



aeres milieuvan de afvalstoffen naar de natuur

ingenieursbureau voor bodem, archeologie, geohydrologie, ecologie

Infiltratie onderzoek en waterparagraaf

5.1.2e

, Tilburg

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING.....	4
2.	WATERHUISHOUDKUNDIG SYSTEEM	8
2.1.	Inleiding.....	8
2.2.	Watersystemen	9
	Grondwater.....	9
	Oppervlaktewater	11
	Afvalwater.....	11
	Hemelwater.....	11
3.	INFILTRATIEONDERZOEK.....	13
4.	PLANVOORNEMEN EN AFWEGING	17
5.	OVERIGE AANDACHTSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN.....	21
	Bijlage 1: Topografische overzichtskaart	22
	Bijlage 2: Concepttekening planvoornemen.....	24
	Bijlage 3: Situatietekening met boor- en fotostandplaatsen.....	25
	Bijlage 4: Foto's plangebied.....	26
	Bijlage 5: Boorprofielen	27
	Bijlage 6: Geraadpleegde literatuur	28

1. INLEIDING

In opdracht van BRO heeft Aeres Milieu een infiltratieonderzoek uitgevoerd en een waterparagraaf opgesteld ten behoeve van de bestemmingsplanwijziging van agrarisch naar een bedrijfsfunctie. Men is voornemens om binnen het plangebied een autograge, showroom en kantoorpand te realiseren. Momenteel is het plangebied grotendeels onverhard en voornamelijk in gebruik als grasland. In het noordelijke deel van het plangebied zijn een woning en bijgebouw met omliggende verharding (5.1.2e) aanwezig. Zuidelijk is een menggranulaat- en betontegelverharding aanwezig. De ligging van de onderzoekslocatie is weergegeven op afbeelding 1.

Adres onderzoekslocatie	: 5.1.2e, Tilburg
Gemeente	: Tilburg
Waterschap	: De Dommel
Kadastrale registratie	: Tilburg, sectie F, nummer 4587 en 4588
Oppervlakte	: circa 34.500 m ²
Peil maaiveld	: 12,2 tot 13,0 m +NAP
Peil grondwater gemiddeld	: 2 m-mv

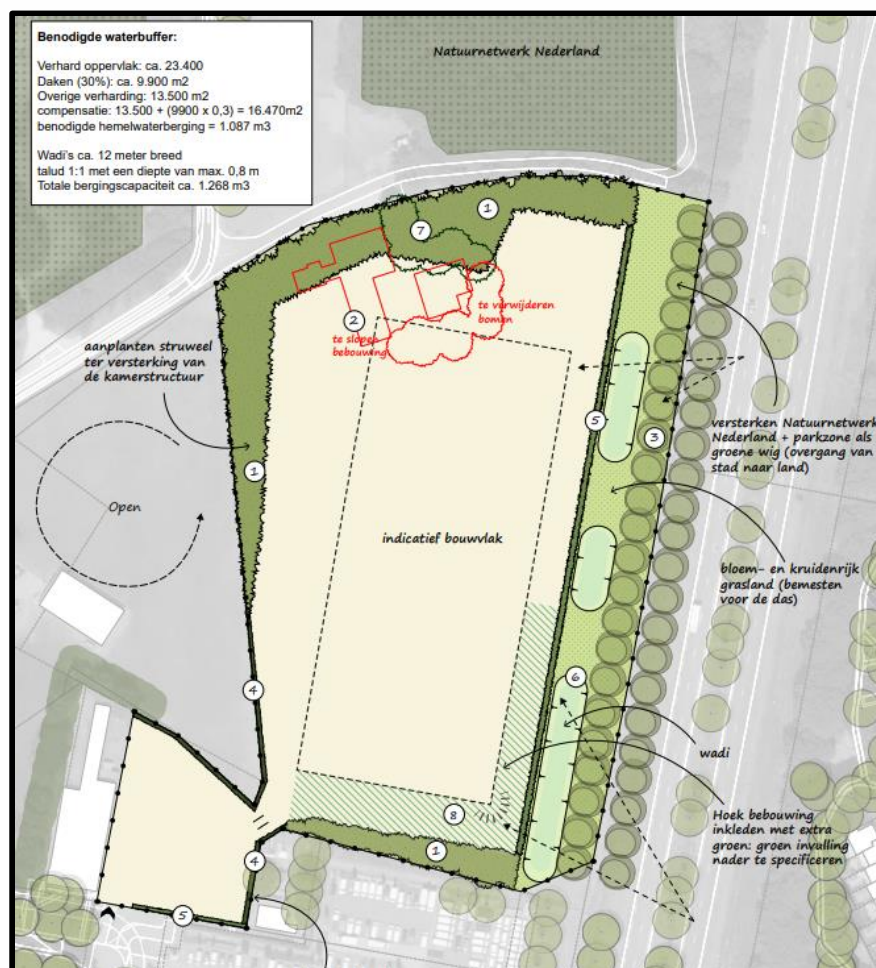


Afbeelding 1: Begrenzing onderzoekslocatie (rood omlijnd). Bron luchtfoto en kadastrale situatie: PDOK-viewer

Aanleiding

De aanleiding voor het uitvoeren van het infiltratieonderzoek en het opstellen van de waterparagraaf is de voorgenomen planontwikkeling binnen het plangebied. Men is voornemens om de bestemming van het agrarisch grasland te wijzigen, zodat er een autograge, showroom en kantoorpand gebouwd kan worden. Voor het verhard oppervlak dient compensatie aangelegd te worden. De voorkeur gaat uit naar lokale infiltratie in de bodem. De mogelijkheden hiervoor zijn afhankelijk van de lokale bodemdoorlatendheid. Derhalve is een infiltratie onderzoek uitgevoerd.

Het uitgangspunt bij een planvoornemen is hydrologisch neutraal ontwikkelen, waarbij het planvoornemen tevens niet mag leiden tot wateroverlast binnen of buiten het plangebied. Het is noodzakelijk om vroegtijdig de verschillende (vuil)waterstromen in kaart te brengen, zodat er duurzaam ontwikkeld kan worden. Afbeelding 2 geeft het planvoornemen weer. Een grote tekening is opgenomen in bijlage 2.



Afbeelding 2: Voorgenomen planontwikkeling d.d. 06-01-2025 (bron: opdrachtgever)

Doel

Het doel van deze rapportage is een beschrijving te geven aan de huidige bodemkundige en (geo)hydrologische situatie (bureaustudie), de gehanteerde uitgangspunten en de randvoorwaarden, en de mogelijkheden om (afgekoppelde) neerslag in de toekomstige situatie te verwerken om tot een duurzame herontwikkeling te komen. Om na te gaan of de doorlatendheid van de bodem ter plaatse geschikt is, worden veldmetingen verricht. Vervolgens wordt de K-waarde bepaald en de resultaten beschreven met aanbevelingen om te komen tot een hemelwaterneutrale ontwikkeling.

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.

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. Het waterbeleid in Nederland wordt van Europees niveau vertaald via rijks-, provinciaal, waterschaps- 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 (22 december 2004) en zijn verder geïmplementeerd in het Rijksbeleid om te komen door samenwerking met de verschillende bevoegdheden te komen tot een duurzaam watersysteem, zie ook Bijlage 3.

Naast dit beleidskader is in het Provinciaal Milieu- en Waterplan Noord-Brabant ook het toetsingskader voor de taakuitoefening van lagere overheden op het gebied van water opgenomen. Deze is recent vervangen door de Interim Omgevingsverordening in verband met de Omgevingswet die in werking gaat treden. De definitieve verordening wordt tegelijk met de Omgevingswet van kracht. In de omgevingsvisie staat wat de provincie wil bereiken en wat ze wil doen om dat te bereiken.

Voor het grotere oppervlaktewater zijn er in Nederland diverse waterschappen actief 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 2022 tot 2027 staan beschreven in het Waterbeheerprogramma "Water als basis voor een toekomstbestendige leefomgeving". Het waterschap werkt aan drie waterdoelen die elk een programmatische aanpak hebben. De hoofdstukken die hierin aan bod komen zijn droge voeten, schoon water en voldoende water. Met dit beleid is er meer aandacht voor klimaatadaptatie en een duurzame ontwikkeling van het werkgebied en daarbuiten. Voor het beheer van de diverse wateraspecten en het watersysteem is een waterschapsverordening opgesteld. Deze vervangt de voormalige Keur en bijbehorende algemene regels en heeft een andere opzet. In de waterschapsverordening staan alle regels die bepalen welke activiteiten, waar in het werkgebied mogen plaatsvinden en onder welke voorwaarden. De regels zijn nu specifiek gekoppeld aan bepaalde gebieden waar ze gelden en toegespitst op activiteiten die iemand kan doen. Activiteiten zijn toegestaan, mits er wordt voldaan aan voorwaarden in de waterschapsverordening. Middels het omgevingsloket kan dit gecontroleerd worden.

Inrichtingen van waterhuishoudingen voor nieuw(her/ver)bouwplannen worden door het bevoegd gezag getoetst en gekeurd. De 'watertoets' is een instrument dat waterhuishoudkundige belangen op een evenwichtige wijze laat meewegen bij het opstellen van ruimtelijke plannen en besluiten.

De gemeente Tilburg heeft een Programma Water en Riolering, 2020-2023, waarin het beleid ten aanzien van vuil- en regenwater is vastgelegd overeenkomstig met het beleid van het waterschap. Dit beleid is gericht op het waterrobuust en

klimaatbestendig maken van Tilburg. Slimme inzet van groen en water in de stad zorgt voor koelteplekken in warme tijden en draagt bij aan de gezondheid en het welzijn van de inwoners. Pleinen, parken of plantsoenen worden ingezet voor (tijdelijke) wateropvang en dragen bij aan het verminderen van hittestress. Verharding wordt daar waar mogelijk, zoals bij parkeerplaatsen en goten langs de weg, waterdoorlatend aangelegd.

Om wateroverlast door extreme neerslag in de stad te verminderen worden er blauwe aders in gericht die het overtollige hemelwater ondergronds bergen en vervolgens naar waterparken buiten de stad afvoeren. In deze waterparken wordt het schone hemelwater geborgen en is het beschikbaar voor gebruik door landbouw, natuur en recreatie. Hemelwater wordt van het gemengde rioolstelsel afgekoppeld en geïnfiltreerd waar dit kan. Bij nieuwbouw dient voor nieuw verhard oppervlak watercompensatie te worden aangelegd voor een neerslagbui van 60 mm.

Door middel van deze rapportage wordt het planvoornemen hydrologisch beschreven, waarna toetsing plaatsvindt door het bevoegd gezag.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt het huidig waterhuishoudkundige systeem beschreven. Vervolgens zal het infiltratieonderzoek worden toegelicht en uitgewerkt in hoofdstuk 3. De gevolgen van het planvoornemen op het waterhuishoudkundige systeem en mogelijkheden tot afkoppelen worden beschreven in hoofdstuk 4. Tot slot wordt er in hoofdstuk 5 nog enkele algemene aandachtspunten en randvoorwaarden beschreven.

2. WATERHUISHOUDKUNDIG SYSTEEM

2.1. Inleiding

Het plangebied ligt in het noordelijke deel van Tilburg, grenzend aan het industrieterrein Kraaiven. Momenteel is het plangebied grotendeels onverhard. Aan de noordzijde grenst het plangebied aan de Ijpela ^{5.1.2e} en oostelijk aan de ^{5.1.2e} ^{5.1.2e} (N261). Ten westen van het plangebied ligt ook een agrarisch grasland en zuidelijk een autodealer met parkeerterrein en de Grootvenstraat. Afbeelding 1 geeft de huidige situatie weer en in bijlage 1 is een topografisch overzicht opgenomen.

Voor nieuwbouw is voldoende ontwateringsdiepte benodigd om wateroverlast in de toekomst te vermijden. Hierbij is o.a. de bestaande hoogteligging van belang. Het plangebied ligt binnen relatief hoger gelegen stedelijk gebied van Tilburg. In het lokale landschap ligt het plangebied relatief langer dan de omgeving en kent enig hoogteverschil. Het centrale deel van de percelen ligt gemiddeld het hoogst, circa op 13,0 m +NAP. In noordelijke richting loopt het plangebied af tot circa 12,6 m +NAP en in zuidelijke richting naar circa 12,2 m +NAP. De woningen en verharding van nummer 44 en 46 ligt gemiddeld op circa 13,6 m +NAP. Het zuidwestelijke deel van het plangebied ligt op circa 12,7 m +NAP. Afbeelding 3 geeft de genoemde hoogteverschillen weer.



Afbeelding 3: Hoogtekaart plangebied en omgeving met aanduiding ligging (bron: AHN Nederland)

2.2. Watersystemen

De (water)systemen zoals die in het plangebied en omgeving voorkomen, worden onderverdeeld in grond-, oppervlakte-, afval- en hemelwater. Van de onderzoekslocatie is diverse informatie beschikbaar in het Dinoloket, bodematlas Noord-Brabant, bodemdata Nederland en ons eigen archief. De verschillende aspecten van het waterhuishoudkundige systeem worden hieronder beschreven.

Grondwater

Het plangebied ligt volgens de geomorfologische kaart van Nederland deels op lage landduinen en deels op een laagte ontstaan door afgraving. Naar verwachting zal er binnen het plangebied een hoge zwarte enkeerdgrond aangetroffen worden met leemarm en zwak lemig fijn zand. Op basis van modelgegevens kan een verwachte bodemopbouw van het plangebied worden vastgesteld. Hieruit blijkt dat er relatief ondiep de Formatie van Boxtel met Laagpakket van Liempde voorkomt. Dit laagpakket bestaat hoofdzakelijk uit leem en heeft over het algemeen een slechte doorlatendheid. Vanaf circa 3,5 meter onder maaiveld gaat de bodem weer over in een zandige eenheid (Formatie van Boxtel). Op circa 13 meter onder maaiveld begint de goed doorlatende en grof zandige Formatie van Sterksel. Tabel 1 geeft een schematisch overzicht van de verwachte bodemopbouw.

Diepte [m-mv.]	Lithostratigrafie	Lithologie
0-1,0	Antropogene afzettingen, esdekken	Zand, zeer fijn tot matig grof, lokaal siltig, lokaal humeus
1,0-2,0	Formatie van Boxtel, Laagpakket van Wierden en Laagpakket van Kootwijk	Zand, zeer fijn tot matig grof, lokaal siltig
2,0-3,5	Formatie van Boxtel, Laagpakket van Liempde	Leem, zwak tot sterk zandig, lokaal humeus
3,5-13,0	Formatie van Boxtel	Zand, zeer fijn tot zeer grof, lokaal kleiig, grindig of humeus; leem, lokaal zandig; klei, siltig tot zandig, humeus; veen, kleiig
13,0-43,0	Formatie van Sterksel	Zand, matig fijn tot uiterst grof, lokaal grindig; grind, lokaal zandig; klei, lokaal siltig tot zandig

Tabel 1: Geo(hydro)logische indeling (Bron: Dinoloket).

Om een beter inzicht te krijgen van de lokale bodemopbouw zijn binnen het plangebied handmatige boringen geplaatst tot circa 420 centimeter onder maaiveld.

Hieruit blijkt dat de top van de bodem bestaat uit zwak tot matig humeus zwak tot matig siltig matig fijn zand. De kleur van dit pakket is donker beigebruin tot donker crème. De dikte van dit pakket is tenminste 55 (in boring 2) tot 140 (in boring 8) centimeter. In boring 1 is dit pakket opvallend dikker, circa 220 centimeter. Het humeuze toppakket wordt veelal gekenmerkt door brokken en sporen wortels. In boring 1 is de top van dit pakket puinhoudend.

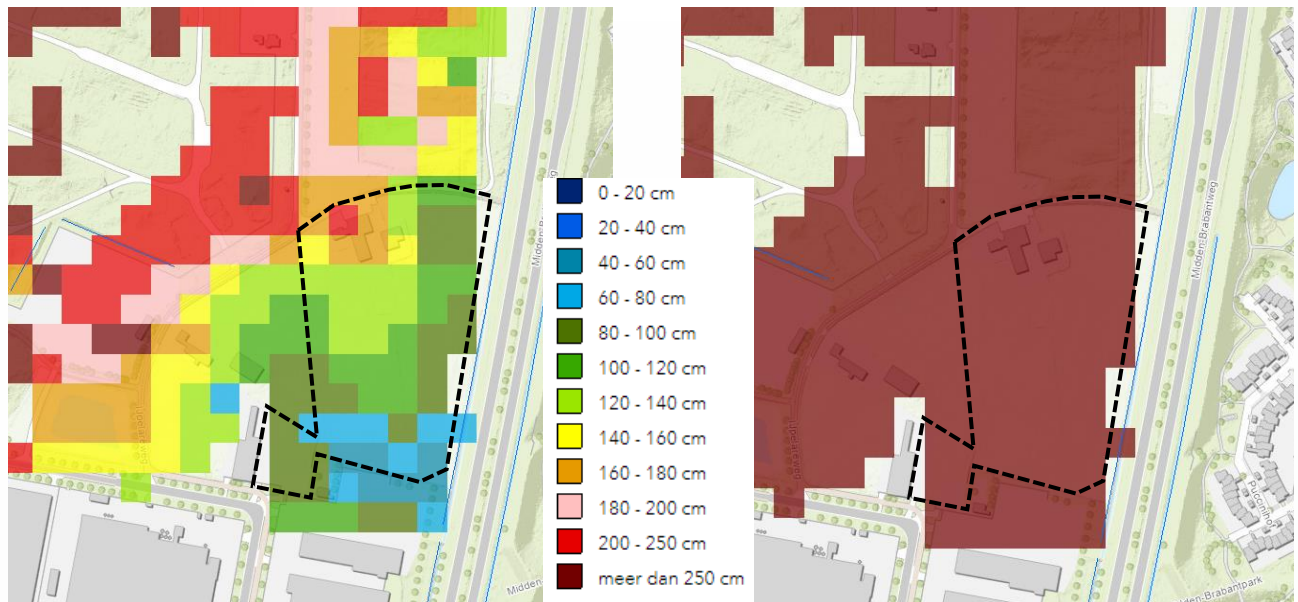
Onder het humeuze toppakket volgt, met uitzondering van boring 1, een pakket zwak tot sterk siltig zeer tot matig fijn zand. Plaatselijk is dit pakket zwak roesthoudend. In boringen 1, 8, 10 en 11 is vanaf circa 180 centimeter onder maaiveld een pakket licht grijze, sterk zandige leem aangetroffen. Afbeelding 4 geeft de profielboring weer van boringen 1, 6 en 10.



Afbeelding 4: Profielboring 0 tot max 2 meter diep. Profiel leesbaar vanaf linksboven (maaiveld) naar rechtsonder (eigen foto: 31 januari 2022)

Het plangebied heeft volgens de bodematlas van Provincie Noord-Brabant de grondwatertrap VI zuidelijk en grotendeels VII. Binnen grondwatertrap VI komt de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) voor tussen 40-80 cm-mv en de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) dieper dan 120 cm-mv. Bij grondwatertrap VII is de GHG tussen de 80 en 140 cm-mv te verwachten en de GLG ligt dieper dan 120 cm-mv. Uit de gedetailleerde kaarten van de bodematlas, zie afbeelding 5, blijkt dat de GHG op het lagere terreindeel zuidelijk op 60-80 cm-mv te verwachten is en zuidwest-, centraal en noordelijk grotendeels op 80-100 cm-mv te verwachten is. De GLG is dieper dan 2,5 m-mv te verwachten.

Binnen en in de directe omgeving van het plangebied zijn geen recente grondwatermeetgegevens bekend. Bij het uitvoeren van het veldwerk d.d. 31/01/2022 is de grondwaterstand zuidelijk aangetroffen tussen 2,1 en 3,3 m-mv. Het grondwater heeft derhalve een grote fluctuatie. Op basis van de gekende gegevens is de verwachte GHG ingeschat op 11,6 m +NAP.



Afbeelding 5: Uitsneden kaarten GHG en GLG met aanduiding plangebied. Bron: provincie Noord-Brabant

Binnen of vlakbij het onderzoeksgebied zijn geen grondwateronttrekkingen bekend. De onderzoekslocatie ligt niet in een (grond)waterbeschermingsgebied. De milieuhygiënische conditie van het grondwater vormt, zover ons bekend, geen belemmering voor ontwikkelingen binnen het plangebied.

Oppervlaktewater

Binnen het plangebied is geen oppervlaktewater aanwezig. Ook is in de omgeving van het plangebied is geen oppervlaktewater aanwezig met een leggerstatus. Wel is zuidelijk een aangelegde droogvallende waterberging aanwezig en bevindt zich parallel oostelijk van het plangebied een droogvallende watergang/greppel waarop het maaiveld van het plangebied en de 5.1.2e afwateren. De verdere afstroming van deze watergangen is globaal in zuidwestelijke richting.

Afvalwater

De bestaande bebouwing is aangesloten op het gemengd gemeentelijk rioolstelsel. Verder loopt door het plangebied een transportriool. Hiermee dient rekening gehouden te worden bij de planinvulling. De ligging is tevens in het bestemmingsplan opgenomen middels een dubbelbestemming. In het Programma Water en Riolerings van de gemeente Tilburg is aangegeven dat hemelwater zoveel mogelijk afgekoppeld dient te worden van het gemengd rioolstelsel en zoveel mogelijk lokaal verwerkt. Het is noodzakelijk om op eigen terrein een gescheiden rioolstelsel aan te leggen, waarbij het vuilwater 100 % gescheiden blijft van het hemelwater.

Hemelwater

Het plangebied ligt volgens de bodematlas van Provincie Noord-Brabant in een infiltratiegebied. Momenteel is het merendeel van het plangebied onverhard en in gebruik als grasland.

De aanleg van verhard oppervlak leidt tot een versnelde afvoer van het hemelwater en vergroot de kans op wateroverlast. Hiervoor dient gecompenseerd te worden waarbij het hemelwater bij voorkeur binnen het plangebied verwerkt wordt.

Het niet-aankoppelen en infiltreren van neerslag levert een positieve hydrologische bijdrage, mits de juiste milieuhygiënische maatregelen worden getroffen (zie ook hoofdstuk 3). Bij nieuwe ontwikkelingen dient hemelwater, afkomstig van 'schoon' afvoerend oppervlak, waar mogelijk, ter plaatse geïnfiltreerd te worden. Om de mogelijkheden tot infiltratie vast te stellen, is een infiltratieonderzoek uitgevoerd (hoofdstuk 3).

Momenteel is het plangebied deels verhard met de woningen van 5.1.2e en omliggende verharding. Tevens is in het zuidwestelijke deel een parkeerterrein aanwezig. De huidige verharding is vastgesteld op basis van (topografische) kaarten en satellietbeelden. Tabel 2 geeft een overzicht van het huidig verhard oppervlak weer. Zover bekend is deze verharding niet aangesloten op het gemeentelijk rioolstelsel.

Verhard oppervlak	Huidige situatie [m ²]
Daken, circa	860
Oprit, parkeren en paden rondom de woningen, circa	1.390
Overige verharding, circa	1.625
Totaal	3.875

Tabel 2: Overzicht bestaand verhard oppervlak binnen het plangebied

3. INFILTRATIEONDERZOEK

Het infiltreren van hemelwater heeft bij ontwikkelingen altijd de voorkeur. Door praktijkervaringen is vastgesteld dat een infiltratiesnelheid van ca. 0,5 meter per dag vereist is voor het succesvol toepassen van een infiltratievoorziening. Bij een lagere doorlatendheid kunnen reducerende omstandigheden optreden in de onverzadigde zone, die een ongunstige invloed hebben op het verwerkingsvermogen van een voorziening. Om de doorlatendheid ter plaatse vast te stellen, zijn veldmetingen uitgevoerd.

De doorlatendheid van een bodem is afhankelijk van vele factoren, onder meer poriëngrootte, de continuïteit van de poriën, de poriënvorm en -hoeveelheid 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 3 [*Arbeitsblatt DVW-A-138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser en stichting Rioned C2510*].

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 3: 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 5 – 15 groter dan de verticale.

Door de verzamelde gegevens uit de bureaustudie te combineren met een serie meetgegevens kan een uitspraak worden gedaan over de k-waarde van de bodem op de onderzoekslocatie.

Binnen het onderzoeksgebied worden veldmetingen uitgevoerd in de onverzadigde en verzadigde zone. De gebruikte meetmethoden worden reeds decennia lang toegepast en zijn uitvoerig gedocumenteerd. De doorlatendheid onder de grondwaterstand is bepaald door de 'hooghoudmethode' en boven de grondwaterstand door middel van de "Open-end-test" en de "Porchetest".

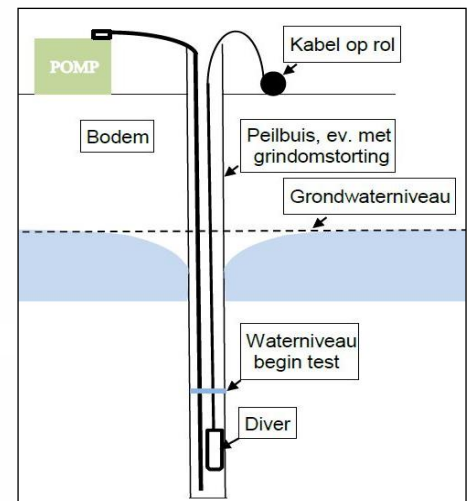
Voor de metingen in de verzadigde zone wordt gebruik gemaakt van de hooghoudmethode. De methode wordt reeds decennia lang toegepast en is uitvoerig gedocumenteerd. Afhankelijk van de toe/afstroming tijdens het veldwerk wordt gekozen voor een pompproef of Slugtest.

De werkwijze is als volgt: In de te onderzoeken bodemlaag wordt een peilbuisfilter geplaatst en met filtergrind omstort. Voor deze test wordt allereerst de grondwaterstand in rust (beginniveau) gemeten in een peilbuis. Vervolgens wordt constant een hoeveelheid water aan het filter onttrokken of toegevoegd. Bij een constant waterniveau wordt het pompdebiet bepaald. Indien de peilbuis bij de onttrekking wordt leeggezogen, wordt gemeten in hoeveel tijd de grondwaterstand zich herstelt tot het beginniveau. Door middel van een zogenaamde 'diver' en handmatig wordt de tijd en de waterhoogte op geregelde tijdstippen gemeten. Door deze metingen kan de doorlatendheid van de verzadigde ondergrond worden berekend. Het resultaat geeft een aanduiding van de horizontale infiltratiesnelheid in de verzadigde zone en in mindere mate van de verticale infiltratiesnelheid. Uit de meetgegevens kan de doorlatendheid van de bodemlaag worden berekend. Voor de berekening van de doorlatendheid van de bodem wordt in deze studie het software pakket Superslug Versie 3.2 gebruikt.

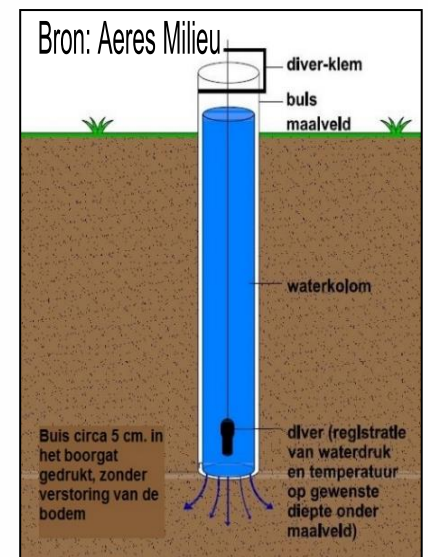
De zogenaamde "Open-end" test is zeer geschikt voor het meten van de onverzadigde verticale doorlatendheid van een bodemlaag. Deze test wordt als volgt uitgevoerd (Afb. 6): Met een handboor wordt een gat geboord tot op de laag waarvan de doorlatendheid bepaald moet worden. In het boorgat wordt vervolgens een blinde verbuizing geplaatst, die aan de onder- en bovenzijde is geopend, en die boven het maaiveld uitsteekt. Deze buis wordt 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.

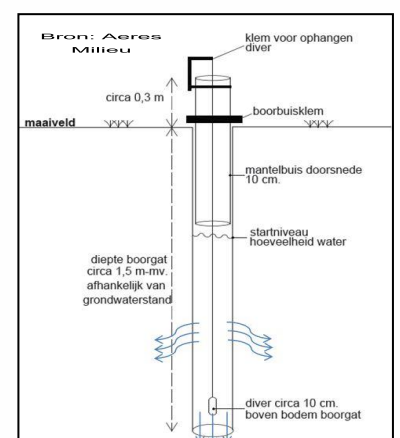
Een aanvullende meetmethode is de zogenaamde "Porchetest", ook wel omgekeerde boorgatmethode genoemd (Afb. 7). Bij deze methode wordt in een, niet verbuisd, boorgat constant water gepompt en gemeten tot het waterpeil in het boorgat stabiel is. Vervolgens wordt het debiet bepaald waarmee het water in 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.



Afbeelding 6: Principetekening Slugtest



Afbeelding 7: Principetekening Open-end-test



Afbeelding 8: Principetekening Porchetest

Uitvoering veldwerk

Binnen de onderzoekslocatie zijn op 31 januari en 1 februari 2022 op zes punten infiltratiemetingen uitgevoerd en vijf handmatige profielboringen geplaatst tot 4,2 m-mv. Op vijf locaties is eerst een open-end-test uitgevoerd, gevolgd door een porchttest. Op één locatie is een slugtest in duplo uitgevoerd. De boor- en meetlocaties staan weergegeven in bijlage 3. De boorprofielen zijn opgenomen in bijlage 5.

Resultaten onverzadigde zone

Voor de open-end-test is in het boorgat is een verbuizing geplaatst met een diameter van 0,9 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.

Er wordt vanuit gegaan dat op de gemeten dieptes geen bodemvormende processen meer plaatsvinden of andere verschijnselen aanwezig zijn die de metingen kunnen beïnvloeden. De gemiddelde meettijd per boorgat bedraagt 15 minuten. In tabel 4 worden de meetresultaten van de open-end-test samengevat.

Meetpunt	Berekende verticale infiltratiesnelheid [m/d]	Diepte [m-mv.]
2	0,015	0,55
3	0,036	0,85
5	0,015	0,55
6	0,01	1,40
7	0,08	1,60

Tabel 4: Meetresultaat Open-end-tests

Voor de porchttest is gebruik gemaakt van hetzelfde boorgat als de open-end-test. In het boorgat is een gedeeltelijke verbuizing met een diameter van 10 cm geplaatst. Deze is verder gevuld met water waarna wederom voornatting van de bodem heeft plaats gevonden. De waterdruk wordt gemeten door middel van een diver, met als meetfrequentie één meting per 5 seconden. In tabel 5 worden de meetresultaten van de porchttest samengevat.

Meetpunt	Berekende horizontale infiltratiesnelheid [m/d]	Diepte [m-mv.]
2	0,55	0,55
3	1,41	0,85
5	0,73	0,55
6	0,63	1,40
7	2,81	1,60

Tabel 5: Meetresultaten porchttest

Resultaten verzadigde zone

Voor de metingen is gebruik gemaakt van de bij het verkennend bodemonderzoek geplaatste peilbuis. Het peilbuisfilter (lengte 1 meter; $\varnothing$ 32 mm) is met filtergrind (deeltjesgrootte 1-1,6 mm) omstort. De globale doorsnede van een meetpunt is circa 0,1 meter. Op basis van de toe/afstroming tijdens het veldwerk is gekozen voor een slugtests. Hierbij wordt de peilbuis snel afgepompt waarna het herstel tot het oorspronkelijk grondwaterniveau vastgelegd wordt.

Door middel van de 'diver' (en handmatige controlepeilingen) wordt de tijd en de waterhoogte op geregelde tijdstippen gecontroleerd. De diver is ingesteld op een meetfrequentie van één meting per 5 seconden.

Na beëindiging van de meetwerkzaamheden zijn de geregistreerde meetgegevens van de 'Diver' uitgelezen, geïnterpreteerd en verwerkt met een rekenprogramma. In tabel 6 zijn de meetresultaten weergegeven.

Meetpunt	Berekende horizontale infiltratiesnelheid [m/d]	Diepte filtertraject [m-mv.]
01	2,83 / 1,95	2,0 – 3,0

Tabel 6: Meetresultaat Slugtest

Conclusie

Uit de resultaten van het infiltratieonderzoek kan worden geconcludeerd dat er een slechte verticale infiltratiesnelheid in de onverzadigde bodem aanwezig is. Deze slechte doorlatendheid is onder andere te verklaren door de aanwezigheid van fijne siltige bodem en de aangetroffen leemlaag (Laagpakket van Liempde). De infiltratiesnelheid in de horizontale richting is over het algemeen matig, met uitzondering van meetpunten 3 en 7 (goede infiltratiesnelheid). Uit de uitgevoerde slugtest blijkt dat de infiltratiesnelheid onder de aanwezige leemlaag goed is.

4. PLANVOORNEMEN EN AFWEGING

Op het agrarisch grasland ten noorden van het industrieterrein Kraaiven, behorend bij de woningen van 5.1.2e, bestaat het planvoornemen om een showroom, autogarage en kantoorpand te bouwen. Hiervoor is een bestemmingswijziging benodigd. De ontwikkeling dient op een duurzame wijze gerealiseerd te worden en mag niet leiden tot wateroverlast binnen of buiten het plangebied.

Het plangebied kent enig hoogteverschil, waarbij globaal het centrale deel noordelijk hoger ligt (13,7 m +NAP) en afloopt naar de randen (ca. 12,7 m +NAP). Zuidwestelijk nabij de Grootvenstraat ligt het maaiveld nagenoeg gelijk met de straat (12,7 m +NAP) welke noordoostelijk ter plaatse van het grasland iets lager ligt (ca. 12,2 m +NAP). Bij het uitvoeren van het veldwerk is de grondwaterstand aangetroffen op circa 10 m +NAP (d.d. 31 januari 2022). Op basis van de gekende grondwatergegevens is de GHG op 11,6 m +NAP te verwachten met een GLG op 9,6 m +NAP. Deze grondwaterfluctuatie is vermoedelijk door de lokale bodemopbouw (zeer fijn lemig zand). Hiermee dient rekening gehouden te worden bij de ontwikkeling. Geadviseerd wordt om minimaal 0,9 meter ontwateringsdiepte te hebben voor bebouwing en wegen. Door het maaiveld plaatselijk te verhogen tot minimaal 12,7 m +NAP, wordt voldaan aan de ontwateringsdiepte waardoor er geen grondwateroverlast te verwachten is. Geadviseerd wordt om het maaiveld voor de nieuwbouw 20 cm hoger te leggen (ca. 12,9 m +NAP).

Vanuit het plangebied is het niet mogelijk om rechtstreeks op een oppervlaktewater aan te sluiten. Binnen het plangebied dient derhalve een gescheiden rioolstelsel aangelegd te worden met lokale hemelwaterverwerking. Door het planvoornemen zal de vuilwateruitstroom enigszins toenemen, maar gezien het toekomstig gebruik als garage kan dit zonder problemen verwerkt worden in het bestaand rioolstelsel. Voor de nieuwe aansluiting dient te zijner tijd bij de gemeente Tilburg een aanvraag ingediend te worden.

Het toepassen van uitlogende bouwmaterialen, zie ook hoofdstuk 5, is uitgesloten om verontreiniging van bodem- en oppervlaktewater te voorkomen. Op het buitenterrein is geen risico op verontreiniging te verwachten. Bij de autogarage dienen vanuit het geldende beleid gepaste maatregelen zoals een olie-waterafscheiders geplaatst te worden om bodemverontreiniging te voorkomen. Afhankelijk van de kwaliteit van het afstromend hemelwater dient deze voorgezuiverd te worden of afgevoerd te worden naar het vuilwaterriool.

Ter plaatse is huidig reeds enig verhard oppervlak aanwezig. Door het planvoornemen zal het verhard oppervlak binnen het plangebied fors veranderen. Nieuw verhard oppervlak dient gecompenseerd te worden conform de gemeentelijke afkoppelen en infiltratieverplichting van de gemeente Tilburg. Deze eis is strenger dan het Waterschap De Dommel waar men uitgaat van een toename aan verhard oppervlak. Tabel 7 geeft een overzicht weer van de verwachte toekomstige verharding binnen de onderzoekslocatie.

Verhard oppervlak	Toekomstige situatie [m ²]
Daken, circa	9.900
Overig, circa	13.500
Totaal	23.400

Tabel 7: Overzicht toekomstig verhard oppervlak binnen het plangebied

Uit de tabel is af te leiden dat het toekomstig verhard oppervlak binnen het plangebied circa 23.400 m² zal bedragen. Ter compensatie dient ter plaatse minimaal een bui van 60 mm per m² verharding verwerkt te kunnen worden zodat geen verhoogd risico op wateroverlast binnen of buiten het plangebied ontstaat.

Tilburg streeft naar een betere leefomgeving. Daarbij speelt de trits vasthouden-bergen-afvoeren een centrale rol. In eerste instantie gaat het om het gebiedseigen water zoveel mogelijk vast te houden (trits vasthouden-bergen-afvoeren). Naast beperken van nieuw verhard oppervlak kunnen groene daken of waterdoorlatende bestrating toegepast worden. Verder zal het plangebied landschappelijk ingepast worden waarbij aanvullende maatregelen genomen kunnen worden om de hittestress te verminderen. Zo wordt onderzocht of ter plaatse naast bomen ook een groen dak aangelegd kan worden conform het gemeentelijk 'Uitvoeringsagenda klimaatadaptatie Koel Tilburg'.

Op de toekomstige bebouwing wordt groendak aangelegd waardoor dit oppervlak in principe niet bijkomend gecompenseerd dient te worden. Vanuit de gemeente wordt een groendak als 30% verhard beschouwd. Er is nog geen rekening gehouden met de toepassing van halfverharding. De te compenseren nieuwe verharding voor het planvoornemen bedraagt derhalve 13.500 m² + (9.900 m² x 0,3) = 16.470 m². De benodigde hemelwaterberging bedraagt hiervoor circa 988,2 m³.

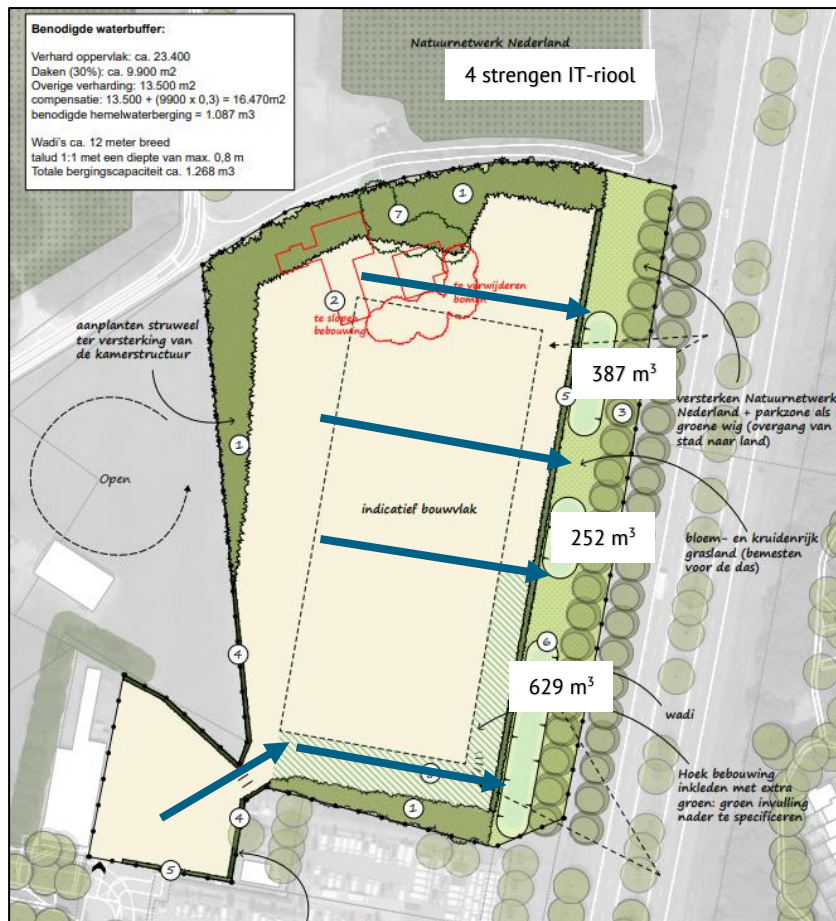
Bij voorkeur wordt het hemelwater verwerkt door middel van infiltratie. Uit het infiltratieonderzoek blijkt echter dat ter plaatse over het algemeen een slechte infiltratiesnelheid aanwezig is met plaatselijk een matige horizontale verspreiding. Ter plaatse wordt dus bij voorkeur een bovengrondse waterbergende voorziening aangelegd. Naast de benodigde waterberging in bijvoorbeeld een wadi wordt een bevordering van de leegloop geadviseerd.

In het planvoornemen, zie bijlage 2 en afbeelding 9, zijn oostelijk drie grote infiltratiegreppels/wadi's opgenomen. Met een talud van 1:1 en diepte van maximaal 80 cm (i.v.m. de GHG ter plaatse op 80-100cm-mv) wordt hier in totaal ca. 1268 m³ hemelwater geborgen worden. Dit is meer dan de benodigde waterberging voor een bui van 60 mm.

Het infiltrerend vermogen van de bodem is op basis van de uitgevoerde meetproeven ontoereikend om de voorziening binnen 5 'droge' dagen weer volledig beschikbaar te zijn. Derhalve zijn aanvullende maatregelen noodzakelijk geacht. Enkele mogelijkheden tot verbetering van de leegloop om zo overlast te voorkomen zijn:

- het uitbreiden van het infiltratie oppervlak door bijvoorbeeld plaatselijk de toepassing van waterpasserende bestrating of de toepassing van IT-riool (of vergelijkbare voorziening) op het hoger gelegen terreindeel (verbonden met de waterberging)
- Vergroting van de waterberging met minimaal 221 m³
- aanleg overloop naar gemeentelijk hemelwaterstelsel Kraaiven zuidoostelijk van het plangebied
- Aanleg maaiveldverloop naar het lager gelegen terrein noordwestelijk voor extreme neerslagsituaties (zie ook bestaand maaiveldverloop)
- de aanleg van een vertraagde leegloop of noodoverloop naar de greppel oostelijk. Een vertraagde leegloop naar het omliggend oppervlaktewater mag maximaal 2 l/s/ha bedragen. Aandachtspunt bij de aansluiting op de oostelijk aanwezige greppel nabij de Midden-Brabantweg is dat deze bijkomende aanvoer niet voor overlast elders mag zorgen. Vanuit de gemeente is deze koppeling derhalve niet toegestaan.

Geadviseerd wordt om het infiltrerend oppervlak uit te breiden gezien de verwachte aanleg van een HWA-stelsel richting de geplande wadi's. Gerekend met een IT-riool van 400 mm volstaat een lengte van ca. 340 meter om de lediging binnen 5 werkdagen te verwerken. Op onderstaande afbeelding is een mogelijke verwerkingswijze opgenomen.



Abbeelding 9: Voorgenomen planontwikkeling d.d. 06-01-2025 met mogelijke HWA-verwerking.

Aandachtspunt betreft de benodigde gronddekking afhankelijk van de gewenste draagkracht. Dit is voornamelijk voor de zuidelijke streng van belang zodat de buis niet onder de GHG geplaatst wordt. Door de geadviseerde ophoging in dit terreindeel ontstaat net voldoende ruimte ten opzichte van de grondwaterstand. Er kan hier ook voor een ander type ondergrondse verwerking zoals een grindkoffer of Rockflow gekozen worden.

Door het planvoornemen wordt het lokale maaiveld aangepast (zuidelijke opgehoogd). Het terrein dient zo aangelegd te worden dat hemelwater van de bebouwing wegstroomt en bij voorkeur naar de hemelwatervoorziening of een laagte op eigen terrein stroomt waar deze geen overlast veroorzaakt. Door de geadviseerde bouwpeilen is instroom in het pand niet te verwachten. Middels een op te stellen peilenplan bij de verdere planuitwerking kunnen de stromingsrichtingen concreter duidelijk gemaakt worden.

Door de aanleg van minimaal 60 mm waterberging en rekening te houden met de genoemde aandachtspunten zoals een ruimer infiltratie oppervlak, de lokale ophoging van het perceel tot ca. 2,7 m +NAP, een bouwpeil op ca. 2,9 m +NAP, eventueel een noodoverloop en een goede maaiveldprofieling is bij het planvoornemen geen verhoogd risico op wateroverlast te

verwachten en wordt hydrologisch neutraal ontwikkeld. Bij het definitieve bouwplan dienen de uiteindelijke hemel- en afvalwaterstelsels opgenomen te zijn samen met een toekomstig maaiveldprofiel.

Voorafgaand aan de planuitvoering is gezien de grootte van de planontwikkeling mogelijk een watervergunning benodigd. Eventueel benodigde vergunningen worden niet middels deze waterparagraaf geregeld en zullen via daarvoor bedoelde procedures verkregen moeten worden middels o.a. het Omgevingsloket.

5. OVERIGE AANDACHTSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

Afkoppelen/niet aankoppelen staat voor het scheiden van hemelwater- en afvalwaterafvoer, op een afgewogen manier zodat een duurzaam watersysteem ontstaat. Daarbij moet men rekening houden met de waterhuishouding, de inrichting van de openbare ruimte, de milieuhygiënische gevolgen en de zorg voor de volksgezondheid en welzijn.

Bij het voldoen aan de milieuhygiënische randvoorwaarden (dubo-materialen etc.) kan de afgekoppelde afstromende neerslag rechtstreeks via (mol)goten, lijnafwatering of ander traditioneel afvoermateriaal naar een aan te leggen voorziening stromen om in de bodem te infiltreren. 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 van het reinigen en het onderhoud. Regelmatig onderhoud van de aanvoerzijde van de voorzieningen zal noodzakelijk zijn om te garanderen dat de systemen blijven functioneren. Ook moet de (nood)overloop regelmatig worden onderhouden. Ondergrondse voorzieningen dienen altijd voorzien te zijn van een goed bereikbare blad- en zandvanger en/of ontluchtingspunt/overloop.

Toe te passen duurzame materialen:

- Daken: dakpannen van natuurlijk, beton of keramisch materiaal of bekleed met (EPDM) rubber;
- Dakgoten en afvoerpijpen; PVC/PP/PE/ staal, aluminium, bij voorkeur ook geen gecoate materialen i.v.m. verwerking.
- Ontsluitingspaden / wegen / terrassen; voorzien van natuurlijk of niet-uitloogbare materialen zoals keramische of betonproducten.

Indien onvoldoende aandacht wordt gegeven aan het ontwerp en dimensionering, kan wateroverlast ontstaan. Het moet te allen tijde worden voorkomen dat wateroverlast bij bebouwing en bij derden ontstaat. Het gebruik en het overlopen van de hemelwatervoorziening mag niet leiden tot schade aan in de nabijheid liggende percelen, gewassen en opstallen. Schade, direct en/ of indirect, die eventueel ontstaat is en blijft voor rekening van de ontwikkelaar/eigenaar van het plangebied. In geen geval mag de afvalwaterriolering op een infiltratie- en/of bergingsvoorziening worden aangesloten.

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 b.v. 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 moet worden getransporteerd of geloosd, en niet in de bodem mag worden geïnfilteerd of op oppervlaktewater worden geloosd.

Het is onwenselijk chemische bestrijdingsmiddelen toe te passen of agressieve reinigingsmiddelen te gebruiken op de verharde oppervlakken. Daarnaast is toepassing van gladheidsbestrijding middels zout minder wenselijk geacht. Bij toepassing kunnen deze stoffen met het hemelwater afstromen naar de bodem of het oppervlaktewater en deze nadelig beïnvloeden. Indien toepassing noodzakelijk blijkt, wordt geadviseerd dit zo effectief mogelijk te doen.

Bijlage 1: Topografische overzichtskaart

Bijlage 2: Concepttekening planvoornemen

Benodigde waterbuffer:

Verhard oppervlak: ca. 23.400
Daken (30%): ca. 9.900 m2
Overige verharding: 13.500 m2
compensatie: 13.500 + (9900 x 0,3) = 16.470m2
benodigde hemelwaterberging = 1.087 m3

Wadi's ca. 12 meter breed
talud 1:1 met een diepte van max. 0,8 m
Totale bergingscapaciteit ca. 1.268 m3



- Inpassingsmaatregelen**
- 1) aanplanten struweel;
 - 2) sloop bestaande bebouwing, verwijderen bomen
 - 3) aanplanten bomenlaan met kruidenmengsel
 - 4) aanplanten hoge haag ca. 2 meter
 - 5) aanplanten lage haag ca. 1 meter
 - 6) aanleggen wadi's
 - 7) behoud bestaande bomen
 - 8) landschappelijke aankleding bezoekerszone



Bijlage 3: Situatietekening met boor- en fotostandplaatsen



Legenda

Plangebied

Foto's

Boringen

Profielboring

infiltratieboring

Achtergrond: Luchtfoto PDOK Actueel 25 cm, OpenTopo

Boorpuntenkaart (A3)
AM21539
Tilburg
5.1.2e

Schaal 1:1000

010203040

m

aeres milieuv1.0_9-3-2022_LK

Bijlage 4: Foto's plangebied



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6



Foto 7



Foto 8



Foto 9



Foto 10



Foto 11



Foto 12



Foto 13



Foto 14



Foto 15



Foto 16



Foto 17



Foto 18



Foto 19



Foto 20



Foto 21

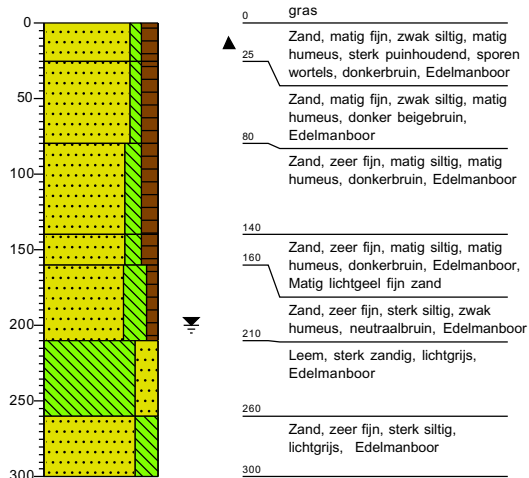
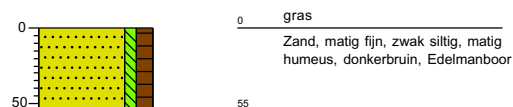
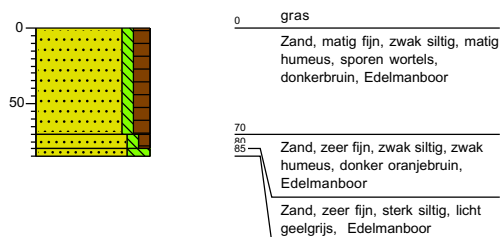
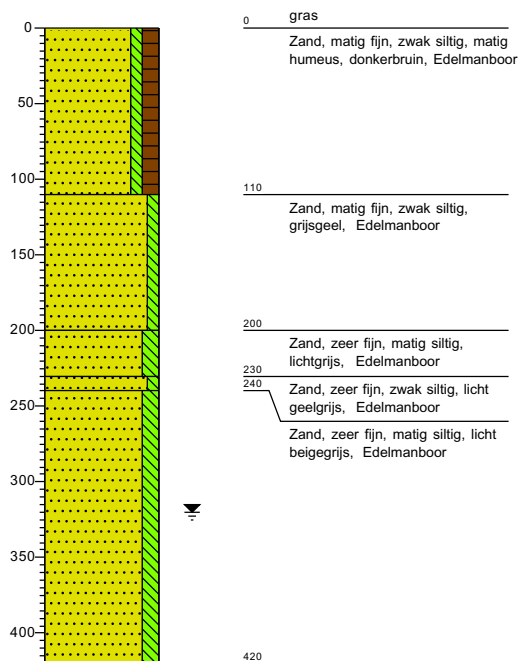
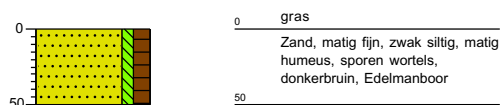
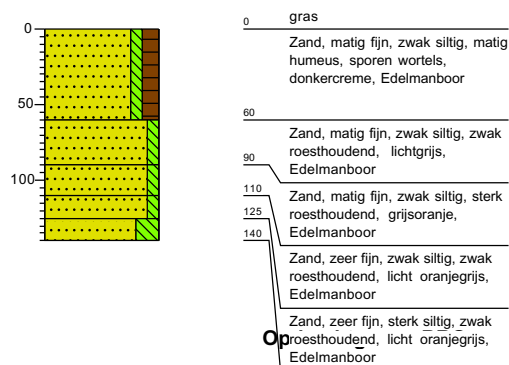


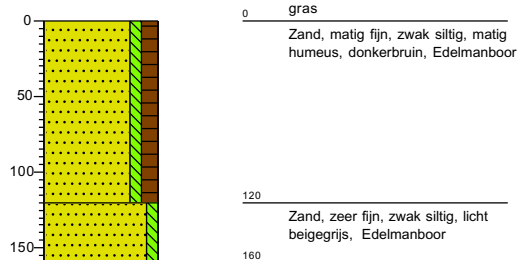
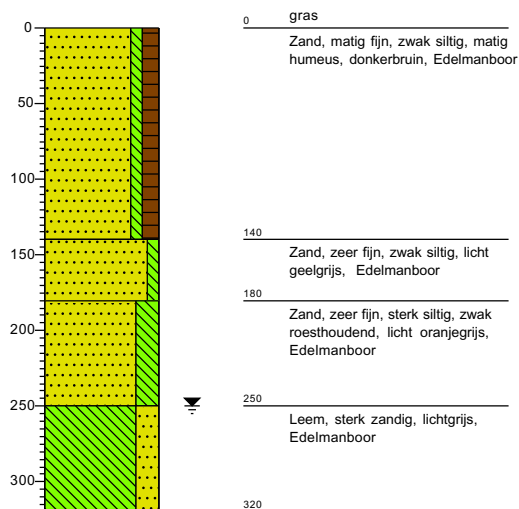
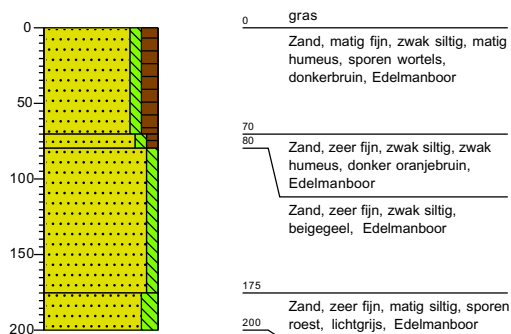
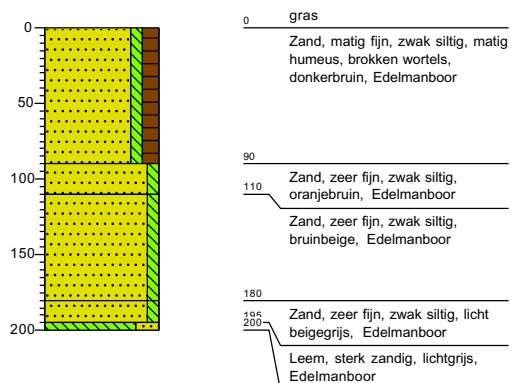
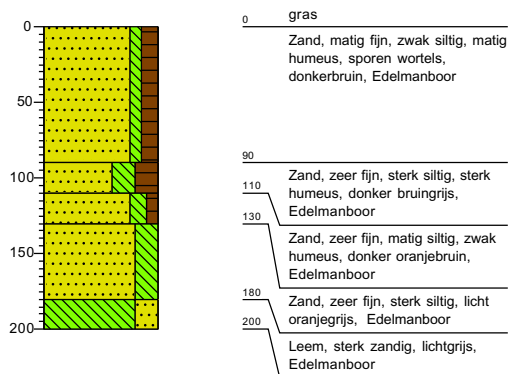
Foto 22



Foto 23

Bijlage 5: Boorprofielen

Boring: 01**Boring: 02****Boring: 03****Boring: 04****Boring: 05****Boring: 06**

Boring: 07**Boring: 08****Boring: 09****Boring: 10****Boring: 11**

Legenda (conform NEN 5104)

grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

zand

	Zand, kleiïg
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleiïg
	Veen, sterk kleiïg
	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
	volumering

overig

	bijzonder bestanddeel
	Gemiddeld hoogste grondwaterstand
	grondwaterstand
	Gemiddeld laagste grondwaterstand

	slib
--	------

	water
--	-------

Bijlage 6: Geraadpleegde literatuur

Wet- en regelgeving

- Gemeentelijk Rioleringsplan 2020-2023, Gemeente Tilburg;
- Waterbeheerprogramma 2022-2027, Waterschap De Dommel;
- waterschapsverordening, Waterschap De Dommel;
- Provinciaal Milieu- en Waterplan Noord-Brabant, 2016-2021;
- Provinciale Milieuverordening Noord-Brabant (PMV), 1 maart 2010 en interim omgevingsverordening 2019
- Landelijke Handreiking Watertoets;
- Waterbeleid voor de 21e eeuw, Commissie Waterbeheer 21e eeuw;
- Nationaal Bestuurakkoord Water, 2003 en actueel 2008;
- Waterwet;
- Het Nationaal Waterplan, 2016-2021;
- Kader Richtlijn Water;
- Wet en Besluit op de ruimtelijke ordening.

Overige literatuur

- Handleiding alternatieve materialen voor bouwmetalen, DuBo Consulenten, 2006;
- Ruimtelijke plannen Nederland;
- Bodematlas provincie Noord-Brabant.

Internet

- www.tilburg.nl
- www.dommel.nl
- www.brabant.nl
- www.dinoloket.nl
- www.ahn.nl
- www.pdok.nl

Legenda toegepaste uitzonderingsgrondslagen

In dit document zijn gegevens geanonimiseerd op grond van:

Wet	Artikel	Omschrijving	Pagina's
Wet open overheid	Art. 5.1 lid 2 sub e	De eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer	1, 2, 4, 8, 11, 12, 17, 25, 27, 34, 35