


Gemeente Tilburg

Geohydrologisch onderzoek de Mortel Udenhout

Auteur	ir. A.S. Burger
Verificatie	Ing. S.H.B. Daamen
Autorisatie	Ing. S.H.B. Daamen
Kenmerk	1607027
Datum	18 augustus 2008
Versie	derfinitief
Bestand	Geohydrologisch onderzoek 20080818



Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Beschrijving plangebied	4
2.1	Situering en topografie	4
2.2	Bodemopbouw	5
2.2.1	<i>Bodemkaart van Nederland [1]</i>	5
2.2.2	<i>Boringen van TNO [2]</i>	6
2.2.3	<i>Regionale geologische bodemopbouw [2]</i>	7
2.2.4	<i>Veldonderzoek Geofox Lexmond [3]</i>	7
2.3	Grondwaterstandsverloop	8
2.3.1	<i>Inleiding</i>	8
2.3.2	<i>Bodemkaart van Nederland [1]</i>	8
2.3.3	<i>Grondwaterkaart van Nederland (Centrale Slenk) [4]</i>	9
2.3.4	<i>Peilbuizen gemeente [5]</i>	10
2.3.5	<i>Conclusie grondwaterstandverloop</i>	10
2.4	Doorlatendheid van de bodem	11
2.5	Riolering	12
2.6	Ecologie en waterhuishoudkundige situatie	13
3	Infiltratiemogelijkheden	14
3.1	Inleiding	14
3.2	Eisen berging	14
3.3	Bergingspotentie	15
3.4	Verhard oppervlak	16
3.5	Minimaal noodzakelijk oppervlak voor waterberging	17
4	BOUWRIJP MAKEN	18
4.1	Te treffen maatregelen voor het bouwrijp maken	18
4.2	Algemeen	18
4.3	Wegen	18
4.4	Woningen en gebouwen	18
4.5	Groenvoorzieningen	19
4.6	Infiltratievoorzieningen	19
4.7	Conclusie aanlegpeilen	19
Bijlage 01	Beschrijvingen boringen Geofox Lexmond	
Bijlage 02	Resultaten doorlatendheidsonderzoek	
Bijlage 03	Beschrijvingen TNO-Boringen	
Bijlage 04	Peilbuizen gemeente Tilburg	
Bijlage 05	Locaties EHS en EVZ	
Bijlage 06	Stedenbouwkundig ontwerp	
Bijlage 07	Hoogtekaart plangebied	
Bijlage 08	Grondwaterstandenkaart	
Bijlage 09	Hoogte ligging maaiveld t.o.v. T (GHG + 0,9)	

1 Inleiding

In opdracht van de gemeente Tilburg is door Breijn1 B.V. (voorheen Ingenieursbureau van Kleef B.V.) een geohydrologisch onderzoek verricht ten behoeve van de civieltechnische voorbereiding van het plan "Mortel II" in de kern Udenhout. De basisgegevens van het plangebied zijn weergegeven Tabel 1-1.

Tabel 1-1: basis gegevens plangebied

Locatiegegevens	
Provincie	Noord-Brabant
Waterschap	De Dommel
Gemeente	Tilburg
Locatie	Tussen de Mortel, de Groenstraat en de noordwestrand van Udenhout
Oppervlakte	22 ha
X coördinaten (RD stelsel)	138.498 tot 139.192
Y coördinaten (RD stelsel)	402.628 tot 403.145
Z coördinaten (m + NAP)	7 tot 10 m + NAP

Deze werkzaamheden zijn uitgevoerd om inzicht te verkrijgen in de mogelijkheden voor berging en infiltratie van afstromend regenwater. Daarbij is gekeken naar de civieltechnische maatregelen, die nodig zijn om het gebied bouw- en woonrijp te maken. In dit rapport is tevens een kader gecreëerd, waarbinnen de mogelijkheden voor "Duurzaam Bouwen" en in het bijzonder de oplossingen voor "Duurzaam Stedelijk Waterbeheer" toe te passen. Duurzaam Stedelijk Waterbeheer is binnen het thema "water" één van de thema's die onderdeel uitmaken van het Nationaal pakket Duurzaam Bouwen GWW. Andere thema's zijn energie, materialen, leefomgeving en natuur en landschap. Deze andere thema's worden binnen onderhavig geohydrologisch onderzoek slechts zijdelings of niet behandeld.

Ten behoeve van onderhavig geohydrologisch onderzoek is door onderzoeksbureau Geofox B.V. een indicatief infiltratieonderzoek uitgevoerd bij 10 peilbuizen in het plangebied. De resultaten van dit onderzoek zijn verwerkt in deze rapportage.

De volgende bronnen zijn geraadpleegd, waarnaar in de tekst wordt verwezen:

- [1]: Stiboka: bodemkaart van Nederland
- [2]: Peilbuisgegevens en boringen afkomstig van DINOloket van TNO
- [3]: Geofox Lexmond: Geohydrologisch onderzoek Mortel II te Udenhout, 2007
- [4]: Grondwaterkaart van Nederland, deel Oost Brabant, TNO dienst grondwaterverkenning
- [5]: Gegevens van peilbuizen van de gemeente Tilburg
- [6]: Algemene Hoogtekaart Nederland

2 Beschrijving plangebied

2.1 Situering en topografie

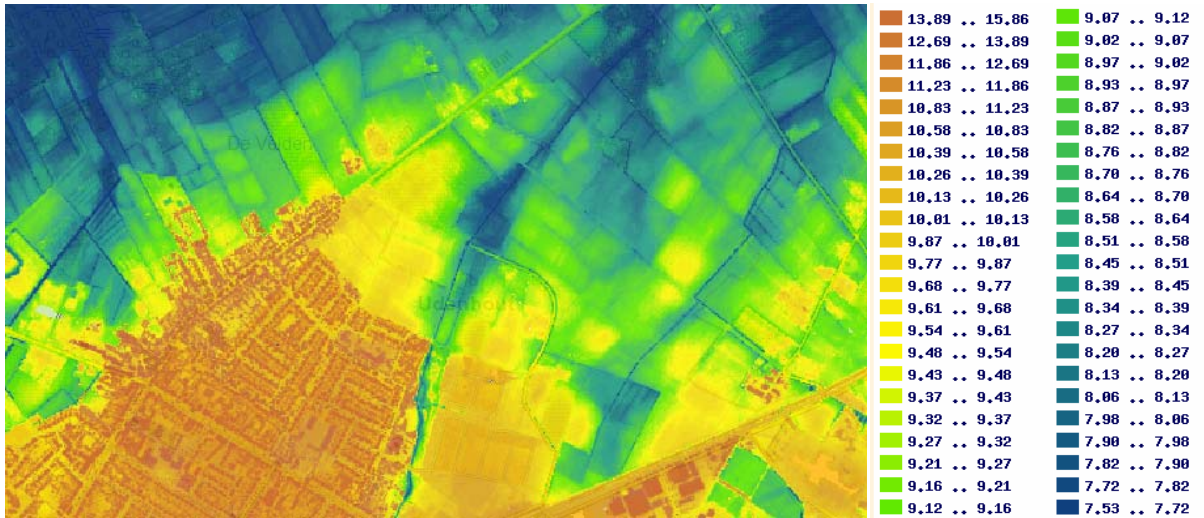
Tussen de Mortel, de Groenstraat en de noordwestrand van Udenhout ligt een gebied met een oppervlak van circa 22 ha. In Figuur 2-1 is te zien waar het projectgebied is gelegen. Op dit moment heeft dit gebied voornamelijk een agrarische functie.

De hoogteligging van het plangebied varieert grotendeels tussen de 9 en de 10 m + NAP. In het midden van het plangebied, in het verlengde van de Groenvelde ligt de beek de Roomleij in een lager gelegen bedding. De minimale hoogte in de beek binnen het plangebied is circa 7 m + NAP. De hoogtevariatie in de omgeving van het plangebied is weergegeven in Figuur 2-2. Een gedetailleerde hoogtekaart van het plangebied op basis van de veldmetingen is opgenomen in Bijlage 07.

Figuur 2-1: locatie van het plangebied Mortel II in Udenhout, gemeente Tilburg (bron Google Earth)



Figuur 2-2: hoogtekaart van de omgeving van het plangebied (bron: Algemene Hoogtekaart Nederland [6])



2.2 Bodemopbouw

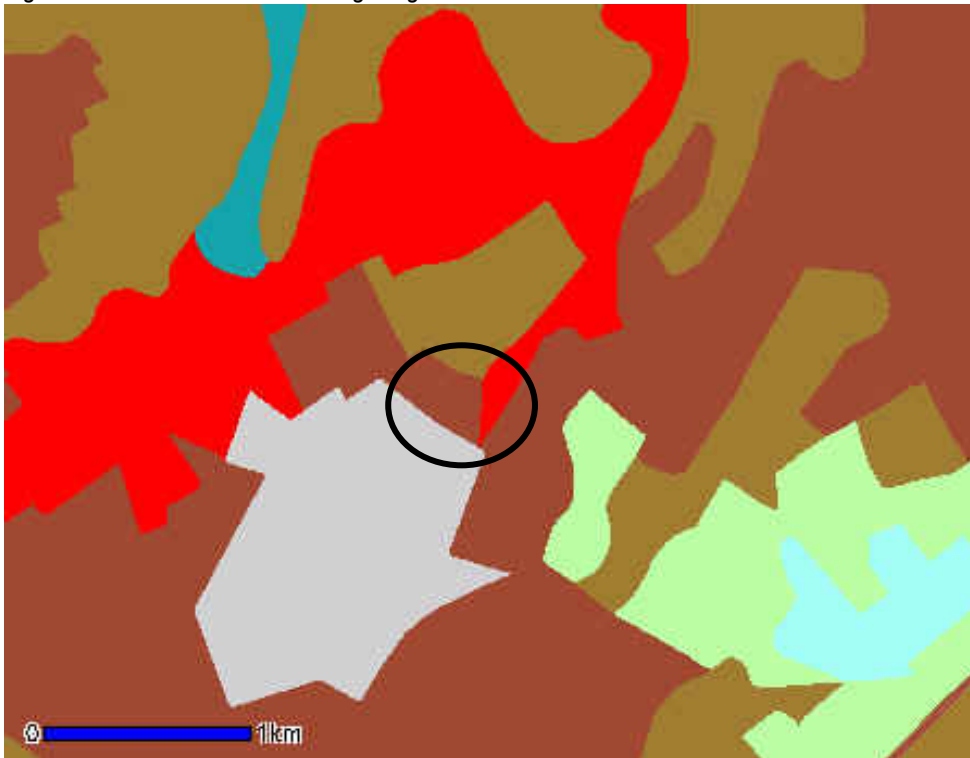
Om de bodemopbouw te kunnen beschrijven is gebruik gemaakt van de volgende gegevens:

- de bodemkaart van Nederland, Stichting voor Bodemkartering (Stiboka) [1]
- Boringen van het DINOLoket van TNO [2]
- Bodemopbouw van REGISloket van TNO [2]
- veldonderzoek: indicatief infiltratieonderzoek en verkennend bodemonderzoek Geofox te Tilburg [3]

2.2.1 Bodemkaart van Nederland [1]

Door StiBoKa is de bovenste 1,20 m van de Nederlandse ondergrond in kaart gebracht. Dit heeft geresulteerd in bodemkaarten van heel Nederland. In Figuur 2-3 is de bodemkaart van de omgeving van Udenhout weergegeven. Uit deze kaart blijkt dat in de omgeving van het plangebied 3 bodemsoorten voorkomen, Leek-/woudeerdgronden, Gooreerdgronden, en Hoge zwarte enkeerdgronden. Een verklaring voor de bodemsoorten is opgenomen in Tabel 2-1.

Figuur 2-3: bodemkaart van de omgeving van Udenhout



Tabel 2-1: verklaring kleuren van verschillende bodemsoorten

Kleur	Code	Beschrijving	Grond Water trap	Bijz. ondergrond	Grond soort	Bodem opbouw (globaal)
rood	pLn5-V	pLn5 Leek-/ woudeerdgronden; zandige leem; colluvium in dal	V		Leem	Leem
groen bruin	pZn23t-V	pZn23 Gooreerdgronden; lemig fijn zand	V	Gerijpte oude klei, anders dan keileem of potklei beginnend tussen 40 en 120 cm en tenminste 20 cm dik	Zand	Sterk lemig fijn zand op (kei-)leem
bruin	zEZ23t-VI	zEZ23 Hoge zwarte enkeerdgronden; lemig fijn zand	VI	Gerijpte oude klei, anders dan keileem of potklei beginnend tussen 40 en 120 cm en tenminste 20 cm dik	Zand	Enkeerdgronden

2.2.2 Boringen van TNO [2]

Van het DINOLoket zijn 8 boringen verkregen, de locatie van de boringen en de beschrijvingen van de boringen zijn opgenomen in Bijlage 03. Op basis van deze gegevens is de lokale bodemopbouw ter plaatse van het plangebied afgeleid. De bodem bestaat uit zand met op ca. 1 m diep een leemlaag die varieert van 1 tot 2 m dik. Verder kunnen op dieper gelegen delen nog andere leemlagen voorkomen.

2.2.3 Regionale geologische bodemopbouw [2]

Van het REGISloket van TNO is een doorsneden van de bodem bij het plangebied opgevraagd. De opbouw van de bodem is weergegeven in Tabel 2-2.

Tabel 2-2: regionale geologische bodemopbouw

Diepte (m-mv)	Formatienaam	Samenstelling	Kenmerk
0 – 14	Formatie van Boxtel	Matig fijn tot matig grof zand met leemlagen	1 ^e watervoerende pakket
14 – 60	Formatie van Sterksel	Matig fijn tot matig grof zand met leemlagen	1 ^e watervoerende pakket
60 – 65	Formatie van Stramproy	Matig grof zand	1 ^e watervoerende pakket
65 – 75	Formatie van Sterksel	klei	Eerste scheidende laag

2.2.4 Veldonderzoek Geofox Lexmond [3]

Door onderzoeksbureau Geofox is in juni 2007 een geohydrologisch onderzoek in het plangebied uitgevoerd, met als doel inzicht te krijgen in de hydrologische eigenschappen van de bodem. Bij het opstellen van het meetplan, heeft het plan van eisen van de gemeente Tilburg als uitgangspunt gediend. De volgende werkzaamheden zijn uitgevoerd:

- verrichten van 32 boringen, 11 boringen tot ca. 4 m – maaiveld, 21 boringen tot ca. 2,20 m – maaiveld;
- het plaatsen van 11 peilbuizen in de boorgaten tot ca. 4 m – maaiveld. De onderste meter van de peilbuizen is uitgevoerd als een filter;
- In 10 van deze peilbuizen is de grondwaterstand 1 keer gemeten;
- Tevens is, in deze 10 peilbuizen, in de verzadigde zone een constant debiet pompproef uitgevoerd, waarmee de doorlatendheid is bepaald;
- In de onverzadigde zonde is met een falling head proef eveneens de doorlatendheid bepaald.

De locaties van de uitgevoerde onderzoeken en de boorbeschrijvingen zijn toegevoegd in Bijlage 01. De doorlatendheidsproeven zijn verder toegelicht in paragraaf 2.4.

Uit het veldonderzoek is de volgende bodemopbouw afgeleid tot ca. 4,0 m beneden maaiveld. Deze is weergegeven in Tabel 2-3.

Tabel 2-3: lokale geologische bodemopbouw

Diepte (m-mv)	Samenstelling
0 tot 0,5 à 1,5	Zwak tot matig siltig, zeer fijn zand
0,5 à 1,5 tot 2,0 à 2,5	Zwak tot sterk zandig leem
2,0 à 2,5 tot 4,0	Zwak tot matig siltig, zeer fijn zand. In boring 1,4 en 5 is dieper dan 3,0 m – maaiveld veen aangetroffen

In peilbuizen 1 en 4 is op 3,50 m – mv een veenlaag waargenomen tot einde boring. De dikte van de veenlaag is hier niet exact bepaald. Gezien de diepte waarop de veenlaag voorkomt en het feit dat het grondwaterpeil niet wordt gewijzigd zal deze veenlaag geen invloed hebben op de draagkracht van het bodem.

2.3 Grondwaterstandsverloop

2.3.1 Inleiding

De grondwaterstand en de fluctuatie hiervan zijn van grote betekenis voor de water- en luchthuishouding van de grond en spelen een rol in de beoordeling van de gebruikswaarde van de grond. Niet alleen voor de aanleg van wegen, gebouwen en groenvoorzieningen, maar ook bij de beoordeling van oplossingsrichtingen in het kader van "Duurzaam Stedelijk Waterbeheer". Voor de ontwikkeling van bestemmingsplannen is vooral de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) belangrijk. De Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) heeft een geringere betekenis.

Om het grondwaterstandsverloop te kunnen beschrijven, is gebruik gemaakt van de volgende gegevens:

- de bodemkaart van Nederland (Stiboka) [1];
- de grondwaterkaart van Nederland, dienst grondwaterverkenning TNO [4];
- peilbuizen verkregen van de gemeente Tilburg [5].

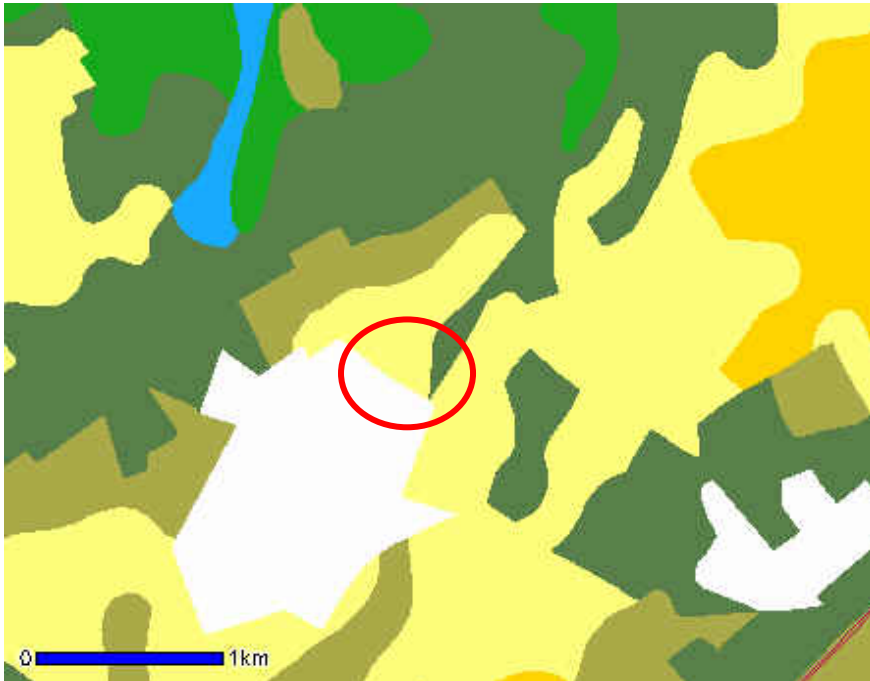
2.3.2 Bodemkaart van Nederland [1]

De Stichting voor Bodemkartering (Stiboka) heeft kaarten uitgebracht met hierop aangegeven de verschillende grondwatertrappen die ten tijde van de kaartopmaak (1969-1972) in het landelijk gebied heersten. De naar plaats en tijd fluctuerende grondwaterstanden worden beschreven via de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Er zijn in totaal zeven grondwatertrappen gedefinieerd, die in Tabel 2-4 zijn aangegeven:

Tabel 2-4: verklaring van de grondwatertrappen

Grondwatertrap	I	II	III	IV	V	VI	VII
GHG in m - m.v.			<0,4	>0,4	<0,4	0,4-0,8	>0,8
GLG in m - m.v.	<0,5	0,5-0,8	0,8-1,2	0,8-1,2	>1,2	>1,2	>1,6

Figuur 2-4: grondwatertrappenkaart in de omgeving van het plangebied



Tabel 2-5: verklaring van de kleuren op de grondwatertrappenkaart

Kleur	Grondwatertrap
Licht geel	VI
Donker groen	V

Uit de gegevens van bodemdata, die zijn weergegeven in Figuur 2-4, blijkt dat er in het plangebied sprake is van grondwatertrap V en VI.

Grondwatertrap V houdt in:

de grondwaterstand is 5 tot 10 maanden per jaar ondieper dan 1,2 m beneden maaiveld gelegen en meer dan 1 maand per jaar ondieper dan 0,4 m beneden maaiveld.

Grondwatertrap VI houdt in:

de grondwaterstand is 5 tot 10 maanden per jaar ondieper dan 1,2 m beneden maaiveld gelegen en minder dan 1 maand per jaar ondieper dan 0,8 m en dieper dan 0,4 m beneden maaiveld gelegen

2.3.3 Grondwaterkaart van Nederland (Centrale Slenk) [4]

Door DGW-TNO zijn naast de geologische opbouw van Nederland eveneens grondwaterstromingslijnen beschreven in de Grondwaterkaart van Nederland. Hiervoor heeft DGW-TNO gebruik gemaakt van een net van peilbuizen die in Nederland zijn geplaatst en regelmatig gemonitord worden. Voor de betreffende regio, waarin het plangebied zich bevindt, zijn 2 kaarten beschikbaar:

- Een kaart van 28 april 1979
- Een kaart van 28 april 1995

Grondwaterkaart 28 april 1979

De grondwaterkaart van 28 april 1979 geeft aan dat het freatische grondwater in het gebied een noordoostelijk gerichte stroming heeft en zich bevindt op een diepte van circa 8,3m + NAP. De weergave betreft echter één waarneming, namelijk van april 1973.

Grondwaterkaart 28 april 1995

De grondwaterkaart van 28 april 1995 geeft aan dat het freatische grondwater in het gebied een noordelijk gerichte stroming heeft en zich bevindt op een diepte van circa 8,7m + NAP. De informatie van deze grondwaterkaarten is een momentopname van 1 dag uit het verleden en dient daarom met enige voorzichtigheid te worden gehanteerd.

2.3.4 Peilbuizen gemeente [5]

Door de gemeente zijn gegevens verstrekt van 5 peilbuizen met in totaal 8 filters in de omgeving van het plangebied. De gegevens van deze peilbuizen zijn opgenomen in Bijlage 04. Op basis van deze meetgegevens is een redelijk helder beeld verkregen van de grondwaterstandvariatie in de omgeving van het plangebied. De GHG van het plangebied wordt op basis van deze gegevens geschat op 8,8 m + NAP, wat overeen komt met ca 0,4 tot 0,9 m – maaiveld.

Een tweetal peilbuizen heeft een filter boven en een filter onder de leemlagen. Uit de geringe variatie van de grondwaterstanden van deze filters blijkt dat het grondwater boven en onder de leemlagen redelijk goed met elkaar in verbinding staan.

Verder valt op dat peilbuis 44HL0053-1 een GHG heeft van circa 8,3 m + NAP. Oorzaak hiervan is dat het maaiveld naar het noorden afloopt van ca. 9 à 10 m in Mortel 2 tot 7,0 m op een afstand van 1,5 m ten noorden van het plangebied. Het grondwater vertoont een soortgelijke daling, dit is ook waargenomen op de grondwaterkaart van 28 april 1995.

2.3.5 Conclusie grondwaterstandverloop

Op basis van de in de vorige paragrafen benoemde gegevens is een inschatting gemaakt van de GHG voor het plangebied. In Tabel 2-6 zijn de gegevens van de verschillende bronnen weergegeven. Op basis van alle beschikbare gegevens is een grondwaterstandenkaart van het verloop van de GHG gemaakt, deze is opgenomen in bijlage 8. De grondwaterstand in het plangebied varieert tussen 8,5 en 8,8 m + NAP

De gemeente Tilburg hanteert de eis dat alles ontworpen dient te worden ten opzichte van de maatgevende hoogste grondwaterstand. Dit is de GHG + 0,20 m. De maatgevende grondwaterstand in het plangebied varieert tussen 8,7 en 9,0 m + NAP

Tabel 2-6: GHG gegevens uit verschillende bronnen

Bron	datum	GHG	Meting
Grondwatertrappenkaart		0,4 m - maaiveld	
Grondwaterkaart	28 augustus 1979		8,3 m + NAP
Grondwaterkaart	28 april 1995		8,7 m + NAP
Peilbuizen gemeente		8,8 m + NAP	

2.4 Doorlatendheid van de bodem

Zoals al eerder genoemd in deze rapportage is in het plangebied een indicatief infiltratieonderzoek uitgevoerd. Voornaamste doelstelling van het onderzoek was mogelijkheid tot infiltratie van hemelwater in de bodem te bepalen door het doen van doorlatendheidsproeven in de verzadigde en in de onverzadigde zone.

Ten behoeve van het onderzoek zijn verspreid over de locatie een 33-tal boringen verricht tot maximaal 4 m beneden maaiveld, waarna in een tiental boorgaten peilbuizen zijn geplaatst. Van de opgeboorde grond zijn monsters genomen. De doorlatendheid van de grond is volgens twee methoden bepaald, namelijk:

1. middels het uitvoeren van omgekeerde boorgatmethode in de zandlaag in de onverzadigde zone;
2. middels een constant debiet proef in de verzadigde zone onder de leemlaag.

Ad. 1. omgekeerde boorgatmethode

Bij de omgekeerde boorgatmethode wordt een indicatie van de doorlatendheid van het bodem materiaal rondom het boorgat verkregen. Het boorgat wordt in korte tijd tot een bepaald niveau gevuld met water. De snelheid van de waterstandsvaling wordt geregistreerd en is een maat voor de doorlatendheid (k-waarde) van het bodemtraject waarin het filter is geplaatst.

Ad. 2. constant debietproef:

Bij de constant debietproef wordt met een pomp een constant debiet uit een filterbuis onttrokken over een bepaalde periode. Het debiet dat wordt afgenomen wordt per tijdsinterval gemeten. Daarnaast wordt de verlaging van de waterstand in de buis gemeten. Des te kleiner de verlaging van de waterstand in de peilbuis, des te beter stroomt het grondwater naar de peilbuis.

De meetgegevens van deze proeven zijn opgenomen in Bijlage 02. De resultaten van de doorlatendheidsmetingen in de onverzadigde zijn weergegeven in Tabel 2-7. In Tabel 2-8 zijn de resultaten van de doorlatendheidsmetingen in de verzadigde zone weergegeven.

Tabel 2-7: doorlatendheden in de onverzadigde zone middels omgekeerde boorgatmethode

Boring nummer	Dieptetraject [m – mv]	Doorlatendheid [m/dag] Meting 1	Doorlatendheid [m/dag] Meting 2	Doorlatendheid [m/dag] Meting 3
1	0,9 – 1,8	0,2		
2	0,8 – 1,2	< 0,1		
3				
4	0,4 – 1,1	3,7	2,8	2,5
5	0,4 – 0,8	23,4	18,2	12,2
6	0,7 – 1,1	< 0,1		
7	1,0 – 1,5	< 0,1		
8	0,6 – 1,1	0,8	0,8	
9	0,7 – 1,7	2,4	2,2	2,2
10	0,6 – 1,1	6,0	5,0	

Tabel 2-8: doorlatendheden in de verzadigde zone middels constant debietproef

Peilbuis	Filtertraject [m – mv]	Doorlatendheid [m/dag]
1	2,7 – 3,7	1,5
2	3,0 – 4,0	0,4
3	3,0 – 4,0	1,3
4	2,5 – 3,5	0,8
5	3,3 – 4,3	1,2
6	2,5 – 3,5	1,1
7	2,6 – 3,6	0,7
8	2,9 – 3,9	1,5
9	2,5 – 3,7	0,3
10	2,5 – 3,5	0,8

Op basis van de resultaten van de proeven kan geconcludeerd worden dat de doorlatendheid in de onverzadigde zone gelegen is tussen de < 0,1 en 5 m/dag. In de verzadigde zone is de doorlatendheid gelegen tussen de 0,3 en 1,5 m/dag. Een doorlatendheid van 1 m/dag wordt als goed doorlatend beschouwd.

2.5 Riolering

In het plangebied is op dit moment geen riolering aanwezig.

In de Groenstraat (westzijde plangebied) tot bij de aansluiting met de Mortel ligt een vrij verval gemengd stelsel.

In het te ontwikkelen plangebied wordt een gescheiden stelsel aangelegd. Het huishoudelijke afvalwater (dwa) wordt via een nieuw aan te leggen dwa-riool afgevoerd naar het eindgemaal Udenhout. Van daaruit wordt het afvalwater getransporteerd naar de rwzi Tilburg. Het regenwater wordt volgens het principe “bergen-infiltreren-afvoeren” behandeld binnen het plangebied. Dit houdt in dat het regenwater zoveel mogelijk in wadi’s wordt opgevangen. In die delen van het plangebied waar infiltratie mogelijk is wordt het regenwater geïnfiltreerd. Waar dit niet mogelijk is wordt het overtollige regenwater geleidelijk afgevoerd naar het aangrenzende oppervlaktewater.

Figuur 2-5: Locatie van de overstorten nabij het plangebied (bron Google Earth)



In de omgeving van het plangebied zijn 3 overstorten aanwezig:

- Ten zuiden van het plangebied (omgeving Leeuwenstein) ligt een verbeterd gescheiden stelsel, met een regenwateruitlaat aan Verzonken Kasteel.
- Ten zuidwesten van het plangebied (omgeving Perweide) ligt een gemengd stelsel met een randvoorziening aan de Perweide.
- Aan de Kreitenmolenstraat ligt een overstort van een gemengd stelsel.

De overstort, de randvoorziening en de regenwateruitlaat lozen bovenstrooms van het plangebied op de Roomleij en zijn weergegeven in Figuur 2-5.

2.6 Ecologie en waterhuishoudkundige situatie

De Roomleij is een watergang die onderdeel uitmaakt van het stroomgebied van de Zandleij en wordt beheerd door het Waterschap de Dommel. Bovenstrooms van het plangebied wordt de Roomleij gestuwd op een peil van 7,76 m + NAP, doormiddel van een schotbalkstuw. Verderop wordt de Roomleij niet meer kunstmatig op peil gehouden met stuwen. Het waterpeil kan hierdoor sterk variëren. In het plangebied maakt deze Roomleij tevens onderdeel uit van een Ecologische Hoofdstructuur (EHS). Tussen de Roomleij en de Mortel loopt aan de zuidzijde van het plangebied een droge Ecologische Verbindingszone (EVZ). De locaties van de EHS en de EVZ zijn weergegeven in Bijlage 05. De EVZ wordt omgelegd, en komt daarbij buiten het plangebied te liggen. De EHS wordt opgeheven. De beide ecologische verbindingen komen hiermee buiten het plangebied te liggen en hebben daardoor geen beperkingen voor de ontwikkeling van Mortel II. Overigens wordt het gebied rond de Roomleij als groengebied ingericht en niet geschikt gemaakt voor woondoeleinden.

Het plangebied ligt niet in de keurbeschermingszone (attentiezone) van het waterschap.

Via de 3 in paragraaf 2.5 benoemde lozingspunten wordt afstromend regenwater van bovenstrooms gelegen bebouwd gebied geloosd op de Roomleij. De bergingspotentie van de Roomleij binnen het plangebied wordt geheel gebruikt door deze afstromende oppervlakken.

3 Infiltratiemogelijkheden

3.1 Inleiding

In toenemende mate wordt bij de voorbereiding van bestemmingsplannen gestreefd naar een duurzame en integrale benadering van de totale waterhuishouding binnen een plangebied en een milieutechnische verantwoorde keuze van het rioleringsstelsel, volgens het concept "Duurzaam Stedelijk Waterbeheer". Deze visie wordt onder andere verwoord in de 4^e Nota Waterhuishouding, het tweede provinciale waterhuishoudingsplan en is nader uitgewerkt in de "Beleidsnota stedelijk water" van Waterschap de Dommel (april 2000). Waterschap de Dommel heeft in zijn beleidsnotitie de geformuleerd: "het streven naar een veilig en goed bewoonbaar land met een gezond en duurzaam watersysteem". Uitgangspunt is wel dat realisering plaats dient te vinden tegen de laagst maatschappelijk kosten.

De gemeente Tilburg heeft het kader voor duurzaam bouwen geformuleerd in het Waterplan, het Waterstructuurplan en het Gemeentelijk Rioleringsplan. De gemeente heeft de volgende doelstelling geformuleerd: "De gemeente streeft naar een duurzame stedelijke ontwikkeling tegen aanvaardbare kosten, door een duurzaam leefklimaat te realiseren en negatieve milieu-effecten van de stad op de omgeving te minimaliseren. In een duurzaam watersysteem zijn toevoer, doorvoer, verbruik en afvoer van water zodanig op elkaar afgestemd, dat een in alle opzichten goed functionerend watersysteem wordt gewaarborgd."

Een nieuw in te richten situatie dient derhalve direct op de voor het watersysteem duurzame wijze te worden ingericht. De meest duurzame waterhuishoudkundige situatie in het stedelijk watersysteem is een situatie waarbij:

- het oppervlaktewater door het stedelijk gebied kwalitatief noch kwantitatief wordt beïnvloed;
- het grondwater door het stedelijk gebied kwalitatief noch kwantitatief wordt beïnvloed;
- het benodigde ruimtebeslag voor een goed functionerend oppervlaktewatersysteem wordt gerespecteerd.

De in dit streefklimaat voorkomende waterkringlopen vormen samen met een groen netwerk de ecologische verbinding tussen de bebouwde delen en de omgeving. Uitgangspunt bij deze, zoveel mogelijk gesloten waterkringlopen is, dat een groot deel van de neerslag niet meer onmiddellijk via het rioolstelsel of via watergangen uit het gebied wordt afgevoerd. De overtollige neerslag wordt gebufferd in oppervlaktewater, wordt geïnfiltreerd in de bodem of wordt voor andere doeleinden gebruikt. Binnen dit concept wordt gebruik gemaakt van de hedendaagse oplossingsrichtingen en hierin te onderscheiden technieken en methoden. Afkoppelen (van verhard oppervlak), infiltreren (van regenwater) en geïntegreerde rioleringsstelsels zijn hierbij de oplossingsrichtingen. Maatwerk (met betrekking tot de lokale geohydrologische situatie) en deskundigheid (ten aanzien van de toepasbaarheid en consequenties van nieuwe technieken) blijven daarbij onontbeerlijk.

3.2 Eisen berging

Door het waterschap is aangegeven, dat er een bergings- en infiltratievoorziening dient te worden gecreëerd, die voldoet aan de maatgevende regenbui met een herhalingsstijd van 10 jaar ($T=10$) waarvoor een berging van 40 mm vereist is. Globaal komt dit er op neer dat er een oppervlak voor waterberging beschikbaar dient te zijn met een oppervlak van circa 10 % van het verharde oppervlak.

Het water uit de berging mag afstromen naar de watergangen van het waterschap met een landelijke afvoer van 1,5 l/s/ha.

3.3 Bergingspotentie

In het gebied wisselen leemlagen en zandlagen elkaar af. Echter, uit de peilbuisgegevens van de gemeente blijkt dat de verschillende zandlagen met elkaar in contact staan.

Op basis van de doorlatendheden van de bodem worden de volgende deelgebieden onderscheiden:

- Het meest oostelijke deel van het plangebied (gebied 5) is niet geschikt voor infiltratie; berging is hier wel mogelijk.
- Berging met vertraagde afvoer in de Roomleij is niet mogelijk (gebied 3), omdat de hier aanwezige bergingspotentie al gebruikt wordt door verhard oppervlak bovenstrooms.
- De zone direct ten westen van de Roomleij is te gebruiken voor berging en infiltratie (gebied 2), mits hierbij maatregelen worden genomen om het contact tussen de verschillende grondlagen, boven en onder de storende leemlagen, te bevorderen. Hierbij kan worden gedacht aan de toepassing van grindpalen.
- De zone ten oosten van de Roomleij (gebied 4) en het westelijke deel van het plangebied (gebied 1) zijn wel geschikt voor berging en infiltratie van regenwater.

De deelgebieden zijn weergegeven in Figuur 3-1.

Opgemerkt wordt dat de boringen duidelijk laten zien dat de diepte waarop de leemlagen voorkomen en de dikte van de leemlagen sterk varieert over het plangebied. De boringen en de infiltratieproeven geven een indicatie voor de mogelijkheden om te infiltreren. Echter om een goed functionerend systeem aan te leggen, wordt geadviseerd zoveel als mogelijk de leemlaag te doorbreken met diepwoelen. Om de infiltratiecapaciteit te vergroten wordt tevens geadviseerd om onder de bergingsvoorzieningen grindpalen toe te passen, die middels drainage worden gevoed. Hiermee wordt contact tussen de verschillende zandlagen gecreëerd en daardoor wordt de infiltratiecapaciteit vergroot.

Figuur 3-1: locaties van de verschillende gebieden binnen het plangebied op basis van bergings- en infiltratiepotentie. (bron Google Earth)



3.4 Verhard oppervlak

Om de benodigde berging globaal te bepalen is het van belang te weten welk oppervlak afstroomt naar de bergings- en infiltratievoorzieningen.

Hiervoor is, op basis van de door de gemeente verstrekte stedenbouwkundige schets, globaal het verharde oppervlak bepaald. De stedenbouwkundige schets is weergegeven in Bijlage 06. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- om de verharding binnen de percelen te bepalen is uitgegaan van een verharding van 50 % per perceel;
- omdat een deel van het groen ook als waterberging wordt gebruikt wordt dit ook meegenomen in het bepalen van de bergingsbehoefte.

Op basis van de uitgangspunten is de volgende verdeling van afstromende oppervlakken bepaald. Hierbij is het gebied opgedeeld in 3 deelgebieden, het westelijk deel, het midden deel en het oostelijk deel ten oosten van de Roomleij. De afstromende oppervlakken zijn weergegeven in Figuur 3-1.

Tabel 3-1: verhard oppervlak plangebied

	Westelijk deel [m ²]	Middendeel [m ²]	Oostelijk deel [m ²]
Wegoppervlakken	4600	12550	14600
Verharding binnen percelen	11150	19100	24750
Groen en wateroppervlak	3300	8050	8450
Totaal	19050	39700	47800

3.5 Minimaal noodzakelijk oppervlak voor waterberging

De gemeente heeft aangegeven het regenwater, afkomstig van de verharde oppervlakken, in wadi's te willen opvangen. Bij de inrichting van het plangebied moet daarvoor ruimte worden gereserveerd. Uitgaande van een berging van 40 mm en de oppervlakken die in de vorige paragraaf zijn bepaald wordt in tabel 3-2 per deelgebied de te bergen hoeveelheid regenwater weergegeven. Bij het bepalen van de oppervlakte is rekening gehouden met een talud van 1 op 2 voor de wadi's. Afhankelijk van de definitieve inrichting kan het noodzakelijke oppervlak groter worden.

Tabel 3-2: vereiste oppervlakken voor waterberging

	Westelijk deel	Middendeel	Oostelijk deel
Bergingsvolume	762 m ³	1588 m ³	1912 m ³
Minimale oppervlakte voor waterberging	3050 m ²	6352 m ²	7648 m ²

4 BOUWRIJP MAKEN

4.1 Te treffen maatregelen voor het bouwrijp maken

Voor het verantwoord aanleggen van wegen en woningen dienen aan de bodem eisen te worden gesteld ten aanzien van de draagkracht van de bodem, het fundatieniveau en de grondwaterstand. Het aanlegniveau van wegen, woningen, gebouwen en groenvoorzieningen wordt gerelateerd aan de maatgevende grondwaterstand in het plangebied. De maatgevende grondwaterstand in het plangebied varieert tussen de 8,6 m in het noordwestelijke deel van het plangebied en 8,8 m + NAP in het zuidelijke deel.

4.2 Algemeen

De gemeente Tilburg hanteert voor de bepaling van de aanlegpeilen de volgende uitgangspunten:

- $T = GHG + 0,9$ (= hoogte perceelsgrens)
- Vloerpeil = $T + 0,2$
- Wegpeil = $T - 0,1$
- Hoogte waterpeil 0,30 m onder insteek (ontwateringsdiepte)
- Waterschijf circa 0,30 m voor waterberging t.o.v. gemiddeld waterpeil

4.3 Wegen

De hoogteligging van de toekomstige wegconstructie dient zodanig te zijn, dat de vorstgrens het vol-capillaire vlak niet bereikt. De factoren die de hoogteligging bepalen zijn de capillaire opstijging en de vorstindringing. Indien een overschrijdingskans van eens in de vijftien jaar wordt aangehouden, kan voor de vorstindringing een diepte van 0,7 m beneden de kruin van het wegvak worden aangehouden. Bij deze afweging wordt uitgegaan van een goede doorlatendheid van het zand, waardoor de opstijging minimaal is. Het minimale aanlegniveau boven de GHG bedraagt voor wegen derhalve 0,7 m. De gemeente Tilburg houdt een aanlegniveau van 0,8 m boven de GHG aan.

4.4 Woningen en gebouwen

De ontwateringsnorm voor woningen en gebouwen is mede afhankelijk van de bouwwijze.

Indien wordt gebouwd met toepassing van een kruipruimte, dient de grondwaterstand minimaal 0,2 m lager dan de bodem van de kruipruimte te liggen. Uitgaande van een kruipruimtehoogte van 0,5 m, gemeten ten opzichte van het vloerpeil, betekent dit een ontwateringsdiepte van minimaal 0,7 m ten opzichte van het vloerpeil.

Bij kruipruimte vrij bouwen is het mogelijk de grondwaterstand tot ca. 0,30 m onder het aanlegpeil van de vloer te laten komen. Gebouwen zonder kruipruimte zijn minder gevoelig voor vochtoverlast aangezien:

- betere voorzieningen mogelijk zijn om de begane grond vloer luchtdicht te krijgen. Het in het werk storten van de vloer heeft als voordeel dat de voeg van de aansluitende vloerdelen beter uitgevoerd kan worden dan het geval is bij een traditionele vloer.
- het transport van vochtige lucht naar de leefruimte beperkt is, doordat de ruimte tussen vloer en fundering zeer gering is of zelfs afwezig is.

De gemeente Tilburg hanteert een vloerpeil van + 0,20m t.o.v. T. Voor het noordwestelijke deel komt dit neer op 9,7 m +NAP en voor het zuidelijk deel 9,9 m +NAP.

Om wateroverlast bij water-op-sstraat situaties te minimaliseren wordt tevens geadviseerd om de weg tonrond aan te leggen, waarbij de weg wordt opgesloten in trottoirbanden. Hiermee wordt tevens voorkomen dat de stoep onder loopt bij water-op-sstraat situaties.

4.5 Groenvoorzieningen

Met betrekking tot de groenvoorzieningen kan opgemerkt worden dat hoge grondwaterstanden een negatieve invloed hebben op de groei hiervan. Een ontwateringsdiepte van ca 0,5 m dient als minimum te worden aangehouden. Afhankelijk van de soort groenvoorziening kunnen andere ontwateringsdieptes worden getolereerd of worden geëist.

Door groenvoorzieningen (speelweiden) lager aan te leggen kunnen deze als nevenfunctie waterberging krijgen. Vooral bij extreme regenbuien (T=100) kan het regenwater dan tijdelijk in deze laaggelegen groenvoorzieningen worden geborgen. Langs de Roomleij en ten westen van Korte Voren zijn hier mogelijkheden voor. Bij de keuze van de beplanting moet hier wel rekening mee worden gehouden.

4.6 Infiltratievoorzieningen

Om een goed functionerend watersysteem te krijgen, dient de bodem van de bergings- en infiltratievoorzieningen minimaal 0,2 m boven de GHG te worden aangelegd.

Tevens dient, vanwege veiligheid in deze voorzieningen maximaal 30 cm water te staan bij een T=10 situatie.

4.7 Conclusie aanlegpeilen

In de onderstaande tabel staan de minimaal te hanteren aanlegpeilen voor de verschillende functies binnen het plangebied:

Tabel 4-1: minimum aanlegpeilen voor verschillende soorten grondgebruik

Functie	Minimum aanlegpeil (m + NAP)	Minimum aanlegpeil (m + NAP)
	Zuidelijk deel	Noordwestelijk deel
Wegen + parkeerplaatsen	9,6	9,4
Bebouwing	9,9	9,7
Wadi	9,0	8,8

De hoogte van het plangebied varieert van 8,0 tot 10,0 m + NAP. Het laagste deel, waar de hoogte lager is dan ca. 8,0 m + NAP betreft de Roomleij. Dit deel van het plangebied wordt niet bebouwd. Op de overige lager gelegen delen moet, het maaiveld plaatselijk worden opgehoogd.

In bijlage 9 is een kaart in gevoegd waarop is aangegeven in welke delen van het plangebied ophoging noodzakelijk is of overhoogte aanwezig is. Als referentie (nulpunt) voor deze kaart is T (GHG + 0,9) aangehouden.

Bijlage 01 Beschrijvingen boringen Geofox Lexmond

Bijlage 02 Resultaten doorlatendheidsonderzoek

Bijlage 03 Beschrijvingen TNO-Boringen

Bijlage 04 Peilbuizen gemeente Tilburg

Bijlage 05 Locaties EHS en EVZ

Bijlage 06 Stedenbouwkundig ontwerp

Bijlage 07 Hoogtekaart plangebied

Bijlage 08 Grondwaterstandenkaart

Bijlage 09 Hoogte ligging maaiveld t.o.v. T (GHG + 0,9)