

**Infiltratieonderzoek & Waterparagraaf
Plangebied Parrenhof
Thorn
- AM11365 -**

Opdrachtgever

BRO Tegelen
Industriestraat 94
5931 PK Tegelen

Projectnummer

Aeres Milieu projectnummer AM11365
Rapportcode AM11365a

Status rapport

Concept

Autorisatie

Opsteller rapport:	paraaf	datum
M. Vrolix, bc.		14 januari 2012
Kwaliteitscontrole:	paraaf	datum
Ing. J.M.G. Reuver		14 januari 2012

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	5
2. INFILTRATIE	7
2.1 <i>Inleiding</i>	7
2.2 <i>Opzet</i>	8
2.3 <i>Uitvoering, resultaten en interpretatie</i>	9
3. WATERPARAGRAAF	11
3.1 <i>Inleiding</i>	11
3.2 <i>Watersystemen</i>	12
3.3 <i>Andere aspecten</i>	13
3.4 <i>Conclusies</i>	13
4. AFWEGING EN REALISATIE	15
4.1 <i>Inleiding</i>	15
4.2 <i>Dimensionering infiltratievoorzieningen</i>	16
5. OVERIGE AANDACHTSPUNTEN	19

Bijlagen:

1	Topografische overzichtskaart en kadastrale situatie
2	Situatietekening met meetpunten en fotostandplaatsen
3	Boorprofiel beschrijvingen
4	Foto's
5	Tekening toekomstige inrichting plangebied
6	Geraadpleegde literatuur

SAMENVATTING

Algemeen

Opdrachtgever	: BRO
Projectnummer	: AM11365
Soort onderzoek	: Infiltratieonderzoek en opstellen Waterparagraaf
Plangebied	: Parrenhof, Thorn
Gemeente	: Maasgouw
Kadastrale registratie	: Gemeente Thorn, Sectie A nrs. 2824 (ged.), 3427, 4009, 4097 (ged.), 4381, 4443 en 4483.
Coördinaten (RD stelsel)	: X = 186.449 / Y = 352.836
Oppervlakte studiegebied	: circa 8.210 m ²
Peil maaiveld	: circa 30,3 meter + NAP
Peil grondwater	: circa 23 meter + NAP
Waterschap	: Peel en Maasvallei
Huidig gebruik plangebied	: bedrijfsterrein, enkele bijgebouwen, tuin en braakliggend terrein
Toekomstig gebruik plangebied	: voorgenomen herinrichting met woningen en tuinen

Conclusie en aanbevelingen

Infiltratie

Uit de boringen die ter plaatse zijn uitgevoerd, blijkt dat het bodemtraject tot circa 2,5 meter onder maaiveld overwegend bestaat uit zand, zeer tot matig fijn, zwak siltig. Genoemde sedimenten vertonen in het algemeen een matige doorlatendheid

De onverzadigde doorlatendheid (infiltratiesnelheid) is bepaald door in zeven boorgaten de Porchet-test in duplo uit te voeren.

Het gemiddelde van 12 metingen bedraagt 4,6 meter per dag. De gemeten waarden komen overeen met de literatuurwaarden voor betreffend sediment. De aanleg van een infiltratievoorziening is mogelijk binnen het plangebied.

Als een of meer infiltratievoorziening(en) binnen het plangebied worden gerealiseerd, kan voor de onverzadigde bodem een infiltratiesnelheid van ongeveer 0,46 meter per dag worden gehanteerd. Hierbij is rekening gehouden met een factor 10 in verband met onder andere de praktijkervaring met infiltratievoorzieningen, dat in verloop van de tijd de doorlatendheid van de bodem ter plaatse afneemt. Het westelijk deel van het plangebied (omgeving boringen 4-7) is het meest aangewezen voor de inrichting van een eventuele infiltratievoorziening.

De gemiddelde grondwaterstand is op minimaal 8,00 meter beneden maaiveld vastgesteld en ligt daarmee ver beneden de invloedsfeer van een toekomstig aan te leggen infiltratievoorziening.

Waterparagraaf

Uit deze rapportage blijkt dat de realisatie van het voorgenomen plan tot herinrichting van het plangebied tot woonwijk geen belemmering opwerpt voor wat betreft de waterhuishoudkundige aspecten.

In aansluiting op het landelijk beleid hanteert het waterschap het beleid dat bij nieuwe plannen altijd onderzocht dient te worden hoe omgegaan kan worden met het "schone" hemelwater. Hierbij worden de afwegingsstappen "hergebruik – infiltratie – buffering – afvoer" doorlopen.

Hergebruik van hemelwater wordt voornamelijk overwogen bij grootschalige bebouwing. Voor woningen wordt dit, ook gezien de landelijke ervaringen met grijswatersystemen, niet gestimuleerd. Hergebruik voor het besproeien van de tuin behoort wel tot de mogelijkheden.

Afkoppeling van daken en overige verharde oppervlakken binnen het plangebied is mogelijk. Binnen het plangebied worden bergings- en infiltratievoorzieningen aangelegd.

Het is goed mogelijk een combinatie van meerdere soorten infiltratievoorzieningen aan te leggen aan de hand van de aan te leggen afvoerstelsels én lokale wensen of voorkeuren én uit een kostenberekening etc. kan een beslissing hierover worden genomen. Ook de landschappelijke invulling en veiligheid blijven een belangrijke rol vervullen.

Het totale verhard oppervlak binnen het plangebied bedraagt ca. 4.700m². Om zeker voldoende ruimte te voorzien voor het afgekoppelde hemelwater en eventuele aanpassingen aan het stedenbouwkundig plan is voor de dimensionering gerekend met een verhardingsgraad van ca. 65% (max verhard opp. ca. 5.340m²). Bij wijzigingen aan het definitief stedenbouwkundig ontwerp dient de definitieve infiltratie- en/of bergingsvoorziening hierop aangepast en herberekend te worden.

Aan de hand van de bovenstaande gegevens kan de bergingscapaciteit worden bepaald die de bergings-infiltratievoorziening dient te hebben. De benodigde berging bedraagt 5.340 m² x 50 mm = 267 m³.

Bij een bui T=100 (neerslaggebeurtenis waarin 84 mm valt in 48 uur) zal een berging nodig zijn van ca. 358m³, om wateroverlast in de bebouwde omgeving te voorkomen. Door de voorziening op deze bui te dimensioneren of het stedenbouwkundig ontwerp zo in te richten dat hemelwater van de woningen wegstroomt en in de tuinen tijdelijk geborgen kan worden, is geen wateroverlast bij de nieuwbouwwoningen en derden te verwachten. De aanleg van een voldoende grootte infiltratievoorziening is mogelijk binnen het plangebied.

Gezien de matige infiltratie snelheid dient een toekomstige voorziening voor een bui van T=100 een infiltratieoppervlak van ca. 780m² te hebben.

Voor bovengronds infiltreren is de meest aangeraden voorziening een wadi. De wadi kan bijvoorbeeld ter plaatse van de groenstroken binnen of rondom het plangebied worden aangelegd. Integratie tussen de huizen is ook mogelijk, wel dient dan een noodoverloop voorzien te worden om eventuele wateroverlast te vermijden. De afmetingen en de vorm van de wadi zijn niet zo relevant als de minimale benodigde berging en infiltratieoppervlak maar gerealiseerd wordt. Het ontwerp wordt mede bepaald door de "landschappelijke" en stedenbouwkundige inpassing binnen het plangebied.

De meest aangeraden oplossing wanneer voor ondergrondse infiltratie wordt gekozen is een IT-riool in combinatie met een wadi (als buffer).

Een ondergrondse voorziening kan bijvoorbeeld bestaan uit een infiltratiebuis met een doorsnede van 315 mm en een lavakoffer breed 2,00 meter en hoog 1,50 meter. Per meter voorziening kan hierbij ca. 1,52 m³ aan regenwater geborgen worden. De totale benodigde lengte van de infiltratievoorziening komt voor het plangebied op 267 : 1,52 = 176 meter. De gedimensioneerde infiltratievoorziening kan binnen het plangebied onder de toekomstige toegangsweg worden gerealiseerd. Gezien de matige infiltratiesnelheid en om excessievere buien te kunnen bergen, wordt aangeraden om een kleine wadi aan te leggen in de groenstroken of nabij de erfscheidingen. Een ondergrondse voorziening dient altijd voorzien te worden van een bovengrondse noodoverlaat. Een aansluiting naar de omgeving of op het rioolstelsel is mogelijk.

In het kader van de watertoets dient dit plan samen met het bestemmingsplan voorgelegd te worden aan de gemeente Maasgouw, het Waterschap Peel en Maasvallei en de provincie Limburg. Nadat de betreffende instanties eventuele opmerkingen/aanbevelingen hebben aangegeven, wordt het definitief rapport uitgewerkt.

1. INLEIDING

In opdracht van BRO heeft Aeres Milieu B.V. een infiltratieonderzoek uitgevoerd en een waterparagraaf opgesteld voor het plangebied Parrenhof gelegen aan de Wilhelminalaan / Ittervoortweg te Thorn.

Het plangebied is te verdelen in twee gebieden. Deelgebied A betreft de kadastrale percelen sectie A, nrs. 4009, 2824 (ged.) en 4097 (ged.) en is gelegen aan de Wilhelminalaan 37-39 (bedrijfslocatie Parren Hout B.V.) en de tuinen van de Wilhelminalaan 35 en 37A. Het terrein van Parren Hout B.V. is vrijwel volledig verhard met klinkers, asfalt en beton.

Deelgebied B betreft de kadastrale percelen sectie A, nrs. 4381, 4483, 3427 en 4443 en is gelegen achter de woningen aan de Ittervoortweg 1, 3, 5, 7 en 9 alsmede de inrit (asfalt) gelegen tussen woning nr. 5 en nr. 7. Deelgebied B is grotendeels braakliggend, met uitzondering van een loods, behorende bij de Ittervoortweg 5. Op onderstaande luchtfoto is de globale begrenzing van de onderzoekslocatie weergegeven.



Afbeelding 1: Luchtfoto met globale begrenzing onderzoekslocatie [Bron: BRO]

Aanleiding

De aanleiding voor het onderzoek en het opstellen van deze waterparagraaf is de voorgenomen herinrichting/herontwikkeling van het plangebied en de verplichting hierbij tenminste hydrologisch neutraal te ontwikkelen.

Doel

Het doel van deze rapportage is een beschrijving te geven van de manier waarop rekening wordt gehouden met de gevolgen van de voorgenomen herinrichting van het plangebied voor de waterhuishouding.

Onderzoek

Aeres Milieu B.V. werkt voor de opdrachtgever als onafhankelijk onderzoek- en adviesbureau, en heeft geen binding met de onderzoekslocatie.

Sinds 1 november 2003 is het wettelijk verplicht, in het kader van het Besluit Ruimtelijke Ordening, een watertoets te verrichten. In de toelichting bij ruimtelijke besluiten en plannen, waarop bovengenoemd besluit van toepassing is, is het noodzakelijk een beschrijving te geven van de manier waarop rekening is gehouden met de gevolgen van het plan voor de waterhuishouding.

In aansluiting op het landelijk beleid hanteert het waterschap Peel en Maasvallei het beleid dat bij nieuwe plannen altijd onderzocht behoort te worden hoe omgegaan kan worden met het schone hemelwater. Hierbij worden de afwegingsstappen "hergebruik – infiltratie – buffering – afvoer" (afgeleid van de trits "vasthouden – bergen – afvoeren" doorlopen.

De waterhuishoudkundige situatie van het plangebied is onderzocht in het kader van de watertoets. In het waterhuishoudkundige onderzoek is uitgebreid aandacht besteed aan de huidige bodemkundige- en (geo)hydrologische situatie, de gehanteerde uitgangspunten en randvoorwaarden, en de (on)mogelijkheden om neerslag in de toekomstige situatie te bergen en te infiltreren.

Het onderzoek is op zorgvuldige wijze uitgevoerd volgens de algemeen gebruikelijke inzichten en methoden. De adviezen in dit rapport voldoen aan vigerende wet- en regelgeving van lokaal tot en met Europees niveau. Zie hiervoor bijlage 6.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt het infiltratie onderzoek beschreven en de (on)mogelijkheden voor infiltratie van neerslag. In hoofdstuk 3 is de waterparagraaf beschreven. In hoofdstuk 4 zijn de afwegingen en een mogelijke realisatie voor het plangebied beschreven. In hoofdstuk 5 tenslotte worden nog enige aandachtspunten opgesomd.

2. INFILTRATIE

2.1 Inleiding

Het infiltreren van hemelwater heeft bij ontwikkelingen altijd de voorkeur. Dit wordt in Nederland steeds vaker (meestal verplicht) toegepast. Door praktijkervaringen en gegevens uit andere landen is vastgesteld dat een infiltratiesnelheid (k_f) van $1 - 5 \cdot 10^{-6}$ m/s (ca. 0,09 - 0,43 m/d ofwel 3,6 - 18 mm/uur) vereist is voor het succesvol toepassen van regenwaterinfiltratie. Bij een lagere doorlatendheid kunnen reducerende omstandigheden optreden in de onverzadigde zone, die een ongunstige invloed kunnen hebben op het retentie- en omzettingsvermogen ervan. Daarnaast is er bij een lagere doorlatendheid veel ruimte nodig voor het aanleggen van infiltratievoorzieningen. Bovendien moet er rekening mee worden gehouden dat deze langer (dagen achtereen) water blijven voeren, wat onwenselijk kan zijn in een woonomgeving.

De doorlatendheid van een bodem is afhankelijk van vele factoren, onder meer poriëngrootte, de continuïteit van de poriën, de poriënvorm, het poriënaantal, de geometrie van de poriëkanalen en de diepte tot de grondwaterstand. De poriëngrootte en de verdeling ervan hangen in de eerste plaats van de bodemsoort en de bodemstructuur af. Bovendien is de doorlatendheid afhankelijk van de verzadigingsgraad, en kan ze beïnvloed worden door micro-organismen. Hieruit kan worden afgeleid dat de infiltratiesnelheid van de ondergrond geen constante waarde heeft, maar van plaats tot plaats varieert, waarbij zelfs op vrij kleine schaal belangrijke verschillen kunnen optreden.

In de hydrogeologische literatuur worden diverse waarden gegeven voor de infiltratiesnelheid van diverse afzettingen en sedimenten. Zie Tabel 2.1.

Materiaal	k [m/d]
klei	$0,01 - 10^{-8}$
klei, zand en grind mengsels	$0,01 - 0,001$
silt, löss	$1 - 10^{-4}$
silt, klei en mengsels van zand, silt en klei	$0,1 - 10^{-4}$
fijn zand	$2 - 0,02$
middelfijn tot middelgrof zand	$43 - 0,09$
grof zand	$400 - 0,09$

Tabel 2.1: Waarden voor de doorlatendheid van diverse afzettingen, uit de hydrogeologische literatuur.

Als eenheid is gekozen voor m/d, hoewel in de literatuur ook mm/h (landbouw) en m/s (hydrogeologie) worden gehanteerd. De eenheid m/d sluit aan bij wat in Nederland gebruikelijk is en leidt bovendien tot overzichtelijke getallen.

Opgemerkt wordt dat men in de hydrogeologie vooral is geïnteresseerd in de horizontale doorlatendheid, terwijl voor de infiltratiesnelheid meestal juist de verticale doorlatendheid van belang is. In het algemeen is de horizontale doorlatendheid een factor 10 – 100 groter dan de verticale.

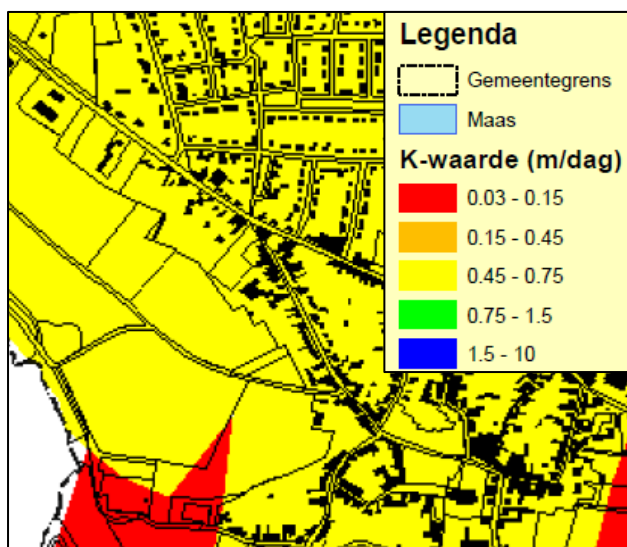
De globale bodemopbouw voor het plangebied en omgeving wordt schematisch weergegeven in tabel 2.2.

Diepte [m-mv.]	Lithostratigrafie	Lithologie
0 – 9,5	formatie van Boxtel	zand, zeer tot matig grof, zwak siltig, humeus
9,5 - 24	formatie van Beegden	zand, matig grof tot zeer grof zand, zwak tot sterk grindig, grindlaag mogelijk
24 - 28,8	formatie van Sterksel	zand, matig grof tot uiterst grof, zwak tot sterk grindig, grijsbruin.

Tabel 2.2: Geo(hydro)logische indeling [Bron: Dinoloket]

Uit de boorprofielen blijkt dat de bodem grotendeels tot circa 2,0 meter beneden maaiveld uit zwak siltig, zeer tot matig fijn zand bestaat.

Volgens gegevens uit “Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond (DINO)” bevindt het grondwaterpeil zich binnen het plangebied op circa 7 meter beneden maaiveld. De stroming van het freatische grondwater is oostelijk gericht.



Afbeelding 2: knipsel uit bodemdoorlatendheidskaart van Thorn [Bron: www.wpm.nl]

Op basis van de bekende data is het inrichten van een bergings- en infiltratievoorziening binnen het plangebied is mogelijk. Deze voorziening moet wel voldoende groot worden gedimensioneerd. Praktijkervaring met infiltratievoorzieningen laat zien dat de doorlaatbaarheid van de bodem ter plaatse van de voorziening na verloop van tijd afneemt. Dit hangt samen met een aantal processen, zoals dichtslibben van de bodem.

Om de infiltratiesnelheid ter plaatse van het onderzoeksterrein te bepalen, zijn veldmetingen uitgevoerd.

2.2 Opzet

Dit is een onderzoek waarbij inzicht wordt verkregen in een aantal bodemaspecten zoals:

- bodemgesteldheid op de onderzoekslocatie;
- eventueel aanwezig zijn van minder goed doorlatende bodemlagen;
- doorlatendheid van bodemlagen;
- actuele grondwaterstanden;
- terrein-inrichting en gebruik.

Door deze verzamelde gegevens te combineren met een serie meetgegevens waarbij kan worden bepaald met welke snelheid het water in de bodem wegzijgt, kan een uitspraak worden gedaan over de k_d - waarde van de bodem op de onderzoekslocatie.

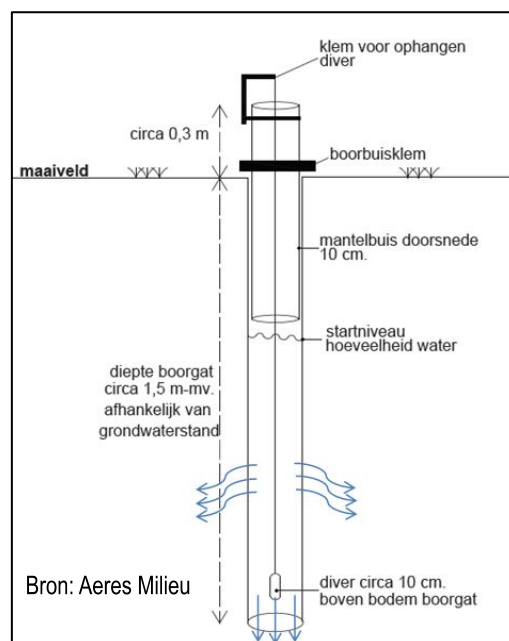
Het resultaat wordt o.a. beïnvloed door processen als vorming van wortelkanaaltjes, wormgangen etc. die een grotere spreiding in het meetresultaat tot gevolg heeft. Omdat de metingen in het bodemtraject van circa 1,0 tot 2,0 meter onder maaiveld worden verricht, zal dit effect bij deze metingen zeer gering zijn. Bij het dimensioneren van een eventuele infiltratievoorziening moet hiermee rekening worden gehouden.

Laboratoriummetingen aan grondmonsters (zeefkromme-analyses, Darcy-tests), worden in het algemeen als minder geschikt beschouwd, omdat deze doorgaans minder betrouwbare resultaten geven dan veldmetingen. Bovendien zijn de resultaten slechts representatief voor het genomen monster. Zeker in studiegebieden, gekenmerkt door een variabele bodemopbouw, zullen laboratoriummetingen minder betrouwbare resultaten opleveren.

In het plangebied, met een grondwaterpeil dieper dan 2 meter onder maaiveld, is de doorlatendheid van de *onverzadigde* zone bepaald door middel van een Porchet-test. Deze test is ook bekend onder de naam “omgekeerde boorgatmethode” (inversed auger hole method).

Voor deze test wordt een gedeeltelijk onverbuisd boorgat geboord tot circa 1,5 meter beneden maaiveld. Dit boorgat wordt verscheidene malen met water gevuld, totdat de grond rond het boorgat verzadigd is met water en de infiltratiesnelheid min of meer constant is. Vervolgens wordt de snelheid waarmee het peil in het boorgat daalt gemeten. Hieruit kan de doorlatendheid worden bepaald.

Opgemerkt wordt dat de “Porchettest” vooral de horizontale doorlatendheid van de onverzadigde zone meet en in mindere mate de verticale doorlatendheid. De berekende verticale doorlatendheid is meestal een factor 10 tot 50 lager is dan de horizontale.



Afbeelding 3: Schematische voorstelling Porchettest

2.3 Uitvoering, resultaten en interpretatie

Op 26 november 2012 zijn op 7 willekeurig verspreide locaties binnen het plangebied metingen uitgevoerd. De testlocaties staan weergegeven in bijlage 2. De boorprofielen zijn weergegeven in bijlage 3.

Als meetdiepte is geboord van circa 1 tot circa 2,5 meter onder maaiveld. Er wordt vanuit gegaan dat op deze diepte geen bodemvormende processen meer plaatsvinden of andere verschijnselen aanwezig zijn, die de metingen kunnen beïnvloeden.

In de boring is een gedeeltelijke verbuizing met een diameter van 0,1 meter geplaatst. Deze is geheel gevuld met water waarna, na enige tijd van voornatting van de bodem, met de metingen is gestart. De metingen zijn uitgevoerd met een zogenaamde ‘Diver’, een in het boorgat opgehangen instrument dat de waterdruk opneemt. Als meetfrequentie is het instrument ingesteld op één meting per 5 seconden. De metingen zijn in duplo uitgevoerd (maximale meettijd van 20 minuten).

In tabel 2.3 worden de analyseresultaten samengevat.

Boring	Berekende gemiddelde infiltratiesnelheid [meter/dag]
1	2,6
2	3,1
3	1,6
4	6,6
5	8,0
6	4,1
7	6,6

Tabel 2.3: Meetresultaten “Porchettests”

Alle duplo-waarden zijn van een vergelijkbare orde grootte. Het resultaat verkregen uit de “Porchettests” hebben een gemiddelde infiltratiesnelheid van circa 4,6 meter per dag. Dit is een matige tot goede waarde voor een Porchet-test, die de matige doorlatendheid van het bodemtraject 0,5 tot 2,5 meter onder maaiveld illustreert. De gemeten waarden komen overeen met de literatuurwaarden. De verticale infiltratiesnelheid is een factor 10 tot 50 kleiner. De aanleg van een infiltratievoorziening is mogelijk binnen het plangebied.

Als een of meer infiltratievoorziening(en) binnen het plangebied worden gerealiseerd, kan voor de onverzadigde bodem een infiltratiesnelheid van ongeveer 0,46 meter per dag worden gehanteerd. Hierbij is rekening gehouden met een factor 10 in verband met onder andere de praktijkervaring met infiltratievoorzieningen, dat in verloop van de tijd de doorlatendheid van de bodem ter plaatse afneemt. Het westelijk deel van het plangebied (omgeving boringen 4-7) is het meest aangewezen voor de inrichting van een eventuele infiltratievoorziening.

3. WATERPARAGRAAF

3.1 Inleiding

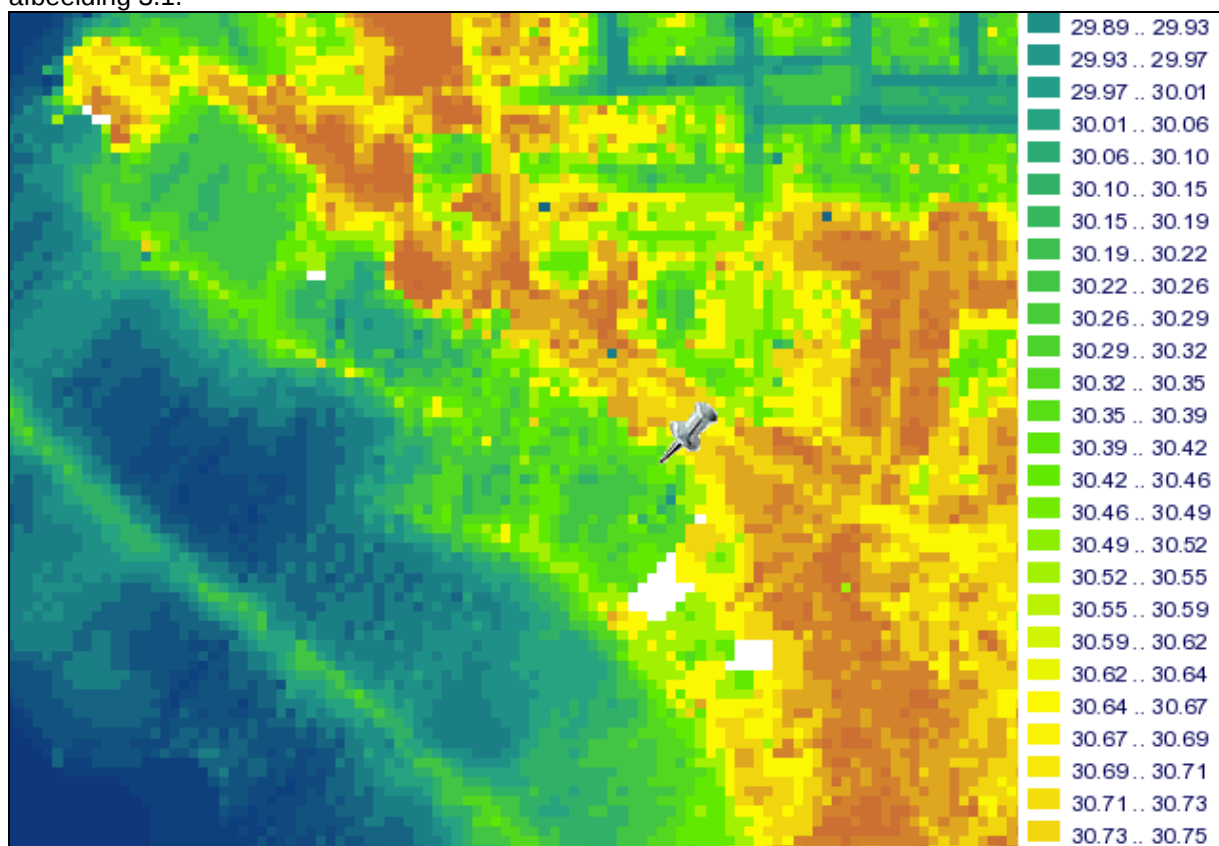
Deze waterparagraaf is opgesteld voor het plangebied Parrenhof gelegen aan de Ittervoortweg / Wilhelminalaan te Thorn. Het plangebied ligt in de bebouwde kom van Thorn. Zie bijlage 1 voor het topografisch overzicht en de kadastrale situatie.

Het plangebied is op dit moment deels in gebruik als bedrijfslocatie van Parren Hout B.V. (Wilhelminalaan 37-39). Vooraan de Wilhelminalaan is een open loods en kantoorruimte met woongedeelte aanwezig (nr. 37 en 37a). Op het terrein is een grote loods aanwezig (L-vorm). Het voorste (noordelijke gedeelte van de loods) is verhard met een betonvloer (houtzagerij). Het overige gedeelte van de loods is in gebruik als houtopslag. Vanaf de Wilhelminalaan tot aan de loods is een asfaltverharding aanwezig. In en rondom de loods zijn klinkers aanwezig en liggen diverse materialen opgeslagen. Zuidoostelijk van de loods is een tuin behorende bij de woning aan de Wilhelminalaan nr. 35 gelegen.

Ten noordwesten van de bedrijfslocatie is een braakliggend terrein gelegen, met uitzondering van de inrit en een loods (achter de woningen met tuin aan de Ittervoortweg 1, 3, 5, 7 en 9). Voorts behoort de inrit gelegen tussen woning nr. 5 en nr. 7 tot de onderzoekslocatie. Deze inrit loopt vanaf de Ittervoortweg tot de achterzijde van de aanwezige loods (horende bij de Ittervoortweg nr. 5).

De globale afbakening grens van het plangebied is duidelijk zichtbaar. Noordelijk ligt de Ittervoortweg en de Wilhelminalaan, oostelijk de belendende woning met bijgebouwen, zuidelijk een akkerland en westelijk een haag (tuin). In bijlage 4 zijn recente foto's van de huidige situatie weergegeven.

Het plangebied ligt op ca. 30,3 meter + NAP en kent slechts kleine hoogteverlopen, tot circa 0,1 meter. Zie afbeelding 3.1.



Afbeelding 3.1: Hoogtekaart van het plangebied en omgeving, in meters NAP [Bron AHN]

Men heeft het voornemen ter plaatse van het plangebied, na sloop van de bestaande bebouwing en verwijdering van de overige infrastructuur, enkele nieuwe woningen te realiseren. Daarbinnen zal een nieuwe ontsluitingsweg

worden gerealiseerd. Binnen het plan zullen ca. 20 nieuwe woningen, waaronder starterswoningen, halfvrijstaande en vrijstaande huizen en seniorenwoningen gebouwd. Een tekening van de toekomstige inrichting van het plangebied is opgenomen in bijlage 5.

Het is ons niet bekend of de gebouwen worden onderkelderd ofwel van een kruipruimte worden voorzien.

3.2 Watersystemen

De (water)systemen zoals die in het plangebied en omgeving voorkomen, worden onderverdeeld in grondwater, oppervlaktewater, hemelwater en afvalwater.

Grondwater

Volgens gegevens uit "Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond (DINO)" en uit metingen bevindt het freatisch grondwaterpeil zich binnen en in de omgeving van het plangebied globaal op een diepte van circa 23 meter + NAP.

In Limburg zijn specifieke beschermingsgebieden aanwezig, oa. het bodembeschermingsgebied Mergelland, de boringsvrije zones, de grondwaterbeschermingsgebieden en de waterwingebieden. Deze zijn op themakaarten van het POL aangegeven.

Conform het provinciale beleid valt het plangebied binnen de boringsvrije zone 'Roerdal-slenk, zone III', hetgeen als beperking meebrengt dat boringen dieper dan 80 meter beneden maaiveld alleen met ontheffing van de Omgevingsverordening Limburg zijn toegestaan. Aangezien geen werkzaamheden dieper dan 80 meter beneden maaiveld worden uitgevoerd, heeft de ligging van deze zone geen invloed op de planontwikkeling.

Het peilbeheer zal in de toekomst, waar mogelijk, worden afgestemd op het behoud van natuurlijke waterhuishouding (Gewenst Grond- en Oppervlaktewater Regime (GGOR)).

De kwaliteit van het grondwater binnen het plangebied is ons niet bekend. Binnen het plangebied is geen grondwaterverontreiniging te verwachten. De milieuhygiënische conditie van het grondwater vormt, voor zover bekend, op dit moment geen belemmering voor de realisatie van het voorgenomen plan.

Binnen het plangebied zullen geen industriële of andere milieubelastende activiteiten worden ontplooid. De dreiging van grondwaterverontreiniging zal daarom minimaal zijn. Mogelijk kan een (lichte) grondwaterverontreiniging ontstaan door verkeersbewegingen of een calamiteit.

Voor zover bekend vinden in de directe omgeving van het plangebied geen grootschalige grondwateronttrekkingen plaats.

Oppervlaktewater

Er bevindt zich geen oppervlakte water op of in de directe omgeving van het plangebied. Op ongeveer 300 meter ten noorden van het plangebied loopt de Itterbeek. Het planvoornemen is op zodanige afstand van de watergang gelegen dat de ontwikkelingen geen rechtstreeks effect uitoefenen op deze watergang.

Hemelwater

In de huidige situatie wordt neerslag via inzijging, afstroming naar lagere terreindelen of naar het gemengde rioolstelsel in de openbare weg, en via verdamping afgevoerd.

Op grond van gegevens uit het DINO-loket, overige literatuurgegevens en de uitgevoerde infiltratiesnelheidsmetingen wordt geconcludeerd dat de ondergrond matig geschikt is voor het infiltreren van neerslag. Het inrichten van een of meerdere infiltratievoorzieningen is dus realiseerbaar. Er dient echter ruim te worden gedimensioneerd om wateroverlast in de omgeving te voorkomen. De voorziening(en) moeten zeker van noodoverlasten worden voorzien tenzij de infiltratievoorziening(en) gedimensioneerd worden op een neerslaggebeurtenis van T=100.

Als aan de milieuhygiënische voorwaarden wordt voldaan, zal door infiltratie van afgekoppelde neerslag de kwaliteit van het grondwater niet verslechteren.

Afvalwater

Er zijn huidige enkele gebouwen aanwezig waarvan het afvalwater op het gemengd rioolstelsel in de openbare wegen is aangesloten. Deze is uiteindelijk op de RWZI aangesloten.

Het afvalwater van de (nieuwbouw) panden binnen het plangebied wordt aangesloten op het reeds bestaande rioolstelsel onder de wegen. Binnen het plangebied wordt ook een nieuwe toegangsweg aangelegd. Het geproduceerde afvalwater van de omliggende woningen zal worden afgevoerd via een *nieuw* aan te leggen DWA-riool onder deze toegangsweg en wordt aangesloten op het huidige gemengde stelsel in de openbare wegen rond het plangebied.

Voor de dimensionering van de noodzakelijke binnenplanse rioleringen wordt verwezen naar de gemeentelijke Leidraad 'Inrichting Openbare Ruimte Maasgouw'. Voor het aansluiten op het rioolstelsel dient een aanvraag ingediend te worden bij de gemeente Maasgouw.

3.3 *Andere aspecten*

Verdroging

Binnen het plangebied zijn geen karakteristieke grondwater afhankelijke ecologische systemen aanwezig, zodat geen beschermende maatregelen noodzakelijk zijn.

Ecologie

Het plangebied bevindt zich niet binnen de grenzen van een milieubeschermingsgebied. Het streven naar ecologisch gezond water is gericht op het voorkomen van emissies naar het grondwater. Dit betekent onder meer dat het materiaalgebruik dient te voldoen aan de eisen van het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen (zie hoofdstuk 5). Er zullen ook nieuwe groenstroken en hagen worden aangeplant.

Bodem

Uit informatie van het Bodemloket en het uitgevoerde historisch vooronderzoek voor het plangebied (door Aeres Milieu d.d. 20 december 2012) blijkt dat de milieuhygiënische conditie van de bodem binnen het plangebied op dit moment mogelijk een belemmering vormt voor de realisatie van het voorgenomen plan. Nader onderzoek wordt aangeraden.

3.4 *Conclusies*

Uit het bovenstaande blijkt dat realisatie van het project, voor de watergerelateerde aspecten, geen knelpunten oplevert.

In aansluiting op het landelijk beleid hanteert het waterschap het beleid dat bij nieuwe plannen altijd onderzocht dient te worden hoe omgegaan kan worden met het “schone” hemelwater. De gemeente Maasgouw staat de afvoer van regenwater naar het gemeentelijk rioolstelsel niet toe. Al het binnen het plangebied vallende hemelwater dient ter plaatse te worden geïnfiltreerd. De toekomstige voorziening mag voorts op geen enkele wijze overlast veroorzaken binnen het plangebied of voor derden.

Hierbij worden de afwegingsstappen “hergebruik – infiltratie – buffering – afvoer” doorlopen of als alternatief de trits ‘vasthouden-bergen-afvoeren’. Afkoppelen van neerslag is goed te realiseren. Het inrichten en uitbreiding van bestaande infiltratie- en bergingsvoorzieningen binnen het plangebied is goed mogelijk. De voorkeur gaat hierbij uit naar de inrichting van een bovengrondse voorzieningen.

Hergebruik van hemelwater wordt voornamelijk overwogen bij grootschalige bebouwing. Voor woningen wordt dit, ook gezien de landelijke ervaringen met grijswatersystemen, niet gestimuleerd. Hergebruik voor het besproeien van de tuin behoort wel tot de mogelijkheden.

4. AFWEGING EN REALISATIE

4.1 Inleiding

Voor zover bekend zal het terrein ter plaatse niet worden opgehoogd.

In tabel 4.1 zijn de veranderingen betreffende toe en/of afname van verharde oppervlakken binnen het plangebied aangegeven. Van het gebied zijn de volgende (toekomstige) gegevens bekend:

Bruto(verharde) oppervlakten	Huidige situatie [m ²]	Toekomstige situatie [m ²]
<i>Totaal oppervlakte plangebied, circa</i>	8.210	8.210
<i>Dak oppervlakte, totaal circa</i>	3.400	1.700
<i>Verharde oppervlakte (ontsluitingsweg, erfverharding etc.), circa</i>	1.810	3.000
<i>Onverharde oppervlakte, circa</i>	3.000	3.510

Tabel 4.1: Toe - afname verhard oppervlak binnen het plangebied

Uit de tabel is af te leiden dat verharding van het oppervlak binnen het plangebied met circa 500 m² afneemt. Opgemerkt wordt dat enkele gegevens geschat zijn op basis van een planontwerp. Om zeker voldoende ruimte te voorzien voor het afgekoppelde hemelwater en eventuele aanpassingen aan het stedenbouwkundig plan is voor de dimensionering gerekend met een verhardingsgraad van ca. 65% (ca. 5340m²).

Bij wijzigingen aan het definitief stedenbouwkundig ontwerp dient de definitieve infiltratie- en/of bergingsvoorziening hierop aangepast en herberekend te worden.

Afkoppeling van de neerslag afkomstig van de verharde oppervlakken is in principe mogelijk. Aan de (milieuhygiënische) randvoorwaarden kan worden voldaan.

Toe te passen duurzame materialen:

- Hellende daken: dakpannen van beton of keramisch materiaal.
- Platte daken: beton of bekleed met EPDM rubber; APP en/of SBS gemodificeerd bitumen.
- Dakgoten en afvoerpijpen; PVC/PP/PE/ staal, aluminium of zink alle gecoat.
- Ontsluitingspaden/wegen/terrassen; voorzien van niet uitlogbare materialen zoals beton of keramische producten.

Het is noodzakelijk de afvoer van afgekoppeld hemelwater naar de bergings- en infiltratievoorziening goed te dimensioneren. Indien onvoldoende aandacht wordt gegeven aan het ontwerp en dimensionering kan wateroverlast ontstaan. In **geen** geval mag de **afval**waterriolering op een infiltratie en/of bergingsvoorziening worden aangesloten.

De afstromende neerslag van de daken zal niet of zeer gering vervuild zijn.

Alle afgekoppelde neerslag, afkomstig van de panden en overige verharde oppervlakken, kan op perceelsniveau opgevangen worden en ter plaatse infiltreren via nieuw aan te leggen voorzieningen, bijvoorbeeld door eenbovengrondse wadi of een ondergronds IT-riool of krattensysteem. Ondergrondse voorzieningen dienen voorzien te zijn van een goed bereikbare blad- en zandvanger. Bladeren en zand kunnen immers leiden tot verstopping van een infiltratiesysteem.

Directe infiltratie van potentieel verontreinigde neerslag afkomstig van de overige verharde oppervlakken is alleen toegestaan na behandeling of filtratie om verontreinigende stoffen af te vangen. *Diepte-infiltratie is niet toegestaan.*

Door het bevoegd gezag (gemeente Maasgouw en Waterschap Peel en Maasvallei) gestelde randvoorwaarden:

- Bij voorkeur bovengrondse voorziening(en) aanleggen;
- Bij voorkeur een infiltratievoorziening aanleggen/toepassen die eenvoudig te onderhouden is;
- Infiltratievoorzieningen moeten binnen max. 24 uur "leeg" zijn om de daarop volgende bui te kunnen bergen;

- Voor de inrichting van de openbare ruimte moet de Technische Inrichtingseisen van de gemeente Maasgouw worden toegepast;
- Een voorziening berekenen voor een bui van T=10 (berging van 50 mm). Voorts dient gekeken worden naar de gevolgen voor een "neerslaggebeurtenis" met een overschrijdingsfrequentie van T = 100 jaar.

4.2 Dimensionering infiltratievoorzieningen

Het totale verhard oppervlak binnen het plangebied bedraagt ca. 4.700m². Om zeker voldoende ruimte te voorzien voor het afgekoppelde hemelwater en eventuele aanpassingen aan het stedenbouwkundig plan is voor de dimensionering gerekend met een verhardingsgraad van ca. 65% (max verhard opp. ca. 5.340m²).

De gemiddelde infiltratiesnelheid in het gebied bedraagt 0,46 m/dag. De gemiddelde grondwaterstand is op minimaal 8,00 meter beneden maaiveld vastgesteld en ligt daarmee ver beneden de invloedssfeer van een toekomstig aan te leggen infiltratievoorziening.

Aan de hand van de bovenstaande gegevens kan de bergingscapaciteit worden bepaald die de bergingsinfiltratievoorziening dient te hebben. De benodigde berging bedraagt 5.340 m² x 50 mm = 267 m³.

Bij een bui T=100 (neerslaggebeurtenis waarin 84 mm valt in 48 uur) zal een berging nodig zijn van ca. 358m³, om wateroverlast in de bebouwde omgeving te voorkomen. Door het stedenbouwkundig ontwerp zo in te richten dat hemelwater van de woningen afstroomt en in de tuinen tijdelijk geborgen kan worden, is geen wateroverlast bij de nieuwbouwwoningen en derden te verwachten.

Gezien de matige infiltratie snelheid en een leeglooptijd van 24 uur dient een toekomstige voorziening voor een bui van T=100 een infiltratieoppervlak van ca. 780m² (358m³ x 0,46 m/dag) te hebben.

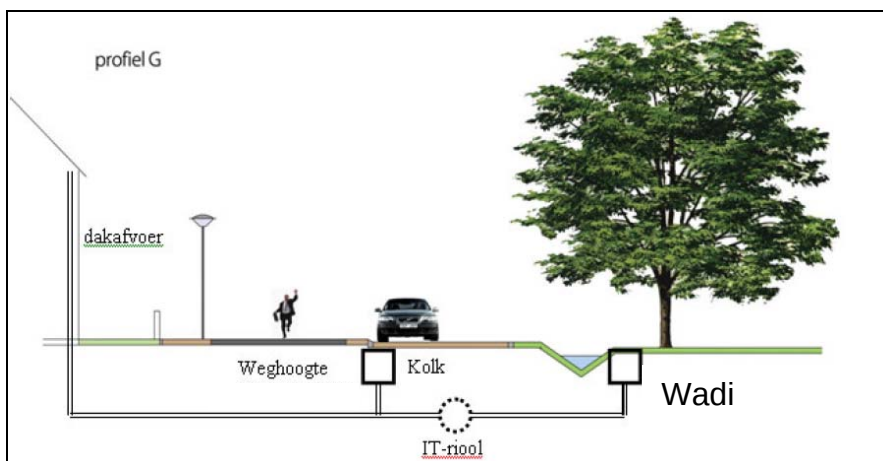
De keuze voor de infiltratievoorziening/ bergingsvoorziening binnen dit plangebied wordt door de volgende factoren bepaald:

- de beschikbare ruimte binnen het plangebied;
- het grondoppervlak binnen het plangebied dat verhard zal gaan worden;
- de redelijke doorlatendheid van de bodem ter plaatse;
- eigen voorkeur en voorkeur bevoegd gezag.

Voor bovengronds infiltreren is de meest aangeraden voorziening een wadi. De meest aangeraden oplossing wanneer voor ondergrondse infiltratie wordt gekozen is een IT-riool in combinatie met een wadi.

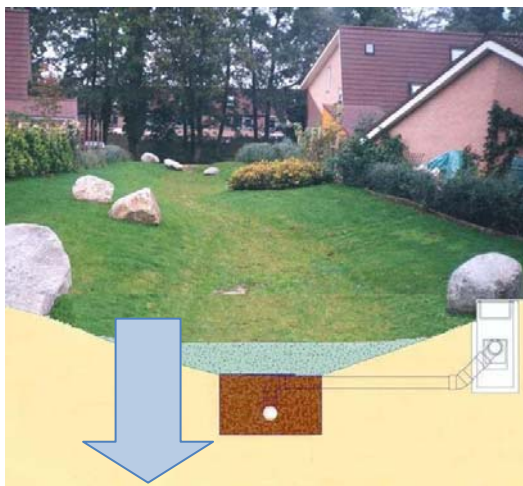
Deze ondergrondse voorziening kan bestaan uit een infiltratiebuis met een doorsnede van 315 mm en een lavakoffer breed 2,00 meter en hoog 1,50 meter. Per meter voorziening kan hierbij ca. 1,52 m³ aan regenwater geborgen worden. De totale benodigde lengte van de infiltratievoorziening komt voor het plangebied op 267 : 1,52 = 176 meter.

De gedimensioneerde infiltratievoorziening kan binnen het plangebied onder de toekomstige toegangsweg worden gerealiseerd. Gezien de matige infiltratiesnelheid en om excessievere buien te kunnen bergen, wordt aangeraden om een kleine wadi aan te leggen in de groenstroken of nabij de erfscheidingen (zie afbeelding 4.1). Een ondergrondse voorziening dient altijd voorzien te worden van een bovengrondse noodoverlaat. Een aansluiting naar de omgeving of op het rioolstelsel is mogelijk.



Afbeelding 4.1: principe IT-riool en overstort naar wadi [ro-online.robeheer.nl; bestemmingsplan Laarsche Velden Noord]

Een wadi is een bovengrondse infiltratievoorziening dat bij voldoende oppervlak aan verlaagd terrein toepasbaar is. Het water infiltreert via een humusrijke laag (bodemfilter) in de bodem. Naast gras kan het oppervlak bedekt zijn met bijvoorbeeld grind of schelpen. De toplaag van de wadi (mulden) heeft een zuiverende werking. Na infiltratie door de toplaag komt het water in een ondergrondse infiltratievoorziening zoals een grind- of lavakieskoffer verpakt in een geschikt geotextiel. Vanuit deze grindkoffer infiltreert het water verder de bodem in (zie afbeelding 4.2).



Afbeelding 4.2: Doorsnede en toepassingsvoorbeeld van een wadi.

Alle niet of zeer gering verontreinigde neerslag kan zonder beperkingen rechtstreeks via mol- of lijngoten of ander afvoermateriaal, voorzien van de nodige bladafscheiders worden geloosd.

De wadi kan bijvoorbeeld ter plaatse van de groenstroken binnen of rondom het plangebied worden aangelegd. Integratie tussen de huizen is ook mogelijk, wel dient dan een noodoverloop voorzien te worden om eventuele wateroverlast te vermijden.

De afmetingen en de vorm van de wadi zijn niet zo relevant als de minimale benodigde berging maar gerealiseerd wordt. Het ontwerp wordt mede bepaald door de "landschappelijke" en stedenbouwkundige inpassing binnen het plangebied.

Het is goed mogelijk een combinatie van meerdere soorten infiltratievoorzieningen aan te leggen aan de hand van de aan te leggen afvoerstelsels én lokale wensen of voorkeuren én uit een kostenberekening etc. kan een beslissing hierover worden genomen. Ook de landschappelijke invulling en veiligheid blijven een belangrijke rol vervullen.

5. OVERIGE AANDACHTSPUNTEN

Het is zeker mogelijk een goede combinatie van meerdere soorten voorzieningen aan te leggen om de locatie hydrologisch neutraal te ontwikkelen. Aan de hand van de aan te leggen afvoerstelsels én lokale wensen of voorkeuren én uit een kostenberekening etc. kan een beslissing hierover worden genomen. Ook de landschappelijke invulling en veiligheid vervullen een belangrijke rol.

In het afwateringssysteem van de afgekoppelde daken en overige verhardingen moeten voorzieningen worden aangebracht om vaste bestanddelen als bladeren, zand, andere sedimenten en dergelijke achter te houden, zodat het systeem niet verstopt raakt of dichtslibt in de tijd. Deze voorzieningen moeten goed bereikbaar blijven om ze regelmatig te reinigen en te onderhouden.

Het is onwenselijk chemische bestrijdingsmiddelen toe te passen of agressieve reinigingsmiddelen te gebruiken op de verharde oppervlakken. Het is niet wenselijk tijdens gladheid door bevriezing of sneeuwval zout en dergelijke gladheidbestrijdingsmiddelen op de bestrating(en) e.d. toe te passen. Een alternatief kan zand zijn.

Op de afgekoppelde “buitenverhardingen” mogen geen handelingen worden uitgevoerd die vervuiling van het oppervlak veroorzaken. Wil men toch buitenactiviteiten verrichten waarbij vervuiling van verhard oppervlak ontstaat bv. het reinigen van voertuigen of het schoonmaken van onderdelen, dan moet het gedeelte waar deze activiteit(en) plaatsvindt voorzien worden van de juiste bodembeschermende maatregelen (Nederlandse Richtlijn voor Bodembescherming). Dit betekent dat het vrijkomende afvalwater al dan niet via een olie/benzine-afscheider of andere noodzakelijke (reiniging)voorziening naar het afvalwaterriool(DWA-riool) moet worden getransporteerd of geloosd, en niet in de bodem mag worden geïnfiltreerd of op oppervlaktewater worden geloosd.

Het is aan te bevelen de kwaliteit van het te bergen water, en eventueel de bodem van de (infiltratie)voorzieningen, (in de loop van de tijd) te monitoren.

Regelmatig onderhoud van de aanvoerszijde van de voorziening(en) zal noodzakelijk zijn om te garanderen dat de systemen blijven functioneren. Ook moet de (nood)overloop (indien aanwezig) regelmatig worden onderhouden. Ook moet zoveel mogelijk worden vermeden dat bergings- en infiltratievoorzieningen te dicht bij bebouwing worden aangelegd vanwege potentiële waterdoorslag e.d. . Eventueel moeten waterkerende voorzieningen worden aangebracht om vochtdoorslag te verhinderen, zoals waterkerende wanden, muren of folie.

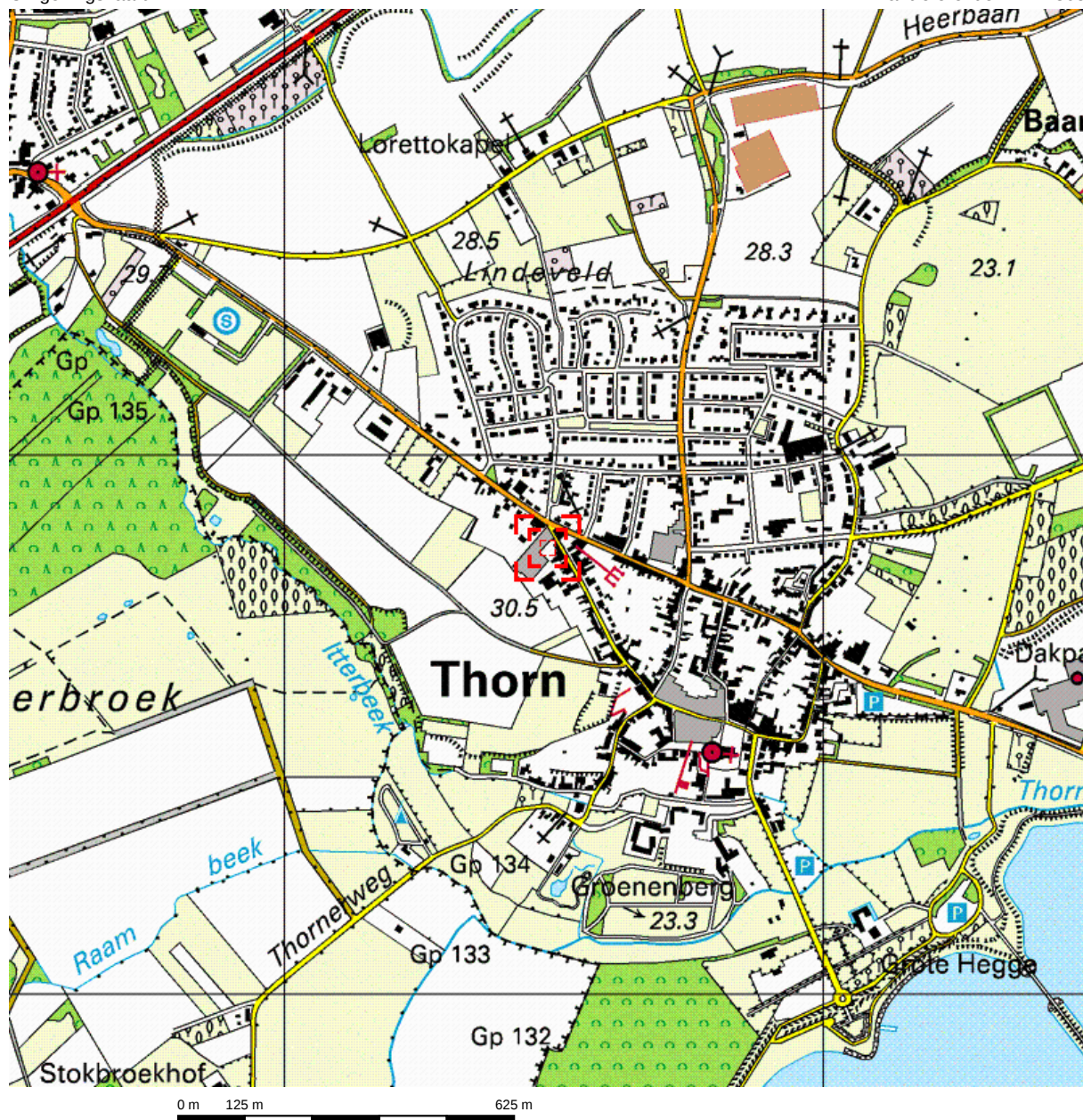
Communicatie

Het is belangrijk om de (aanstaande) gebruikers/eigenaren te informeren ten aanzien van de waterhuishouding en het milieu. Zo zal uitgelegd moeten worden waarom geen auto's mogen worden gewassen op de parkeerplaatsen (ook privé plaatsen), geen chemische onkruidbestrijdingsmiddelen mogen worden toegepast en geen zout gebruikt wordt bij gladheidbestrijding etc..

Ook het in stand houden en onderhoud van de voorziening(en) zijn essentiële aandachtspunten, in het bijzonder voor de eigenaren/gebruikers van het plangebied. Verantwoordelijkheden moeten van te voren worden vastgelegd.

BIJLAGE 1

Topografische overzichtskaart en kadastrale situatie



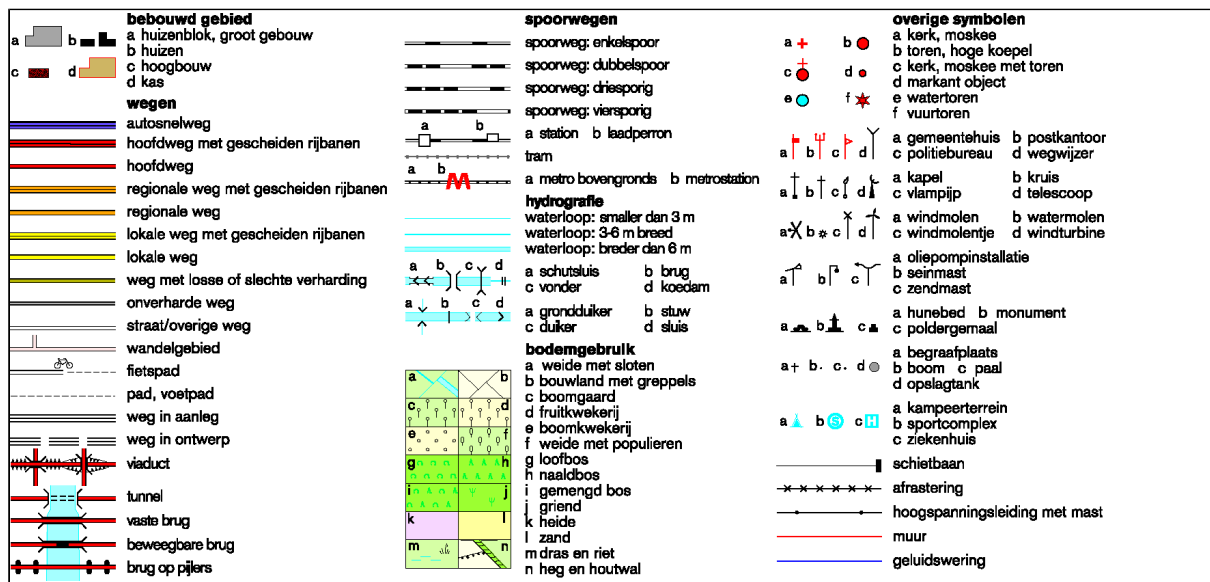
Deze kaart is noordgericht.

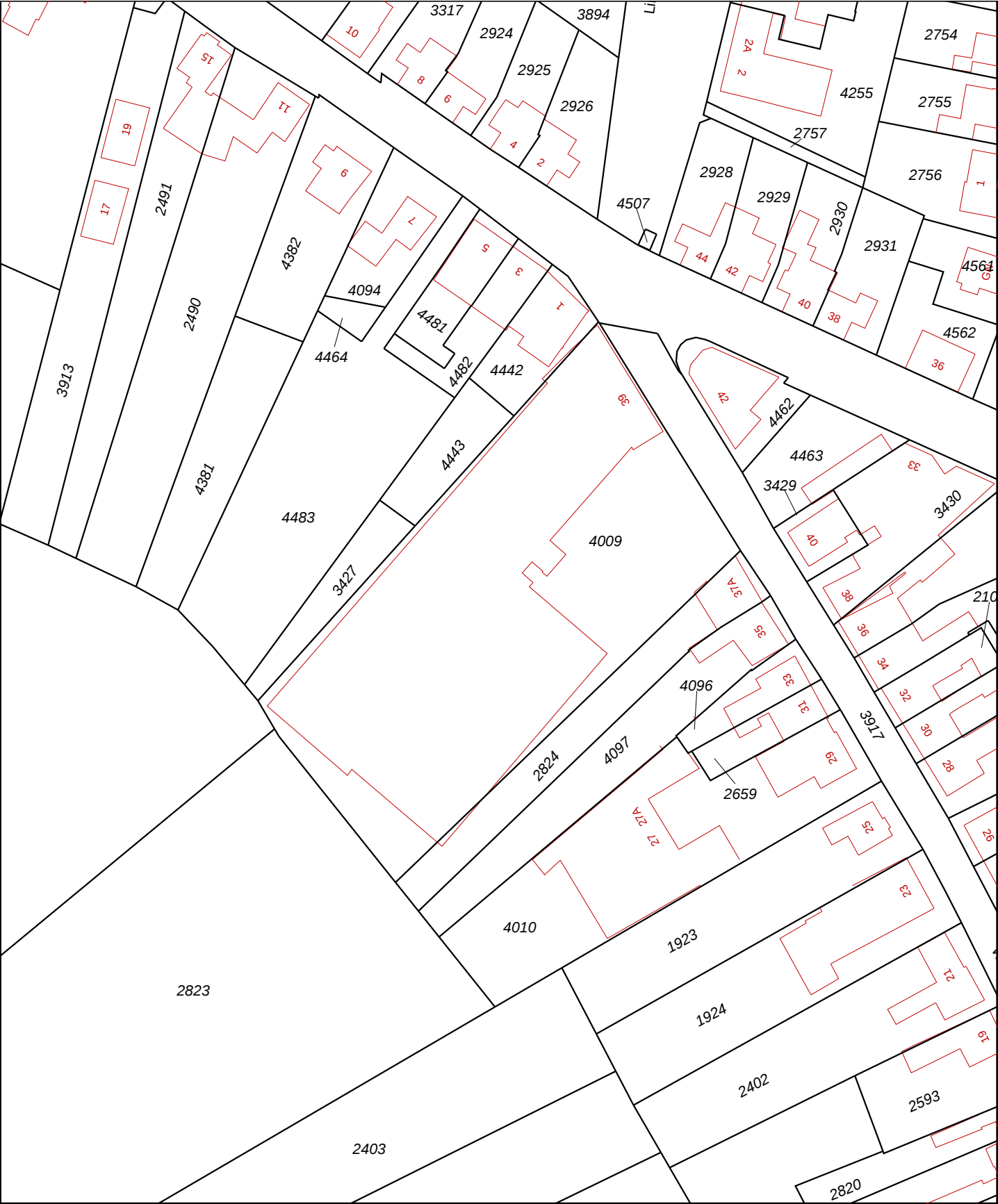
Schaal 1: 12500

Hier bevindt zich Kadastraal object THORN A 4009

Wilhelminalaan 39, 6017 BA THORN

© De auteursrechten en databankenrechten zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster.





Deze kaart is noordgericht

12345 Perceelnummer

25 Huisnummer

Kadastrale grens

Voorlopige grens

Bebouwing

Overige topografie

Schaal 1:1000

Kadastrale gemeente

THORN

Secție

A

Perceel

4009

Aan dit uittreksel kunnen geen betrouwbare maten worden ontleend.
De Dienst voor het kadaster en de openbare registers behoudt zich de intellectuele
eigendomsrechten voor, waaronder het auteursrecht en het databankenrecht.

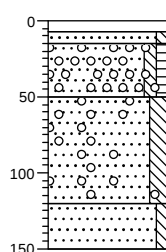
BIJLAGE 2

Situatietekening met meetpunten en fotostandplaatsen

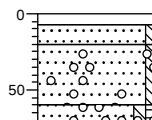


BIJLAGE 3

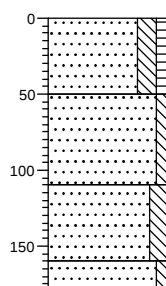
Boorprofiel beschrijvingen

Boring: 1

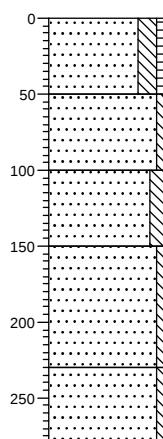
0	klinker
-15	Zand, matig fijn, zwak siltig, bruingeel, Edelmanboor
-50	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, uiterst grindhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
-120	Zand, matig fijn, matig siltig, sporen grind, lichtbruin, Edelmanboor
-150	Zand, zeer fijn, zwak siltig, sporen roest, licht oranjebruin, Edelmanboor

Boring: 2

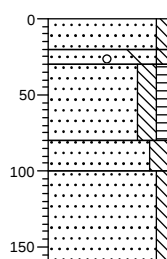
0	klinker
-20	Zand, matig fijn, zwak siltig, bruingeel, Edelmanboor
-60	Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen grind, grijsbruin, Edelmanboor
-70	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, matig grindhoudend, zwak baksteenhoudend, donkerbruin, Edelmanboor, gestaakt op beton

Boring: 3

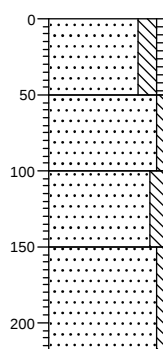
0	gras
-50	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak wortelhoudend, sporen kolen, donkerbruin, Edelmanboor
-110	Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen roest, lichtbruin, Edelmanboor
-160	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruinoranje, Edelmanboor
-180	Zand, matig fijn, zwak siltig, bruingeel, Edelmanboor

Boring: 4

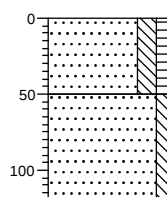
0	braak
-50	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, sporen wortels, sporen kolen, donkerbruin, Edelmanboor
-100	Zand, zeer fijn, zwak siltig, lichtbruin, Edelmanboor
-150	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruinoranje, Edelmanboor
-230	Zand, zeer fijn, zwak siltig, licht oranjebruin, Edelmanboor
-280	Zand, matig fijn, zwak siltig, oranjebruin, Edelmanboor

Boring: 5

0	erf
-20	Zand, matig grof, zwak siltig, bruingrijs, Edelmanboor
-30	Zand, matig grof, zwak siltig, brokken beton, sporen puin, zwak grindhoudend, bruingrijs, Edelmanboor
-80	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
-100	Zand, zeer fijn, matig siltig, sporen kolen, bruinoranje, Edelmanboor
-160	Zand, zeer fijn, zwak siltig, bruinoranje, Edelmanboor

Boring: 6

0	erf
-50	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, sporen wortels, sporen kolen, donkerbruin, Edelmanboor
-100	Zand, zeer fijn, zwak siltig, licht grijsbruin, Edelmanboor
-150	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruinoranje, Edelmanboor
-220	Zand, zeer fijn, zwak siltig, lichtbruin, Edelmanboor

Boring: 7

0	braak
-50	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, sporen wortels, donkerbruin, Edelmanboor
-120	Zand, zeer fijn, zwak siltig, sporen roest, lichtbruin, Edelmanboor

BIJLAGE 4

Foto's



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6



Foto 7



Foto 8



Foto 9



Foto 10



Foto 11

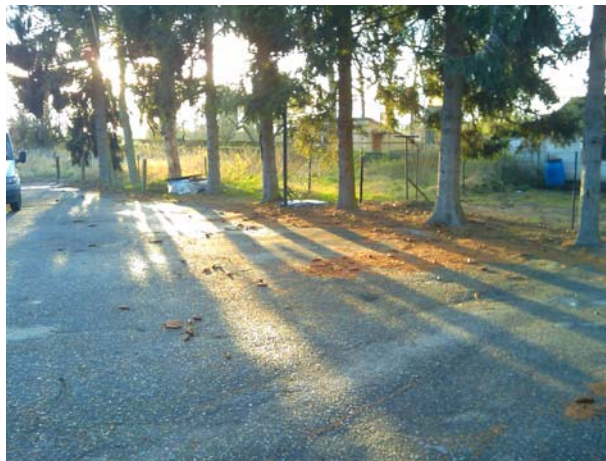


Foto12



Foto 13



Foto 14



Foto 15



Foto 16



Foto 17



Foto 18



Foto 19

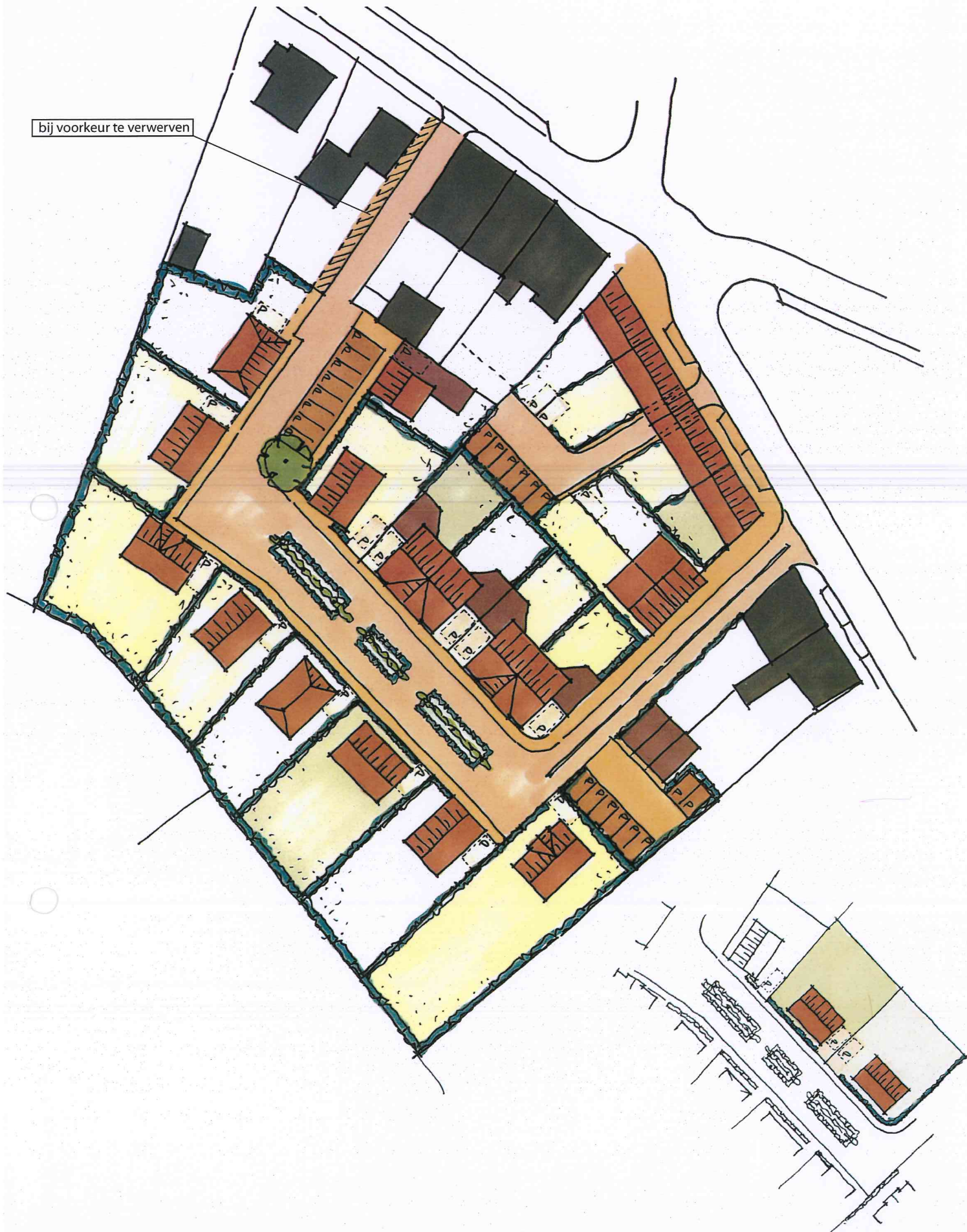


Foto 20

BIJLAGE 5

Tekening van de toekomstige situatie

bij voorkeur te verwerven



BIJLAGE 6

Geraadpleegde literatuur

Wet- en regelgeving

- Verbreed Gemeentelijk RioleringsPlan, Gemeente Maasgouw, 2009 2013;
- Handboek streefbeeld voor stadswateren in Limburg, Waterschappen Limburg, 2004.
- Aanbevelingen gemeentelijk Waterplan, o.a. Limburgse Waterschappen, 2005
- Waterkaarten, Waterschap Peel en Maasvallei;
- Waterbeheersplan 2010-2015, Waterschap Peel en Maasvallei, 2009;
- Regenwater schoon naar beek en bodem, Limburgse Waterschappen, 2005;
- Provinciaal Omgevingsplan, 2006/actualisatie 2008;
- Provinciaal Waterplan Limburg, 2010-2015;
- Anders omgaan met hemelwater in bestaand stedelijk gebied, Brochure Ministerie van VROM, 2002;
- Handreiking watertoetsproces 3, Publicatie: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2009;
- Bestuurlijke notitie Watertoets, Publicatie: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2001;
- Waterbeleid voor de 21^e eeuw, Commissie Waterbeheer 21^e eeuw, 2000;
- Nationaal Bestuursakkoord Water-Actueel (NBW-Actueel), juni 2008
- Beleidsbrief regenwater, VROM, 2004;
- Waterwet, 2009;
- Het Nationaal Waterplan, 2009-2015;
- Kader Richtlijn Water, Stroomgebiedbeheerplannen KRW 2009-2015;
- Wet op de ruimtelijke ordening, juli 2008;
- Besluit op de ruimtelijk ordening, juli 2008.

Overige literatuur

- Handleiding alternatieve materialen voor bouwmetalen, DuBo Consulenten, 2006;
- Hemelwater binnen de perceelsgrens, ISSO/SBR publicatie 70-1, Rotterdam, september 2000;
- Waterberging in de stad, Brochure; Waterschap Vallei & Eem e.a. 2005;

www.gemeentemaasgouw.nl

www.wpm.nl

www.limburg.nl