde van het terrein zijn Ruimte voor Ruimte kavels gelegen. Dit gebied wordt niet door de gemeente maar door derden ontwikkeld en valt buiten de reikwijdte van de aan Geofox-Lexmond verstrekte opdracht voor het opstellen van een waterhuishoudkundig plan.



Figuur 2.1: Overzichtsfoto van het beschouwde gebied Lith Oost (situatie juni 2008)

In tabel 2.1 zijn de locatiegegevens beknopt weergegeven.

Tabel 2.1: Locatiegegevens

locatie adres

straat	: Molenweg/Valkenseweg te Lith
gemeente	: Lith
provincie	: Noord-Brabant
waterschap	: Aa en Maas
coördinaten	: X : 159.020 - 159.260
	Y : 423.580 - 424.160
	Z : ca. 4,2 - 5,0 m + NAP ¹

¹ Op basis van de website www.vanuitdelucht.nl⁹ en AHN - www.ahn.nl

2.2 Voorgenomen ontwikkeling

De toekomstige inrichting van de planlocatie is gebaseerd op de in figuur 2.2 weergegeven plankaart. De plankaart is gedurende het watertoetsproces enkele keren aangepast. De meest actuele kaart (versie 1 september 2010) is in figuur 2.2 opgenomen. Op deze kaart zijn de bieb-kavels (bouwen in eigen beheer) en de ruimte-voor-ruimte kavels (RvR-kavels) aangegeven. Hoewel voor de RvR kavels door Grontmij (2009) een separaat waterhuishoudkundig plan is opgesteld, dient voorliggend plan voor Lith Oost hierop wel te anticiperen zodat uiteindelijk één robuust watersysteem ontstaat.

De ontwikkeling voor Lith Oost zal bestaan uit de realisatie van vrijstaande woningen en geschakelde woningen. Direct ten westen van het plangebied bevinden zich kavels waarop in eigen beheer gebouwd mag worden (zogenaamde bieb-kavels), deze vallen buiten het plangebied van dit waterhuishoudkundig plan.

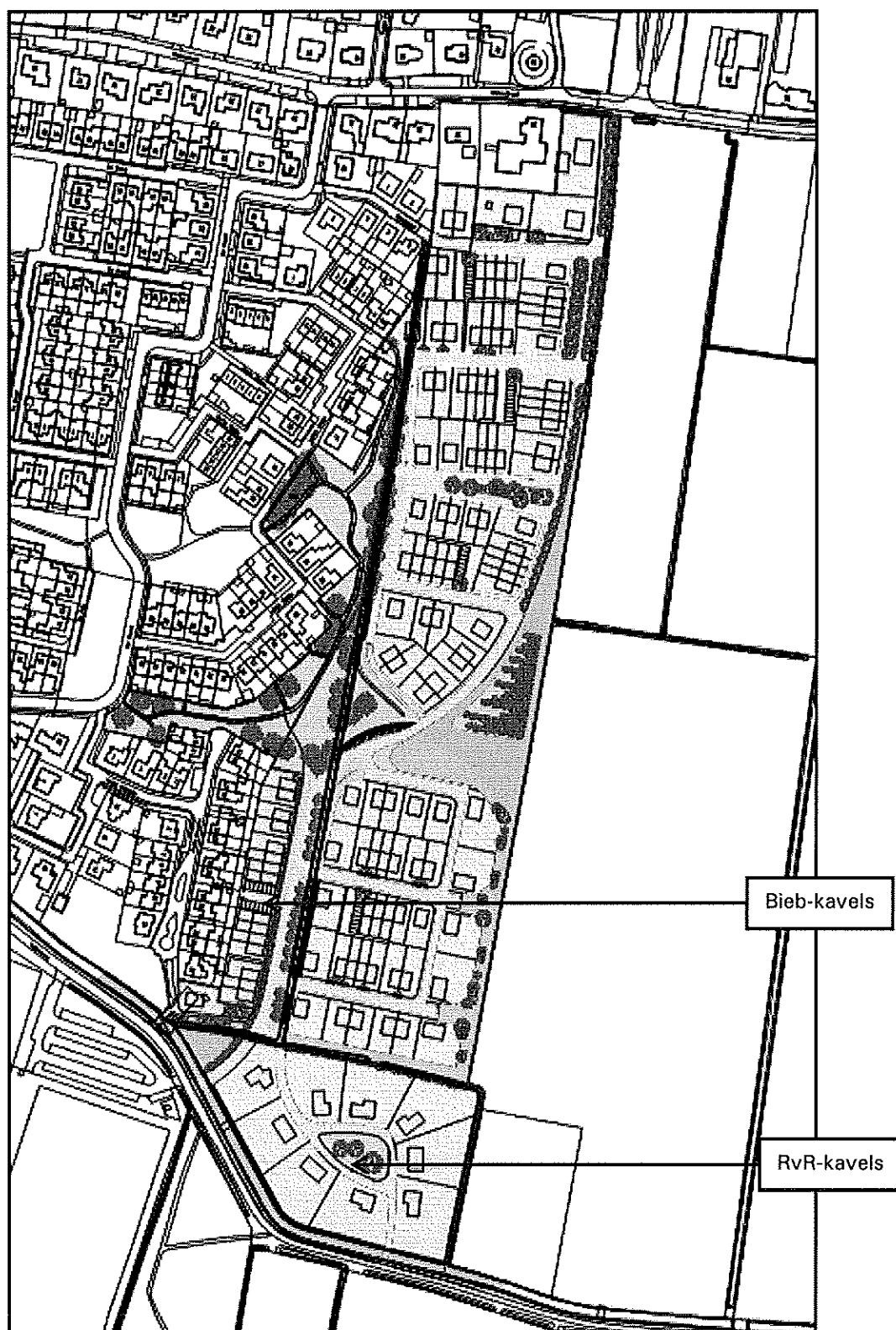
De toekomstige verharding is weergegeven in de navolgende tabel. Deze tabel is gebaseerd op de meest recente plankaart.

**Tabel 2.2: Verharde oppervlakken en water in toekomstige situatie
(verkavelingsstudie 01-09-2010)**

Oppervlaktewater ¹	3.363 m ²
Verharding	22.288 m ²
- daken ²	7.120 m ²
- openbare weg	8.264 m ²
- verhard openbaar gebied	5.864 m ²
- opritten	1.040 m ² (schatting op basis van 10 m ² per woning)

¹ Voor wat betreft de RvR-waterloop geldt dat de helft van de berging (85 m²) gereserveerd is voor plan Lith Oost.

² Het totale uitgeefbare terrein beslaat een oppervlak van 32.202.



Figuur 2.2: Toekomstige inrichting plangebied (versie 01-09-2010)

Maaiveldhoogte

De locatie Lith Oost is over het algemeen enkele decimeters lager gelegen dan het bebouwde gebied dat direct ten westen van het plangebied gelegen is. De maaiveldhoogte loopt in zuidelijke richting af van circa 5,0 m + NAP in het noordelijke gedeelte tot circa 4,4 m + NAP in het zuidelijke gedeelte. Binnen de locatie kan de maaiveldhoogte lokaal nog wat lager gelegen zijn (tot circa 4,2 m + NAP). In onderstaande figuur is een overzicht van de variatie in maaiveldhoogten weergegeven.



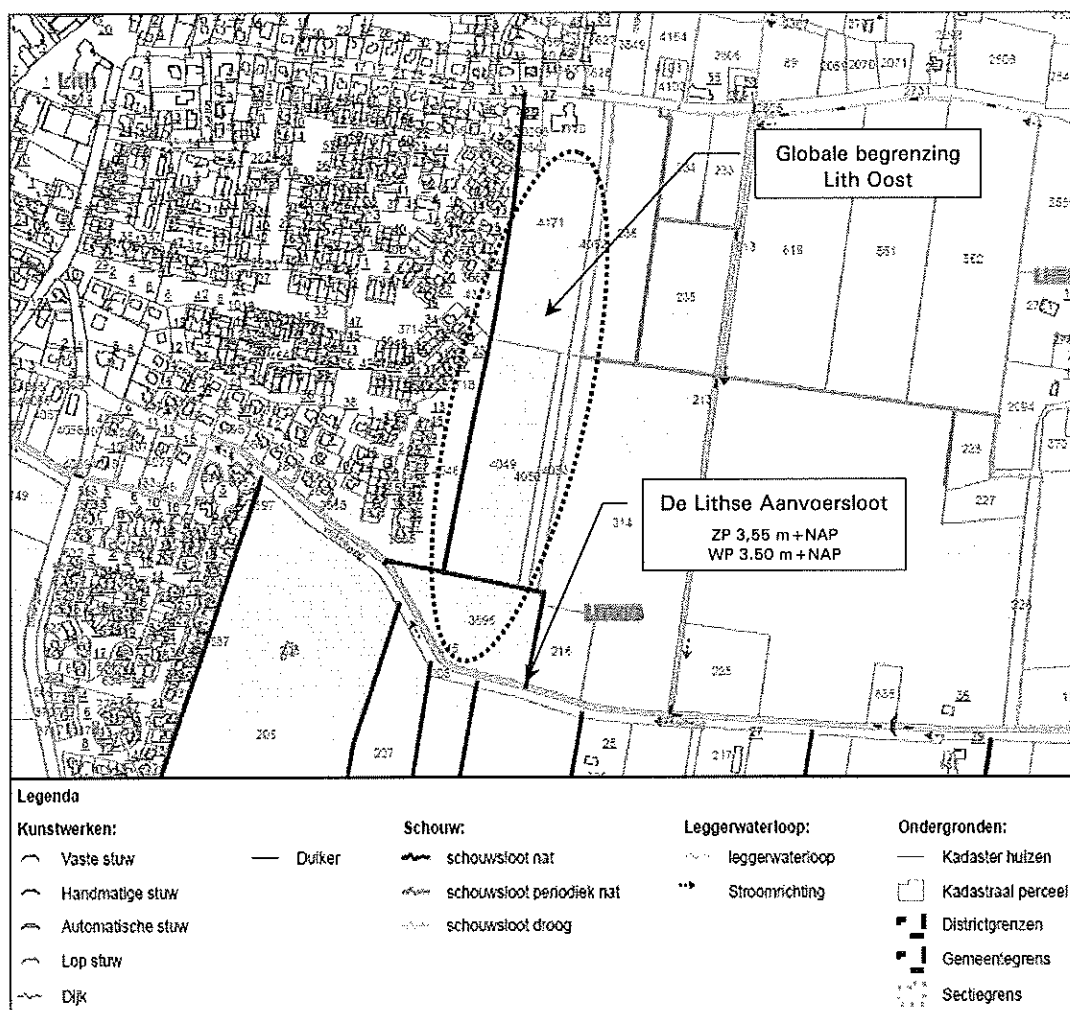
Figuur 2.3: Overzicht variatie in maaiveldhoogte ter plaatse van uitbreidingslocatie (bron: AHN – www.ahn.nl (september 2009). Oranje/geel is hoger en groen/blauw is lager

De regionale ligging van de onderzochte locatie is weergegeven in bijlage 1.1. Een situatieschets van de onderzoekslocatie is weergegeven in bijlage 1.2 t/m 1.4.

2.3 Waterhuishoudkundige situatie

Binnen het plangebied is een aantal watergangen gelegen (zie figuur 2.4). Het betreffen hier zogenaamde schouwsloten. Dit houdt in dat het waterschap deze waterlopen tijdens de schouw controleert op de onderhoudstoestand (juiste profiel, aanwezigheid van obstakels en begroeiing). De gemeente en/of de aangelanden zijn verantwoordelijk voor het onderhoud.

De genoemde schouwsloten binnen de uitbreidingslocatie wateren af op een leggerwaterloop (de Lithse Aanvoersloot) die aan de zuidzijde van de uitbreidingslocatie parallel loopt aan de Valkseweg. De Lithse Aanvoersloot voert water aan naar de kern van Lith. Ten noorden van de uitbreidingslocatie is een bermsloot gelegen die parallel loopt aan de Molenstraat. Deze sloot voert water in oostelijke richting af op een leggerwaterloop die in zuidelijke richting afwatert en aangesloten is op de Lithse Aanvoersloot. Deze leggerwaterlopen zijn in het beheer bij waterschap Aa en Maas. De Lithse Aanvoersloot heeft ter plaatse van de planlocatie een zomerpeil (ZP) van 3,55 m + NAP en een winterpeil (WP) van 3,50 m + NAP¹.



Figuur 2.4: Overzicht van de waterlopen (bron: Legger waterschap Aa en Maas)

¹ Bron: Waterschap Aa en Maas (de heer W. Messer, d.d. 19-10-2009).

Ten noorden van het plangebied stromen zowel de Maas (hemelsbreed circa 0,5 kilometer) als de Waal (hemelsbreed circa 5 kilometer). Aanhoudend hoge waterstanden in één van beide of beide rivieren leidt met enige vertraging tot verhoogde grondwaterstanden binnen het plangebied Lith Oost (zogenaamde "hoogwaterkwel"). Om die reden wordt de locatie opgehoogd en is in het toekomstig waterhuishoudkundig systeem rekening gehouden met variërende grond- en oppervlaktewaterpeilen (zie hoofdstuk 4).

Het plangebied ligt niet binnen de grenzen van een grondwaterbeschermingsgebied, een kwetsbaar gebied overeenkomstig de Nota lozingen buitengebied (2003) of anderszins beschermd gebied gelegen.

2.4 Riolering

In het grootste gedeelte van Lith is een gemengd rioolstelsel gelegen dat het hemelwater en huishoudelijke afvalwater in westelijke richting afvoert richting de kern van Lith. Vanuit de kern van Lith wordt het rioolwater via een persleiding afgevoerd naar de RWZI (rioolwaterzuiveringsinstallatie) van het waterschap in Oijen.

De persleiding doorkruist het zuidelijke deel van de projectlocatie (de RvR-locatie). Het waterschap is leidingbeheerder van deze leiding. Ter bescherming van de persleiding (zie figuur 2.5) is een opstalrecht gevestigd voor de beheerszone van 3,50 meter aan weerszijden van het leidingtracé (totaal 7 meter). Voor Lith Oost heeft de ligging van de persleiding, met uitzondering van de definitieve positionering van de uitstroomvoorziening (zie hoofdstuk 4), geen consequenties.



Figuur 2.5: Overzicht van de persleiding die van de kern van Lith richting de RWZI in Oijen loopt

2.5 Bodemgegevens

Op basis van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000 (kaartblad 39 B), komen in de omgeving van het plangebied van nature voornamelijk Kalkloze poldervaaggronden (kaartcode Rn15C-VI en Rn95C-VI) voor. Dit bodemtype kenmerkt zich door de aanwezigheid van zware zavel en lichte klei in de bovensten 1,2 m-mv. De Bodemkaart van Nederland geeft een beschrijving van de ondiepere bovengrond tot circa 1,2 m-mv. Een beschrijving van de diepere bodemopbouw (> 1,2 m-mv) volgt in de geo(hydro)logische beschrijving (zie paragraaf 2.5).

2.6 Bodemopbouw

Regionaal

De geschematiseerde geo(hydro)logische opbouw ter plaatse van de onderzoekslocatie is afgeleid uit de Grondwaterkaart van Nederland, kaartblad 45 B (Dienst grondwaterverkenning TNO, 1975) en drie boringen van het TNO-meetnet (B45B0536, B45B0533 en B45B0107). In tabel 2.3 is de geschematiseerde geo(hydro)logische bodemopbouw nabij de onderzoekslocatie samengevat. De verschillende afzettingen zijn van boven (jongere afzettingen) naar beneden (oudere afzettingen) weergegeven.

Tabel 2.3: Regionale bodemopbouw

diepte (m-mv)	formatienaam	samenstelling	geohydrologische eenheid
0 – 5	Echteld	klei	Slecht doorlatende deklaag
5 – 35	Kreftenheye/Beegden/Sterksel	zeer tot uiterst grof, zwak tot sterk grindig zand	1 ^e watervoerend pakket
> 35	Waalre	klei	1 ^e scheidende laag

Bron: Grondwaterkaart van Nederland, Dienst Grondwaterverkenning TNO, 1975 en drie REGIS-boringen (B45B0536, B45B0533 en B45B0107).

De circa 5 m dikke deklaag bestaat grotendeels uit klei. Onder de deklaag ligt het 1^e watervoerend pakket. Dit pakket bestaat uit zeer grof tot uiterst grof zand. Het watervoerend pakket heeft een dikte van circa 30 m. Deze dikte neemt in zuidelijke richting nog verder toe. De eerste scheidende laag bevindt zich op circa 35 m-mv en bestaat grotendeels uit klei.

Op basis van de Grondwaterkaart van Nederland (GWK 32, 1983) en de wateratlas van de provincie Noord-Brabant blijkt dat zich op circa 500 m ten oosten van de uitbreidingslocatie een geologische breuklijn (Peelrandbreuk) in de ondergrond bevindt. Deze breuk heeft naar verwachting geen effect op het ondiepe watersysteem ter plaatse van Lith Oost.

Lokaal

In de boorstaten (bijlage 2) is de bodemopbouw van het onderzochte terrein weergegeven. Op basis van deze boorbeschrijvingen is een globale beschrijving van de bodemopbouw opgesteld. Deze beschrijving is opgenomen in tabel 2.4.

Tabel 2.4: Globale bodemopbouw

diepte (m-mv)	bodemsamenstelling
0,0 - 0,5 à 3,3 ¹	zwak tot sterk zandige klei
0,5 - 3,3 à 3,3 ¹	matig siltig, matig fijn zand of zwak tot sterk zandige klei

¹ Einde diepste boring

Uit de boorbeschrijvingen blijkt dat het bovenste gedeelte van de bodem uit klei bestaat. De dikte van deze kleilaag varieert van 0,5 m tot meer dan 3,0 m. Over het algemeen is de kleilaag dikker in het noordelijke gedeelte van de locatie. In navolgende figuur is zichtbaar dat in het noordelijke gedeelte voornamelijk klei is aangetroffen en in het zuidelijke gedeelte zand is aangetroffen onder een dunne(re) kleilaag.



Figuur 2.6: Overzicht ligging zand/klei

In het traject 0,5 en 3 m-mv zijn op verschillende diepten roestverschijnselen aangetroffen. Op basis van deze verschijnselen wordt aangenomen dat de actuele grondwaterstand in dit traject fluctueert.

2.7 Grondwaterstanden

Regionaal

Om een indicatie van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), de gemiddelde grondwaterstand (GG), de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en zodoende de fluctuatie in het grondwaterpeil te verkrijgen, zijn het landelijke TNO-meetnet en de wateratlas van de provincie Noord-Brabant geraadpleegd. Dit levert de navolgende resultaten op.

Er zijn drie TNO-peilbuizen geraadpleegd in de "nabijheid" van de onderzoekslocatie (B45B0536, B45B0533 en B45B0107).

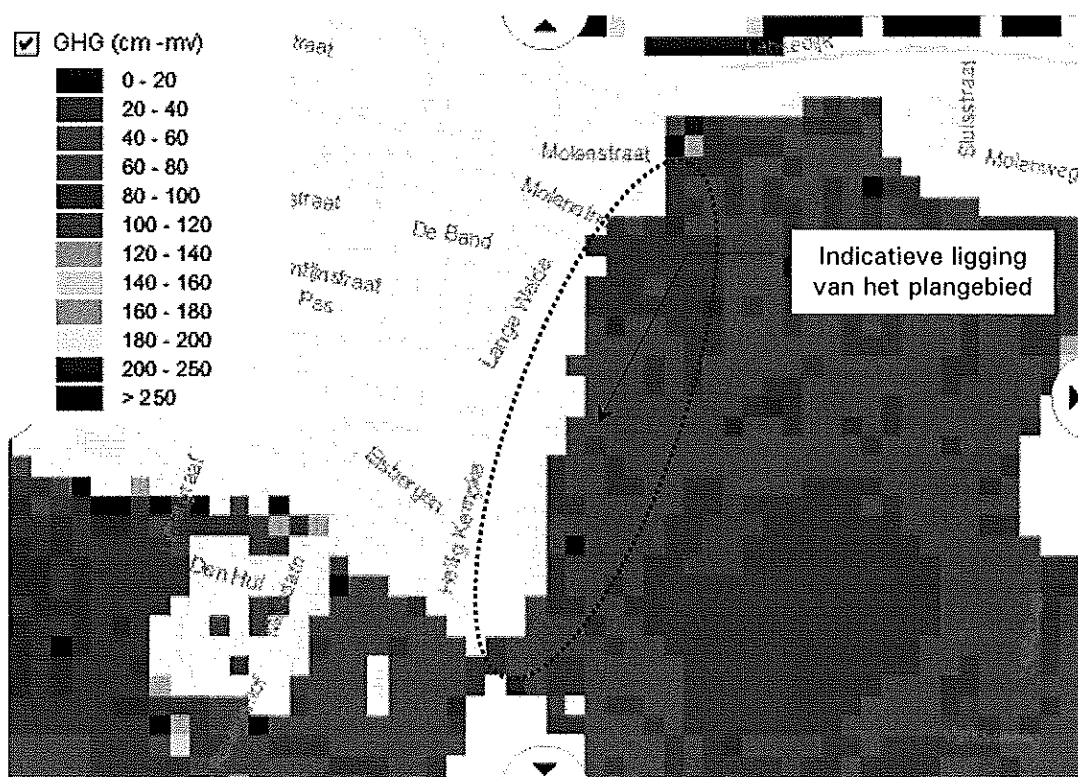
TNO-peilbuis B45B0536 is gelegen op een afstand van circa 600 m ten oosten van de onderzoekslocatie, TNO-peilbuis B45B0533 is gelegen op circa 3.000 m ten westen van de onderzoekslocatie en TNO-peilbuis B45B0107 (met drie peilbuizen op verschillende diepte) is gelegen op een afstand van circa 350 m ten noordoosten van de onderzoekslocatie. In tabel 2.5 staat de locatie van de peilbuizen (coördinaten), de gebruikte meetreeks, de gemiddeld hoogste, de gemiddelde, en de gemiddeld laagste grondwaterstand (respectievelijk GHG, GG en GLG) in m-mv en m + NAP weergegeven.

Tabel 2.5: Locatiegegevens, GLG, GG en GHG van TNO-peilbuizen B45B0536, B45B0533 en B45B0107 nabij uitbreidingslocatie.

	x-coördi- naat	y-coördi- naat	filtertraject m-mv	meetreeks	maaienveld m + NAP	GHG m + NAP (m-mv)	GG m + NAP (m-mv)	GLG m + NAP (m-mv)
B45B0536	159.910	423.575	2,5 - 3,0	1997 - 2004	4,43	3,6 (0,8)	3,0 (1,4)	2,7 (1,7)
B45B0533	155.820	423.480	1,5 - 2,0	1997 - 2004	3,65	3,2 (0,3)	3,0 (0,7)	2,8 (0,8)
B45B0107_1	159.600	424.220	3,0 - 4,0	1993 - 2000	5,20	3,3 (1,9)	2,3 (2,9)	1,9 (3,3)
B45B0107_2	159.600	424.220	27,0 - 28,0	1993 - 2000	5,20	3,6 (1,6)	2,5 (2,7)	2,0 (3,2)
B45B0107_3	159.600	424.220	62,3 - 63,3	1993 - 2000	5,20	3,2 (2,0)	2,8 (2,4)	2,5 (2,7)

De bepaalde GHG, GG en GLG van de peilbuizen van het TNO-meetnet duiden op een noordwestelijke grondwaterstroming. De fluctuatie tussen de GHG en de GLG in de peilbuizen van het TNO-meetnet bedraagt 0,5 à 1,4 m.

De wateratlas van de provincie Noord-Brabant suggereert ter plaatse van Lith Oost een ondiepere GHG, namelijk tussen de 0,4 en 0,6 m-mv. Afhankelijk van de maaiveldhoogte zal de GHG op enkele plaatsen wat hoger of lager gelegen zijn. In figuur 2.7 is een uitsnede te zien van de GHG ter plaatse van de uitbreidingslocatie (bron: Wateratlas van de Provincie Noord-Brabant, september 2008).



Figuur 2.7: Overzicht van de GHG (cm-mv) ter plaatse van de uitbreidingslocatie Lith Oost.

Lokaal

Door Geofox-Lexmond bv zijn op 23 oktober 2006 en op 4 en 10 juli 2008 metingen verricht om de variatie in grondwaterstanden in kaart te brengen. Zie hiervoor tabel 2.6 en de bijlagen 1.3 en 1.4.

Tabel 2.6: Gemeten grondwaterstanden

In 2008 geplaatste peilbuizen				Tijdens voorgaand onderzoek geplaatste peilbuizen		
nr.	filterstelling (m-mv)	GWS ¹ 4 juli '08 (m-mv)	GWS ¹ 10 juli '08 (m-mv)	nr.	filterstelling	GWS ¹ oktober '06
D01	2,0 - 3,0	0,94		1	1,5 - 3,5	1,2
P2	2,3 - 3,3	2,88		2	1,5 - 3,5	0,8
P3	2,1 - 3,1	2,96		3	3,0 - 4,0	1,6
P4	2,3 - 3,3	2,79	> 3,3	4	2,5 - 3,5	1,6
P5	2,2 - 3,2	2,78	3,2	5	2,5 - 3,5	1,9
P6	2,0 - 3,0	0,94		6	3,3 - 4,3	0,4

¹ Grondwaterstand

De in juli 2008 gemeten grondwaterstanden wijken af van de grondwaterstandsmetingen die in oktober 2006 zijn verricht. Verwacht wordt dat de actuele grondwaterstand zich op 4 en 10 juli 2008 nabij de gemiddeld laagste grondwaterstand bevond.

De variatie in grondwaterpeilen zoals die op basis van de regionale grondwaterstandsgegevens en de door Geofox-Lexmond bv verrichte grondwaterstandsmetingen zijn verzameld, worden in tabel 2.7 samengevat.

Tabel 2.7: Verwachte (variaties in) GHG, GG en GLG voor het plangebied Lith Oost

maalveld m + NAP	GHG		GG		GLG	
	m + NAP	(m-mv)	m + NAP	(m-mv)	m + NAP	(m-mv)
4,2 - 5,0	3,6	0,6 - 1,4	2,9	1,3 - 2,1	2,1	2,1 - 2,9

Benadrukt wordt dat de GHG, GG en GLG zijn bepaald met behulp van een relatief beperkte hoeveelheid grondwaterstandsgegevens. Deze gegevens dienen daarom als richtwaarden beschouwd te worden. Daarnaast kan er sprake zijn van opkwellend grondwater (als gevolg van hogere rivierpeilen) waardoor de grondwaterstand, tijdelijk, aanzienlijk verder kan stijgen dan de in tabel 2.7 genoemde GHG. Ook kan bij extreem lage rivierwaterstanden het grondwater mogelijk verder dalen dan de GLG.

2.7.1 Hoogwaterkwel

De fluctuatie tussen de gemeten grondwaterstanden is relatief groot. Deze fluctuatie is waarschijnlijk het gevolg van tijdelijk hogere grondwaterstanden als gevolg van hoogwaterkwel. Deze kwel treedt op in perioden van hoge(re) waterpeilen in de Maas, de Waal of beide.

Het toekomstige waterhuishoudkundige systeem (zie hoofdstuk 4) wordt zodanig ingericht dat ook bij hogere grondwaterstanden voldoende hemelwaterberging kan plaatsvinden zonder dat daarbij wateroverlast binnen het plangebied of bij derden optreedt.

2.7.2 Doorlatendheid

Om te onderzoeken wat de mogelijkheden zijn om hemelwater in de bodem te infiltreren, is de horizontale doorlatendheid van de bodem op een aantal punten bepaald. In bijlage 4 zijn de doorlatendheidsberekeningen, een toelichting op de gehanteerde berekeningsmethode en de resultaten van de berekeningen weergegeven. In tabel 2.8 staan de resultaten van de

doorlatendheidsmetingen weergegeven inclusief een beschrijving van de bodemsamenstelling die aangetroffen is rondom de filters.

Tabel 2.8: Berekeningsresultaten doorlatendheid onverzadigde zone

boringnr.	filtertraject (m-mv)	bodemsamenstelling rondom filter	doorlatendheid meting 1 (m/dag)	doorlatendheid meting 2 (m/dag)
9	1,0 - 1,5	zwak zandige klei	< 0,4 ¹	--
13	1,0 - 1,5	zwak siltige klei	< 0,4 ¹	--
16	1,0 - 1,5	matig siltig, matig fijn, kleihoudend zand met leemlaagjes	1,2	0,7

¹ Bij de verzadigingscheck bleek het water zo langzaam te zakken dat de proef niet uitgevoerd kon worden. Er wordt derhalve een lage doorlatendheid verondersteld (< 0,4 m/dag).

De resultaten van de doorlatendheidsmetingen laten de relatie tussen de bodemopbouw en de doorlatendheid zien. De verzadigde doorlatendheid van het matig fijn kleihoudend zand in de bodem bedraagt op basis van twee metingen circa 1,0 m/dag. De doorlatendheid in de kleilaag bleek zodanig laag dat het niet goed mogelijk was om een meting uit te voeren. Er wordt daarom aangenomen dat de doorlatendheid (veel) minder dan 0,4 m/dag bedraagt.

In aanvulling op de toegepaste omgekeerde boorgatmethode in de *onverzadigde* zone is in de peilbuizen een constant-debiet putproef uitgevoerd om een indicatie te verkrijgen van de doorlatendheid in de *verzadigde* zone. In tabel 2.9 staan de resultaten van deze doorlatendheidsmetingen weergegeven inclusief een beschrijving van de bodemsamenstelling die aangetroffen is rondom de filters. Ten behoeve van de pompproeven is gebruik gemaakt van peilbuizen met een inwendige diameter van 3,2 cm en een filterlengte van 2 meter. Voor de berekening van k-waarden is gebruik gemaakt van een rekenmodel volgens Hvorslev/Dachler (1951).

Tabel 2.9: Berekende doorlatendheid verzadigde zone

boring	traject (m-mv)	bodemsamenstelling rondom filter	doorlatendheid (m/dag)
D01	1,0 - 3,0	zwak siltige klei	0,7
P2	1,3 - 3,3	matig siltig, matig kleihoudend, matig grof zand	6,2
P3	1,1 - 3,1	zwak siltig, matig fijn zand	2,2
P4 ¹	1,3 - 3,3	zwak siltig, zwak grindig matig fijn zand (tussen 2,5 en 2,6 m-mv zwak siltige klei)	--
P5 ¹	1,2 - 3,2	zwak siltig, zwak grindig, matig fijn zand	--
P6	1,0 - 3,0	zwak siltige klei	0,6

¹ De resultaten van de uitgevoerde constant-debiet putproeven geven een onbetrouwbaar beeld. Tijdens het extra veldbezoek dat op 10 juli 2008 is gedaan, is getracht om de eerder uitgevoerde metingen te reproduceren. Het bleek echter dat beide peilbuizen op dit moment droog stonden.

De gemeten doorlatendheid laat een duidelijke relatie met de bodemopbouw zien. De doorlatendheid in de kleilaag bedraagt (veel) minder dan 1 m/dag. De doorlatendheid in het matig fijn en matig grof zand bedraagt op basis van één meting respectievelijk circa 2 en 6 m/dag.

3 Beleid waterbeheer

3.1 Europees, nationaal en provinciaal beleid

Zowel op Europees, nationaal en provinciaal niveau is een scala aan beleidsplannen opgesteld waarin de wensen en eisen ten aanzien van een duurzaam waterbeleid geformuleerd worden. Omdat het waterbeleid in ontwikkeling is, verschijnen er nieuwe beleidsdocumenten of worden bestaande documenten geactualiseerd. In dit kader kunnen onder meer de Vierde nota waterhuishouding (NW4, 1998), het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW, 2003), de Kaderrichtlijn Water (KRW, 2000), de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening (NR05, 2002) en de nieuwe Waterwet (WW, 2008) genoemd worden. Daarnaast heeft elke provincie een eigen Provinciaal Waterhuishoudingsplan en wordt het waterbeleid op hoofdlijnen beschreven en toegelicht in het streekplan.

De praktische vertaling van deze beleidsdocumenten vindt plaats via onder meer waterschapsbeleid en gemeentelijk beleid.

3.2 Waterschapsbeleid

De waterschappen hebben voor hun beheersgebied specifiek beleid ontwikkeld om tot een duurzame invulling van hun waterhuishoudkundig systeem te komen. Dit beleid kenmerkt zich door een integraal karakter. Dergelijk beleid is ook door waterschap Aa en Maas gemaakt. Op hoofdlijnen betekent dit onder meer dat het watersysteem integraal beschouwd moet worden en dat zowel naar kwantitatieve als kwalitatieve aspecten gekeken wordt. Een belangrijk uitgangspunt hierbij is dat alle plannen die gevolgen kunnen hebben voor de waterhuishoudkundige situatie hydrologisch neutraal worden gerealiseerd. Het waterschapsbeleid vormt daarmee een nadere, beheersgebied specifieke, uitwerking van Europees, nationaal en provinciaal beleid.

Op 8 en 22 oktober 2009 heeft een overleg plaatsgevonden tussen waterschap Aa en Maas, de gemeente, de architect en Geofox-Lexmond bv. Tijdens dit overleg zijn de eisen en wensen van alle betrokken partijen besproken. Daarnaast zijn concrete afspraken gemaakt over de waterhuishoudkundige invulling van het plangebied. De eisen, wensen en afspraken zijn terug te vinden in het besprekingsverslag dat is opgenomen in bijlage 6.

Belangrijke aandachtspunten van het waterschapsbeleid zijn als volgt te formuleren.

- Toekomstige effecten van ingrepen in de huidige waterhuishoudkundige situatie dienen in alle gevallen "hydrologisch neutraal" te zijn. Dat wil zeggen, dat in de toekomstige situatie op waterhuishoudkundig gebied in elk geval geen negatieve effecten mogen optreden. Wanneer zich kansen tot verbeteringen van het watersysteem voordoen, dan wordt bekeken of deze benut kunnen worden.
- Het begrip hydrologisch neutraal ontwikkelen heeft betrekking op zowel kwantitatieve als kwalitatieve aspecten van het waterhuishoudkundig systeem. Veranderingen die een negatief effect hebben op de kwaliteit van het grondwater en/of het oppervlaktewater zijn niet toegestaan.
- De wettelijke voorkeursvolgorde voor de berging van hemelwater (regenwater) in de toekomstige situatie is achtereenvolgens a) hergebruik voor huishoudelijke doeleinden of bedrijfsdoeleinden, b) infiltratie in de onverzadigde zone boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), c) lozen op bestaand of nieuw te realiseren oppervlaktewater en d) het afvoeren naar een verbeterd gescheiden rioolstelsel.

- Bij het zoeken naar hydrologisch neutrale oplossingsrichtingen voor het hergebruik of de berging van hemelwater moet primair binnen de eigen perceelsgrenzen of die van de projectlocatie gekeken worden. Alleen in bijzondere gevallen kan naar oplossingsmogelijkheden buiten deze grenzen gezocht worden. Dit dient in overleg met de gemeente, het waterschap en/of de provincie Noord-Brabant te geschieden.
- Voor de berekening van de benodigde maatgevende berging voor locaties binnen het beheersgebied van Waterschap De Dommel en Waterschap Aa en Maas dient van de HNO-tool gebruik gemaakt te worden. Deze rekenmodule (tool) is on-line beschikbaar en berekent, rekening houdend met onder meer de landbouwkundige afvoercoëfficiënt en de doorlatendheid van de onverzadigde bovengrond, de maatgevende berging.
- Voor de beschouwde locatie Lith Oost is concreet afgesproken om een gemiddelde afvoercoëfficiënt te hanteren (0,81 l/s/ha), een begrensd leegloopvoorziening naar De Lithse Aanvoersloot te realiseren, rekening te houden met voldoende doorstroming om stilstaand water met een slechte kwaliteit te voorkomen, 10 mm hemelwaterberging op eigen terrein te realiseren en het overige hemelwater op openbaar terrein (binnen het plangebied) op te vangen en waar mogelijk te infiltreren.

3.3 Gemeentelijk beleid

De gemeenten zijn thans bezig om hun rioleringsplannen te actualiseren. Dat geldt voor zowel het Gemeentelijke RioleringsPlan (GRP) als het BasisRioleringsPlan (BRP). In het GRP wordt beschreven op welke wijze de gemeente haar wettelijke taak vervult om doelmatig afvalwater in te zamelen en te transporteren. Het BRP beschrijft welke infrastructurele maatregelen noodzakelijk zijn om eventuele hydraulische knelpunten in het rioolstelsel aan te pakken en de vuiluitworp via riooloverstorten te beperken, zodat het rioolstelsel aan de gestelde waterkwaliteitseisen kan voldoen. Vóór 1 januari 2013 moeten de gemeenten ook hun Verbreed Gemeentelijk RioleringsPlan (VGRP) gereed hebben. In dit plan moeten ook de nieuwe gemeentelijke watertaken (zorgplicht) ten aanzien van hemelwater en grondwater zijn opgenomen.

Het opstellen van het (V)GRP en het BRP vindt in nauw overleg tussen de gemeente en het waterschap plaats. Op deze wijze moeten de gemeentelijke waterbelangen en die van het waterschap zo veel als mogelijk geïntegreerd worden. Dat geldt voor zowel kwantitatieve als kwalitatieve aspecten van het hemelwater-, afvalwater- en grondwaterbeheer.

Het belangrijkste door de gemeente genoemde aandachtspunt in dit kader is het ophogen van het plangebied met gemiddeld 0,4 meter. In de praktijk betekent dit dat de hogere (noordzijde) niet of nauwelijks worden opgehoogd) en de lagere delen (zuidzijde) wat meer.

4 Ontwerp en dimensionering van het (hemel)watersysteem

4.1 Algemeen

Op basis van het principe 'hydrologisch neutraal ontwikkelen' en de wettelijke voorkeursvolgorde, wordt een afweging gemaakt op welke wijze het hemelwater binnen plangebied Lith Oost verwerkt wordt.

4.2 Afweging oplossingsrichtingen

Om de mogelijkheden voor het afkoppelen van hemelwater voor Lith Oost inzichtelijk te maken, is in tabel 4.1 de haalbaarheid van verschillende afkoppeltechnieken schematisch weergegeven. Hierbij is gekeken naar de lokale geohydrologische bodemkenmerken, locatiespecifieke omstandigheden zoals de aanwezigheid van hoogwaterkwel en waterlopen en de voorgenomen ruimtelijke ontwikkeling ("het stedenbouwkundig plan").

Tabel 4.1: Haalbaarheid oplossingsrichtingen

Oplossingsrichting	geohydrologisch	haalbaarheid technisch / organisatorisch	algemeen
Hergebruik	n.v.t.	+ mogelijk	± mogelijk, maar vooralsnog niet voorzien in het plan
Oppervlakkig infiltreren	± zeer beperkt mogelijk	+ mogelijk	± slechts zeer beperkt mogelijk
Ondergronds infiltreren	± zeer beperkt mogelijk	+ mogelijk	± slechts zeer beperkt mogelijk
Oppervlakkig bergen	n.v.t.	+ mogelijk	+ mogelijk
Ondergronds bergen	n.v.t.	+ mogelijk	± mogelijk als ondersteunende maatregel
Afvoer naar elders	n.v.t.	- technisch mogelijk, maar niet wenselijk	- niet wenselijk

Gelet op locatiespecifieke (geohydrologische) omstandigheden, de wettelijke voorkeursvolgorde voor het afkoppelen van hemelwater, het stedenbouwkundig plan en overeenkomstig de vastgestelde eisen en wensen wordt het toepassen van oppervlakkige berging in waterpartijen in openbaar gebied, waarbij het water deels (zeer) langzaam infiltreert en deels vertraagd wordt afgevoerd naar elders, door alle betrokkenen als beste oplossingsrichting gezien. Ondergrondse berging (en infiltratie) van een beperkte hoeveelheid hemelwater (10 mm) op eigen terrein wordt daarbij als een ondersteunende mogelijkheid beschouwd en eveneens toegepast. Een nadere toelichting op de voorkeursoplossingsrichting volgt in paragraaf 4.3.

4.3 Voorgesteld watersysteem

Voor Lith Oost wordt een gecombineerde oplossingsrichting voorgesteld. Een gedeelte van het hemelwater dat op de individuele percelen valt, wordt op perceelsniveau geborgen. Het resterende water dat op de percelen valt én het water dat op de openbare terreinverharding valt, wordt geborgen in een oppervlaktewatersysteem.

De hoeveelheid hemelwater die geborgen moet worden, is gebaseerd op het beleid van de gemeente Oss en Lith, de wensen van gemeente Lith/Oss en die van het waterschap. Daarom is vastgesteld dat 10 mm aan hemelwater op perceelsniveau geborgen wordt. Het overtollige hemelwater dat afkomstig is van de afzonderlijke percelen wordt vertraagd afgevoerd naar de openbare verharding van waar het oppervlaktewatersysteem wordt aangevuld.

Voor het realiseren van voldoende berging op de percelen wordt de verantwoording neergelegd bij de individuele perceeleigenaren. De gemeente Oss zal toezien op een correcte aanleg van deze bergingvoorzieningen en verankering daarvan in de bouwvergunning.

De gezamenlijke hoeveelheid water afkomstig van particulier en openbaar terrein stroomt oppervlakkig af naar een voor dit doel aan te leggen open watersysteem. Dit systeem bestaat uit zaksloten en -greppels, waterlopen, een wadi en een waterpartij. Voor berging in het systeem wordt een maximale peilstijging van 0,3 m boven de GHG (3,6 m +NAP) aangehouden. Om ervoor te zorgen dat de maatgevende hoeveelheid hemelwater in het plangebied geborgen kan worden zonder dat daarbij wateroverlast ontstaat, zal een begrensd leegloopvoorziening aan de zuidzijde van het plangebied gerealiseerd worden. In paragraaf 4.5 wordt nader ingegaan op het watersysteem.

4.4 Maaiveldhoogte (huidig en toekomstig) en afstroming hemelwater

Door de opdrachtgever zijn (huidige) maaiveldhoogtegegevens van de planlocatie beschikbaar gesteld. De locatie is over het algemeen (op het noordelijke gedeelte na) enkele decimeters lager gelegen dan het bebouwde gebied dat direct ten westen van de locatie gelegen is. De maaiveldhoogte van de locatie loopt van noord naar zuid af van circa 4,5 tot 5,0 m +NAP tot circa 4,2 à 4,4 m +NAP (lokaal 4,1 m +NAP).

Op basis van hoogtegegevens van putdeksels zoals die zijn aangeleverd door de opdrachtgever blijkt dat het gedeelte van de Molenstraat direct ten noorden van de planlocatie een hoogte heeft van 4,9 à 5,0 m +NAP. De woonwijk die aan de westzijde van de locatie grenst, varieert in hoogte van 4,8 m +NAP in het noordelijke gedeelte tot 4,5 m +NAP in het zuidelijke gedeelte.

De noodzaak voor het ophogen van het maaiveld wordt bepaald door drie factoren:

- De ontwateringsdiepte. Dat is het verschil tussen het maaiveld en de gemiddeld hoogste grondwaterstand. De ontwateringsdiepte dient 0,7 meter (0,5 meter indien kruipruimteloos gebouwd wordt) te bedragen.
- De landelijke droogleggingseis. Dat is het hoogteverschil tussen het maaiveld en de waterstand in sloten en plassen. De droogleggingseis bedraagt 1 meter;
- De hoogte van aangrenzende percelen of gebouwen.

Om voldoende ontwatering te realiseren, moet het maaiveld, uitgaande van een GHG die 3,6 m + NAP bedraagt, daar waar nodig opgehoogd te worden tot 4,3 m + NAP. Om aan de droogleggingseis te voldoen moet tot 4,6 m + NAP opgehoogd worden.

Bij het ophogen moet rekening gehouden worden met de bestaande woonwijk die ten westen van de locatie gelegen is. Het is niet wenselijk om het maaiveld van het nieuwbouwplan hoger te maken dan deze woonwijk (4,8 tot 4,5 m + NAP), omdat daardoor wateroverlast kan ontstaan. Aanbevolen wordt om de planlocatie in de toekomst op een vergelijkbare wijze in zuidelijke richting af te laten lopen en zo aan te sluiten bij het maaiveldverloop van de bestaande woonwijk.

Gedurende het watertoetsproces is overeengekomen om het hemelwater oppervlakkig af te laten stromen naar het hemelwatersysteem. Het aanleggen van hoogteverschillen in het terrein is daarom van groot belang. De gebouwen zullen circa 30 cm hoger aangelegd worden dan de straten. Parkeerplaatsen en wegen worden onder afschot richting de waterlopen en greppels aangelegd om een goede afwatering te realiseren. Door de gemeente is aangegeven dat men rekening heeft gehouden met een gemiddelde ophoging van het terrein van circa 0,4 meter. In onderstaande tabel is de huidige maaiveldhoogte, de maaiveldhoogte van de aangrenzende woonwijk en een voorstel voor de toekomstige maaiveldhoogte weergegeven. Daarbij wordt opgemerkt dat deze maaiveldhoogten in het definitieve bouwplan nog uitgewerkt moeten worden.

Tabel 4.2: Maaiveldhoogten huidige en toekomstige situatie

Onderdeel	Hoogte van zuid naar noord (m + NAP)
Huidige situatie terrein ¹	4,2 tot 5,0 (lokaal 4,1)
Hoogte wegdek in de woonwijk ten westen van locatie ²	4,5 tot 4,8
Toekomstige maaiveldhoogte Lith Oost ³	4,5 tot 5,2

¹ Op basis van maaiveldhoogte gegevens die zijn verstrekt door de opdrachtgever

² Op basis van putdekselhoogten die zijn verstrekt door de opdrachtgever

³ De hoogteverschillen tussen de gebouwen (hoger) en het wegdek/maaiveld (lager) zijn hierin meegenomen

Voor het oppervlakkig afvoeren van hemelwater kan het wegdek bol, hol of op één oor aangelegd worden. Indien er een bol wegdek toegepast wordt zal het water zich verzamelen in twee molgoten die aan weerszijden van de weg gelegen zijn. Indien er van een holle constructie gebruik gemaakt wordt zal het hemelwater zich verzamelen in één molgoot die in het midden van de weg (op het laagste gedeelte) aangelegd wordt. Bij een wegdek op één oor zal het water zich aan één zijde van de weg verzamelen om vervolgens af te stromen.

Vanuit hydrologisch perspectief geniet het toepassen van een hol wegprofiel de voorkeur omdat het met een dergelijk profiel mogelijk is om tijdelijk meer water te bergen op straat in geval van een extreme situatie.

4.5 Uitwerking oppervlaktewaterstelsel

Van noord naar zuid worden in het plangebied Lith Oost de volgende vijf onderdelen van het totale watersysteem onderscheiden:

1. noordelijke greppel;
2. centrale waterpartij;
3. zuidelijke greppel annex wadi;
4. RvR-waterloop en
5. uitstroom- en instroomvoorziening (begrensd).

De vier systeemonderdelen zijn op een logische wijze gepositioneerd en met elkaar verbonden. Samen vormen ze één watersysteem met voldoende berging. In bijlage 1.5 is de ligging van de vijf onderdelen van het watersysteem weergegeven.

Noordelijke greppel

De noordelijke voorziening is een droogvallende greppel (zaksloot) en heeft een talud van circa 1:1. Deze greppel zal alleen water bevatten als er veel neerslag valt of het grondwater ondieper dan de GHG staat. De noordelijke greppel watert direct af op de centrale waterpartij. Indien tussen de noordelijke greppel en de centrale waterpartij nog een drempel (grondwal) wordt aangelegd dan zal het hemelwater langer in de greppel blijven staan en uiteindelijk gedeeltelijk infiltreren (en verdampen).

Centrale waterpartij

De centrale waterpartij is een relatief grote voorziening. De centrale waterpartij is aan de westzijde beschoeid en krijgt aan de oostzijde een talud van 1:1 à 1:2 en wordt aan de westzijde met een duurzame beschoeiing afgewerkt. Aan de westoever van deze waterpartij worden "wonen aan water woningen" gerealiseerd. Hierdoor is het van belang dat er ook in droge(re) perioden voldoende water in de waterpartij is. Daarnaast zal er voldoende diepgang benodigd zijn om het gebruik van een maaiboot mogelijk te maken. Daarom wordt voorgesteld om de waterbodem van de centrale waterpartij af te werken op een hoogte van circa 2,6 m+NAP. Dat is circa 1 meter dieper dan de GHG en 0,3 meter beneden de GG. Een dieper watersysteem komt tevens de waterkwaliteit ten goede.

Zuidelijke greppel annex wadi

Aan de zuidwestzijde van de planlocatie is de zuidelijke greppel annex wadi gelegen. Het betreft hier een verlaagde groenzone met een flauw talud (circa 1:5). Het grootste gedeelte van de tijd zal deze voorziening, net als de eerder beschreven noordelijke greppel, droogstaan. Maar in geval van neerslag kan in deze voorziening hemelwater geborgen worden. Als onder de voorziening grondverbetering wordt toegepast (middels grof zand) kan een groot gedeelte van het geborgen hemelwater bovendien infiltreren in de ondergrond. Deze voorziening heeft een bodemhoogte die op circa 0,5 m-mv gelegen is (circa 4,1 m+NAP). In deze voorziening kan het waterpeil 0,3 meter stijgen. Indien de waterschijf meer stijgt, dan zal overloop naar de centrale waterpartij plaatsvinden. Hiervoor zal een overloopvoorziening aangelegd worden ter plaatse van één van de nog te realiseren wegen tussen de zuidelijke greppel annex wadi en de centrale waterpartij.

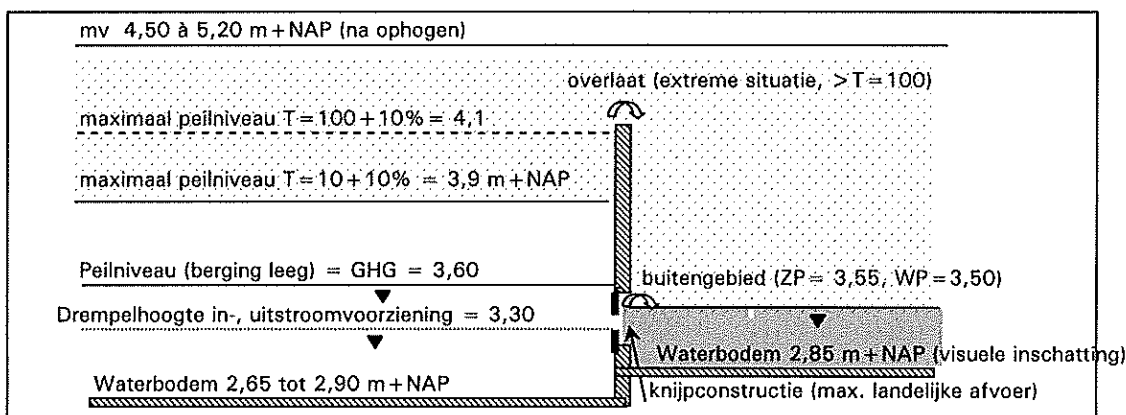
RvR-waterloop

Direct ten zuiden van de centrale waterpartij en de zuidelijke greppel annex wadi ligt de RvR-waterloop. Deze waterloop wordt gerealiseerd ter plaatse van de bestaande schouwslot. De RvR-waterloop staat in open verbinding met de centrale waterpartij. Zo vormt deze waterloop de verbinding tussen de centrale waterpartij en de Lithse Aanvoersloot. Het is derhalve van belang dat deze sloot permanent watervoerend blijft. Daarom wordt voorgesteld om de bodem van deze waterloop voldoende diep af te werken (op circa 2,9 m + NAP). De negen RvR-kavels wateren indirect via een centraal gelegen wadi af op deze waterloop. Om die reden is bij de berekeningen uitgegaan van het feit dat de RvR-waterloop voor maximaal de helft bijdraagt aan het bergend vermogen van Lith Oost. Voor de RvR-waterloop wordt het bestaande talud van circa 1:1 gehanteerd.

Uitstroom- en instroomvoorziening (begrensd)

Aan de zuidzijde van het plangebied, op het laagste punt, wordt een begrensde uitstroom- en instroomvoorziening aangelegd naar De Lithse Aanvoersloot. Dit betekent dat wanneer het hemelwater in het watersysteem binnen het plangebied boven het waterpeil in de Lithse Aanvoersloot komt (vertraagde) afvoer plaats zal vinden. Daarnaast is een algemene stelregel dat berging alleen boven de GHG meegeteld kan worden. Ook tijdens hoge grondwaterstandsituaties moet er namelijk voldoende berging beschikbaar zijn. Daarom wordt een niveau van 3,6 m + NAP aangehouden als peil waarbij de berging als geheel leeg beschouwd wordt. Het waterpeil mag tijdens een $T = 10 + 10\%$ regenbui maximaal 0,3 meter stijgen (tot 3,9 m + NAP). In zéér extreme situaties ($T = 100 + 10\%$) kan het peil maximaal 0,5 meter stijgen tot 4,1 m + NAP. Als het peil boven de 4,1 m + NAP komt, zal middels een overlaatconstructie uitstroom vanuit het plangebied plaatsvinden. Instroom vindt plaats als het peil in De Lithse Aanvoersloot hoger staat dan in het plangebied en hoger is dan de drempelhoogte in de voorziening (circa 3,30 m + NAP).

In onderstaande figuur is een schematische weergave te zien van de voorgestelde uitstroom- en instroomvoorziening met overlaatconstructie.



Figuur 4.2: voorgestelde vertraagde instroom/uitstroomvoorziening

In tabel 4.3 is een overzicht te zien van de hydrologische randvoorwaarden (GHG, GLG, winter- en zomerpeil van De Lithse Aanvoersloot) en de gehanteerde en voorgestelde peilen, waterbodembreedten en taluds van het watersysteem en de afzonderlijke (vier) watersysteemonderdelen.

Tabel 4.3: overzicht hydrologisch randvoorwaarden en voorgestelde peilen, waterbodemoogten en taluds van het watersysteem inclusief afzonderlijke (vier) systeemonderdelen

Onderdeel	Hoogte
Algemeen	
maximaal peilniveau T = 100 + 10%	4,0 m + NAP (behalve bij zuidelijke greppel annex wadi)
maximaal peilniveau T = 10 + 10%	3,9 m + NAP (behalve bij zuidelijke greppel annex wadi)
Peilniveau (berging leeg)	3,6 m + NAP (behalve bij zuidelijke greppel annex wadi)
GHG	3,6 m + NAP
De Lithse Aanvoersloot (zomerpeil)	3,55 m + NAP
De Lithse Aanvoersloot (winterpeil)	3,50 m + NAP
Waterbodem De Lithse Aanvoersloot	2,85 m + NAP (visuele inschatting)
GLG	2,1 m + NAP
Noordelijke greppel	
Maaiveld (toekomstig)	4,7 à 4,8 m + NAP (na ophogen)
Bodemniveau greppel/zaksloot (noordwesten)	3,6 m + NAP
Talud indicatie	1:1
Centrale waterpartij	
Maaiveld (toekomstig)	4,5 à 4,6 m + NAP (aan de westoever)
	4,2 à 4,4 m + NAP (aan de oostoever, eventueel ophogen nodig)
Waterbodem (grote waterpartij)	2,6 m + NAP
Talud indicatie	1:0 (westoever) 1:1 à 1:2 (oostoever)
Zuidelijke greppel annex wadi	
Maaiveld (toekomstig)	4,5 à 4,6 m + NAP (na ophogen)
Bodemniveau greppel (noordwesten)	4,0 m + NAP
Peilniveau (berging leeg)	4,0 m + NAP
maximaal peilniveau T = 100 + 10%	4,3 m + NAP
maximaal peilniveau T = 10 + 10%	4,3 m + NAP
Talud indicatie	1:5
RvR-waterloop	
Maaiveld	4,5 à 4,7 m + NAP (na ophogen)
	4,2 à 4,4 m + NAP (aan de oostoever, eventueel ophogen nodig)
Waterbodem	2,9 m + NAP
Talud indicatie	1:1

4.6 Te bergen hoeveelheid water

Hierna wordt de globale dimensionering van het waterhuishoudkundigstelsel weergegeven. Voor de dimensionering is gebruik gemaakt van de door het waterschap aangeleverde berekeningsprogramma genaamd de HNO-tool (Hydrologisch Neutraal Ontwikkelen). Middels deze tool kan de hoeveelheid te bergen hemelwater tijdens een T = 10 + 10% situatie en een T = 100 + 10% situatie berekend worden.

Om de HNO-tool te kunnen gebruiken, moet het toekomstig verhard oppervlak, de infiltratiesnelheid van de bodem en de maximaal toegestane landelijke afvoer (berekend middels de afvoercoëfficiënt) bekend zijn.

Voor de doorlatendheid wordt een waarde van 1 m/dag gehanteerd. Indien de doorlatendheid minder dan 2 m/dag bedraagt, zal de doorlatendheid niet meegenomen worden in de berekeningen van de hoeveelheid te verwerken hemelwater. Voor het plangebied betekent dit derhalve dat infiltratie niet is meegenomen in de berekening.

De afvoercoëfficiënt binnen de planlocatie varieert van 0,33 tot 1,33 l/s/ha. Het grootste gedeelte (circa 2/3^e) van de locatie heeft een afvoercoëfficiënt van 0,67 l/s/ha, 1/6^e deel bedraagt circa 0,87 l/s/ha en 1/6^e bedraagt 1,33 l/s/ha. Aangezien de hoeveelheid verhard oppervlak redelijk gelijkmatig verdeeld gaat worden over de locatie is overeengekomen met waterschap Aa en Maas dat een gemiddelde afvoercoëfficiënt van 0,80 l/s/ha gebruikt mag worden.

De hoeveelheid te bergen hemelwater bij een $T = 10 + 10\%$ regenbui wordt afgeleid door 10% extra neerslag op te tellen bij de hoeveelheid te bergen hemelwater bij een traditionele $T = 10$ regenbui. De totale toename aan verhard oppervlak in het plangebied bedraagt 22.288 m^2 .

Hieronder staan de resultaten van de uitgevoerde HNO-berekeningen weergegeven:

$T = 10 + 10\%$ 1.048 m^3 (dit is $0,047 \text{ m}^3/\text{m}^2$ verhard oppervlak)

$T = 100 + 10\%$ 1.360 m^3 (dit is $0,061 \text{ m}^3/\text{m}^2$ verhard oppervlak)

Door de gemeente Lith/Oss is aangegeven dat er 10 mm ($0,01 \text{ m}$) geborgen dient te worden op eigen terrein. Dit komt overeen met $0,01 \text{ m} \times 32.202 \text{ m}^2 = 322 \text{ m}^3$ (afgerond). Door deze hoeveelheid te bergen hemelwater in mindering te brengen op de totale te bergen hoeveelheid is in te schatten hoeveel hemelwater geborgen dient te worden in het oppervlaktewater.

Benodigde bergingscapaciteit in het oppervlaktewater bedraagt:

$$1.048 \text{ m}^3 - 322 \text{ m}^3 = 726 \text{ m}^3$$

4.7 Dimensionering

Om de verschillende systemen goed op elkaar aan te sluiten is de verticale maatvoering van belang. Hierbij zijn de volgende randvoorwaarden van belang:

- Maximale peilstijging bij een $T = 10 + 10\%$ regenbui is $0,3 \text{ m}$;
- Maximale peilstijging bij een $T = 100 + 10\%$ regenbui is $0,5 \text{ m}$;
- De maximaal toegestane afvoer² uit gebied (inclusief RvR-locatie) bedraagt $19,9 \text{ m}^3/\text{uur}$;
- Toekomstig straatpeil bedraagt $4,5 \text{ à } 4,9 \text{ m} + \text{NAP}$;
- De leeglooptijd van de voorziening bedraagt maximaal 3 etmalen na een $T = 10 + 10\%$ regenbui.

Om na te gaan of er voldoende ruimte voor water binnen het plangebied is gereserveerd, wordt de benodigde hoeveelheid oppervlaktewater bepaald. Hiervoor wordt de benodigde bergingscapaciteit bepaald door de maximaal toegestane peilstijging.

$$T = 10 + 10\% \quad 726 \text{ m}^3 / 0,3 \text{ m} = 2.420 \text{ m}^2 \quad (1.048 \text{ m}^3 - 322 \text{ m}^3 \text{ op eigen terrein is } 726 \text{ m}^3)$$

$$T = 100 + 10\% \quad 1.038 \text{ m}^3 / 0,5 \text{ m} = 2.076 \text{ m}^2 \quad (1.360 \text{ m}^3 - 322 \text{ m}^3 \text{ op eigen terrein is } 1.038 \text{ m}^3)$$

Berekend is dat de bergingscapaciteit in het oppervlaktewatersysteem na een $T = 10 + 10\%$ regenbui binnen een tijdsbestek van circa 37 uur weer geheel beschikbaar is. Dat is binnen de gestelde norm van 72 uur.

4.8 Taluds en ruimtebeslag

In het plan (kaart, 1 september 2010) is 3.363 m^2 aan ruimte gereserveerd voor waterberging. Er is in deze berekeningen echter nog geen rekening gehouden met de extra benodigde ruimte voor taluds. Voor wat betreft de RvR-waterloop geldt dat de helft van de berging gereserveerd is voor plan Lith Oost. Als gevolg van de taluds zal bij een peilstijging meer ruimte ingenomen worden door het oppervlaktewater. Op basis van de in tabel 4.3 genoemde taludvariaties, zal er circa 781 m^2 aan extra ruimte nodig zijn. Dit betekent dat er in totaal 3.201 m^2 ($2.420 \text{ m}^2 + 781 \text{ m}^2$) aan oppervlaktewater nodig is. In het plan is momenteel circa 3.363 m^2 aan oppervlaktewater gereserveerd. Dit is voldoende om onder maatgevende omstandigheden aan de bergingseis te voldoen.

² Dit is gebaseerd op een maximaal toestaande landelijke afvoer van gemiddeld $0,8 \text{ l/s/ha}$ en een afwaterend oppervlak van 6,9 hectare (6,3 hectare vermeerderd met de helft van het oppervlak van de RvR-deellocatie)

4.9 Kwaliteit en doorstroming

Niet alleen de hoeveelheid (hemel)water is van belang, maar ook de kwaliteit daarvan. Een goede waterkwaliteit voorkomt overlast zoals stank en algengroei en daarmee eventuele klachten van toekomstige bewoners. Bovendien reduceert een goede waterkwaliteit het benodigde onderhoud.

In dit verband zijn twee aspecten van belang. Het water binnen het plangebied moet deels kunnen droogvallen (noordelijke greppel en zuidelijke greppel annex wadi) en deels watervoerend zijn, waarbij voldoende doorstroming gerealiseerd wordt. Van noord naar zuid is voldoende afschot in het systeem aangebracht (zie tabel 4.3). Doorstroming wordt verder bevorderd door de aanleg van de uitstroom- en instroomvoorziening nabij De Lithse Aanvoersloot.

Om de watertemperatuur in de centrale waterpartij zo laag mogelijk te houden, wordt deze verdiept aangelegd. Gedurende de warme zomerperiode kan het water dan minder snel opwarmen. Dat moet algengroei voorkomen of voldoende vertragen. Wanneer alle maatregelen uit dit plan onverhoopt onvoldoende blijken om een voldoende goede waterkwaliteit te garanderen, dan is het zinvol om creatieve aanvullende maatregelen te formuleren. Daarbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan een vorm van beluchting, extra doorstroming en/of biologische maatregelen.

Ten aanzien van het bewust worden van water in een woonwijk en het bouwen met niet-uitlogbare (duurzame) bouwmaterialen het volgende.

Omdat het hemelwater in dit plan oppervlakkig afgevoerd gaat worden, is het van belang te voorkomen dat er door menselijk handelen vervuiling terecht komt in het oppervlaktewater. Dit zou mede gerealiseerd kunnen worden door een goed uitgewerkt communicatieplan richting toekomstige bewoners over het watersysteem in relatie tot het gebruik van hemelwater. Daarbij moet gedacht worden aan bijvoorbeeld het wassen van de auto, het gebruik van onkruidbestrijdingsmiddelen en strooizouten. Ook veiligheid en water is een belangrijk punt van aandacht.

Bij het realiseren van nieuwbouwplannen wordt sterk de voorkeur gegeven aan het gebruik van niet-uitlogbare bouwmaterialen. Dit komt de kwaliteit van het af te koppelen hemelwater ten goede. Als toch uitlogbare materialen worden toegepast, wordt geadviseerd deze te bedekken met een coating om verontreiniging van het regenwater te voorkomen.

4.10 Overige opmerkingen en aandachtspunten

Tenslotte wordt nog een aantal zaken vermeld die van belang zijn voor de gewenste ruimtelijke ontwikkeling ter plaatse:

- het in voorliggend rapport gepresenteerde ontwerp heeft een globale insteek. Meer gedetailleerde tekeningen en berekeningen (zoals hydraulisch doorrekenen van het afvoerstelsel) kunnen in een later stadium, bijvoorbeeld in het kader van de benodigde keurontheffing uitgevoerd worden;
- wateroverlast op belendende percelen dient in alle gevallen voorkomen te worden. Het verhard en onverhard oppervlak moet zo aangelegd worden dat geen afvloeiing plaatsvindt naar aangrenzende percelen, maar naar het watersysteem;
- Bij een leggerwaterloop dient rekening gehouden te worden met een obstakelvrije zone van 5 m vanuit de boveninsteek van de waterloop. Bij schouwwatergangen is het aan de schouwplichtige hoe het onderhoud wordt geregeld en geldt een obstakelvrije zone van 0,5 m uit de insteek van de watergang;

- Afhankelijk van de breedte van een leggerwaterloop kan volstaan worden met een eenzijdig pad (tot 7 meter bovenbreedte) of dienen beide zijden te worden voorzien van een onderhoudspad. In geval van een eenzijdig onderhoudspad moet aan de overzijde 0,5 m ruimte worden gereserveerd voor een schouwstrook (inspectie te voet). Binnen het plan moet tevens rekening gehouden worden met de ontvangst van maaisel;
- Langs de leggerwaterloop aan het zuidelijke gedeelte van de RvR-kavels is een haag gesitueerd. Deze haag heeft een grote landschappelijke waarde en moet in stand gehouden worden. Dit zou bijvoorbeeld kunnen door afspraken te maken tussen de gemeente en de toekomstige bewoners;
- Omdat het watersysteem aangesloten gaat worden op een leggerwaterloop dient een Watervergunning te worden aangevraagd bij het waterschap.

Het onderhoud aan de centrale waterpartij zal uitgevoerd moeten worden met een maaiboot omdat deze waterpartij veel breder is dan 7 m. Bij onderhoud vanuit de boot moet rekening gehouden worden met de volgende aspecten:

- de centrale waterpartij moet voorzien worden van één laad- en losplaats met een maatvoering van 4 m (breedte) bij 10 m (lengte). Deze plaats moet van een flauw talud voorzien worden en tenminste bestaan uit een halfverharding (voor stabiliteit). De laad- en losplaats moet vanaf de openbare weg goed toegankelijk zijn voor een wagen met oplegger;
- er moet voldoende waterdiepte en doorvaartbreedte blijven (ook naast eventueel mee te maaien natuurvriendelijke oevers): minimaal 1 meter onder het zomerpeil (3,55 m + NAP); er dient een locatie in de watergang aanwezig zijn van 6 meter bij 6 meter (met een waterdiepte van minimaal 1 meter onder zomerpeil) waar een maaiboot gekeerd kan worden (zodat maaisel kan worden opgeduwd);
- er moet voldoende doorvaarhoogte overblijven ter plaatse van mogelijk aanwezige kruisingen met infrastructurele werken. Dat betekent minimaal 1 meter ten opzichte van het gehanteerde zomerpeil (3,55 m + NAP);
- er moet een locatie aanwezig zijn waar maaisel uit de watergang kan worden verwijderd en op een voertuig kan worden geladen om zo te worden afgevoerd;
- ook bij varend onderhoud blijft de bereikbaarheid van de waterpartij vanaf de kant een aandachtspunt voor de verdere uitwerking van het ontwerp.

5 Samenvatting (waterparagraaf)

In opdracht van de gemeente Lith/Oss is een waterhuishoudkundig plan opgesteld voor de locatie Lith Oost. Het plangebied is 6,3 hectare groot en ligt ingeklemd tussen de Molenstraat aan de noordzijde en de Valkseweg aan de zuidzijde. In de huidige situatie is het gebied in gebruik als agrarisch grasland.

Binnen het plangebied is de nieuwbouw van een woonwijk voorzien. Daarbij worden verschillende typen woningen gerealiseerd. De planlocatie wordt hiervoor gemiddeld met 0,4 meter opgehoogd. Voor de ruimte-voor-ruimte deellocatie is door Grontmij al een waterparagraaf opgesteld (september 2009). Deze deellocatie valt daarom buiten het plan voor Lith Oost. Wel is met het waterschap en met de gemeente afgesproken dat de waterparagraaf voor beide locaties op elkaar afgestemd moeten zijn.

Voor Lith Oost bedraagt de omvang van het toekomstig verhard oppervlak op basis van het meest recente stedenbouwkundig plan (1 september 2010) 22.288 m². De maatgevende hoeveelheid hemelwater die afkomstig is van dit oppervlak (daken en terreinverhardingen) wordt op eigen terrein (10 mm) en aanvullend door middel van oppervlaktewaterberging binnen de grenzen van het plangebied geborgen. Daarbij vindt op de hogere delen binnen het plangebied in beperkte mate infiltratie plaats. Aan de zuidzijde van het plangebied, op het laagste punt, wordt een geknepen leegloopvoorziening aangelegd naar De Lithse Aanvoersloot (waterschap Aa en Maas). Deze aanpak is zowel door de gemeente als door het waterschap akkoord bevonden.

Voor het berekenen van de maatgevende hoeveelheid neerslag is gebruik gemaakt van de tool hydrologisch neutraal ontwikkelen (HNO-tool) van het waterschap. Op basis van de ingevoerde parameters, waarvan het toekomstig verhard oppervlak en de toegestane landbouwkundige afvoer (0,8 l/s) de voornaamste zijn, is bij de maatgevende bui T = 10 + 10% een berging van 1.048 m³ berekend. Daarbij mag een bui die eens in de honderd jaar valt (T = 100 + 10%) niet voor wateroverlast binnen het plangebied of bij derden zorgen. Dat betekent dat het toekomstig waterhuishoudkundig systeem ontworpen is om ook een hoeveelheid van 1.360 m³ (T = 100 + 10%) probleemloos te kunnen verwerken. In deze berekeningen is rekening gehouden met een steeds natter (+ 10%) wordend klimaat.

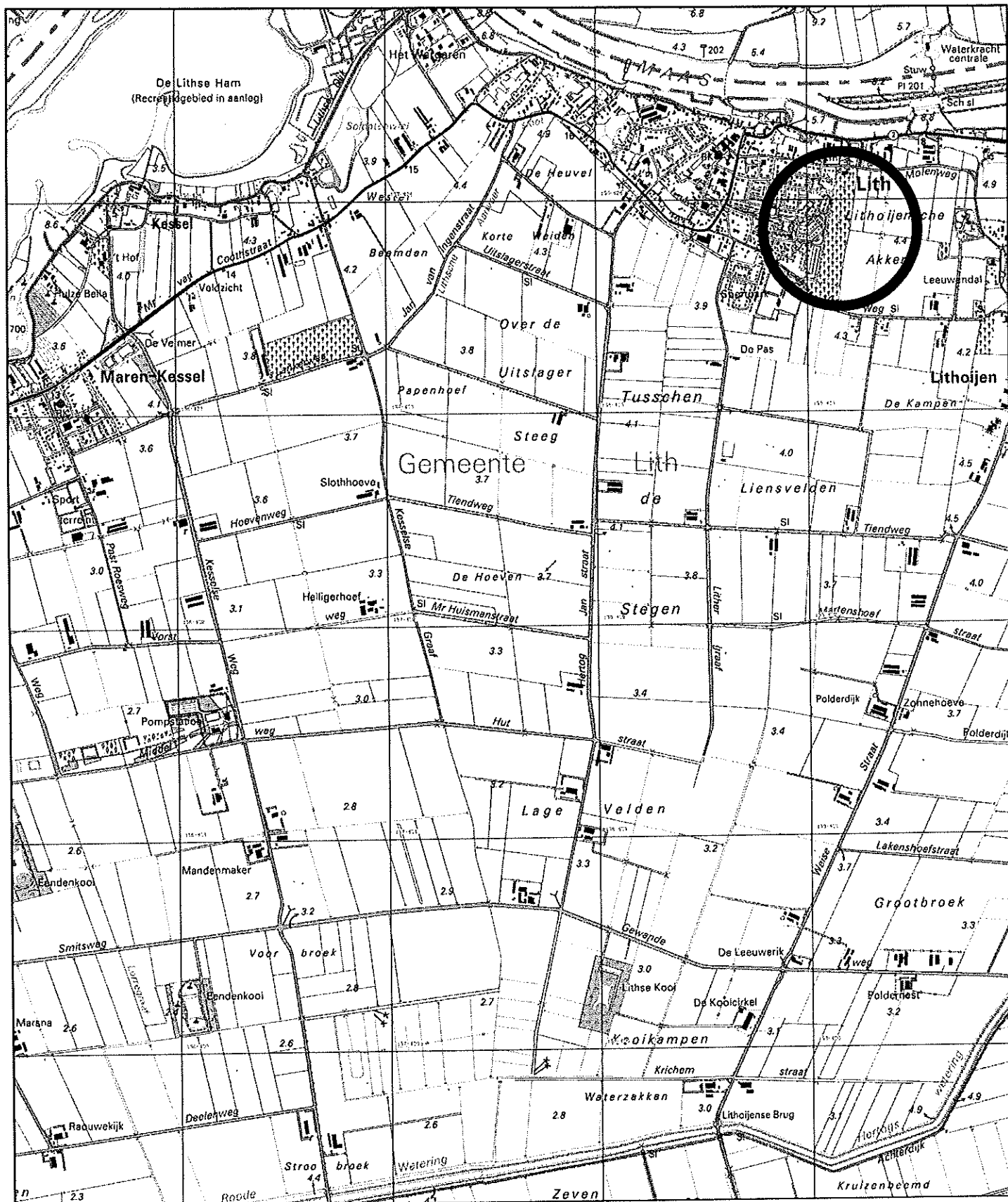
Bij een effectief, gemiddeld waterpeil van 0,3 meter is voor het bergen van de maatgevende hoeveelheid neerslag circa 2.420 m³ open water nodig. Daarbij is een berging van 10 mm op eigen terrein reeds verdisconteerd. De werkelijk benodigde ruimte is groter omdat rekening gehouden moet worden met de taluds van de verschillende waterlopen en -partijen binnen het plangebied. Rekening houdend met een taludvariatie van 1:1 tot 1:5 bedraagt de voor water te reserveren ruimte 3.201 m³. Deze ruimte wordt door vier met elkaar verbonden waterpartijen binnen het plangebied gereserveerd. Op deze wijze wordt een voldoende groot (circa 3.363 m³) en robuust systeem gerealiseerd met voldoende doorstroming, diepgang en een begrensde afvoer van 19,9 m³ per uur³ naar bestaand oppervlaktewater. Van noord naar zuid worden de volgende vier onderdelen van het totale watersysteem onderscheiden: "noordelijke greppel", "centrale waterpartij", "zuidelijke greppel annex wadi" en "RvR-waterloop". Deze systeemonderdelen zijn met elkaar verbonden en vormen samen één geïntegreerd watersysteem.

³ Dit is gebaseerd op een maximaal toestaande landelijke afvoer van gemiddeld 0,8 l/s/ha en een afwaterend oppervlak van 6,9 hectare (6,3 hectare vermeerderd met de helft van het oppervlak van de RvR-deellocatie)

Omdat binnen het plangebied voldoende ruimte voor water gereserveerd is, in het ontwerp rekening gehouden is met variaties in terreinhoogte, wisselende grondwaterpeilen, een begrensde leegloopvoorziening wordt aangelegd en duurzaam gebouwd wordt, **is sprake van een hydrologisch neutraal plan**. In het plan is tevens rekeningen gehouden met de eisen en wensen van de initiatiefnemer, het waterschap en de gemeente, zoals die op 8 en 22 oktober 2009 zijn vastgelegd.

Voor het realiseren van nieuw oppervlaktewater en het aanleggen van kunstwerken zoals duikers en de leegloopvoorziening is te zijner tijd een Watervergunning van het waterschap nodig. Ten behoeve van deze Watervergunning dient het in dit plan beschreven waterhuishoudkundig systeem nog in detail (technisch) uitgewerkt te worden door middel van bestektekeningen waarin onder meer de definitieve maatvoering van het watersysteem en de bijbehorende kunstwerken worden aangegeven.

Bijlage 1: Situatietekeningen



Omschrijving:
Geografische ligging locatie

Bijlage:
1.1

Tekenaar:
HENG

Schaal:
1:25000

Formaat:
A4

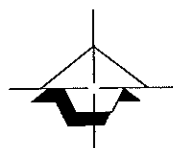
Datum:
14-10-2009

Accoord:

Revisie:
...1.1.1.1...

Project:
Molenstraat/Valkseweg
te Lith
Opdrachtgever:
Gemeente Lith

Projectnummer:
20062523



**Geofox-
Lexmond**

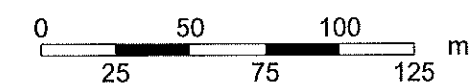


vestiging Tilburg
Jules Vernaweg 21-15
Postbus 2205
5001 GE Tilburg
(013) 458 21 61
(013) 4553089
www.geofox-lexmond.nl
info@geofox-lexmond.nl



Legenda

- grens onderzoekslocatie
- grens deellocatie/bijlage



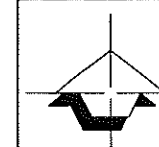
Omschrijving:
Overzichtskaart

Bijlage:
1.2

Project:
**Molenstraat / Valkenseweg
te Lith**
Opdrachtgever:
Gemeente Lith

Projectnummer:
20062523

Tekenaar:	Schaal:	Formaat:	Datum:	Accoord:	Revisie:
HENG	1:2500	A3	23-07-2008		...

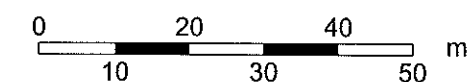


Geofox-Lexmond
MILIEUADVISEURS
vestiging Tilburg
Jules Van der Vlietweg 21-15
Postbus 2205
5001 CE Tilburg
(013) 458 21 61
(013) 455 30 69
www.geofox-lexmond.nl
info@geofox-lexmond.nl



Legenda

- grens onderzoekslocatie
- × boring tot 1,0m-mv
- boring tot 2,0m-mv
- boring met peilbuis
- OBM omgekeerde boorgatmeting

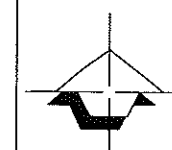


Omschrijving:
**Situatieschets met ligging
 boringen en peilbuizen**
 Project:
**Molenstraat / Valkenseweg
 te Lith**
 Opdrachtgever:
Advin Zuidoost B.V.

Bijlage:
1.4

Projectnummer:
20062523

Tekenaar:	Schaal:	Formaat:	Datum:	Accoord:	Revisie:
HENG	1:1000	A3	23-07-2008		...



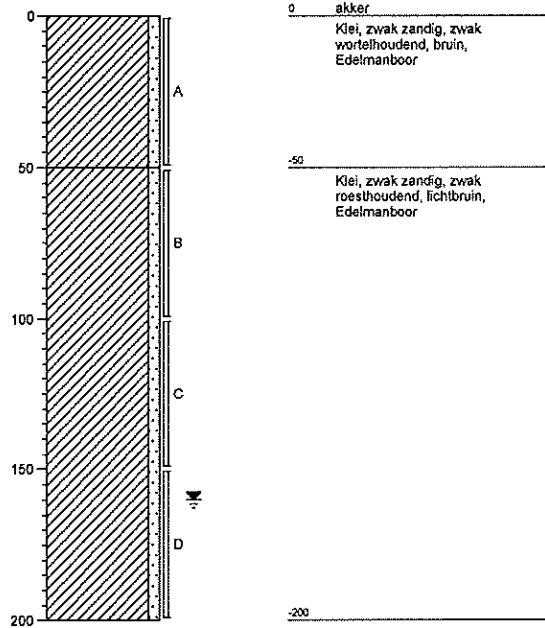
Geofox-Lexmond
 MILEUADVISEURS
 vestiging Tilburg
 Jules Verneweg 21-15
 Postbus 2205
 5001 CE Tilburg
 (013) 458 21 61
 (013) 455 30 89
 www.geofox-lexmond.nl
 info@geofox-lexmond.nl



Bijlage 2: Boorstaten

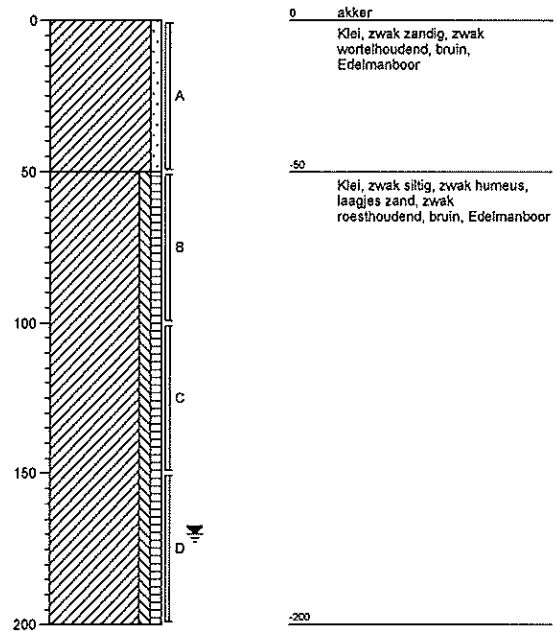
Boring: 01

X:
Y:
Datum: 25-06-2008
GWS: 160
GHG:
GLG:
Opmerking:



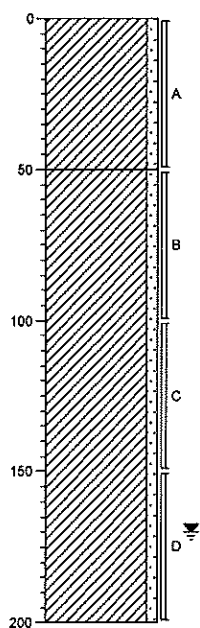
Boring: 02

X:
Y:
Datum: 24-06-2008
GWS: 170
GHG:
GLG:
Opmerking:



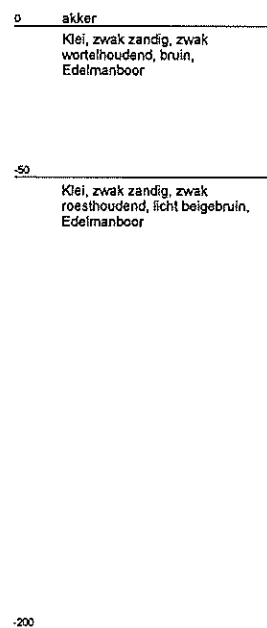
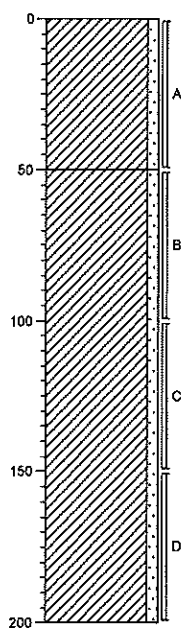
Boring: 03

X:
Y:
Datum: 25-06-2008
GWS: 170
GHG:
GLG:
Opmerking:



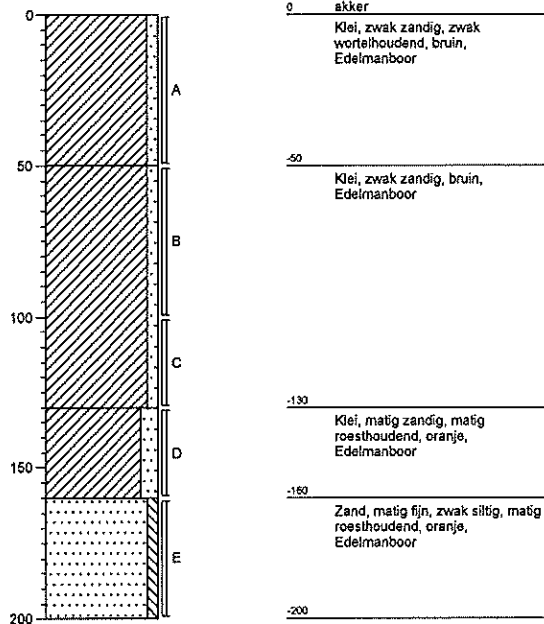
Boring: 04

X:
Y:
Datum: 25-06-2008
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking:

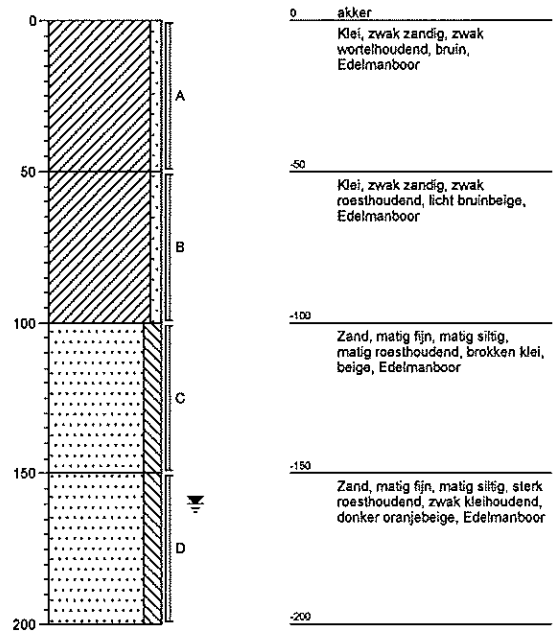


Boring: 05

X:
Y:
Datum: 24-06-2008
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking:

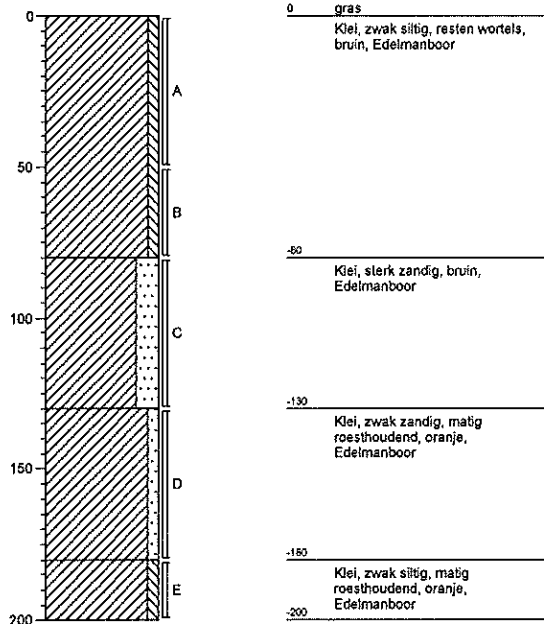
**Boring: 06**

X:
Y:
Datum: 25-06-2008
GWS: 160
GHG:
GLG:
Opmerking:

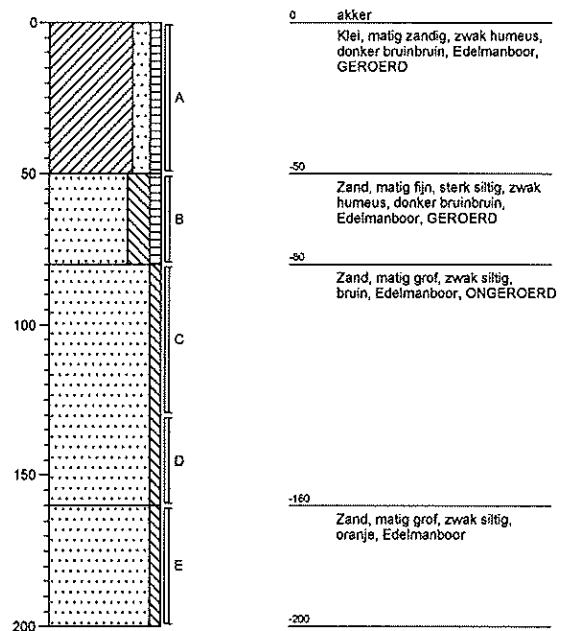


Boring: 07

X:
Y:
Datum: 25-06-2008
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking:

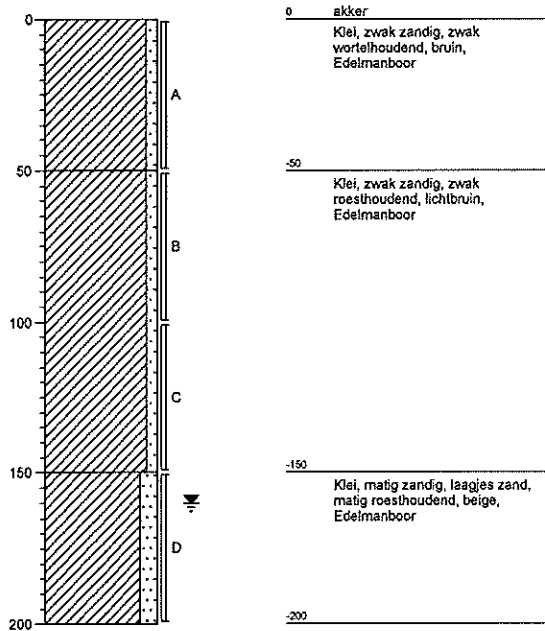
**Boring: 08**

X:
Y:
Datum: 23-06-2008
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking:



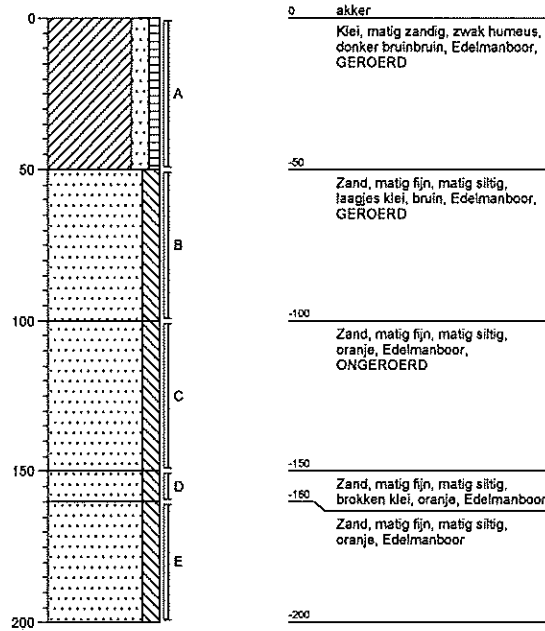
Boring: 09

X:
Y:
Datum: 25-06-2008
GWS: 160
GHG:
GLG:
Opmerking:



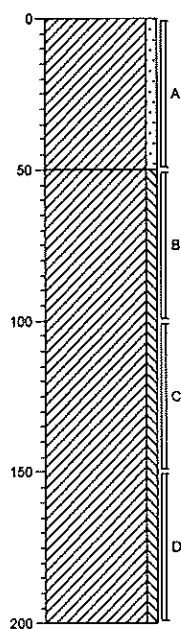
Boring: 10

X:
Y:
Datum: 23-06-2008
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking:



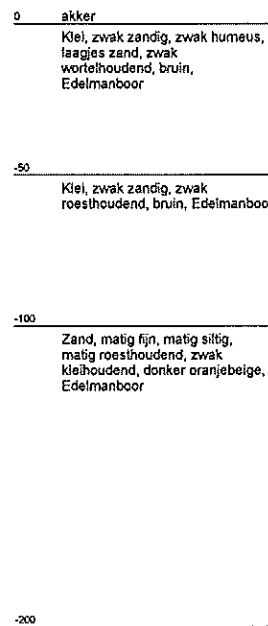
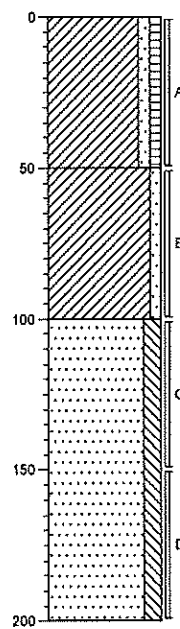
Boring: 11

X:
Y:
Datum: 25-06-2008
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking:



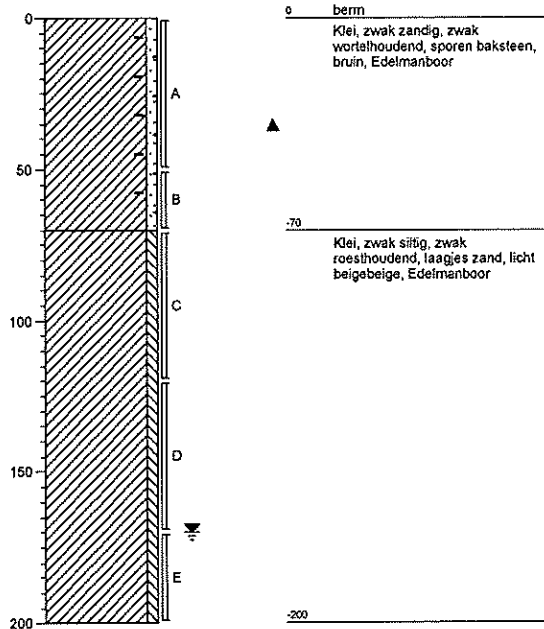
Boring: 12

X:
Y:
Datum: 24-06-2008
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking:



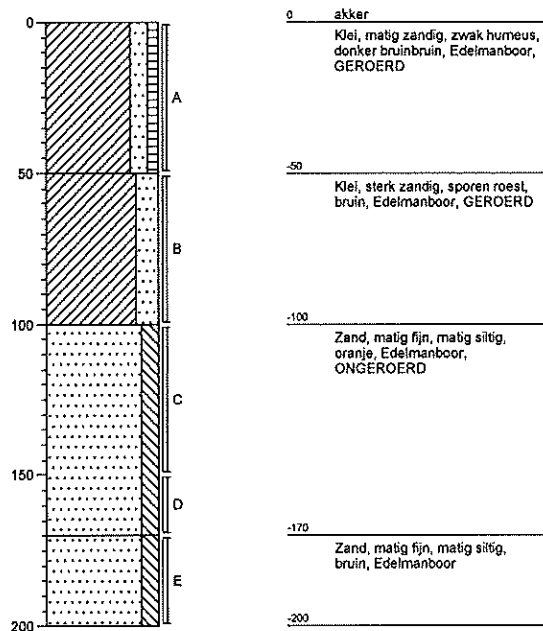
Boring: 13

X:
Y:
Datum: 26-06-2008
GWS: 170
GHG:
GLG:
Opmerking:



Boring: 14

X:
Y:
Datum: 23-06-2008
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking:



Boring: 15

X:

Y:

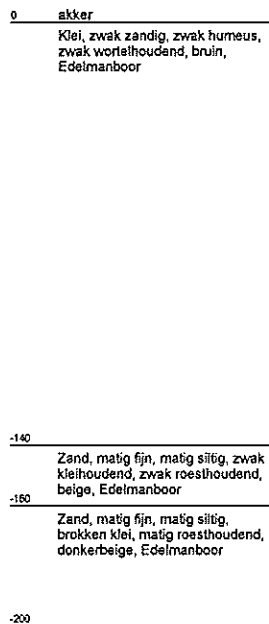
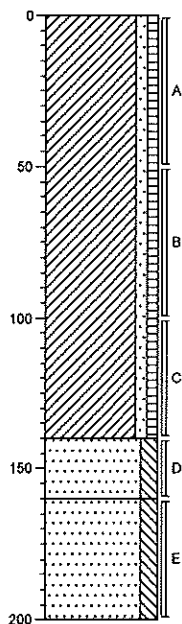
Datum: 24-06-2008

GWS:

GHG:

GLG:

Opmerking:



Boring: 16

X:

Y:

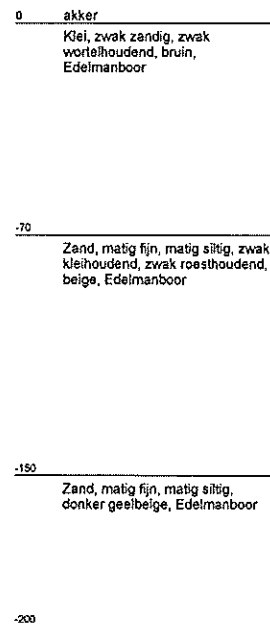
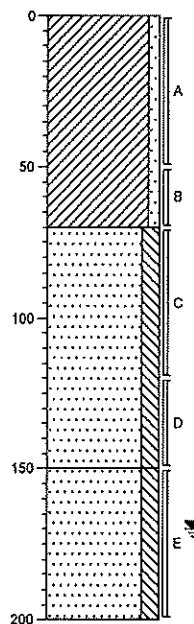
Datum: 25-06-2008

GWS: 170

GHG:

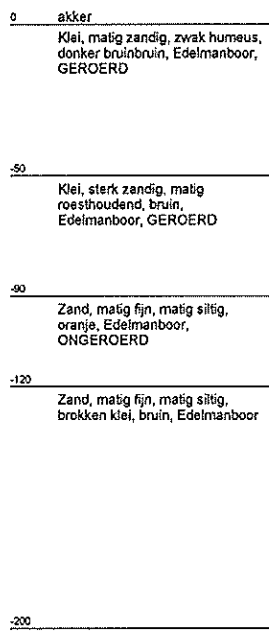
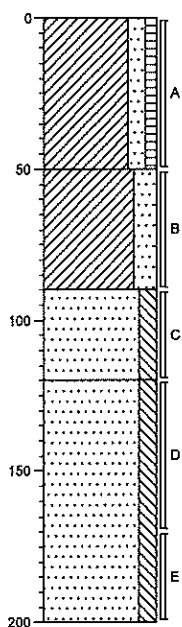
GLG:

Opmerking:



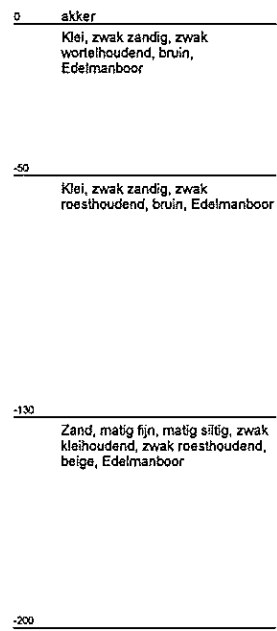
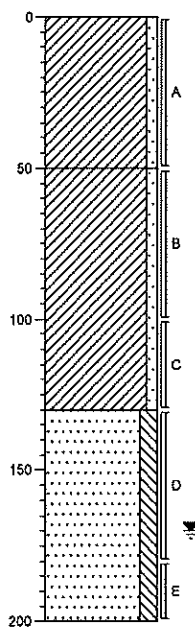
Boring: 17

X:
Y:
Datum: 23-06-2008
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking:



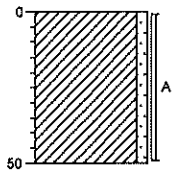
Boring: 19

X:
Y:
Datum: 24-06-2008
GWS: 170
GHG:
GLG:
Opmerking:



Boring: 20

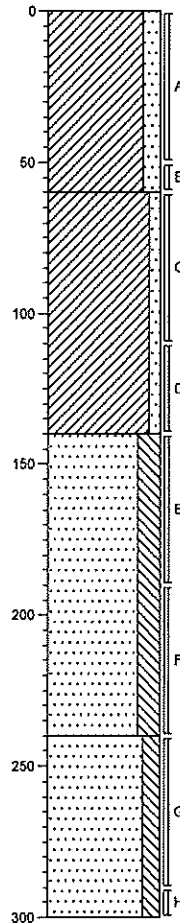
X:
Y:
Datum: 25-06-2008
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking:



0 akker
Klei, zwak zandig, zwak
wortelhoudend, bruin,
Edelmanboor
-50

Boring: 201

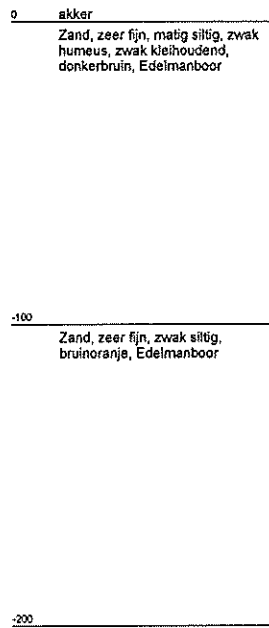
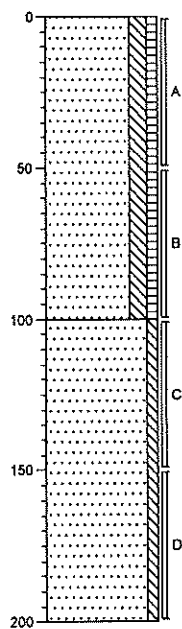
X:
Y:
Datum: 07-09-2009
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking: maaiveld



0 akker
Klei, matig zandig, sporen roest,
donkerbruin, Edelmanboor
-60
Klei, zwak zandig, zwak
roesthoudend, bruin, Edelmanboor
-140
Zand, zeer fijn, sterk siltig,
brokken klei, beigebruin,
Edelmanboor
-240
Zand, zeer fijn, matig siltig,
laagjes klei, grijs, Edelmanboor
-300

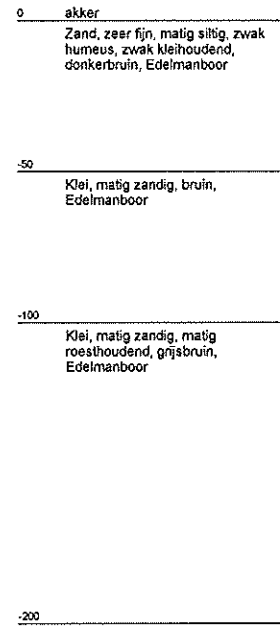
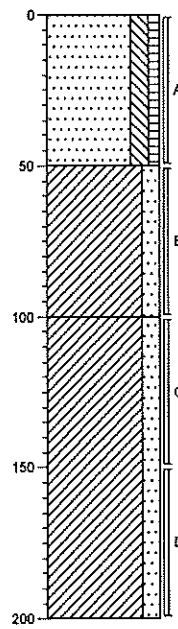
Boring: 203

X:
Y:
Datum: 07-09-2009
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking: maaiveld



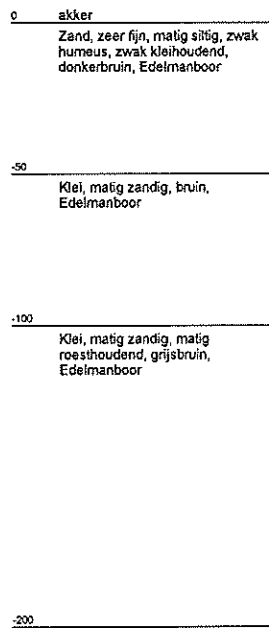
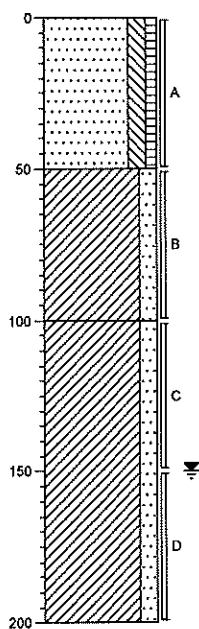
Boring: 204

X:
Y:
Datum: 07-09-2009
GWS:
GHG:
GLG:
Opmerking: maaiveld



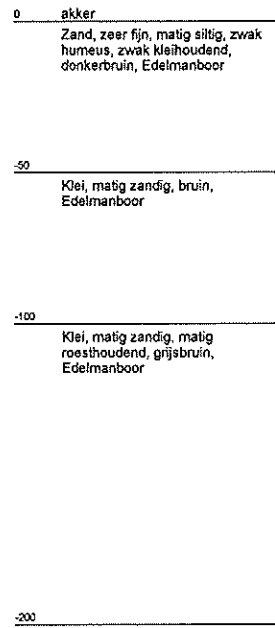
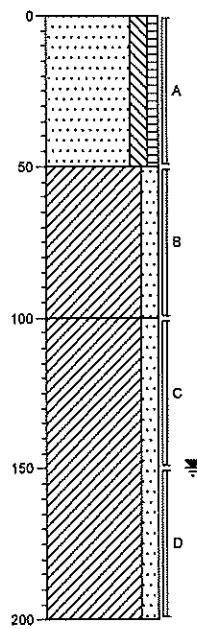
Boring: 205

X:
Y:
Datum: 07-09-2009
GWS: 150
GHG:
GLG:
Opmerking: maaiveld



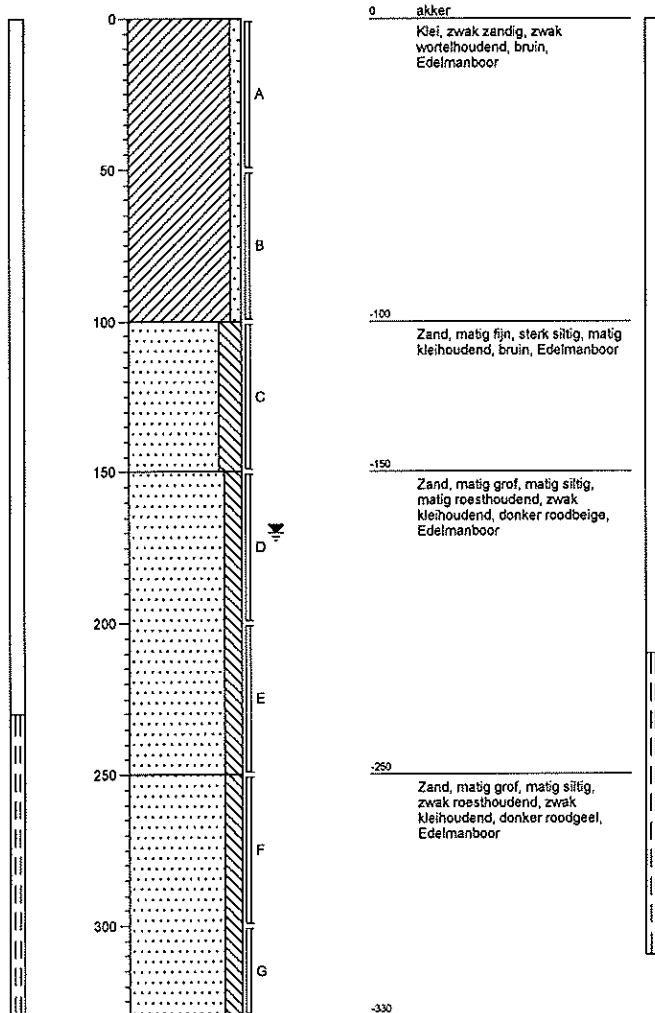
Boring: 216

X:
Y:
Datum: 07-09-2009
GWS: 150
GHG:
GLG:
Opmerking: maaiveld

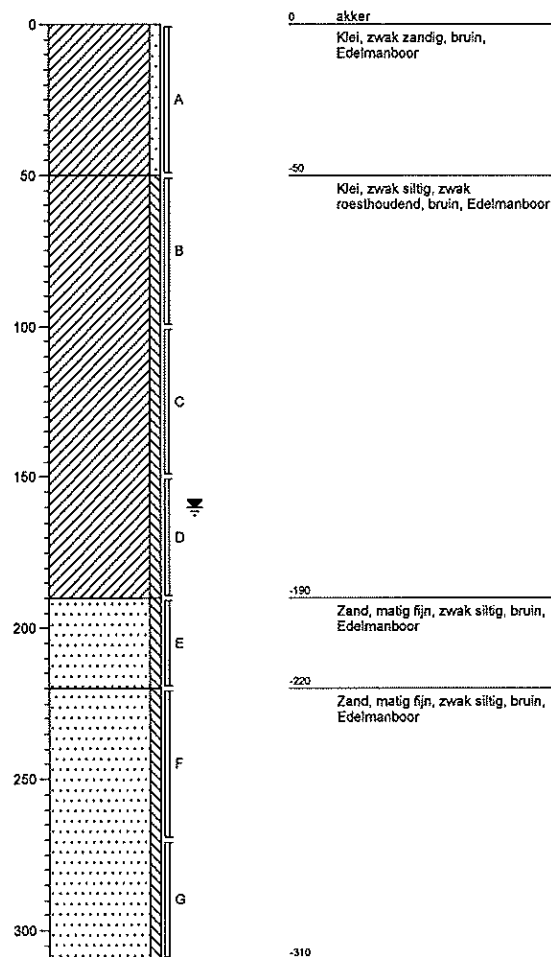


Boring: P02

X:
Y:
Datum: 27-06-2008
GWS: 170
GHG:
GLG:
Opmerking:

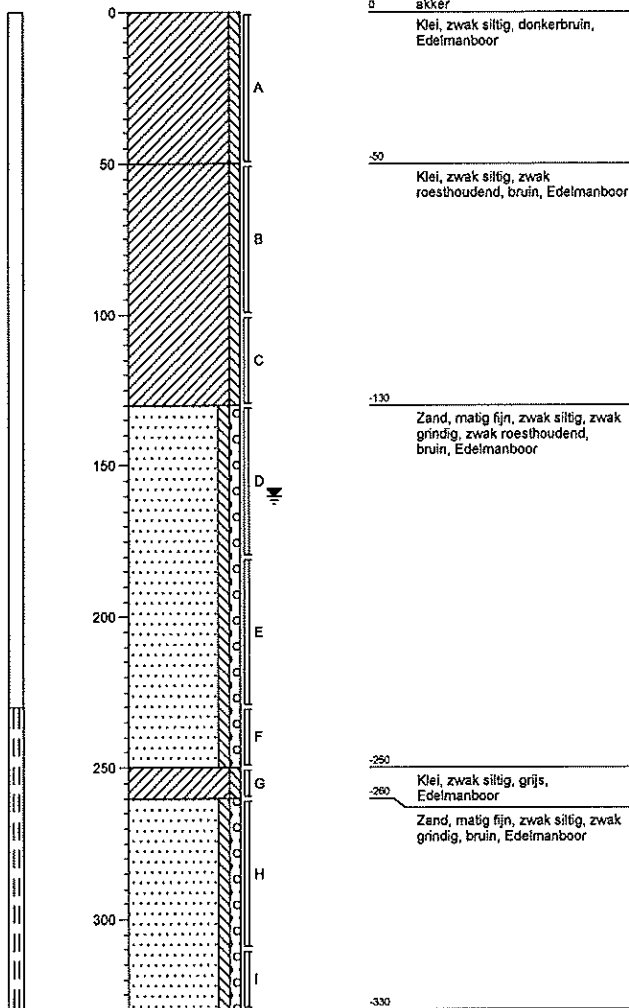
**Boring: P03**

X:
Y:
Datum: 27-06-2008
GWS: 160
GHG:
GLG:
Opmerking:

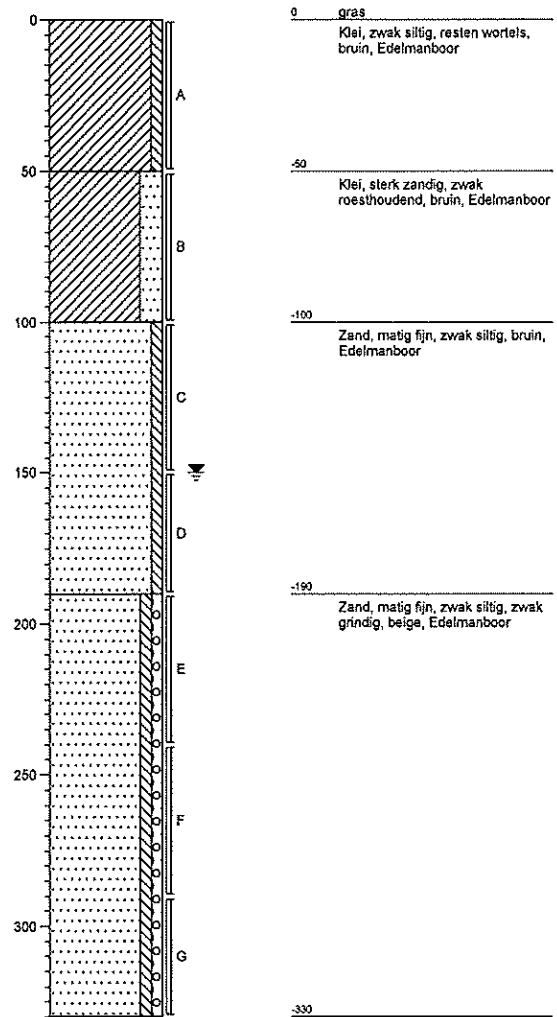


Boring: P04

X:
Y:
Datum: 27-06-2008
GWS: 160
GHG:
GLG:
Opmerking:

**Boring: P05**

X:
Y:
Datum: 27-06-2008
GWS: 150
GHG:
GLG:
Opmerking:



Boring: P06

X:

Y:

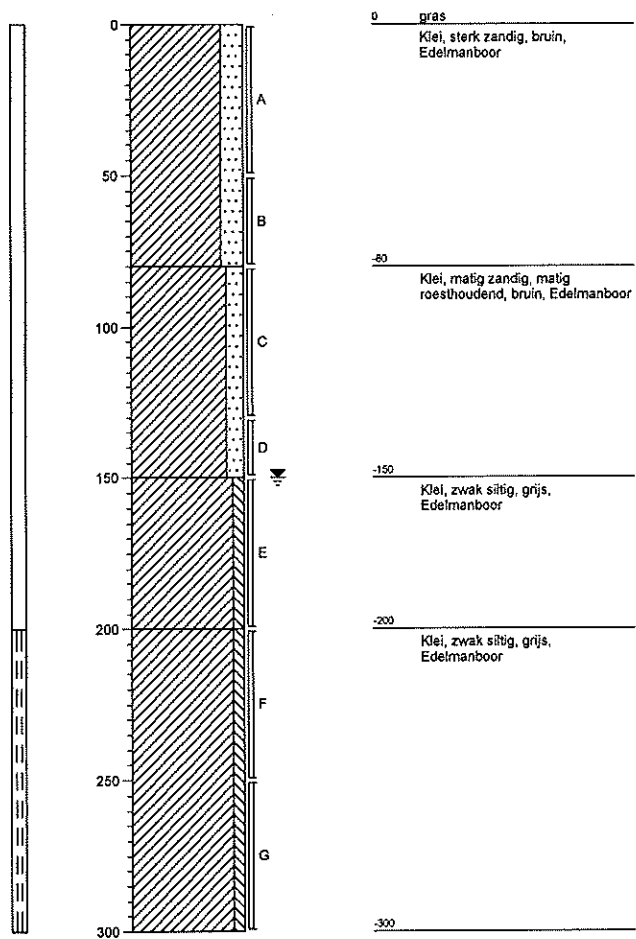
Datum: 26-06-2008

GWS: 150

GHG:

GLG:

Opmerking:



Bijlage 3: Toelichting bodemonderzoek

Algemeen

In deze bijlage zijn de technische handelingen die worden verricht bij milieukundig bodem-onderzoek in het algemeen, beschreven en toegelicht. De veldwerkzaamheden worden uitgevoerd conform een intern kwaliteitssysteem dat voldoet aan de ISO-9001 en de VCA** normen (VeiligheidsChecklistAannemers). Dit kwaliteitssysteem is gebaseerd op de voorschriften die zijn opgenomen of waarnaar wordt verwezen in de volgende documenten van het ministerie van VROM: de "NEN 5740, Bodem. Onderzoeksstrategie bij verkennend onderzoek" (NNI, oktober 1999; ICS 13.080.01), het "Protocol voor het nader onderzoek deel 1 naar de aard en concentratie van verontreinigde stoffen en de omvang van bodemverontreiniging" (SDU uitgeverij Den Haag 1994; ISBN 90-12-08083-5), en de "Richtlijn nader onderzoek deel 1" (SDU uitgeverij Den Haag 1995; ISBN 90-12-08232-3). Het laboratoriumonderzoek is conform de normen uit de NEN 5740 of volgens gelijkwaardige methoden uitgevoerd.

Boorwerkzaamheden en bemonstering

Grond

Meestal worden boringen handmatig verricht met een zogenaamde edelmanboor. In andere gevallen wordt gebruik gemaakt van een guts, een zuigerboor of een pulsboor. In beton- of asfaltverhardingen worden met een diamantboor gaten geboord om de onderliggende bodem te kunnen bereiken. Regelmatig komt het voor dat losse verhardingsmaterialen zijn aangebracht (met name puin). Om die reden moeten boringen soms (gedeeltelijk) worden uitgevoerd met een puinboor, een slagguts, een ramguts of een mechanische boorstelling.

De grondmonsters worden ter plaatse gekoeld bewaard in afgesloten glazen potten met een kunststof schroefdeksel.

Grondwater

In een boorgat kan een peilbuis worden geplaatst om grondwatermonsters te nemen. Peilbuizen zijn kunststof buizen die over een lengte van (meestal) een meter zijn geperforeerd. Het geperforeerde gedeelte (filter) wordt voorzien van een filterkous, om inspoeling van fijn bodemmateriaal te voorkomen. Afhankelijk van het onderzoeksdoel is het filter of onder het grondwaterniveau of snijdend met de grondwaterspiegel geplaatst. De peilbuis wordt direct na plaatsing afgepompt.

Voor het verkrijgen van een representatief grondwatermonster wordt de peilbuis afgepompt, direct na plaatsing en voorafgaand aan de monsternamende plaats na minimaal een week standtijd. Voor het afpompen en bemonsteren van het grondwater wordt gebruik gemaakt van een slangenpomp. Per peilbuis wordt met een schoon stuk (siliconen)slang bemonsterd om contaminatie uit te sluiten. De grondwatermonsters worden gekoeld bewaard in luchtdicht afgesloten glazen flessen met kunststof schroefdop.

Zintuiglijk onderzoek

In het veld worden grond en grondwater zintuiglijk onderzocht. Het zintuiglijk onderzoek is te splitsen in:

- Lithologisch onderzoek, waarbij de opgeboorde grondsoorten worden geclassificeerd.
- Onderzoek naar verontreiniging, waarbij zintuiglijk waarneembare afwijkingen in of aan het bodemmateriaal worden beschreven¹⁾.

¹⁾ Bij olieproducten wordt gebruik gemaakt van de 'oliepan-methode'. Daarbij wordt de grond verkruid in een schaal met water. Het verschijnen van een oliefilm op het water is een teken dat er olieachtige stoffen in de grond aanwezig kunnen zijn. Eventueel worden PID-metingen uitgevoerd (alleen als specifiek in rapport vermeld). Met behulp van de PID-meter kan de hoeveelheid ioniseerbare vluchtige bestanddelen in de opgeboorde grond worden bepaald.

Mede op basis van de resultaten van het zintuiglijk onderzoek wordt beslist welke monsters op welke chemische stoffen worden geanalyseerd.

Stromingsrichting grondwater en doorlaatbaarheid van de bodem

Via een waterpassing kan de lokale stromingsrichting van het grondwater worden bepaald. Met de gegevens van een waterpassing kan een inschatting worden gemaakt van het verspreidingspatroon van een verontreiniging in het grondwater.

Bij een waterpassing wordt het grondwaterpeil in meerdere peilbuizen bepaald ten opzichte van een vast punt op het terrein. Hieruit volgt of er sprake is van een eenduidige grondwaterstromingsrichting, en hoe sterk deze stroming is.

Via een zogenaamde doorlaatbaarheidstest kan de waterdoorlaatbaarheid van de grond onder de grondwaterspiegel worden vastgesteld. Bepaald wordt hoe snel een boorgat weer wordt gevuld met toestromend grondwater, nadat het gat is leeggepompt. Het resultaat van de test geeft, samen met de algemene geohydrologische informatie over de onderzoekslocatie een indicatie van de hoeveelheid grondwater die zal toestromen bij ontgraving van een verontreiniging of bij een grondwatersanering.

Chemisch onderzoek

Indien bij het zintuiglijk onderzoek in overeenkomende bodemlagen uit verschillende boringen geen afwijkingen worden aangetroffen, mogen mengmonsters worden samengesteld van maximaal tien monsters. Voor chemische analyse op mengmonsters wordt gekozen om zoveel mogelijk informatie te verkrijgen tegen relatief beperkte analysekosten. Het risico hierbij is dat in het mengmonster een verontreiniging wordt aangetroffen, waarbij niet duidelijk is of alle monsters in dezelfde mate zijn verontreinigd, ofwel dat één of enkele monsters relatief sterk zijn verontreinigd. Indien een dergelijke situatie optreedt, dan worden in principe de individuele monsters waaruit dat mengmonster was samengesteld, geanalyseerd op de betreffende stof. Op die manier wordt vastgesteld hoe de verontreiniging is verdeeld over de monsters.

Indien er sprake is van een onverdacht terrein worden minimaal twee grondmengmonsters en minimaal één grondwatermonster geanalyseerd op een breed pakket aan stoffen. Deze stoffen zijn opgenomen in de zogeheten NEN-pakketten voor grond en grondwater. Indien er sprake is van aandachtspunten waarbij bekend is om welke verontreinigende stoffen het gaat, worden de betreffende monsters onderzocht op de relevante stoffen. In het algemeen worden monsters die tijdens het zintuiglijk onderzoek als afwijkend zijn beoordeeld, niet gemengd. Wel wordt met mengmonsters gewerkt indien een homogene afwijkende laag wordt aangetroffen, bijvoorbeeld een puinhoudende verhardingslaag. Grondwatermonsters worden in principe nooit gemengd.

Voor het chemisch onderzoek worden de grond- en grondwatermonsters aangeleverd bij een onafhankelijk, door de Raad voor Accreditatie erkend laboratorium (Sterlab). Op de kopieën van de certificaten in bijlage 3 is te zien door welk laboratorium de analyses in dit onderzoek zijn verricht.

Afkortingen en begrippen

m-gws meter beneden de grondwaterspiegel

m-mv meter beneden maaiveld

NEN 5740:

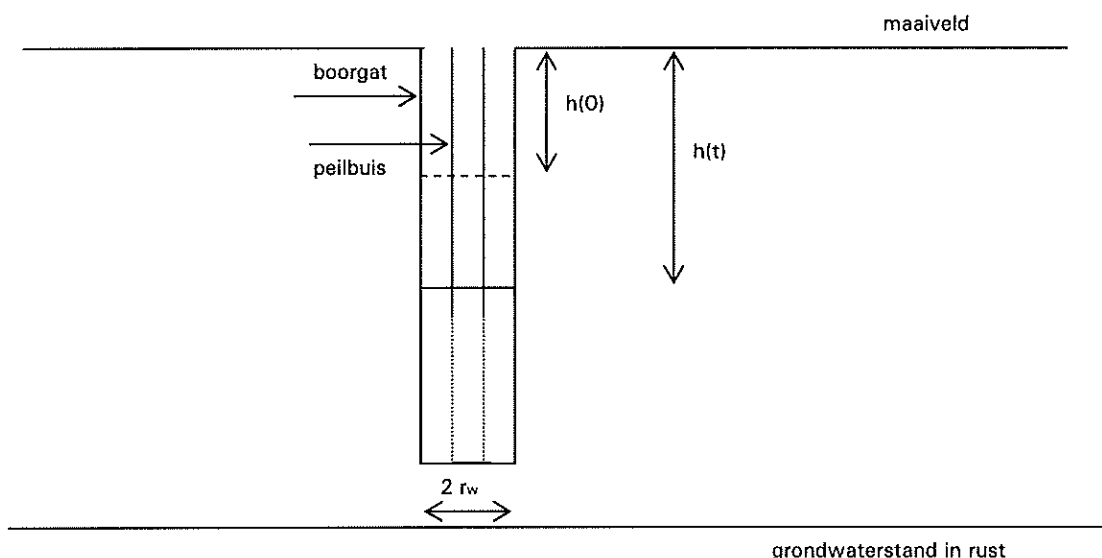
Nederlandse Norm 5740, ICS 13.080.01, oktober 1999. Door het Nederlands Normalisatie-instituut opgestelde richtlijnen voor het uitvoeren van een verkennend bodemonderzoek. In de NEN 5740 wordt verwezen naar door het Nederlands Normalisatie-instituut opgestelde richtlijnen voor de technische uitvoering van werkzaamheden in het veld en in het laboratorium.

Bijlage 4: Toelichting omgekeerde boorgatmeting

Voor de bepaling van de horizontale doorlatendheid van de onverzadigde zone in de bodem kan de zogenaamde omgekeerde boorgat-proef, ook wel Hooghoudt-proef of Porchet-proef genaamd, worden uitgevoerd. Bij deze methode wordt een indicatie over de doorlatendheid van het bodemmateriaal rondom een in een boorgat geplaatste peilbuis verkregen uit het verloop van de daling van de waterstand in de tijd, nadat in korte tijd het boorgat tot een bepaald niveau is gevuld met water. Opgemerkt wordt, dat de actuele grondwaterstand op de locatie nog onder de onderkant van de peilbuis dient te zijn.

Uitgaande van de in figuur 1 weergegeven situatie wordt de doorlatendheid berekend op basis van de vergelijking van Thiem voor stationaire stroming naar een put. Verondersteld wordt dat de hydraulische gradiënt na verloop van tijd ongeveer 1 bedraagt. In dit geval bestaat er een lineaire relatie tussen de logaritme van de waterhoogte in het boorgat en de tijd.

Figuur 1: Schematische weergave principe omgekeerde boorgat proef



De volgende formules zijn van toepassing:

$$\tan \alpha = \frac{\log(h(0) + r_w / 2) - \log(h(t) + r_w / 2)}{t}$$

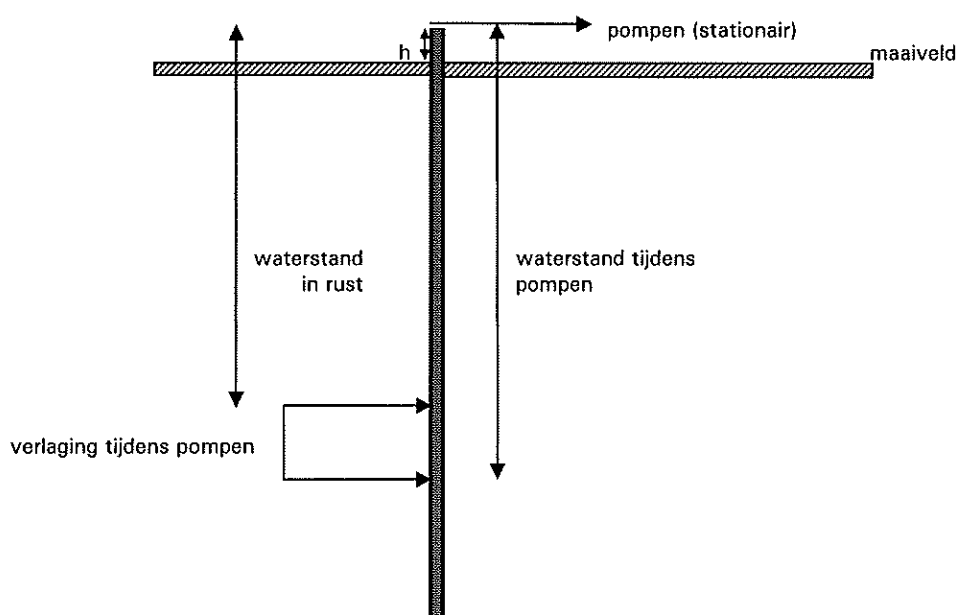
$$K = 1,15 * r_w * \tan \alpha$$

waarin: $h(0)$ = waterhoogte in het boorgat op $t=0$ t.o.v. van een vast referentiepunt (m);
 r_w = straal van het boorgat (m);
 $h(t)$ = waterhoogte in het boorgat op tijdstip t t.o.v. een vast referentiepunt (m);
 K = (verzadigde) doorlaatfactor (m/dag);
 t = tijd (dagen).

Bij de verwerking van de meetgegevens wordt $h(0)$ gecorrigeerd voor de niet-lineaire relatie bij aanvang van de meting.

Bijlage 5: Toelichting constant-debiet putproef

Bij goed doorlatende bodems is een constant-debiet putproef een methode om de doorlatendheid te bepalen. Tijdens deze proef wordt met een pomp een constant debiet uit een filterbuis onttrokken over een bepaalde periode. Het debiet dat wordt afgenomen wordt per tijdsinterval gemeten (l/min). Daarnaast wordt de verlaging van de waterstand in de buis gemeten. Des te kleiner de verlaging van de waterstand in de buis, des te beter de toestroom naar de peilbuis. Deze toestroom is afhankelijk van de doorlatendheid. Door dit verband kan een uitspraak gedaan worden over de verzadigde doorlatendheid van de bodem op deze locatie.



De k-waarde kan met de volgende formule worden berekend:

$$k = \frac{Q \cdot 100}{2\pi \cdot L \cdot \Delta h} \cdot \ln \frac{L}{0,5 \cdot D}$$

k	= doorlatendheid	(cm/s)
Q	= debiet	(l/min)
L	= filterlengte	(cm)
Δh	= verlaging tijdens pompen	(cm)
D	= diameter peilbuis	(cm)