

**Indicatief infiltratieonderzoek
waterparagraaf
Bunderkensven
Eindhoven**

Opdrachtgever

Vastgoedregisseur BV
Van der Clusenstraat 6
5553 EL Valkenswaard

Projectnummer

Aeres Milieu projectnummer AM17276

Status rapport

Concept 3

Contactgegevens

Aeres Milieu B.V.
Noordhoven 4
6042 NW ROERMOND
(t) 0475 – 320 000
e-mail: info@aeres-milieu.nl
www.aeres-milieu.nl

Autorisatie

Opsteller rapport:	paraaf	datum
Dhr. M. Vrolix, bc.		12 oktober 2017
Kwaliteitscontrole:	paraaf	datum
Ing. T.K.P.G. Thijssen		12 oktober 2017

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	3
2. INFILTRATIE	7
2.1 Inleiding	7
2.2 Opzet	8
2.3 Uitvoering, resultaten en interpretatie	9
Open-end-test	10
Porchetttest	10
3. WATERHUISHOUDING	11
3.1 Inleiding	11
3.2 Watersystemen	12
3.3 Andere aspecten	16
3.4 Conclusies	17
4. AFWEGING EN REALISATIE	18
4.1 Afweging	18
4.2 Mogelijke dimensionering voorziening	20
4.3 Samenvatting planontwikkeling	21
5. OVERIGE AANDACHTSPUNTEN	24

Bijlagen:

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

1. INLEIDING

In opdracht van Vastgoedregisseur heeft Aeres Milieu B.V. een indicatief infiltratieonderzoek uitgevoerd en een waterparagraaf opgesteld voor een planontwikkeling aan het Bunderkensven te Eindhoven. De locatie is momenteel braakliggend. Oostelijk is de weg Bunderkensven, noord- en zuidelijk een fietspad en westelijk een speelterrein gelegen. Op onderstaande luchtfoto zijn globaal de grenzen van het plangebied weergegeven.



Luchtfoto plangebied met globale afbakening [Bron: PDOK-viewer]

Kadastrale registratie	: gemeente Stratum, sectie F, nr. 3848 (gedeeltelijk)
Coördinaten (RD stelsel)	: X = 163.890 / Y = 381.045
Oppervlakte studiegebied	: circa 2.500 m ²
Peil maaiveld	: circa 19-19,4 meter + NAP
Waterschap	: De Dommel
Huidig gebruik plangebied	: braakliggend terrein (gras)
Toekomstig gebruik plangebied	: herontwikkeling locatie (bouw woningen)

Aanleiding

De aanleiding voor het indicatief infiltratieonderzoek en het opstellen van deze waterparagraaf is de voorgenomen bestemmingswijziging en herinrichting 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 herontwikkeling van het plangebied op de waterhuishouding.

In het waterhuishoudkundig onderzoek(en) is aandacht besteed aan de huidige bodemkundige en (geo)hydrologische situatie, de gehanteerde uitgangspunten en de randvoorwaarden, en de mogelijkheden om (afgekoppelde) neerslag in de toekomstige situatie te bergen en te infiltreren.

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 de Dommel en de gemeente Eindhoven 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 en opgenomen in hoofdstuk 3. In het waterhuishoudkundig 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. In hoofdstuk 3 is een beschrijving van de toekomstige situatie met eventuele bergingsvoorziening toegelicht.

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 bijlage 6.

Opgemerkt dient te worden dat voor het uitvoeren van een geohydrologische onderzoeken (waartoe een infiltratie onderzoek behoort) nog geen wettelijke richtlijnen vastgesteld zijn. Totdat hiervoor vastgestelde protocollen en richtlijnen worden opgesteld, is daar waar mogelijk aangesloten aan algemene kwaliteitseisen en geldende normen zoals deze voor o.a. bodemonderzoek gelden. Voorts is een infiltratieonderzoek een momentopname van enkele willekeurig verspreide meetlocaties, waardoor een zo goed mogelijk beeld van de geohydrologische situatie wordt verkregen. Het mogelijk dat lokale afwijkingen in de samenstelling van de bodem voorkomen. Het gevolg kan zijn dat resultaten van het infiltratieonderzoek binnen het plangebied onderling (sterk) verschillen. Derhalve is Aeres Milieu niet verantwoordelijk voor eventuele (vervolg)schade door onvoldoende gedimensioneerde voorzieningen.

Het waterbeleid in Nederland wordt van Europees niveau vertaald via rijks-, provinciaal en waterschapsbeleid, naar gemeentelijk beleid om samen de waterproblematiek in Nederland aan te pakken. Dit resulteert in de verplichting een watertoets uit (te) laten voeren. De voorschriften zijn vastgelegd in onder andere de Europese Kaderrichtlijn Water en zijn verder geïmplementeerd in het Rijksbeleid om tot een duurzaam waterbeheer te komen.

Naast het beleidskader is in het Provinciaal Milieu- en Waterplan Noord-Brabant (2016 – 2021) ook het toetsingskader voor de taakuitoefening van lagere overheden op het gebied van water opgenomen. Het ‘PMWP’ staat voor samenwerken aan Brabant waar iedereen prettig woont, werkt en leeft in een veilige en gezonde leefomgeving. Voorts zijn er in Nederland diverse waterschappen die zich richten op een veilig en goed bewoonbaar land met gezonde, duurzame watersystemen. De waterbeheerders werken daarom integraal samen met gemeenten, die het beheer over de ruimtelijke ordening en openbare ruimte hebben, om deze doelstellingen te halen.

Het plangebied valt onder het beheer van Waterschap De Dommel. De doelen van het waterschap voor de periode van 2016 tot 2021 staan beschreven in het waterbeheer-plan "Waardevol Water" en zijn gericht op een veilig en bewoonbaar beheergebied, voldoende, schoon, natuurlijk en recreatief water. Bij ruimtelijke ontwikkelingen, waaronder ver- en nieuwbouwplannen, hanteert het waterschap een aantal uitgangspunten ten aanzien van het duurzaam omgaan met water, die van belang zijn als vertrekpunt van het overleg tussen initiatiefnemer en waterbeheerder.

Het Waterschap is verantwoordelijk voor het waterkeringenbeheer, het waterbeheer en het transporteren en zuiveren van afvalwater. In aansluiting op het landelijke beleid hanteert het Waterschap het beleid dat bij nieuwe plannen onderzocht dient te worden hoe omgegaan wordt met het schone hemelwater.

Het uitgangspunt is om ontwikkelingen hydrologisch neutraal uit te voeren. Kortom, het initiatief mag niet leiden tot een verandering in de waterhuishoudkundige situatie ter plaatse en in de directe omgeving. Daarnaast is het streven om het schone en het verontreinigde water zoveel mogelijk te scheiden.

Door samenwerking met de verschillende bevoegdheden (Gemeente, Provincie, Waterschap, Rijk) wordt gestreefd naar een duurzaam watersysteem.

Gemeentelijk Rioleringsplan (2015-2018)

Het Gemeentelijk Rioleringsplan (GRP) verantwoordt aan de inwoners van Eindhoven de ambities en bijbehorende maatregelen en middelen op watergebied. Met het GRP geeft de gemeente invulling aan de gemeentelijke zorgplicht op het gebied van het afval- en oppervlakte- en grondwater. Het GRP bevat de geplande activiteiten gericht op het beheer en onderhoud van het rioolstelsel en bevat maatregelen ter verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit en het hydraulisch functioneren van het rioolstelsel. Deze maatregelen bestaan vooral uit het afkoppelen van verhard oppervlak. Daarbij wordt regenwater gescheiden van afvalwater ingezameld en afgevoerd naar het oppervlaktewater. Waar mogelijk dient regenwater eerst te worden geborgen binnen het plangebied waarna alsnog vertraagd kan worden afgevoerd.

Waterplan

Het Waterplan is een plan dat is opgesteld door de gemeente Eindhoven, Waterschap De Dommel, de provincie Noord-Brabant en het (drink)waterleidingbedrijf Brabant Water. Het plan omvat drie delen. Het "Visiedocument" (vastgesteld door de gemeenteraad op 26 januari 2004) geeft het gezamenlijke streefbeeld van de waterpartijen weer. De onderdelen "Taken en Bevoegdheden" en "Maatregelen" zijn achterhaald. Binnen Eindhoven is het verplicht om bij bouwontwikkelingen met meer dan 250 m² bijkomende verharding een waterbergende voorziening met een vertraagde afvoer aan te leggen (retentie van 42 mm). Om dat te bereiken kan gedacht worden aan sedum daken, wadi's of bergende voorzieningen onder de grond.

Omdat dit in de praktijk lastig blijkt voor kleinere plangebieden (i.v.m. de kleinschaligheid en de hoge kosten per m³ berging en de grotere kans op storingen) is men aan het onderzoeken of in samenwerking met het waterschap de Dommel een waterbergingsfonds gecreëerd kan worden. Hiertoe wordt een regeling uitgewerkt waarbij door ontwikkelaars van relatief kleine ontwikkelingen door een storting in het waterbergingsfonds worden vrijgesteld om op strategische plekken extra waterberging aan te leggen. Momenteel is hieraan nog geen nadere invulling gegeven.

Daarnaast heeft het waterschap waar nodig nog toegespitst beleid en beleidsregels op de verschillende thema's/speerpunten uit het waterbeheersplan en heeft het waterschap een eigen verordening; De Keur en de legger. De Keur bevat gebods- en verbodsbepalingen met betrekking tot ingrepen die consequenties hebben voor de waterhuishouding en het waterbeheer. De legger geeft aan waar de waterstaatswerken liggen, aan welke afmetingen en eisen die moeten voldoen en wie onderhoudsplichtig is. Veelal is voor deze ingrepen een watervergunning van het waterschap benodigd. De Keur en legger zijn onder andere te raadplegen via de site van Waterschap De Dommel. Sinds maart 2015 is een gezamenlijke Keur door de Brabantse Waterschappen De Dommel, Aa en Maas en Brabantse Delta opgesteld. Op grond van de Keur zijn Algemene regels (Algemene regels Keur Waterschap De Dommel 2015) en een aantal Beleidsregels opgesteld.

Het waterschap hanteert bij nieuwe ontwikkelingen het principe van waterneutraal bouwen, waarbij gestreefd wordt naar het behoud of herstel van de 'natuurlijke' waterhuishoudkundige situatie. De 'watertoets' is een instrument dat waterhuishoudkundige belangen op een evenwichtige wijze laat meewegen bij het opstellen van ruimtelijke plannen en besluiten.

Op planniveau is voor de herontwikkeling mogelijk de aanleg van compensatie vereist. Voor plannen met een bijkomend verhard oppervlak kleiner dan 2.000 m², groene daken en afkoppelplannen kleiner dan 10.000 m² geldt een vrijstelling voor de realisatie van de compensatie (beleid waterschap). Binnen de gemeente Eindhoven dient bij kleinere ontwikkelingen wel de afweging gemaakt te worden (hergebruik-compensatie) voordat gescheiden op het rioolstelsel aangeleverd mag worden.

Eventuele compensatie dient plaats te vinden volgens de voorkeursvolgorde: infiltreren, retentie binnen plangebied, retentie buiten plangebied of berging in bestaand watersysteem. Deze watertoets dient derhalve aangeleverd te worden ter goedkeuring aan het bevoegd gezag. Gezien het planvoornemen en de optredende hogere grondwaterstanden in de wijk is tevens een indicatief onderzoek naar de infiltratiecapaciteit van de bodem uitgevoerd waarbij tevens naar de optredende grondwaterstanden is gekeken.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt het indicatief infiltratie onderzoek beschreven en de (on)mogelijkheden voor infiltratie toegelicht. In hoofdstuk 3 is de actuele waterhuishouding beschreven. In hoofdstuk 4 zijn de afwegingen en realisatie 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 is vastgesteld dat een infiltratiesnelheid van ca. 0,5 meter per dag 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 – 50 groter dan de verticale.

Het plangebied is de verwachte bodem volgens de geomorfologische kaart op een dekzandrug gelegen. Volgens Bodemdata Nederland is ter plaatse een Hoge zwarte enkeerdgronden aanwezig. Dit is een voedselrijk, leemarme en zwak lemige, fijn zandgrond met een grondwatertrap VI (GHG op 40-80 en GLG dieper dan 120 cm-mv). Geologisch gezien is ter plaatse de Formatie van Bortel aanwezig (Smelttrivierafzetting van leem en zand met zanddek). De globale bodemopbouw voor het plangebied en omgeving wordt schematisch weergegeven in tabel 2.2.

Diepte [m-mv.]	Lithostratigrafie	Lithologie	Hydrogeologie
0 – 2,5	Formatie van Bortel	zand, fijn tot zeer fijn, zwak siltig	Matig tot goed doorlatend
2,5 – 19		leemlaag (laagpakket van Liempde)	matig doorlatend
19 – 21,5		Kleilaag	slecht doorlatend

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

Uit de geplaatste boringen tijdens het infiltratie onderzoek in augustus 2017 (zie verder en in bijlage 4) blijkt dat de bodem tot circa 1 meter beneden maaiveld uit zwak tot matig siltig, matig fijn zand bestaat. Hieronder is tot ca. 2,0 meter beneden maaiveld een sterk siltige, zeer fijne zandlaag waargenomen op een matig fijn, zwak siltige zandlaag.

In veel gevallen liggen de literatuurwaarden voor de infiltratiesnelheid van zeer fijn zand en vergelijkbare afzettingen rond de minimumnorm van 0,09 - 0,43 m/d. Om inzicht te krijgen van de doorlatendheid van de bodem, ook in verband met de benodigde ontwatering en optredende grondwaterstanden ter plaatse zijn binnen het plangebied boringen en indicatieve infiltratiemetingen verricht.

2.2 Opzet

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

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 0,5 tot 2,0 meter onder maaiveld worden verricht, zal dit effect bij deze metingen zeer gering zijn.

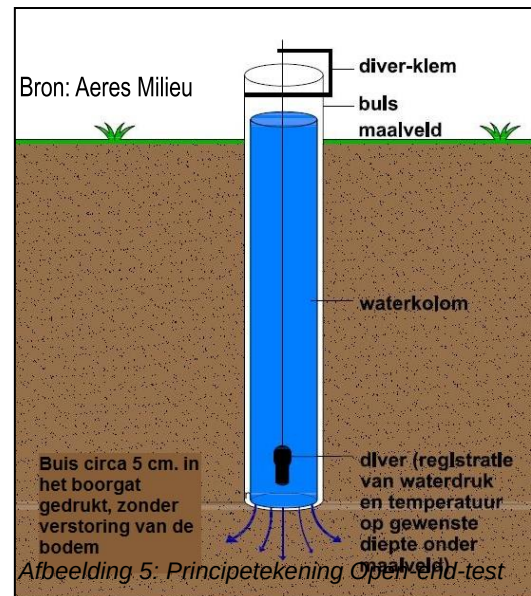
Laboratoriummetingen aan grondmonsters (zeefkromme-analyses, Darcy-tests), worden in het algemeen als minder geschikt beschouwd, omdat deze doorgaans minder betrouwbare resultaten geven dan veldmetingen. Bovendien zijn de resultaten slechts representatief voor het genomen monster. Zeker in studiegebieden,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

Gebaseerd op het waargenomen grondwaterpeil op 2 m-mv. binnen het onderzoeksgebied op 17 augustus 2017 is de doorlatendheid in de *onverzadigde* zone (boven de grondwaterstand) bepaald door middel van de "Open-end-test" en de "Porchetest". Beide tests zijn uitgevoerd in verband met de matig fijne zandfractie, de diepte van het grondwater ten tijde van het veldonderzoek en de verwachte horizontale doorlatendheid op basis van de gekende data.

De zogenaamde "Open-end" test is zeer geschikt voor het meten van de onverzadigde verticale doorlatendheid van een bodemlaag.

Deze test wordt als volgt uitgevoerd: Met een grindboor wordt een gat geboord tot op de laag waarvan de doorlatendheid bepaald moet worden. In het boorgat wordt vervolgens een blinde verbuizing geplaatst, die aan de onder- en bovenzijde is geopend, en die ca. 1 m boven maaiveld uitsteekt. Deze buis wordt ca. 5 cm in de bodem gedrukt, en geheel gevuld met water, dat in de ondergrond infiltreert (de "voornatting"). Nadat de ondergrond aldus voldoende verzadigd is geraakt met water, wordt vervolgens met behulp van een druksensor (diver) gemeten met welke snelheid het waterpeil in de buis daalt.

Hieruit wordt berekend hoe groot de infiltratiesnelheid van het water in de bodem is. Deze is afhankelijk van de inwendige doorsnede van de buis, de drukhoogte (=de lengte van de waterkolom in de buis), het bodemtype en de snelheid waarmee het peil daalt. Met deze meetmethode wordt voornamelijk de verticale infiltratiesnelheid gemeten.

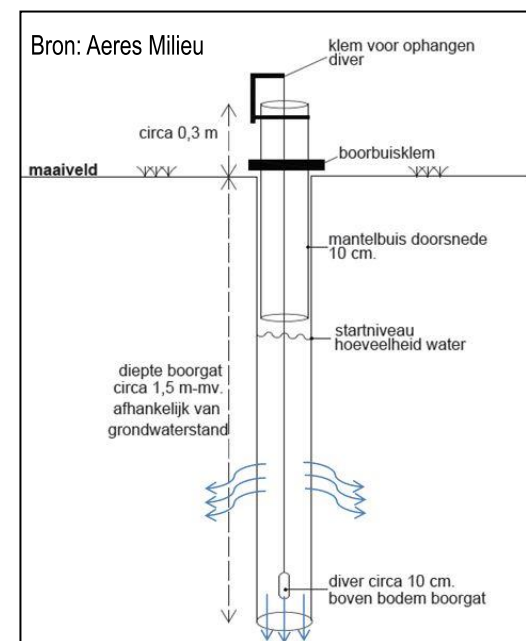


Afbeelding 2: Principetekening Open-endtest

Een aanvullende meetmethode is de zogenaamde "Porchettest", ook wel omgekeerde boorgatmethode of reversed augerhole test genoemd. Bij deze methode wordt in een, niet verbuisd, boorgat constant water gepompt en gemeten tot het waterpeil in het boorgat stabiel is. Vervolgens wordt het debiet bepaald waarmee het water in het boorgat gepompt wordt. Bij een te laag pompdebiet wordt met behulp van een druksensor (diver) gemeten met welke snelheid het waterpeil in de buis daalt. Hieruit kan de doorlatendheid worden berekend.

De keuze voor het type test is afhankelijk van de bodemsamenstelling en de visueel zichtbare snelheid waarmee het water in de bodem infiltreert. Beide tests zijn voor het infiltratieonderzoek van belang voor de onverzadigde zone.

Opgemerkt wordt dat de Porchetttest vooral de horizontale doorlatendheid van de onverzadigde zone meet en in mindere mate de verticale doorlatendheid. De berekende verticale doorlatendheid is meestal een factor 5 tot 25 lager is dan de horizontale.



Afbeelding 3: Principetekening Porchetttest

2.3 Uitvoering, resultaten en interpretatie

Op 17 augustus 2017 zijn op 2 willekeurig verspreide locaties binnen het plangebied metingen uitgevoerd. Ter plaatse van de meetpunten A en C is een open-end-test uitgevoerd met hierop volgend een porchetttest. In verband met variabele bodemopbouw is centraal (boring B) en nabij meetpunt A een diepe boring tot grondwater geplaatst. De boorlocaties staan weergegeven in bijlage 3. De boorprofielen zijn opgenomen in bijlage 4.

Er wordt vanuit gegaan dat op de gemeten dieptes geen bodenvormende processen meer plaatsvinden of andere verschijnselen aanwezig zijn die de metingen kunnen beïnvloeden. De gemiddelde meettijd per test bedraagt ca. 20 minuten.

Open-end-test

In het boorgat is een verbuizing geplaatst met een diameter van 0,1 meter, met een lengte van 1 meter. Deze is geheel gevuld met water waarna, na "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.

In tabel 2.3 worden de meetresultaten samengevat.

Meetpunt	Berekende verticale infiltratiesnelheid [meter/dag]	Diepte (m-mv.)
A	0,29 / 0,37 / 0,39	Ca. 0,6
C	<0,09	Ca. 1,7

Tabel 2.3: Meetresultaten Open-end-tests

De open-end-test geeft een wisselende infiltratiesnelheid weer. De gemeten waardes komen overeen met de literatuurwaardes voor zeer tot matig fijn, zwak tot siltige zanden. Gezien de gemeten waardes is de verticale infiltratiesnelheid matig tot slecht op ca. 1,7 m-mv. Dit is te relateren aan de siltigere bodemlaag waarin de meting heeft plaatsgevonden.

Porchetttest

In het boorgat is na de open-end-test een gedeeltelijke verbuizing met een diameter van 0,1 meter geplaatst. Deze is verder 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. In tabel 2.4 worden de meetresultaten samengevat.

Meetpunt	Berekende infiltratiesnelheid [meter/dag]	Diepte (m-mv.)
A	4,1 / 3,8 / 4,2	Ca. 0,6
C	2,2 / 2,1 / 2,5	Ca. 1,7

Tabel 2.4: Meetresultaten porchetttests

Voor een porchetttest zijn matige tot goede infiltratiesnelheden gemeten. De horizontale infiltratiesnelheid in de onverzadigde zone is als voldoende beschouwd en komt overeen met de vastgestelde bodemsamenstelling.

Alle duplo-waarden zijn van een vergelijkbare orde grootte. Het resultaat verkregen uit de "Porchetttests" hebben een gemiddelde verticale infiltratiesnelheid van circa 4 tot 2 meter per dag. Dit komt overeen met de hoge optredende grondwaterstanden die ter plaatse optreden.

Ter plaatse zijn in de ondergrond diverse siltige fijne zandlagen aanwezig. Deze belemmeren de infiltratiesnelheid naar de diepere ondergrond. Ter plaatse vindt infiltratie van water plaats, echter zo langzaam dat volledig insteken op een infiltratievoorziening ter plaatse niet wenselijk wordt geacht.

Uit de metingen blijkt een matige tot goede horizontale verspreiding aanwezig in de bodem. Hierdoor zijn geen significante grondwaterstandverschillen te verwachten binnen het plangebied.

De bodemopbouw bestaat uit fijn siltig zand afgewisseld met leemlenzen en is te typeren als slecht doorlatend. Zonder het treffen van bodem verbeterende maatregelen wordt infiltratie van hemelwater in de bodem binnen het plangebied niet reëel geacht.

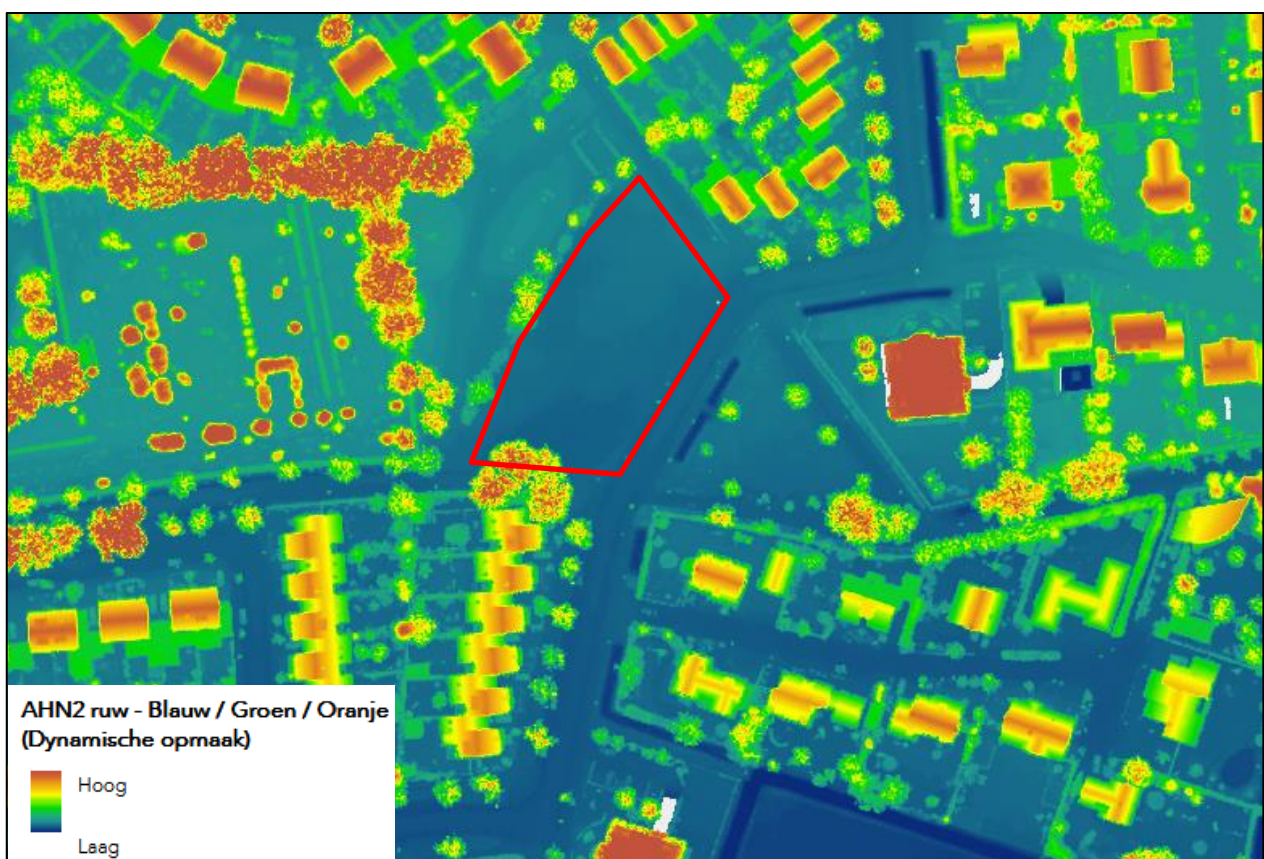
3. WATERHUISHOUDING

3.1 Inleiding

Deze paragraaf is opgesteld voor een planontwikkeling gelegen aan de Bunderkensven te Eindhoven. Het plangebied is zuidelijk in de wijk Stratum gelegen en is grotendeels omgeven door woningen met tuin. In de toekomstige situatie wil men ter plaatse 5 levensloopbestendige bungalows realiseren. Zie bijlage 1 voor het topografisch overzicht en de kadastrale situatie. In hoofdstuk 4 is het planvoornemen nader toegelicht.

In bijlage 2 zijn enkele foto's van het plangebied weergegeven. Het plangebied heeft een oppervlak van circa 2.500 m². Het plangebied is net als de omgeving redelijk laag gelegen (zie afbeelding 4).

De maaiveldhoogte bedraagt zuidelijk ca. 18,9-19 meter +NAP en is licht oplopend in noordelijke richting tot ca. 19,3-19,4 m +NAP. De oostelijke weg Bunderkensven is op ca. 19-19,1 m +NAP gelegen (zie puthoogtes in bijlage 5). Het speelterrein noordwestelijk van het plangebied ligt op ca. 19,5-19,7 m +NAP en is aflopend in zuidelijke richting. Oostelijk van de weg is duidelijk een watergang zichtbaar.



Afbeelding 4: Hoogtekaart (dynamisch) van het plangebied en omgeving [Bron Hoogtekaart Nederland]

3.2 Watersystemen

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

Grondwater

Binnen Eindhoven zijn veel gebieden aanwezig die gevoelig zijn voor grondwateroverlast. Dit is tevens een aandachtspunt voor de wijk waartoe het plangebied behoort.

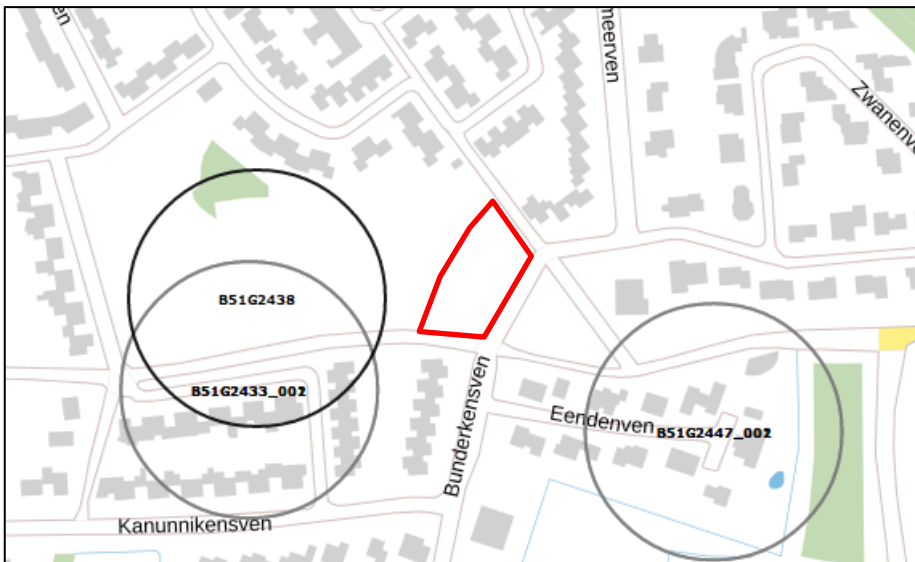
In het VGRP 2015-2018 van de gemeente Eindhoven is de visie met betrekking tot het grondwater dat er sprake moet zijn van een beheersbaar grondwatersysteem dat het mogelijk maakt de aan de grond gegeven bestemming te realiseren. Dit betekent niet dat de gemeente een grondwaterpeil in het stedelijk gebied vaststelt en garandeert vergelijkbaar met een peilbesluit voor oppervlaktewater. De gemeente is wel verantwoordelijk voor maatregelen gericht op het zo veel mogelijk terugdringen en voorkomen van (grond)wateroverlast. Hier ligt een gezamenlijke maatschappelijke verantwoordelijkheid voor waterschap, provincie, gemeente, burgers, huiseigenaren en bedrijven om te komen tot een veilig en gezond leefmilieu.

De doelstelling van de gemeente Eindhoven is het voorkomen dat nieuwe ontwikkelingen leiden tot grondwateroverlast en dat er geen structurele grondwateroverlastproblemen meer bestaan. In het verleden zijn diverse grootschalige maatregelen i.v.m. de grondwaterzorgplicht afgerond. In de wijk Gijzenrooi (waartoe de onderzoekslocatie tevens hoort) worden op overlastlocaties verticale ontlastfilters toegepast om lokaal de grondwaterstand te verlagen. Uit monitoring moet blijken of deze maatregelen afdoende werken en of er nog aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn.

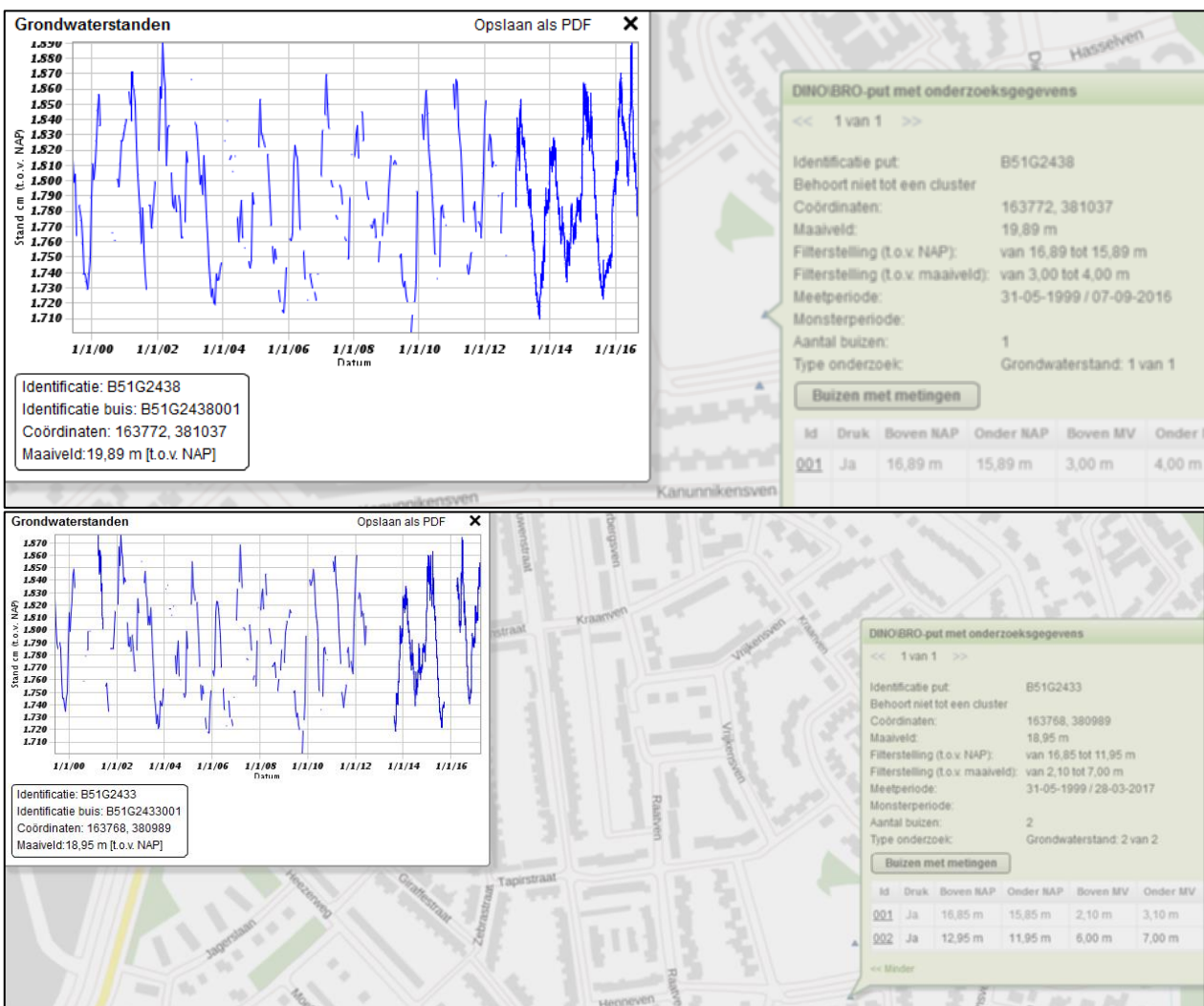
Nabij het plangebied is zover bekend geen grondwateroverlast aanwezig. Tot ca. 2013 was periodiek sprake van wateroverlast. Door diverse maatregelen door de gemeente zoals het aanleggen van een overlaat met pomp, een bufferdijk, een afwatering tot aan het Eindhovens kanaal etc.) is geen wateroverlast meer ervaren. Wel zijn hoge grondwaterstanden te verwachten in de wijk.

Volgens gegevens uit "Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond (DINO)" (zie afbeeldingen 5 en 6) en uit de boorprofielinterpretaties (zie afbeelding 7) tijdens het uitgevoerde infiltratieonderzoek bevindt het grondwaterpeil zich binnen en in de omgeving van het plangebied globaal op een diepte van circa 17,8 meter + NAP (circa 1,3 meter onder maaiveld).

De stroming van het freatische grondwater is noordnoordoostelijk gericht. Westelijk van de onderzoekslocatie zijn in een TNO-peilbuis grondwaterstanden tussen de 17,15-18,70 m +NAP gemeten. Zuidwestelijk zijn grondwaterstanden van ca. 17,20-18,70 m +NAP gemeten. Zie onderstaande uitsneden uit het Dinoloket. De oostelijke peilbuis geeft vergelijkbare grondwaterhoogtes weer.



Afbeelding 5: Uitsnede uit grondwaterkaart gemeente Eindhoven met ligging peilbuizen nabij plangebied



Afbeelding 6: Peilbuisgegevens oostelijk van plangebied [bron: Dinoloket]

Bij het uitgevoerde infiltratieonderzoek zijn de boorprofielen gecontroleerd op het voorkomen van roestverschijnselen. Dit duidt op periodiek hoge grondwaterstanden (reactie bodem/lucht in contact met het grondwater). Bij de uitgevoerde boringen in het plangebied zijn roestverschijnselen waargenomen vanaf 0,3 tot ca. 1 meter beneden maaiveld zuidelijk en centraal (boringen A, B en D) en van 0,7 tot ca. 1,9 meter beneden maaiveld noordelijk in het plangebied (boring C).

De optredende hoge grondwaterstanden in het plangebied zijn deels te relateren aan de aanwezige dunne sterk siltige fijne zandgrond en waargenomen leemlenzen. Op onderstaande foto is de roestkleur direct onder de humeuze toplaag zichtbaar tot de weergegeven 1 meter beneden maaiveld.



Afbeelding 7: Foto boorprofiel boring B van 0 – 1 meter beneden maaiveld

De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) bedraagt voor het plangebied zuidelijk ca. 0,3-0,4 m–mv en noordelijk ca. 0,7 m–mv.. De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) bedraagt meer dan 1,2 m–mv. Derhalve is het geadviseerd om uit te gaan van een GHG van 18,7 m + NAP.

Voor de bouw van woningen zonder kruipruimte bedraagt de minimale drooglegging 0,5 m–mv. Geadviseerd is om te streven naar een drooglegging van 0,7 meter onder vloerniveau. Voor tuinen volstaat een ontwatering van 50 centimeter beneden maaiveld. Eventuele kelders dienen waterdicht uitgevoerd te worden. Dit komt neer op een bouwpeil van minimaal 19,2 m +NAP tot bij voorkeur 19,4 m +NAP (aansluitend op noordelijke hoogteligging perceel). Dit is ca. 10 tot 40 centimeter boven het wegpeil. Dit verschil zal voornamelijk zuidelijk zichtbaar zijn. Bij de nadere uitwerking dient hiermee rekening gehouden te worden.

De milieuhygiënische conditie van de bodem en het grondwater vormt zover bekend geen belemmering voor de realisatie van het voorgenomen plan. Binnen het plangebied zullen geen industriële of andere milieubelastende activiteiten worden ontplooid. Het plangebied bevindt zich niet binnen de grenzen van een attentie- en/of beschermingsgebied behorend bij een waterwingebied. Voor zover bekend vinden op en in de directe omgeving van het plangebied geen grootschalige grondwater onttrekkingen plaats. De dreiging van een potentiële grondwaterverontreiniging door de planontwikkeling (bouw van woningen) is derhalve nihil.

Oppervlaktewater

Binnen het plangebied is zuidelijk tussen de bomen een droogvallende watergang aanwezig. Zie foto 3 in bijlage 4. Zover bekend en visueel zichtbaar betreft dit een geïsoleerde watergang van ca. 0,5 meter diep. Er is geen verbinding met de oostelijke A-watergang waargenomen.

Ten oosten van het plangebied is A-watergang KD106 aanwezig. Deze voert af in noordelijke richting. Rondom A-watergangen is een beschermingszone van 5 meter aanwezig. Zie afbeelding 8. Bij wijzigingen in en nabij deze watergangen is een watervergunning noodzakelijk. De A-watergang voert water vanaf het zuidelijk van de wijk gelegen gemaal KD106-gm1 (gebied Gijzenrooy) af naar watersysteem De Burgh. Nabij het plangebied zijn de duikers op ca. 17,96 m +NAP gelegen.



Afbeelding 8: Uitsnede uit concept leggerkaart 2017 van Waterschap De Dommel

Mogelijk wordt vanuit het plangebied een verbinding gemaakt met het oppervlaktewater (aanleg hemelwatervoorziening met leeg- en/of overloop naar oppervlaktewater in plaats van aansluiten op het gemeentelijk rioolstelsel). Een nadere toelichting is opgenomen in hoofdstuk 4. Wanneer voldaan wordt aan de algemene voorwaarden van de Keur, is geen watervergunning benodigd. Werkzaamheden in een A-watergang dienen ten minste 4 weken voor aanvang van de werkzaamheden bij waterschap De Dommel gemeld te worden. Tevens kunnen bijkomende (bouw)vergunningen benodigd zijn (zie omgevingsloket).

Hemel- en afvalwater

In de huidige situatie is geen bebouwing aanwezig. Het hemelwater infiltreert ter plaatse en stroomt deels af naar de zuidelijke droogvallende sloot. Binnen het plangebied en behoudens het nabijgelegen slootje zijn in de omgeving momenteel geen aangelegde hemelwatervoorzieningen aanwezig.

Hemelwater bepaalt voor een groot deel de capaciteit van het rioolstelsel en de rioolwaterzuivering. De gemeente hanteert bij nieuwbouw de voorkeursvolgorde voor het omgaan met regenwater zoals genoemd in de Wet Milieubeheer. Voor het omgaan met regenwater ten gevolge van uitbreiding van het verhard oppervlak geldt de voorkeursvolgorde. Tevens mogen waterproblemen niet worden afgewenteld op de omgeving maar dienen deze zoveel mogelijk op of bij de (nieuw)bouwlocatie te worden opgevangen.

Een belangrijk uitgangspunt is dat de zorgplicht begint bij de burger. De voorkeursvolgorde is:

1. (her)gebruik van regenwater.
2. Bergen en vertraagd afvoeren. Voorbeelden zijn: bergingsvijvers, wadi's, groene daken etc.
3. Rechtstreeks afvoeren naar oppervlaktewater als regenwater niet geborgen kan worden
4. Afvoeren naar het riool (alleen als de eerste drie opties niet mogelijk zijn)

Binnen Eindhoven is het verplicht om bij bouwontwikkelingen met meer dan 250 m² bijkomende verharding een waterbergende voorzieningen met een vertraagde afvoer aan te leggen. Om dat te bereiken kan gedacht worden aan sedum daken, wadi's of bergende voorzieningen (al dan niet onder de grond).

Op grond van gegevens uit het DINO-loket en de uitgevoerde infiltratiemetingen (zie hoofdstuk 2) wordt geconcludeerd dat het volledig insteken op een infiltratievoorziening niet wenselijk is. De ondergrond is hiervoor te slecht doorlatend. Binnen het plangebied wordt best bovengronds een voorziening aangelegd. Een andere toelichting op de planontwikkeling en mogelijkheden is uitgewerkt in hoofdstuk 4.

Als aan de milieuhygiënische voorwaarden wordt voldaan zal, door infiltratie en (geknelde) afvoer van neerslag afkomstig van de daken en overige verhardingen van de woningen, de kwaliteit van het grondwater niet verslechteren.

Aangezien binnen het plangebied geen bebouwing aanwezig is, vindt momenteel geen afvoer van afvalwater plaats. In de wegen nabij het plangebied is een gemengd stelsel aanwezig. Onder het Bunderkensven is omstreeks 1988 een betonnen buis van diameter 700 aangelegd. Deze voert afvalwater af naar de Rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) van Eindhoven.

Al het afvalwater dat binnen het plangebied, na realisatie van de nieuwbouw, zal worden geproduceerd, zal worden afgevoerd via een aan te leggen DWA-leiding naar het bestaande rioolstelsel in de openbare weg. Indien schroputjes worden voorzien, dienen deze op het riool aangesloten te worden. Voor de lichte toename aan afvalwater (totaal ca. 0,15 m³/uur) en de separate aansluiting dient per woning een aanvraag ingediend te worden bij de gemeente Eindhoven.

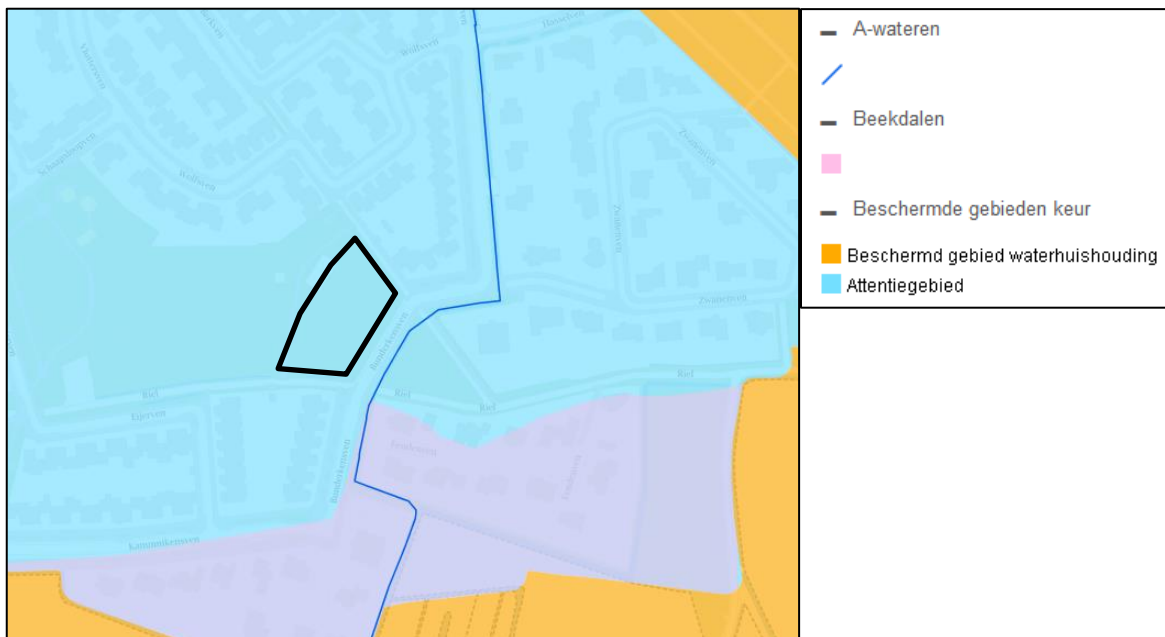
3.3 Andere aspecten

Verdroging

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

Ecologie

Het plangebied bevindt zich binnen de grenzen van een attentiegebied behorende bij het zuid- en oostelijk gelegen beschermd gebied. Gezien de voorgenoemde bouw van woningen binnen een bestaande woonwijk is geen nadelige invloed vanuit het plangebied te verwachten.



Afbeelding 9: Uitsnede beschermings- en attentiegebieden [Waterschap De Dommel]

3.4 Conclusies

Uit het bovenstaande blijkt dat ter plaatse enkele aandachtspunten aanwezig zijn wat betreft de in dit hoofdstuk behandelde 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 kan overwogen worden bij nieuwbouwplannen. Het hergebruiken van hemelwater voor toiletspoeling vraagt een hogere investering en is vanuit milieu hygiënisch opzicht niet aangeraden. Beter toepasbaar is de aanleg van vegetatiedaken. Dit geeft een verminderde en vertraagde afvoer van afgekoppelde neerslag en verhoogt de isolatiewaarde maar vraagt een hogere investeringskost. Eventueel is hergebruik voor het besproeien van de tuin mogelijk (bijvoorbeeld middels een hemelwatertank).

Ter plaatse zijn in de ondergrond diverse siltige, fijne zandlagen aanwezig. Deze belemmeren de infiltratiesnelheid naar de diepere ondergrond. Ter plaatse vindt infiltratie van water plaats, echter zo langzaam dat volledig insteken op een infiltratievoorziening ter plaatse niet wenselijk wordt geacht.

Het plangebied is net als de omgeving redelijk laag gelegen (zie afbeelding 4). De maaiveldhoogte bedraagt zuidelijk ca. 19 meter +NAP en is licht oplopend in noordelijke richting tot ca. 19,3-19,4 meter +NAP. De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) bedraagt voor het plangebied ca. 0,3-0,7 m–mv. (ca. 18,7 m +NAP).

Voor de bouw van woningen zonder kruipruimte bedraagt de minimale drooglegging 0,5 m–mv. Geadviseerd is om te streven naar een drooglegging van 0,7 meter onder vloerniveau. Voor tuinen volstaat een ontwatering van 50 centimeter beneden maaiveld. Eventuele kelders dienen waterdicht uitgevoerd te worden. Dit komt neer op een bouwpeil van minimaal 19,2 m +NAP tot bij voorkeur 19,4 m +NAP. Dit is ca. 10 tot 40 centimeter boven het wegpeil. Dit verschil zal voornamelijk zuidelijk zichtbaar zijn door de lager gelegen weg. Bij de nadere uitwerking dient hiermee rekening gehouden te worden.

Afkoppelen van neerslag is eenvoudig te realiseren bij nieuwbouw. Het inrichten van een hemelwatervoorziening binnen het perceel is goed mogelijk. Gezien de omgevingsfactoren zoals hogere grondwaterstanden in de winter gaat voor het plangebied de voorkeur uit naar een bovengrondse retentievoorziening.

4. AFWEGING EN REALISATIE

4.1 Afweging

Ter plaatse van het plangebied is de bouw van 5 levensloopwoningen voorzien. Afbeelding 10 geeft een schetsontwerp voor het plangebied weer (zie ook bijlage 5).



Afbeelding 10: Schetsontwerp plangebied [Opdrachtgever]

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

Bruto(verharde) oppervlakten	Huidige situatie [m ²]	Toekomstige situatie [m ²]
Totaal oppervlakte perceel, circa	2.500	2.500
Dak oppervlakte, totaal circa	0	A (hellend) 379 B (plat) 486
Onverharde oppervlakte, circa	2.400	C+D 560 openbaar 380
Verharde oppervlakte (ontsluitingsweg, erfverharding), circa	Openbaar 100	E 156 Openbaar 354
Totaal verhard oppervlak	100	1.375

Tabel 4.1: Toe - afname verhard oppervlak binnen het plangebied.

Uit de tabel is af te leiden dat het verhard oppervlak binnen het perceel met circa 1.275 m² toeneemt. Hierbij is zo goed mogelijk uitgegaan van het huidige planontwerp. Bij de definitieve uitwerking dient de voorziening herberekend te worden op het uiteindelijk verharde oppervlak.

Gezien de ligging van het plangebied en de verwachte GHG op ca. 18,7 m +NAP is een minimaal vloerpeil geadviseerd van 15 cm boven de weg of ca. 19,2-19,4 m +NAP. Hierbij dient tevens aandacht te zijn met de aansluiting op de aanwezige wegen rondom het plangebied en de afstroming van de gebouwen weg zodat bij excessieve buien geen wateroverlast ontstaat. Voor de planontwikkeling is dus een lichte ophoging benodigd. De geplande kleine kelder dient waterdicht uitgevoerd te worden.

Door het voorzien van een noodoverloop, de aan te leggen berging en een vloerpeil van minimaal 19,2 m +NAP (adviespeil is 19,4 m +NAP), is geen (grond)wateroverlast binnen het plangebied en bij derden te verwachten.

Gezien de bouwplannen, de doorlatendheid van de bodem ter plaatse, de randvoorwaarden en de eisen die o.a. door het bevoegde gezag worden gesteld, dient de neerslag zoveel mogelijk binnen het plangebied verwerkt te worden in een bergingsvoorziening. Het hemelwater is bij nieuwbouw eenvoudig gescheiden te houden. Aan de (milieuhygiënische) randvoorwaarden kan worden voldaan. Hierdoor is geen nadelig effect op de waterkwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater te verwachten.

Hergebruik dient altijd overwogen te worden. Het hergebruiken van hemelwater voor toiletspoeling vraagt een hogere investering en is vanuit milieu hygiënisch opzicht niet aangeraden. Het tussenplaatsen van een regenwaterton voor het besproeien van de tuin is geen strikte eis maar is wel realiseerbaar. Deze laatste maatregel is hydrologisch positief maar kan gezien de kleine omvang niet meegeteld worden bij de realiseren retentievoorziening.

Ook het toepassen van vegetatiedaken (extensief, zie afbeelding 11) of een daktuin (intensief) geeft een verminderde afvoer van neerslag maar kost meer als een conventioneel dak. Dit geeft niet alleen een meerwaarde naar uitzicht toe maar ook aanvullende isolatie en geluiddemping. Een extensief (sedum)dak behoeft slechts sporadisch onderhoud aan opkomend 'onkruid' en zuiver houden van de uitlaatpunten. Bij de constructieberekening dient wel rekening gehouden te worden met de bijkomende belasting en de nodige afvoerpunten om excessieve buien af te kunnen voeren. Het oppervlak aan groendak kan als onverhard oppervlak beschouwd worden. Hierdoor is dus minder berging noodzakelijk. Afhankelijk van de dakhelling kan deze gezien de oriëntatie van de woningen ook op het schuin dak aangelegd worden. Een afweging met globale kosten is in tabel 4.2 opgenomen.



Afbeelding 11: Voorbeeld groendak Bossche Ackersdijkstraat en sedumdak op garage (aaenmaas.nl en compleetgroen.nl).

Neerslag afkomstig van daken en overige verhardingen

Alle afgekoppelde neerslag binnen het plangebied zal niet of zeer gering verontreinigd zijn. In het stelsel dienen voorzieningen getroffen worden om zand en bladeren af te vangen. Een hemelwatervoorziening is realiseerbaar binnen het plangebied. Alle afgekoppelde neerslag kan via bovengrondse lijnafwatering (geulen), molgoten, of traditioneel afvoermateriaal naar de voorziening worden afgevoerd.

Gezien de grondwaterstand en het terreingebruik is een bovengrondse of dichte ondergrondse voorziening geadviseerd. De voorkeur van de initiatiefnemer gaat uit naar een eenvoudig beheersbare oplossing of voorziening. Het ontwerp en type voorziening/retentie wordt mede bepaald door de “landschappelijke” inpassing binnen het plangebied.

4.2 Mogelijke dimensionering voorziening

Conform het gemeentelijk beleid is voor de toename aan verharding ca. 58 m³ (42 mm) retentie benodigd. Uitgaand van de huidige rekenregel van Waterschap De Dommel (60 mm, geen verminderingsfactor) dient een voorziening circa 83 m³ te kunnen verwerken. Als een groendak wordt aangelegd op het plat dak (of gehele dak), wordt er 25 mm geëist die veelal in het groen dak wordt opgevangen. Hierdoor kan een groen dak als onverhard beschouwd kan worden. Retentie is nog noodzakelijk voor de opritten en de bijkomende openbare verharding.

Bij het stedenbouwkundig ontwerp dient rekening gehouden te worden met de afstroming van het hemelwater. Gezien de huidige afstroming kan in de voor- en/of achtertuin een dichte hemelwaterleiding aangelegd worden die naar het zuiden afstroomt. Het hemelwater mag ook bovengronds afstromen door bijvoorbeeld een slootje of grindgoot.

Zuidelijk van de woningen is het terrein het laagst gelegen en is door het ontwerp ruimte aanwezig om de benodigde retentie aan te leggen. De retentie dient boven de GHG voorzien te worden (bodem >18,7 m +NAP). Gezien het nabijgelegen fietspad is een waterhoogte van ca. 30-40 cm mogelijk. Dit water kan aanvullend infiltreren in de bodem. Door de leemlagen te doorboren en te voorzien van grindkolommen kan de infiltratiesnelheid en leegloop naar de ondergrond bevordert worden. De keuze hiervoor is afhankelijk van de inpassing en mogelijkheden tot aansluiting op het oppervlaktewater.

Door de bodem en wanden af te dichten (plastic of klei/leemlaag) kan een diepere voorziening aangelegd worden die de retentiehoeveelheid garandeert bij hoge grondwaterstanden. Aanvullende infiltratie naar de ondergrond is dan niet mogelijk. Gezien de aanwezige ruimte binnen het perceel is dit niet geadviseerd.

Gezien de lage infiltratiesnelheid ter plaatse dient zonder het toepassen van grindkolommen een geknelde leegloop aangelegd te worden naar bij voorkeur het nabijgelegen oppervlaktewater. De afvoer dient ter plaatse begrensd te zijn tot 2 l/s/ha zijn. Voor een kleiner plangebied is een diameter van 4 cm op basis van ervaring geadviseerd als de praktische ondergrens voor een afvoerconstructie. Bij een kleinere diameter is de kans op verstopping te groot. De geknelde leegloop kan bijvoorbeeld bestaan uit een schot met een gat in. Bij het technisch ontwerp dient dit nader uitgewerkt te worden.

Door de aanleg van een leegloopvoorziening wordt verzekerd dat een voorziening binnen 24 uur weer beschikbaar is voor een volgende bui. Deze constructie kan tevens als noodoverlaat dienen als de voorziening vol is (bij een extremere bui). Momenteel is zover bekend geen aansluiting van de droogvallende sloot naar het oostelijke A-water aanwezig. Dit kan in overleg met het waterschap aangelegd worden (minimaal meldingsplichtig). Hierdoor wordt een robuuster stelsel gerealiseerd.

Hieronder is het benodigd oppervlak van de retentievoorziening bepaald. Afhankelijk van de vormgeving is meer oppervlak benodigd. Uitgangspunt is de aanleg van 42 mm retentie op het perceel (gemeentelijk beleid). Tevens is een inschatting gemaakt voor de kosten voor de aanleg van een groendak en voorziening. Opgemerkt wordt dat deze indicatief zijn.

Bui	Retentiehoeveelheid in m ³	m ² retentie bij waterdiepte 30 cm	m ² retentie bij waterdiepte 40 cm
42 mm	58	193	144
42 mm met deels sedumdak	42	139	105
42 mm met geheel sedumdak	21	71	54

Tabel 4.2: Bepaling retentie met of zonder groendak

Hieronder zijn ter inschatting indicatief prijzen opgenomen voor de aanleg van een sedumdak en de aanleg van een retentievoorziening. Accurateren prijzen en werksomschrijving zijn afhankelijk van de invulling en nadere uitwerking van het plangebied. Hierbij is geen rekening gehouden met afzettingen, aanwezige kabels en leidingen en eventuele bemaling,...

Optie Sedumdak		
Sedum op platdak	Ingeschat €50-65/m ²	Ca. €24.300-31.500
Sedum op geheel dak	Ingeschat €50-65/m ² (afhankelijk van schuinde dak)	Ca. €45.000-58.500
Aanleg retentie bij sedumdak Eenzijdig RWA met inspectieput, buis en 2x uitstroomvoorziening		Ca. €7.000-9.000
Optie Retentievoorziening		
Aanleg retentie met 1 x RWA- leiding achterzijde + inspectieput en 2x uitstroomvoorziening		Ca. €8.500-11.000
Aanvullende kosten		
Duiker onder weg doorboren incl. buis 315mm	Ca. €5.000-7.000	
Bemaling	Ca. €300/meter	
Wegafzetting	Ca. €550/week	
Extra taludbescherming beton	Ca. €65/m ²	

Tabel 4.3: Globale inschatting prijzen aanleg voorziening

4.3 Samenvatting planontwikkeling

Door de planontwikkeling neemt het verhard oppervlak binnen het perceel toe. Conform het gemeentelijk beleid is voor de toekomstige verharding ca. 58 m³ (42 mm) retentie benodigd. Vooralsnog wordt ter plaatse geen groendak aangelegd. Bij de nieuwbouw wordt een gescheiden stelsel aangelegd.

Al het afvalwater dat binnen het plangebied, na realisatie van de nieuwbouw, zal worden geproduceerd, zal worden afgevoerd via een aan te leggen DWA-leiding naar het bestaande rioolstelsel in de openbare weg. Indien schroputjes worden voorzien, dienen deze op het riool aangesloten te worden. Voor de lichte toename aan afvalwater (totaal ca. 0,15 m³/uur) en de separate aansluiting dient per woning een aanvraag ingediend te worden bij de gemeente Eindhoven.

Zuidelijk van de woningen is het terrein het laagst gelegen en is door het schetsontwerp ruimte aanwezig om de benodigde retentie aan te leggen. De retentie dient en kan boven de GHG voorzien worden (bodem >18,7 m +NAP). Gezien het nabijgelegen fietspad is een waterhoogte van ca. 30-40 cm mogelijk. Door de leemlagen te doorboren en te voorzien van grindkolommen kan de infiltratiesnelheid en leegloop naar de ondergrond aanvullend bevordert worden. Gezien het nabijgelegen oppervlaktewater is het robuuster om hierop een leegloop aan te leggen. Door de aanleg van een leegloopvoorziening is de retentie op tijd weer beschikbaar voor een volgende bui. Tevens kan hierop de noodoverloop plaatsvinden.

Door met het aanhouden van een nieuwbouwpeil van bij voorkeur 19,4 m +NAP (ca. 10-40 cm boven het wegpeil) is geen grondwateroverlast te verwachten. Bij het nader ontwerp dient tevens aandacht te zijn met de aansluiting op de aanwezige wegen rondom het plangebied en de afstroming van de gebouwen weg zodat bij excessieve buien geen wateroverlast ontstaat. Voor de planontwikkeling is dus een lichte ophoging benodigd. De geplande kleine kelder dient waterdicht uitgevoerd te worden.

Hieronder is de voorkeursvariant voor de toekomstige stelsels weergegeven. Andere vormen, dimensies en types zijn ook mogelijk, zolang het benodigde bergingsvolume maar gerealiseerd wordt.



Afbeelding 12: Mogelijke inrichting retentievoorziening op perceel

Het hemelwater kan middels een aan te leggen dichte hemelwaterleiding in de voor- of achtertuin afstromen naar het zuiden. Het hemelwater mag ook bovengronds afstromen door bijvoorbeeld een slootje of grindgoot. De bestaande C-watgang tussen de bomen kan aan de retentievoorziening toegevoegd worden voor een mooiere landschappelijke inpassing. Middels een leegloopvoorziening stroomt het hemelwater naar de A-watgang aan de overzijde van de weg. Hiervoor dient een duiker met uitstroomvoorziening aangelegd te worden. Wanneer voldaan wordt aan de algemene voorwaarden van de Keur is geen watervergunning benodigd. Werkzaamheden in een A-watgang dienen ten minste 4 weken voor aanvang van de werkzaamheden bij waterschap De Dommel gemeld te worden. Tevens kunnen bijkomende (bouw)vergunningen benodigd zijn (Omgevingsloket).

Door het aanleggen van voldoende retentie, het voorzien van een leegloopvoorziening met noodoverloop en een vloerpeil van bij voorkeur 19,4 m +NAP, wordt hydrologisch neutraal ontwikkeld en is geen (grond)wateroverlast binnen het plangebied en bij derden te verwachten.

Bij de definitieve uitwerking dient de voorziening herberekend te worden op het uiteindelijk verharde oppervlak. Bij de stedenbouwkundige vergunningsaanvraag wordt geadviseerd om het RWA- en DWA-stelsel gedetailleerd uit te werken conform de geldende normen, in overleg met de gemeente en het waterschap. Het definitieve technisch uitgewerkt ontwerp dient gerealiseerd en goedgekeurd zijn voordat een omgevingsvergunning ingediend wordt.

Verantwoordelijkheden moeten van te voren worden vastgelegd (zoals o.a. onderhoud,...). Eventueel benodigde vergunningen worden niet met deze waterparagraaf geregeld en zullen via daarvoor bedoelde procedures verkregen moeten worden. Wanneer een bronnering nodig is voor de bouwwerkzaamheden of bij andere ingrepen op de plaatselijke waterhuishouding (lozing / infiltratie of werkzaamheden in de buurt van een watergang), moeten in het kader van de Waterwet vergunningen/meldingen worden aangevraagd via de daarvoor bedoelde procedure.

5. OVERIGE AANDACHTSPUNTEN

Bij het voldoen aan de milieuhygiënische randvoorwaarden (dubo-materialen etc.) kan de afgekoppelde afstromende neerslag rechtstreeks afstromen. Wel moeten in de afvoersystemen voorzieningen worden gerealiseerd die blad, zand e.d., die verstoppingen kunnen veroorzaken, achterhouden. Deze voorzieningen moeten goed bereikbaar blijven ten behoeve het reinigen en het onderhoud. Regelmatig onderhoud van de aanvoerszijde van de voorzieningen zal noodzakelijk zijn om te garanderen dat de systemen blijven functioneren. Ook moet de (nood)overloop regelmatig worden onderhouden. Toe te passen duurzame materialen:

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

Het is noodzakelijk de afvoer van afgekoppeld hemelwater goed te dimensioneren. Indien onvoldoende aandacht wordt gegeven aan het ontwerp en dimensionering, kan wateroverlast ontstaan. Het is aan te bevelen een noodoverlaat naar een lager gelegen terrein of nabijgelegen oppervlaktewater te voorzien, in het systeem op te nemen om excessieve neerslag toch af te kunnen voeren. In geen geval mag de afvalwaterriolering op een hemelwatervoorziening worden aangesloten.

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.

Het is onwenselijk chemische bestrijdingsmiddelen toe te passen of agressieve reinigingsmiddelen te gebruiken op de verharde oppervlakken. Het is niet wenselijk tijdens gladheid door bevrozing of sneeuwval zout en dergelijke gladheidbestrijdingsmiddelen op de bestrating(en) e.d. toe te passen. Een alternatief kan zand zijn. Indien geen alternatieven mogelijk zijn, dient de toepassing zo effectief mogelijk plaats te vinden.

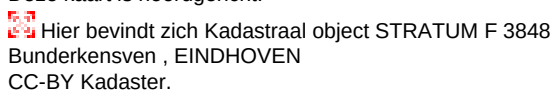
Op de afgekoppelde “buitenverhardingen” mogen geen handelingen worden uitgevoerd die vervuiling van het oppervlak veroorzaken. Wil men toch buitenactiviteiten verrichten waarbij vervuiling van verhard oppervlak ontstaat bv. het reinigen van voertuigen of het schoonmaken van onderdelen, dan moet het gedeelte 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 geïnfilteerd of op oppervlaktewater worden geloosd.

Ook moet zoveel mogelijk worden vermeden dat voorzieningen 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.

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 etc..

BIJLAGE 1

Topografische overzichtskaart



BEBOUWING

a bebouwd gebied
b gebouwen
c hoogbouw
d kas

WEGEN

autosnelweg
hoofdweg met gescheiden rijbanen
hoofdweg
regionale weg met gescheiden rijbanen
regionale weg
lokale weg met gescheiden rijbanen
lokale weg
weg met losse of slechte verharding
overharde weg
straat/overige weg
voetgangersgebied
fietspad
pad, voetpad
weg in aanleg

viaduct
aquaduct
tunnel
vaste brug
beweegbare brug
brug op pijlers

SPORWEGEN

spoorweg: enkelspoor
spoorweg: meersporig

a station b spoorweg in tunnel
tramweg

a sneltram b sneltramhalte
a metro bovengronds
b metrostation

HYDROGRAFIE

waterloop: smaller dan 3 m
waterloop: 3-6 m breed
waterloop: breder dan 6 m

a schutsluis b stuwen
c koedam
a duiker b grondduiker
c afsluitbare duiker

BODEMGEBRUIK

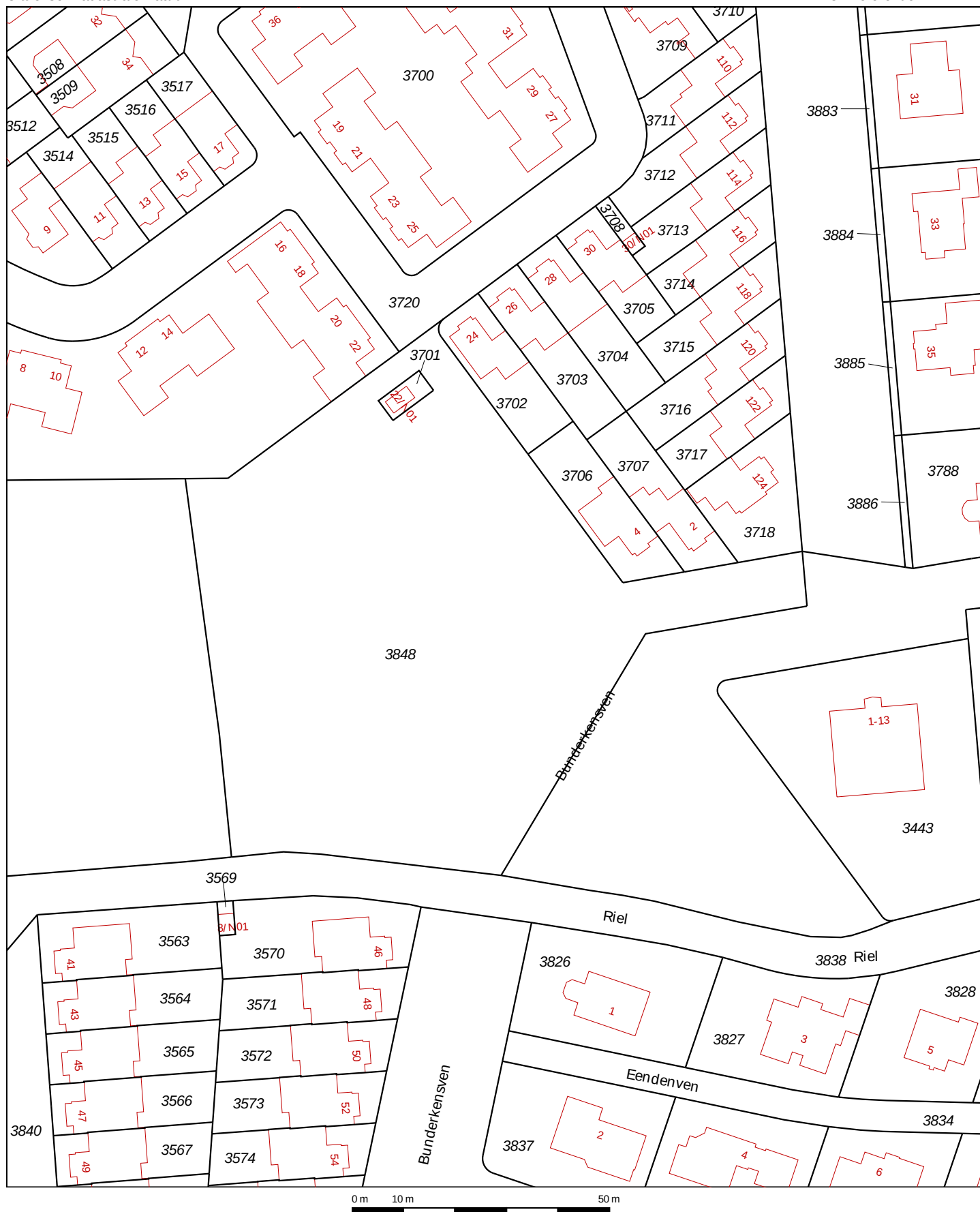
a grasland met sloten
b akkerland met greppels
c boomgaard
d fruitkwekerij
e boomkwekerij
f grasland met populierenopstand
g loofbos
h naaldbos
i gemengd bos
j griend
k heide
l zand
m drasland, moeras
n rietland
o dodenakker, begraafplaats
p overig bodemgebruik

OVERIGE SYMBOLEN

a religieus gebouw
b toren, hoge koepel
c religieus gebouw met toren
d markant object
e watertoren
f vuurtoren

a gemeentehuis
b postkantoor
c politiebureau
d wegwijzer
a kapel
b kruis
c vlampijp
d telescoop
a windmolen
b waterradmolen
c watermotor
d windturbine
a oliepompijninstallatie
b seinmast
c zendmast
a hunebed
b monument
c gemaal
a kampeerterrein
b sportcomplex
c ziekenhuis
a paal b grenspunt c boom

schietbaan
afrostering
hoogspanningsleiding met mast
muur
geluidswering



Deze kaart is noordgericht

12345 Perceelnummer

25 Huisnummer

— Vastgestelde kadastrale grens

— Voorlopige kadastrale grens

— Administratieve kadastrale grens

— Bebouwing

— Overige topografie

Voor een eensluidend uittreksel, Apeldoorn, 30 augustus 2017

De bewaarder van het kadaster en de openbare registers

Schaal 1:1000

Kadastrale gemeente

Sectie

Perceel

STRATUM

F

3848

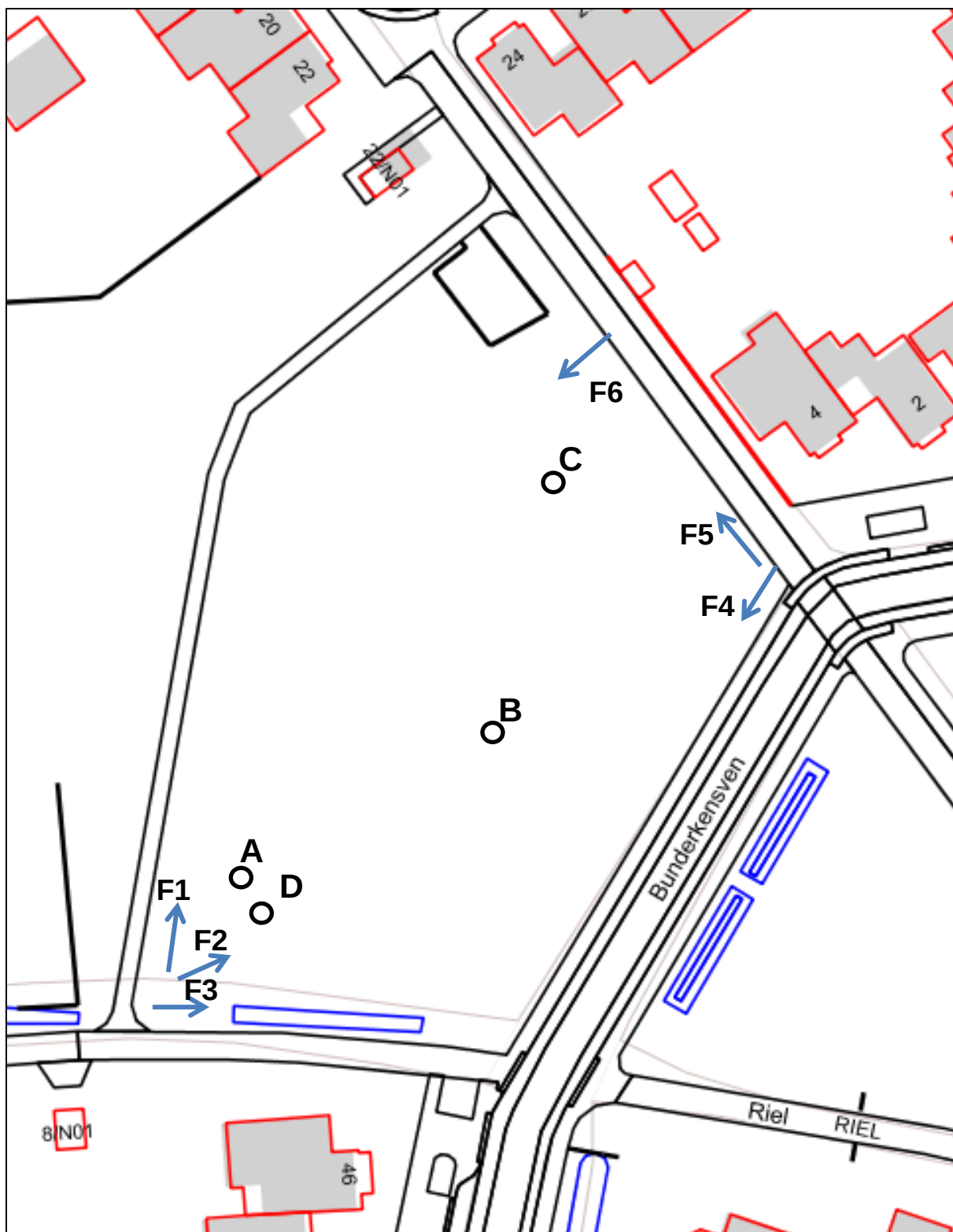


Aan dit uittreksel kunnen geen betrouwbare maten worden ontleend.

De Dienst voor het kadaster en de openbare registers behoudt zich de intellectuele eigendomsrechten voor, waaronder het auteursrecht en het databankenrecht.

BIJLAGE 2

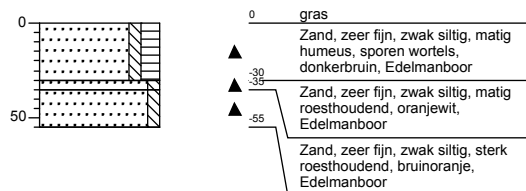
Situatietekening met meetpunten en fotostandplaatsen



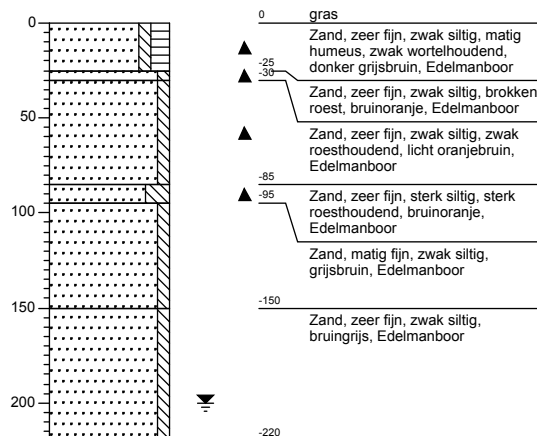
BIJLAGE 3

Boorprofielen

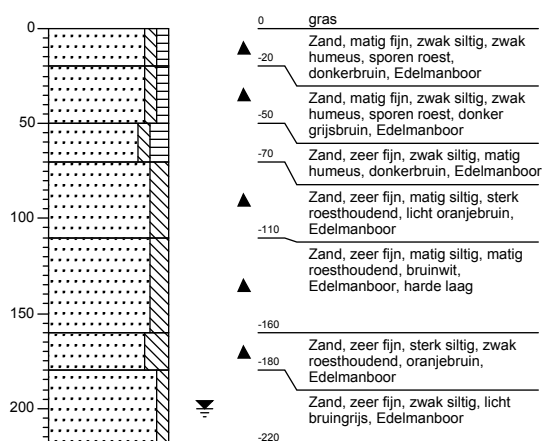
Boring: A



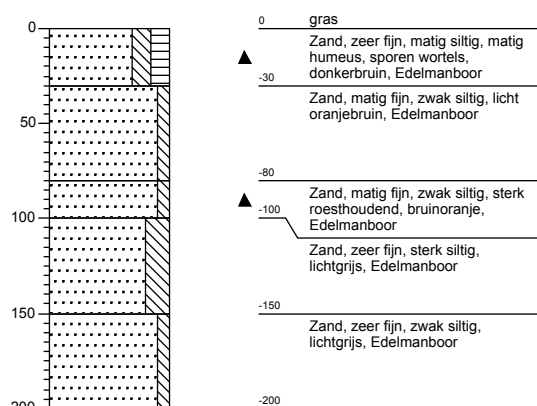
Boring: B



Boring: C



Boring: D

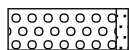


Legenda (conform NEN 5104)

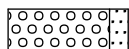
grind



Grind, siltig



Grind, zwak zandig



Grind, matig zandig

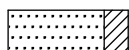


Grind, sterk zandig



Grind, uiterst zandig

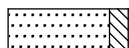
zand



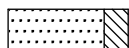
Zand, kleïg



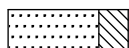
Zand, zwak siltig



Zand, matig siltig

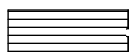


Zand, sterk siltig

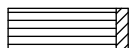


Zand, uiterst siltig

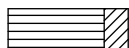
veen



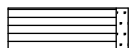
Veen, mineraalarm



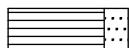
Veen, zwak kleïg



Veen, sterk kleïg



Veen, zwak zandig



Veen, sterk zandig

klei



Klei, zwak siltig



Klei, matig siltig



Klei, sterk siltig



Klei, uiterst siltig



Klei, zwak zandig



Klei, matig zandig



Klei, sterk zandig

leem



Leem, zwak zandig



Leem, sterk zandig

overige toevoegingen



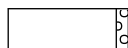
zwak humeus



matig humeus



sterk humeus



zwak grindig



matig grindig



sterk grindig

geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

olie

- geen olie-water reactie
- zwakke olie-water reactie
- matige olie-water reactie
- sterke olie-water reactie
- uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

- >0
- >1
- >10
- >100
- >1000
- >10000

monsters

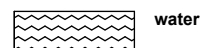
- geroerd monster
- ongeroerd monster

overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand



slib



water

BIJLAGE 4

Foto's van het huidig plangebied



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



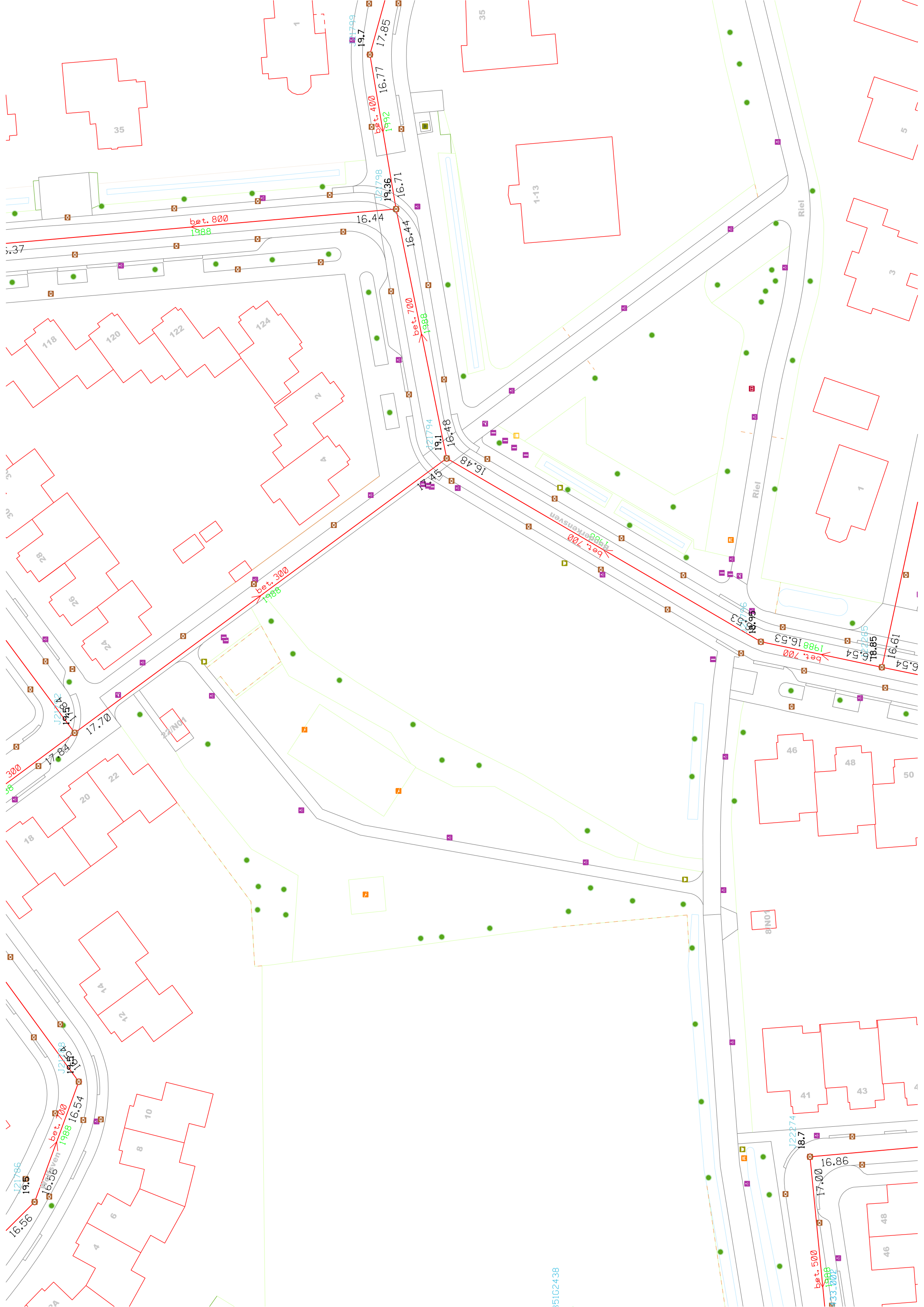
Foto 6

BIJLAGE 5

Concepttekening toekomstige inrichting



Legenda:		Opp. totaal
A:	Hellend dak	378,77 m ²
B:	Plat dak	485,47 m ²
C:	Tuin patio	356,13 m ²
D:	Tuin voorzijde	203,45 m ²
E:	Parkeerplek	155,66 m ²
Totale perceel		1579,48 m ²



BIJLAGE 6

Overzicht geraadpleegde literatuur

Wet- en regelgeving

- Verbreed Gemeentelijk Rioleringsplan en Waterplan, Gemeente Eindhoven, 2015-2018;
- Handreiking watertoets, 2015, Waterschap De Dommel;
- Waterbeheerplan 2016-2021, Waterschap De Dommel;
- Provinciaal Milieu- en Waterplan Noord-Brabant, 2016-2021;
- Provinciale Milieuverordening Noord-Brabant (PMV), 1 maart 2010;
- Nationaal Bestuurakkoord Water, Publicatie Nederland leeft met water, 2003 en actualisatie 2008;
- Beleidsbrief regenwater, VROM, 2004/2008;
- Waterwet, 2009;
- Het Nationaal Waterplan, 2016-2021;
- Kader Richtlijn Water, Stroomgebied beheerplannen KRW;
- Wet en Besluit op de ruimtelijke ordening;

Overige literatuur

- Handleiding alternatieve materialen voor bouwmetalen, DuBo Consulenten, 2006;
- "WebViewer", Waterschap De Dommel;
- Wateratlas Noord-Brabant.

Internet

<http://www.eindhoven.nl>

<http://www.dommel.nl>

<http://www.brabant.nl>

Voor een aansluiting op het gemeentelijke riool gelden de volgende spelregels:

- 1) Elk pand/woning gelegen aan de openbare weg dient voorzien te zijn van een eigen rioolaansluiting;
- 2) Uitgangspunt daarbij is één regenwater (RWA) & één vuilwater (DWA) aansluiting per pand/woning;
- 3) De afvoerleiding moet op de erfgrans worden aangeboden met een dekking van exact 0,50 meter óf 1,30 meter;
- 4) Aansluitingen met een dekking van 1,30 meter of dieper zijn technisch niet altijd mogelijk;
- 5) Leidingen op de erfgrans met een dekking tussen de 0,51 en 1,29 meter kunnen niet aangesloten worden (reden: het kruisen van leidingen van derden in de ondergrond);
- 6) Voor de maximaal geleverde aansluitdiameter van een RWA aansluitingen, zie onderstaande tabel:

Oppervlakte plangebied:	Diameter RWA aansluiting:
< 500 m ²	Max. één Ø125;
500 > < 1000 m ²	Max. één Ø160;
1000 > < 2000 m ²	Max. één Ø200;
2000 > < 3000 m ²	Max. één Ø250;
3000 > < 4500 m ²	Max. één Ø300;
> 4500 m ²	Maatwerk

- 7) Bij bedrijfspanden en (gestapelde) woningen zijn spui- & ontlastvoorzieningen verplicht volgens de NEN3215; Voor het hoe en waarom zie <https://goo.gl/tdyqnh>
- 8) Vetvangputten, spui- en ontlastvoorzieningen dienen op eigen terrein te worden gerealiseerd;
- 9) Vetvangpunten dienen te voldoen aan de NEN-EN1825 (ODZOB is daarin bevoegd gezag);
- 10) Schrobputjes binnen 3 meter van de gevel aansluiten op het DWA (niet RWA). Idem voor WKO installaties;
- 11) Eventuele verplichte waterbergingsopgaven dienen op eigen terrein vóór het aansluitpunt te worden gerealiseerd;
- 12) Start tijdig de aanvraag. De procedure van aanvraag tot en met aansluiting van de riolering duurt voor een reguliere aansluiting (tot en met Ø160mm) ca. 6 weken, bij grotere diameters kan deze oplopen tot maximaal 3 maanden;
- 13) Voor de feitelijke aanvraag wordt verwezen naar: <http://www.eindhoven.nl/producten/Riolering-aansluiting.htm>