



Romeinen in de Leemkuil

Waterhuishoudingsplan

Oplossing voor de waterproblemen in speeltuin
De Leemkuil te Nijmegen

projectnummer 0412547.00
DEFINITIEF revisie 3
21 oktober 2016

Romeinen in de Leemkuil

Waterhuishoudingsplan

Oplossing voor de waterproblemen in speeltuin De Leemkuil te Nijmegen

projectnummer 0412547.00

documentnummer 1

DEFINITIEF revisie 3

21 oktober 2016

Auteurs

Antea Group
Zutphenseweg 31D
7418 AH Deventer

Patrick van Echtelt
patrick.vanechtelt@anteagroup.com
(0570) 67 94 36



Opdrachtgever

Nijha B.V.
Hanzeweg 2
7241 CR Lochem



In opdracht van

Gemeente Nijmegen
Korte Nieuwstraat 6
6511 PP Nijmegen



datum vrijgave 21-10-2016	beschrijving revisie 3 DEFINITIEF
------------------------------	--------------------------------------

goedkeuring Patrick van Echtelt

vrijgave Menno ten Have

Voorwoord

Voor u ligt het waterhuishoudingsplan voor speeltuin de Leemkuil te Nijmegen. Dit rapport is opgesteld in opdracht van Nijha B.V. voor de gemeente Nijmegen.

Bij dit rapport is door de afdeling Realisatie van Antea Group gezocht naar een praktische oplossing voor het waterprobleem in de Leemkuil. Hierbij is informatie ingewonnen bij andere afdelingen, waaronder de afdeling Water. Tevens heeft er op 18 oktober 2016 een gesprek plaatsgevonden met Antal Zuurman (gemeente Nijmegen), de uitkomsten van dit gesprek zijn verwerkt in dit rapport.

Wij hopen dat u na het lezen van dit rapport een akkoord kunt geven op de manier waarop wij de waterproblematiek willen gaan oplossen in speeltuin De Leemkuil.

Antea Group, afdeling Realisatie
21 oktober 2016

Samenvatting

De firma Nijha B.V. heeft Antea Group gevraagd om een waterhuishoudingsplan te schrijven voor de Leemkuil te Nijmegen. De Leemkuil is een grote speeltuin in Nijmegen met als onderdeel een grote kuil die bestaat uit leemgrond. Leem is slecht waterdoorlatend en daardoor blijft er bij hevige regenval water onderin de kuil staan. Daarnaast is veel van de bodem onbegroeid waardoor er met neerslag leem erodeert en naar beneden stroomt.

Om er voor te zorgen dat het waterprobleem wordt opgelost en de erosie tegen wordt gegaan is een hoofdvraag opgesteld: "Hoe kan wateroverlast in de Leemkuil worden verholpen en de erosie worden gereduceerd?" Daarbij zijn een aantal deelvragen gesteld: "Welke maatregelen zijn er nodig om het water te geleiden?", "Welke voorzieningen moeten er worden getroffen om erosie tegen te gaan?" en "Hoe kan het laagste gedeelte van de Leemkuil watervrij blijven?".

De gemeente Nijmegen heeft in de uitvraag een aantal eisen gesteld wat invloed heeft om tot een oplossing te komen. Zo moet het park een Romeins thema krijgen, moet het water geleid worden en moet het laagste deel van de kuil watervrij blijven bij een bui van 30mm/uur.

Als eerste is een schetsontwerp gemaakt waarop mogelijke oplossingen zijn getekend. Hierbij zijn molgoten ontworpen om het water te geleiden, verhoogde banden toegepast om het water te keren, een wadi ontworpen om leem te laten bezinken en een grote berging toegepast om de grote hoeveelheden water te bergen.

Aan de hand van de zware regenbui op 30 mei 2016 is een inventarisatie van de erosieproblemen gemaakt. De regen heeft ervoor gezorgd dat veel leem is geërodeerd wat de stroomgeulen duidelijk zichtbaar heeft gemaakt. Aan de hand van de stroomgeulen is bepaald met welke orde van grote van erosie te maken is en waar voornamelijk de erosiebeschermingsmaatregelen geplaatst zouden moeten worden.

Aan de hand van de inventarisatie is het schetsontwerp aangepast. Dit ontwerp is vervolgens hydraulisch getoetst waarna het ontwerp zo is aangepast dat het aan de hydrologische randvoorwaarden voldoet.

Het waterprobleem wordt deels verholpen door het water wat buiten de kuil valt vroegtijdig af te vangen en te geleiden middels stroomgoten naar plaatsen waar het geen (water) overlast veroorzaakt. De neerslag die in de kuil valt wordt opgeslagen in een grote berging die wordt aangesloten op de bestaande pomp die de berging leeg pompt.

Het erosie probleem wordt verkleind door er ten eerste voor te zorgen dat minder water over de grond stroomt. Het water wordt namelijk via de molgoten geleid. Verder worden langs de Via Appia, naast het feit dat ook in dit pad een stroomgoot wordt opgenomen, op strategische punten en waar de erosie het grootst is, worden betonnen elementen geplaatst die ervoor zorgen dat de grond niet wegspoelt.

Inhoud

Blz.

1	Inleiding	1
2	Locatie	3
2.1	Maaiveldverloop	4
2.2	Bodemopbouw	4
2.3	Geohydrologie	4
2.4	Grondwaterstanden	6
2.5	Knelpunten	6
3	Methode	7
4	Huidige waterhuishouding	8
5	Ontwerp	10
5.1	Lijngoot	10
5.2	Afwatering	10
5.3	Zandvang	11
5.4	Berging	11
5.5	Beheer en onderhoud	11
6	Hydraulische berekeningen	13
6.1	Afwaterend oppervlak	13
6.2	Afvloeiingscoëfficiënt	13
6.3	Berekening berging	13
6.4	Bypass / extreme afvoer	14
6.5	Wadi en (infiltratie)kratten	14
6.6	Berekening leidingdiameters	15
6.7	Berekening molgoten	16
7	Conclusies en aanbevelingen	18
7.1	Deelconclusies	18
7.2	Hoofdconclusie	18
7.3	Aanbevelingen	19
8	Literatuurlijst	20
9	Bijlagen	21
9.1	Tekening hoogtekaart	22
9.2	Tekening erosiegeulen	23
9.3	Boorresultaten	24
9.4	Tekening afwaterend oppervlak	25

9.5	Boorprofiel	26
9.6	Informatie infiltratiekratten	27

1 Inleiding

De Leemkuil is een grote speeltuin in Nijmegen met 80 speeltoestellen. Een aantal van deze speeltoestellen zijn aan vervanging toe. Hiervoor heeft de gemeente Nijmegen de leveranciers van speeltoestellen, waarmee een lopende raamovereenkomst is, aangeschreven om een ontwerp te maken voor nieuwe speelgelegenheden in de Leemkuil. Daarnaast zijn er problemen met de waterhuishouding in de Leemkuil. De gemeente heeft deze waterproblemen in dezelfde uitvraag op de markt gezet. Dit moet er voor zorgen dat de ontwerpen van de waterhuishouding en de speeltoestellen op elkaar aansluiten. Eén van de leveranciers die de gemeente Nijmegen heeft uitgenodigd om een ontwerp te maken is Nijha B.V.

Nijha B.V. wil graag een ontwerp maken voor de speeltoestellen en heeft daarbij Antea Group gevraagd om het ontwerp te maken voor het waterhuishoudingsplan.

De Leemkuil is een grote speeltuin met als onderdeel van de speeltuin, zoals de naam al doet vermoeden, een kuil van leemgrond. Deze kuil bestrijkt ongeveer de helft van de speeltuin en is het laagst gelegen punt in het terrein. In dit rapport zal het laagste punt, wat het probleemgebied is, de “kuil” genoemd worden. Leem heeft de eigenschap om slecht water door te laten, waardoor de kuil een soort van badkuip wordt waarin het water slecht weg kan. De gemeente heeft voor dit probleem een aantal jaren geleden op het laagste punt van de kuil een drain met drainzand aangebracht en een pomp die het water uit de Leemkuil weg pompt. Dit systeem werkt aan het begin van het seizoen goed totdat er zware neerslag valt en het leem gaat eroderen. Het geërodeerde leem spoelt in het drainzand waardoor deze dichtslibt en het drainagesysteem niet meer functioneert.

De hoofdvraag die gesteld is om het probleem op te lossen is:
Hoe kan wateroverlast in de Leemkuil worden verholpen en de erosie worden gereduceerd?

De deelvragen die daarbij horen zijn:
Welke maatregelen zijn er nodig om het water te geleiden?
Welke voorzieningen moeten er worden getroffen om erosie tegen te gaan?
Hoe kan het laagste gedeelte van de Leemkuil watervrij blijven?

Het doel van dit rapport is een waterhuishoudingsplan op te stellen met een bijpassend ontwerp om de wateroverlast op een adequate wijze te verhelpen in de Leemkuil.

Dit rapport is tot stand gekomen door te starten met een locatiebezoek in de Leemkuil tijdens de informatiebijeenkomst. Hierbij zijn de problemen in beeld gebracht door medewerkers van de gemeente Nijmegen. Vervolgens is er gebrainstormd over waar de problemen zitten en hoe deze mogelijk op te lossen zijn. Van deze oplossingen is een schetsontwerp gemaakt. Dit schetsontwerp is middels hydraulische berekeningen getoetst (zie hoofdstuk 6). Als laatste zijn aan de hand van de berekeningen de constructies bepaald en is het voorontwerp gemaakt.

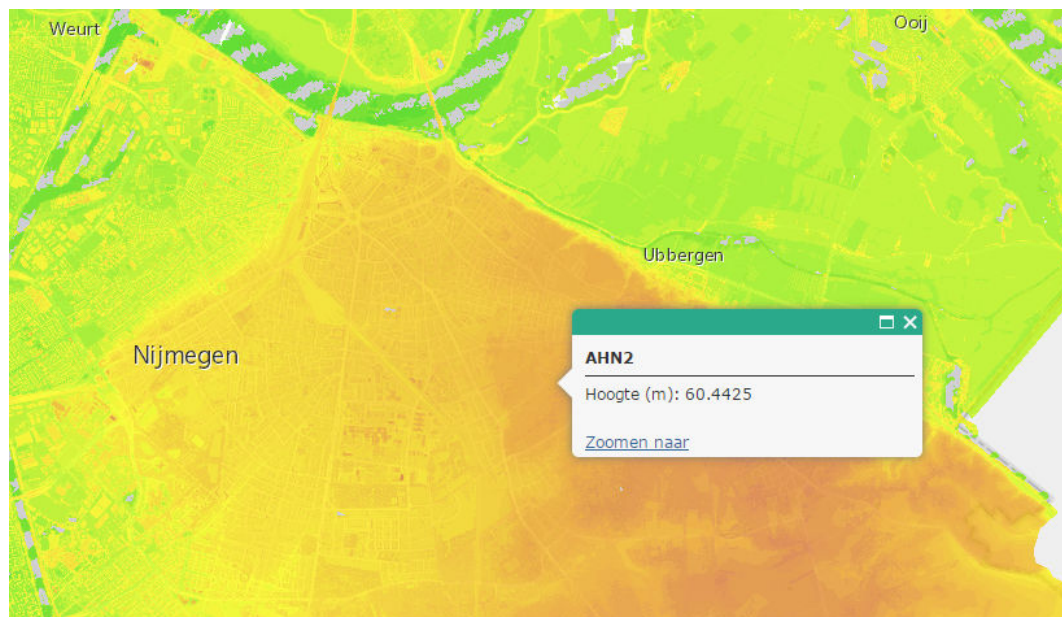
In de uitvraag staan een aantal randvoorwaarden met betrekking tot het waterhuishoudingsplan. Dit zijn: het herstellen van de watergeleiding naar plaatsen waar water kan infiltreren, het verminderen van erosie, het laagste deel van de Leemkuil, de kuil, water vrij houden en het beperken van slib zodat de werking van de voorzieningen niet al te snel zal afnemen.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de locatie van de Leemkuil omschreven en in hoofdstuk 3 wordt de methode besproken. Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 dieper in gegaan op de huidige waterhuishouding, waarna in hoofdstuk 5 het ontwerp aan bod komt met het bijbehorend beheer en onderhoud. De hydraulische berekeningen staan in hoofdstuk 6, met daarop volgend in hoofdstuk 7 de conclusies en aanbevelingen en in hoofdstuk 8 de literatuurlijst. In hoofdstuk 9 zijn de bijlagen opgenomen.

2.1 Maaiveldverloop

Er is een groot hoogte verschil in de kuil. Het laagste punt is op 59m +NAP terwijl het hoogste punt zich, 7 meter hoger, op 66m +NAP bevindt. Hieronder is in figuur 3 de hoogtekaart weergegeven uit de algemene hoogtekaart van Nederland. In bijlage 9.1 is de hoogtemeting van de gemeente Nijmegen in de Leemkuil bijgevoegd.



Figuur 3: Hoogtekaart (AHN, 2013)

2.2 Bodemopbouw

Op 17 oktober 2016 zijn er door Antea Group op zes plaatsen grondboringen gemaakt (zie bijlage 9.5). Hierbij is een grote diversiteit aan bodemopbouw te zien. Ook via het DINO loket zijn er een aantal bodemgegevens verkrijgbaar. Zo is de bodem opgestuwd in de voorlaatste IJstijd en heeft voor een gestuwde afzetting gezorgd. Dit valt te herleiden aan de scheefstaande grondlagen. Door voorgaande werkzaamheden in de Leemkuil is bij de gemeente bekend dat de bodem bestaat uit gestapelde zand en leemafzettingen. Daarbij bestaat het diepste punt van de kuil voor minimaal 2 meter uit leem

2.3 Geohydrologie

De k-waarde van de grond wordt door het leem geschat op <3mm/uur. Leem heeft de eigenschap dat het slecht water doorlaat en de verwachting is dat er ook weinig grondwaterstroming in de Leemkuil is. In de grondboringen die wij gedaan hebben ter plaatsen treffen wij tot 3 meter leem aan. Voor infiltratie is benodigd een minimale K-waarde van 20 mm/uur (Leidraad Riolering 0.5m/dag= 20 mm/uur). Ook de infiltratiemetingen geven aan dat er nagenoeg geen water infiltreert. (Zie bijlage 9.3). Boring 1 en 2 zijn gedaan onderin de leemkuil bij de plek voor de kratten. De metingen (omgekeerde boorgat) van boring 1 laat een lichte infiltratie zien, de meting in boring 2 laat zien dat er nagenoeg geen infiltratie aanwezig is. De resultaten zijn dusdanig dat er geen infiltratie mogelijk is.

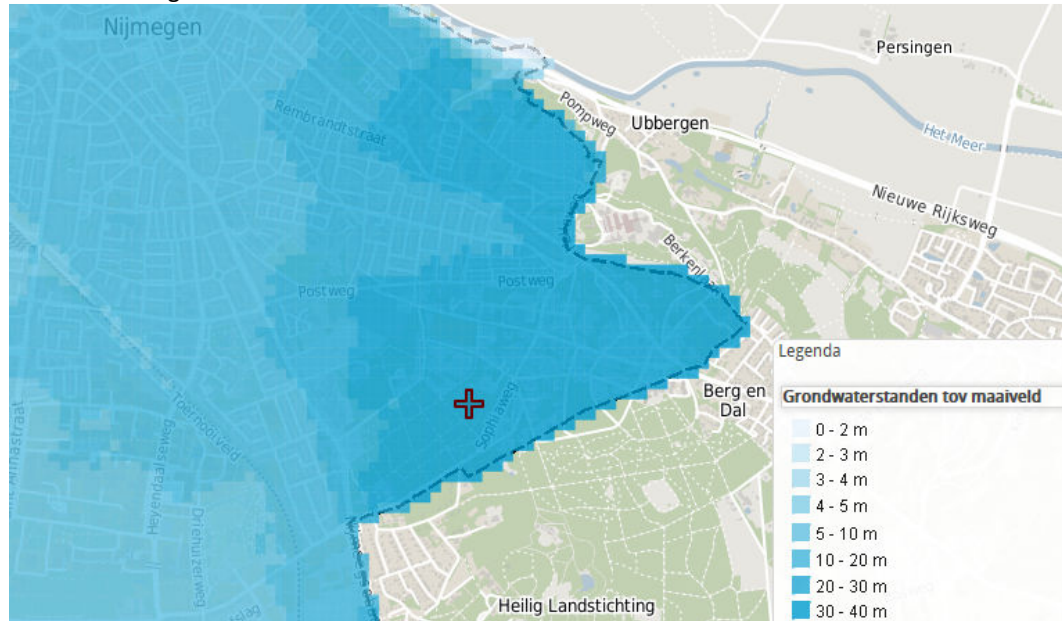
Boring 3 is gedaan op de plek van de toekomstige wadi met de dubbel ringinfiltratiemeting is daar de infiltratie gemeten. Hier zien we dat er wel lichte infiltratie plaats vindt. De bovenste laag (2 meter) bestaat uit zandig materiaal. De meting laat zien dat er ongeveer 6 mm infiltreert in 1 uur. De minimalen infiltratie moet 0,5 m/dag zijn= 500 mm in 24 uur. Dit betekent dat de infiltratie minimaal 20 mm per uur moet zijn om daadwerkelijk als infiltratie te worden meegenomen.

Wij zijn er in onze berekeningen van uitgegaan dat de wadi en het krattenveld niet aangebracht wordt als infiltratie maar als bergingsveld wordt gebruikt. Naast de slecht doorlatende ondergrond bestaat er een gerede kans dat er leem in de wadi en kratten neerslaat waardoor het infiltrerend vermogen nog verder afneemt.

2.4 Grondwaterstanden

Het grondwater zit erg diep in de Leemkuil, wat mede door de hoge ligging komt. De grondwaterstand zit op 9m +NAP terwijl het maaiveld op 60 m+ NAP ligt. Tijdens de werkzaamheden zal er vermoedelijk geen grondwater worden aangetroffen.

Gemiddeld grondwater t.o.v. maaiveld:	51.5m
Maaiveld t.o.v. NAP:	60.5m
Gemiddeld grondwater t.o.v. NAP:	9m
Fluctuatie van grondwater:	1.0 a 1.5 m



Figuur 4 Grondwaterstand (Milieuatlas Nijmegen, 2016)

2.5 Knelpunten

Het grootste knelpunt in dit project is de kuil van leem. Het leem laat zeer slecht water door waardoor het water wat in de kuil valt bijna niet infiltreert. Ook zorgt de fijne fractie in het leem er voor dat infiltratievoorzieningen dicht slibben. Verdere knelpunten zijn dat er te allen tijde gedacht moet worden aan de veiligheid van de kinderen. Het regenwater mag in verband met hygiëne niet gebruikt worden om te spelen. Ook mogen er geen plassen dieper dan 5 cm zijn omdat de kleinste kinderen daar in kunnen verdrinken. Het water zal op een manier verwerkt moeten worden dat kinderen er niet bij in de buurt kunnen komen.

3 Methode

Gestart is met een informatiebijeenkomst en een locatiebezoek. Hierbij heeft de Adviseur Riolerings- en Water van de gemeente Nijmegen uitgelegd dat er problemen zijn met het water en het huidige watersysteem niet voldoet.

Na de informatiebijeenkomst zijn alle randvoorwaarden en eisen bekeken die in de uitvraag zijn genoemd. Vervolgens heeft een brainstormsessie plaats gevonden om te bepalen waar de problemen liggen en welke maatregelen er nu nodig zijn om deze problemen op te lossen. Hierbij zijn de eisen van de gemeente meegenomen en zo zijn deze al in een zo vroeg mogelijk stadium mee genomen in het ontwerp.

De eisen die de gemeente heeft gesteld zijn onder andere dat de kuil omgetoverd moet worden tot een Romeins speelgebied, het moet een echte beleving worden. Ook moeten mensen met een beperking de kuil kunnen bereiken en er is een plek waar voor kleine groepen een voorstelling gegeven kan worden. De randvoorwaarden die betrekking hebben op het waterhuishoudingsplan zijn dat het water geleid moet worden naar plaatsen waar het kan infiltreren, de erosie moet worden verminderd, het laagste deel van de kuil moet vrij blijven van water en de aanvoer van slib moet worden beperkt.

Met welke methodes deze eisen zijn vertaald tot een ontwerp is in de komende hoofdstukken te lezen.

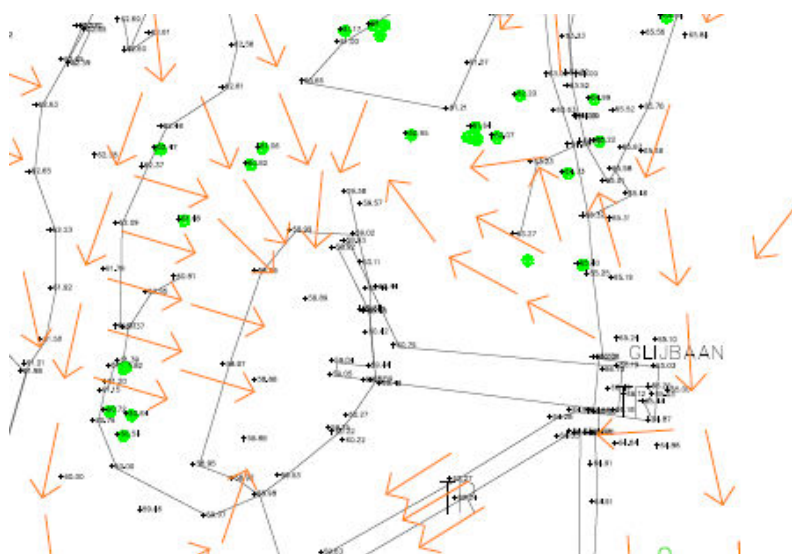
4 Huidige waterhuishouding

De bestaande waterhuishouding voldoet niet aan de wensen van de gemeente Nijmegen. Na een zware bui is er sprake van wateroverlast in het laagste gedeelte van De Leemkuil. Dit heeft de gemeente proberen op te lossen door een laag infiltratiezand aan te brengen met daarin een drainageleiding die het water afvoert middels een pomp. Deze pompt het water naar een wadi met slokop waarachter twee verticale drainagebuizen staan. Volgens de gemeente werkt dit systeem tot dat er leem erodeert en in het infiltratiezand inspoelt. Dit zou betekenen dat na elke bui het infiltratiezand gereinigd of vervangen moet worden. Om de erosie tegen te gaan is er in het verleden al houten geleiding aangebracht maar door de jaren heen is dit weggerot en functioneert de erosie bescherming niet meer.

Om de problemen met de huidige waterhuishouding goed in kaart te brengen heeft er een locatiebezoek plaatsgevonden op 31 mei 2016. Dit naar aanleiding van de hevige regenval van de dag ervoor. Volkel is het dichtstbijzijnde officiële meetstation bij Nijmegen en op 30 mei 2016 is daar een bui gevallen met een maximale uursom van 30,8mm (KNMI, 2016). Dit valt onder de categorie zware buien aangezien buien met een neerslag uursom van >25mm in de categorie wolkbreek vallen (Vereniging voor Weerkunde en Klimatologie, 2013).

Tijdens het locatiebezoek is duidelijk zichtbaar geworden waar veel water langs heeft gestroomd en wat dit voor een gevolg geeft aan de erosie. Vooral aan de noordzijde van de kuil waren diepe erosiegeulen zichtbaar. Het zand wat hier is uitgespoeld heeft zich in het laagste deel van de kuil afgezet in het infiltratiezand. Aan de rand had zich een laag van 10cm slib afgezet wat nog een stukje de glijbaan in ging. Aan de zuidzijde heeft het water ook stevig huisgehouden en een groot gat geslagen naast de oude muur. Een aantal foto's van dit locatiebezoek zijn weergegeven in figuur 6, 7, 8 en 9.

Tijdens het bezoek zijn alle zichtbare stroomgeulen in kaart gebracht en middels foto's vastgelegd. Dit geeft een beter inzicht waar het water naartoe stroomt. De stroomgeulen zijn verwerkt op de hoogtekaart zoals hieronder zichtbaar.



Figuur 5: Erosiegeulen, voor de volledige vergroting zie bijlage 9.2



Figuur 6: geërodeerd leem afgezet in drainzand.



Figuur 7: Midden bovenin de foto: houten erosiebescherming die is weggerot en verzakt, Rechtsboven: erosie geul zichtbaar, Voorgrond: afzetting in drainzand.



Figuur 8: achtergrond: erosiegeul zichtbaar, voorgrond: leem afzetting in de kuil wat een stuk de glijbaan in is gespoeld.



Figuur 9: diepe erosiegeulen zichtbaar naast de oude muur.

5 Ontwerp

Voor het ontwerp is bepaald welke maatregelen getroffen moeten worden om aan de, door de gemeente, gestelde eisen te voldoen. Een belangrijk punt hierbij is het voorkomen dat water wat buiten de kuil valt, de kuil in stroomt. Hiervoor is bedacht dat een lijngoot het water moet gaan afvangen. De lijngoot kan het water via het “aquaduct” afvoeren richting het bos waar het water infiltreert. Op het diepste punt van de leemkuil komt een bergingsveld met infiltratiekratten. Deze kratten kunnen beter draineren dan de bestaande drainagebuis.

5.1 Lijngoot

Aan de hand van deze ideeën is bedacht om het Romeinse thema terug te laten komen in het ontwerp. Hiervoor zijn een aantal foto's opgezocht met Romeinse wegen om een idee te krijgen hoe de wegen er in die tijd uit hebben gezien. De Romeinen waren de eerste mensen die gefundeerde wegen aanlegden met natuurstenen. Deze details zullen in de Via Appia, in een hedendaagse vertaling terug komen. De via Appia krijgt, door het gebruik van verschillende verhardingen, een uitstraling als een “Romeinse opgraving” van een weg. De lijngoot aan de westzijde van de leemkuil voert het water onder vrij verval af naar de wadi, vanwaar het naar de infiltratiekratten wordt getransporteerd. Hiervandaan wordt de piek weggepompt naar het aquaduct vanwaar het door de duiker stroomt en verder het bos in wordt afgevoerd.

De lijngoten krijgen een afmeting van ongeveer 60cm breed en 8 cm diep en bestaan uit klinkers gesteld in beton (zie detail op tekening), daar waar gevaar ontstaat op erosie naar de kuil toe zal naast de goot een verhoogde band toegepast worden.

Het aquaduct krijgt een afmeting van ongeveer 50 cm breed en bestaat uit tegels die gesteld in beton onder een bepaalde hoek tegen elkaar aangezet worden. Het profiel wat hierbij ontstaat wordt aangesmeerd met beton zodat er een stroomprofiel ontstaat.

5.2 Afwatering

Het water aan de noordwest zijde van de Leemkuil kan niet anders dan in de Leemkuil zelf worden verwerkt. Om zorg te dragen dat dit gecontroleerd gebeurt wordt dit water middels hetzelfde type lijngoot afgevoerd als hierboven omschreven. Dit water komt vervolgens terecht in de wadi. Deze wateropvang krijgt een oppervlakte van ongeveer 50 m². Normaliter zou het water infiltreren in een wadi wat voor een natuurlijke infiltratie zorgt. De Leemkuil bestaat uit leemgrond en deze grond heeft niet de benodigde infiltratiecapaciteit. Hierdoor is genooddaakt om dit water af te vangen middels een slokop. De slokop is vergelijkbaar met een straatkolk en vangt het water op. Deze slokop bevindt zich op de bodem van de wadi in tegenstelling tot normaal. Normaal zou de slokop iets hoger staan en vormt er zich in de wadi een plas die binnen een dag in de grond infiltreert. Die plas moet hier worden voorkomen aangezien er in de Leemkuil kinderen spelen en in het ergste geval hierin kunnen verdrinken. Om erosie in de wadi te voorkomen zal er bij de instroompunten een verharding van grasbetontegels gemaakt worden. Om het grovere zand neer te laten slaan in de wadi zal er een soort van overstortdrempel gerealiseerd worden waardoor de stroming uit het water gehaald wordt (zie dwarsdoorsnede tekening).

Het huidige drainage systeem tpv de glijbanen in de kuil zal op het krattensysteem aangesloten worden (dit zal tijdens de werkzaamheden worden bekeken). Indien dit niet lukt zal er boven het krattenveld extra aandacht besteed worden aan het draineren van het water in de kuil naar het krattenveld d.m.v. een extra laag drainzand boven de kratten.

5.3 Zandvang Hoe dan wel de zandvang uit te voeren?

Achter de slokop moet een grote zandvang voorkomen dat de hele infiltratievoorziening dicht gaat slibben. Hoe groter deze zandvang is hoe kleiner de stroomsnelheid wordt en hoe meer zanddeeltjes bezinken. Er is onderzocht of het mogelijk is om hier een lamellenfilter toe te passen om er voor te zorgen dat er geen leemdeeltjes in de infiltratievoorziening komt. De fabrikant van deze installaties is tot de conclusie gekomen dat een lamellenfilter niet toe te passen is. Dit omdat het leem vast gaat zitten in de filters en keihard wordt. Daardoor raakt het filter verstopt en verliest het haar werking. Wanneer het leem hard is geworden is het filter niet meer schoon te maken. Dat zal inhouden dat na elke neerslag waarbij er leem in het filter is gekomen, het filter vervangen zal moeten worden. Dit zijn geen makkelijk te vervangen filters en daarbij een dure oplossing. De zandvang zal zorgen dat de grootste fractie zand wordt afgevangen. In de molgoot zal om de 75 m1 een zandvang geplaatst worden.

5.4 Berging hoe vanuit de wad naar de berging?

Vanuit de zandvang zal het water naar de berging gaan. De berging bestaat uit een grote bak vol met infiltratiekratten. Deze kunststof kratten worden gestapeld met een afmeting van 8,4 * 9,6 * 1,2m. Hierdoor wordt de berging 93m3 groot. Middels de hydrologische berekeningen is getoetst dat dit voldoet aan de bergingseisen (zie hoofdstuk 6).

Al het water wat na de zandvang in de berging terecht komt zal daar moeten infiltreren of op een andere manier uit de berging moeten komen. De infiltratiecapaciteit wordt niet voldoende geacht om het water te laten infiltreren. Om dit water uit de berging te krijgen wordt de bestaande pomp van het drainagesysteem aangesloten op de berging. Deze pomp zal het water verpompen naar het aquaduct.

5.5 Beheer en onderhoud

Om het gehele systeem werkend te houden en om de garantie te garanderen dient er goed en vakkundig onderhoud gepleegd te worden. In onderstaande tabel is het beheer en onderhoud schematisch weergegeven.

onderdeel	omschrijving benodigde maatregel	frequentie maatregel	kosten maatregel per keer	kosten per jaar	onderbouwing kosten
Lijngoot	Blad en slib verwijderen	na elke zware bui, 12 keer per jaar	€ 200,-	€ 2.400,00	halve dag een man per keer
	voegen	elke 15 jaar	€ 3.150,-	€ 210,00	€ 10,- per m1 incl. cement
	uitspoeling rond goot opvullen	jaarlijks	€ 400,-	€ 400,00	Een man 1 dag
pomp	pomp nakijken	jaarlijks	€ 200,-	€ 200,00	Een man halve dag

	vervangen pomp	elke 10 jaar	€ 750,-	€ 75,00	
pompput	Reinigen	jaarlijks	€ 100,-	€ 100,00	Een man 2 uur
slokop	Reinigen	na elke zware bui, 12 keer per jaar	€ 10,-	€ 120,00	Een man 1 uur
krattensysteem	Reinigen	jaarlijks	€ 720,-	€ 720,00	Rioolreiniger 4 uur
toplaag wadi	Blad en slib verwijderen	na elke zware bui, 12 keer per jaar	€ 100,-	€ 1.200,00	Een man 2 uur
zandvangput	Blad en slib verwijderen	na elke zware bui, 12 keer per jaar	€ 50,-	€ 600,00	Een man 1 uur
Zandvang 4 st in lijngoot	Blad en slib verwijderen	Na elke zware bui, 12 keer per jaar	€ 50,-	€ 600,00	Een man 1 uur
uitstroomvoorziening	Blad en slib verwijderen	na elke zware bui, 12 keer per jaar	€ 50,-	€ 600,00	Een man 1 uur
	uitspoeling rond goot opvullen	jaarlijks	€ 100,-	€ 100,00	Een man 2 uur
Gras op taluds	Doorzaaien	2 maal per jaar gedurende de eerste 2 jaar daarna naar behoefte	€ 150,-	€ 300,00	Een man 2 uur incl. graszaad
	Tijdelijk afzetten gazons op taluds i.v.m. erosie doordat de gazons nog niet volgroeid zijn en er spelende kinderen overheen gaan	eerste twee jaar	€ 700,-	€ 1.050,00	Twee man halve dag, afzetting paaltjes met drie draden
	Maaien	13 keer per jaar	€ 150,-	€ 1.950,00	Een man 3 uur
Totaal				€ 11.105,00	

Bij calamiteiten zoals onderspoeling van de molgoot en grote hoeveelheden zand in de wadi en zandvangput dient er direct ingegrepen te worden, wanneer dit niet gebeurt kan de werking van het waterhuishoudingssysteem niet meer gegarandeerd worden en zullen de garantie dan ook vervallen. Overigens geeft de leverancier een levensduur van de polypropyleen kratten van minimaal 50 jaar, de werking van de kratten is zeer afhankelijk van de hoeveelheid slib dat in de kratten terecht komt. Wanneer bovenstaande beheer- en onderhoudsmaatregelen in acht worden gehouden kan er een garantie gegeven worden van 60 jaar met een minimale levensduur van de infiltratiekratten van 50 jaar. De water gerelateerde onderdelen worden door ons middels GPS ingemeten en verwerkt tot een revisietekening/As built tekening met daarop vermeld uit welke materialen deze onderdelen bestaan.

6 Hydraulische berekeningen

In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op de hoeveelheden hemelwater die moeten worden afgevoerd. Vanuit de gemeente zijn er een aantal eisen waar de hemelwaterafvoer aan moet voldoen. Er dient een berging ontworpen te worden op basis van een bui van 20-30mm/uur. Randvoorwaarde hierbij is dat de bovenkant van de bandbreedte aangehouden moet worden in gebieden waar het water slecht kan infiltreren. Aangezien in de leemkuil de verwachting is dat de k-waarde <3m/dag zal zijn is er voor gekozen om een bui van 30mm/uur aan te houden. Daarnaast heeft de gemeente de eis dat elke voorziening die water bergt voorzien moet zijn van een bypass van 100l/s/ha.

6.1 Afwaterend oppervlak

Om te bepalen welk oppervlakte er op de voorziening afvoert is in AutoCAD het afwaterend oppervlak bepaald. Hierbij is gerekend dat het regenwater dat aan de oostzijde Leemkuil valt niet in de Leemkuil terecht komt door de getroffen voorzieningen. Het water aan de westzijde van de Leemkuil zal daar in het bos afwateren en niet richting de Leemkuil stromen. Het oppervlakte wat wel in de Leemkuil afwatert is 5.000 m² ofwel 0,5 ha. De bijbehorende tekening staat in bijlage 9.4.

6.2 Afvloeingscoëfficiënt

Zodra er een bui valt in de Leemkuil komt niet elke druppel water die in de kuil valt ook daadwerkelijk in de berging terecht. De factor om dit mee te bepalen is de afvloeingscoëfficiënt. De afvloeingscoëfficiënt is met een helling van 1:1 voor slecht doorlatende gronden 0,3. Dit houdt in dat 30% van de neerslag die valt ook daadwerkelijk in de berging terecht komen. Al het overige water zal infiltreren of achterblijven op de grond of het groen.

6.3 Berekening berging

Om de berekening te kunnen maken is er input nodig om tot de berging te komen. Het gaat hier om:

Afvoerend oppervlakte	5.000 m ² = 0,5 ha
Hiervan bedraagt ca. 10% verhard oppervlak.	
Maatgevende neerslag	30 mm/uur
Afvloeingscoëfficiënt leemgrond	0,3

Door het afvoerend oppervlak te vermenigvuldigen met de maatgevende neerslag en de afvloeingscoëfficiënt komt er de hoeveelheid te bergen water uit. Dit is:

$$\begin{aligned}\text{Oppervlakte} \times \text{neerslag} \times \text{coëfficiënt} &= 4.500 \times 30 \times 0.3 = 40.500 \text{ l} \\ &= 500 \times 30 \times 1.0 = 15.000 \text{ l}\end{aligned}$$

Totale hoeveelheid te bergen bedraagt $40.500 + 15.000 = 55.000 = 55,5 \text{ m}^3$

6.4 Bypass / extreme afvoer

De gemeente heeft als eis dat elke voorziening die water bergt voorzien moet zijn van een bypass die 100l/s/ha aan kan. Deze eis betreft de afvoer voor extreme neerslagsituaties. Het systeem moet dergelijke extreme neerslag kunnen verwerken. Voor het systeem in de leemkuil zou dit betekenen dat de pomp deze capaciteit zou moeten hebben om het water uit de kuil te pompen. Omdat dit een buitengewoon disproportionele pomp zou inhouden wordt extra berging aangelegd om overlast in extreme situaties te voorkomen. Om te bepalen hoeveel water er door de bypass kan stromen is er weer wat input nodig. Daarbij wordt de afvoercapaciteit eerst omgezet naar mm/uur.

Afvoercapaciteit bypass	100 l/s/ha $100 * 60 * 60 = 360.000 / 10.000 = 36 \text{ mm/uur}$
Afvoerend oppervlakte onverhard	0,45 ha = 4.500 m ²
Afvoerend oppervlakte verhard	500 m ²
Afvloeiingscoëfficiënt leemgrond	0,3

Vervolgens wordt de afvoercapaciteit vermenigvuldigd met het afvoerend oppervlakte en de afvloeiingscoëfficiënt.

Afvoer x oppervlakte x coëfficiënt	$36 * 4.500 * 0,3 = 48.600 \text{ l/uur} = 48, \text{ m}^3/\text{uur}$ $36 * 500 * 1,0 = 18.000 \text{ l/uur} = 18,0 \text{ m}^3/\text{uur}$
------------------------------------	---

Dit betekend dat het systeem in extreme situaties 66m³/ uur moet kunnen afvoeren. De bestaande pomp wordt op het systeem aangesloten. Deze pomp heeft een afvoercapaciteit van 18m³/uur.

Pompcapaciteit	18 m ³ / uur
Afvoer – pompcapaciteit	66 – 18 = 48m ³

Door de pompcapaciteit van de benodigde afvoer af te halen blijft er nog 36m³ water over wat verwerkt moet worden. Er is niet gekozen voor een extra pomp omdat deze alleen in werking zal treden met uitzonderlijk veel neerslag. Om wel aan de gestelde capaciteit te voldoen is er voor gekozen om extra berging te creëren die het overige water kan bergen tot de bestaande pomp de berging leeg heeft gepompt.

Benodigde bergingscapaciteit	$55,5 + 348 = 103,5 \text{ m}^3$
------------------------------	----------------------------------

6.5 Wadi en (infiltratie)kratten

Voordat het water de berging in gaat komt het eerst in een wadi terecht. Deze wadi kan een gedeelte van het water bergen. Door een wadi te maken met een oppervlak van ca 50 m² en een diepte van 20cm kan hier 10m³ water in worden geborgen.

Afmeting wadi	oppervlak ca. 50m ² , diepte 0,2m
---------------	--

Deze 10m³ water hoeft al niet meer in de berging en wordt van de totale berging afgehaald.

Overige berging	$103,5 - 10 = 93,5 \text{ m}^3$
-----------------	---------------------------------

Om deze 93,5m³ te kunnen bergen is er voor infiltratiekratten gekozen. Deze kratten kunnen makkelijk geplaatst worden en hebben een grote bergingscapaciteit. De kratten zijn 0,6 * 0,6 * 0,6 m en kunnen aan elkaar gekoppeld worden. Om tot de 93,5 m³ berging te komen worden het infiltratieveld

	$8,4 * 9,6 * 1,2 \text{ m}$
Totale afmeting infiltratiekratten	$8,4 * 9,6 * 1,2 = 96,8 \text{ m}^3$

Met een pompcapaciteit van 18m³/uur kan de volledige berging in 5 uur worden leeg gepompt. Dit valt binnen de gestelde ledigingseis van 6 uur. Deze ledigingseis zorgt er voor dat de berging op tijd leeg is voor de volgende bui.

Ledigingstijd $93,5 / 18 = \text{ca } 5 \text{ uur}$

Berekening robuustheid systeem

Berging 94,5m/uur

Oppervlakte 5.000m²

mm $94,5 / 5.000 = 0.019$

Afvloeicoëfficiënt leemgrond 0,3

Capaciteit systeem $0,019 / 0,3 = 0,063\text{m} = 63\text{mm}$ neerslag in 1 uur.

6.6 Berekening leidingdiameters

Om te bepalen welke diameter afvoerbuis er aan de watervoorziening moet is er een standaard diameter genomen en is aan de hand van Colebrook-White bepaald of deze voldoet.

Ø125mm is één van de meest voorkomende diameters onder de grond met de waterafvoer. Hier zijn ook de meeste standaard voorzieningen op ontworpen.

Diameter afvoerbuis slokop Ø125mm

De waterafvoer wordt teruggerekend naar m³/sec.

Debiet (waterafvoer) $89,5\text{m}^3/\text{uur} / 60\text{min} / 60\text{sec} = 0,025 \text{ m}^3/\text{sec}$

Het oppervlak van de dwarsdoorsnede van de buis wordt berekend.

Oppervlak $(0,125/2)^2 * \pi = 0,012 \text{ m}^2$

$Q=V*A$ ofwel het debiet is de snelheid keer het oppervlakte. Door het debiet te delen door het oppervlakte blijft de gemiddelde stroomsnelheid over. Dat is:

Gemiddelde snelheid $0,025/0,012 = 2,025\text{m/s}$

Om te testen of de buis deze snelheid ook aan kan is de formule van Colebrook-White toegepast. Aan de hand van deze formule kan de maximale stroomsnelheid in de buis worden bepaald.

Colebrook-White
$$v = -2\sqrt{2 * g * D * I} \log \left(\frac{k}{3.7 * D} + \frac{2.51 * v}{D * \sqrt{2 * g * D * I}} \right)$$

De zwaartekrachtversnelling (g) is een natuurkundig gegeven. De inwendige diameter (D) van de afvoerbuis is net bepaald. De leiding is 15m lang en heeft een hoogte verschil van 1,5m (I). De wandruwheid (K) wordt verstrekt door de leidingproducent. De kinematische viscositeit (v) is de fysische materiaaleigenschap van het water en geeft aan hoe "stroperig" het is.

g (zwaartekrachtversnelling) 9,81m/s²

D (inwendige diameter) 0,125m

I (verhang leiding) $1,5/15 = 0,1\text{m/m}$

K (wandruwheid) $2,5 * 10^{-4}\text{m}$

v (kinematische viscositeit) $1,31 * 10^{-6}$

v (maximale gemiddelde snelheid)
$$v = -2\sqrt{2 * 9,81 * 0,125 * 0,1} \log \left(\frac{2,5 * 10^{-4}}{3,7 * 0,125} + \frac{2,51 * 1,31 * 10^{-6}}{0,125 * \sqrt{2 * 9,81 * 0,125 * 0,1}} \right)$$

 $v = 3,2\text{m/s}$

Door de formule van Colebrook-White blijkt dat de leiding een stroomsnelheid van 3,2m/s aan kan. Gezien de benodigde stroomsnelheid 2,025m/s is heeft de leiding voldoende capaciteit om het water af te voeren.

6.7 Berekening molgooten

Om te bepalen of de ontworpen molgoot ook daadwerkelijk voldoende capaciteit heeft om het water af te voeren is met de formule van Chézy bepaald wat de maximale stroomsnelheid in de molgoot mag zijn.

Voor de formule is input nodig. Dit is de natte omtrek, nat oppervlak, hydraulische straal, k-waarde en verhang. De natte omtrek wordt bepaald door de omtrek te berekenen waar het water de bodem raakt. Het nat oppervlak is de het oppervlak van de doorsnede. De hydraulische straal wordt bepaald door het nat oppervlak te delen door de natte optrek. De K-waarde is de wandruwheid. Deze is ruim geschat op 1 cm.

Molgoot	0,60m breed, 0,08m diep
Natte omtrek	$\sqrt{0,30^2 + 0,060^2} * 2 = 1,34$
Nat oppervlak	$0,60 * 0,08 / 2 = 0,024$
Hydraulische straal (R)	$0,036 / 0,87 = 0,032$
K-waarde wandruwheid	1cm = 0,01m (aannee)

Door die waardes in te voeren in onderstaande formule is de Chézy coëfficiënt bepaald die nodig is om in de formule van Chézy te verwerken.

Chézy coëfficiënt (C)	$18 * LOG(12 * R/K)$
	$18 * LOG(12 * 0,03/0,01) = 28,0$

Het verhang is bepaald door de lengte van de stroomgoot te delen door het hoogte verschil over dat stuk. Het minimale verhang is 1cm/m ofwel 1% en het maximale verhang wordt geschat op 10%

Verhang (i)	1cm/m tot 10 cm/m
Formule van Chézy	$v = C * \sqrt{(R * i)}$
Minimale snelheid	$28,0 * \sqrt{0,032 * 0,01} = 0,50m/s$
Maximale snelheid	$28,0 * \sqrt{0,032 * 0,1} = 1,58m/s$

De molgoot heeft een minimale stroomsnelheid van 0,50 m/s. Door de minimale snelheid te vermenigvuldigen met het natte oppervlak wordt de minimale afvoer bepaald.

Minimale debiet	$0,60 * 0,036 = 0,022 m^3/s * 3.600 = 77,8 m^3/ uur$
-----------------	--

De maatgevende neerslag is 30mm/uur. Door de afvoer te delen door de maatgevende neerslag wordt het afwaterend oppervlak bepaald.

Maatgevende neerslag	30mm = 0,03m
Afwaterend oppervlak	$43,2 / 0,03 = 1.140 m^2$

Ook hier geldt weer dat niet al het water dat valt in de molgoot terecht komt. Gezien het hier om leemgrond op een helling gaat wordt er gerekend met de afvloeiingscoëfficiënt van 0,3.

Afvloeiingscoëfficiënt leemgrond	0,3
Maximaal afwaterend oppervlak	$1.140 / 0,3 = 4.800 m^2$

Het maximaal afwaterend oppervlak op de lijngoot is 4.800 m². De schatting is dat het afvoerend oppervlak maar 3.000m² is en daarmee voldoet de molgoot ruim aan de gestelde eisen.

6.8 Berekening aquaduct

Voor het aquaduct wordt uitgegaan van een goot met een minimaal verhang van 1%, uitgevoerd door tegels van 60x40 cm in V-vorm tegen elkaar aan te plaatsen.

Als diepte voor de goot wordt 10 cm aangehouden, waarmee de hoek tussen de tegels ca. 140 graden bedraagt.

Conform de berekening van de molgoten:

Aquaduct	0,56 m breed, 0,1m diep
Natte omtrek	0, 60 m (oppervlak tegels)
Nat oppervlak	$0,10 * 0,56 = 0,056$
Hydraulische straal (R)	$0,056 / 0,60 = 0,09$
K-waarde wandruwheid	1cm = 0,01m (aannee)

Door die waardes in te voeren in onderstaande formule is de Chézy coëfficiënt bepaald die nodig is om in de formule van Chézy te verwerken.

$$\begin{aligned}\text{Chézy coëfficiënt (C)} &= 18 * \text{LOG}(12 * R/K) \\ &= 18 * \text{LOG}(12 * 0,09/0,01) = 36,6\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Verhang (i)} &= 1 \text{ cm/m} \\ \text{Formule van Chézy} &= v = C * \sqrt{(R * i)}\end{aligned}$$

$$\text{Minimale snelheid} = 36,6 * \sqrt{0,09 * 0,01} = 1,1 \text{ m/s}$$

Het aquaduct heeft een minimale stroomsnelheid van 1,1m/s. Door de minimale snelheid te vermenigvuldigen met het natte oppervlak wordt de minimale afvoer bepaald.

$$\text{Minimale debiet} = 1,1 * 0,056 = 0,062 \text{ m}^3/\text{s} * 3.600 = 222 \text{ m}^3/\text{uur}$$

Geconcludeerd kan worden dat met een goot gemaakt van tegels met 30x30 cm het aquaduct meer dan voldoende afvoercapaciteit heeft om het debiet dat de pomp opvoert (18m/uur) af te kunnen voeren.

7 Conclusies en aanbevelingen

Bij deze conclusies wordt er antwoord gegeven op de hoofd-, en deelvragen.

7.1 Deelconclusies

Om antwoord te geven op de hoofdconclusie wordt er eerst antwoord gegeven op de deelvragen.

Welke maatregelen zijn er nodig om het water te geleiden?

Het water stroomt nu vanaf bijna alle kanten De Leemkuil in. Dit wordt voorkomen door het water af te vangen voor het de “kuil” bereikt. Gezien de duurzaamheid kan dit het beste worden uitgevoerd in stenen molgoten. Deze behouden de afvoercapaciteit en zullen niet snel verzakken. Waar deze molgoten gerealiseerd moeten worden valt terug te zien op de tekening in bijlage 9.3.

Welke voorzieningen moeten er worden getroffen om erosie tegen te gaan?

Het water moet zo veel mogelijk worden afgevangen voor het tot afstromen komt over de braakliggende leemgrond. Op plaatsen waar de stroomsnelheid van het water te hoog wordt zullen voorzieningen aangebracht worden om de snelheid te remmen, hierbij kan gedacht worden aan betonbielzen. De plaatsing hiervan gaat in overleg met de gemeente en de beheerders van de Leemkuil.

Hoe kan het laagste gedeelte van de Leemkuil watervrij blijven?

De leemgrond heeft niet voldoende capaciteit om het water te infiltreren. Daarom zal het water er op een mechanische manier uit gepompt moeten worden. In dit geval is er voor gekozen om de bestaande pomp onderin de Leemkuil hiervoor te gebruiken. Deze pomp heeft niet voldoende capaciteit om het hemelwater af te kunnen voeren. Daarvoor wordt een berging van 95m³ gecreëerd die het water tijdelijk op kan vangen tot dat de pomp de berging leegpompt.

7.2 Hoofdconclusie

De hoofdvraag die gesteld is om het probleem op te lossen is:

Hoe kan wateroverlast in De Leemkuil worden verholpen en de erosie worden gereduceerd?

Wateroverlast in De Leemkuil kan worden verholpen door in een zo vroeg mogelijk stadium water af te vangen zodat deze niet meer de “kuil” in kan stromen. De neerslag die in de kuil valt kan moeilijk infiltreren en zal mechanisch uit de put moeten worden gepompt. Aangezien er al een pompput met een pomp in de Leemkuil aanwezig is kan het water daar naartoe worden geleid. Deze pomp heeft niet de benodigde capaciteit om de door de gemeente opgegeven neerslag te kunnen afvoeren. Om deze reden zal een ondergrondse berging gecreëerd worden die voldoende capaciteit heeft om de neerslag tijdelijk te kunnen bergen tot de pomp deze weer leeg heeft gepompt.

Het erosieprobleem is het grootst aan de noordkant van de kuil. Het probleem wordt op twee manieren opgelost. Eerst door het water zo veel mogelijk bovenstrooms op te vangen middels stroomgoten, zodat het geen kans krijgt om over het leem heen te spoelen en daarbij de leemdeeltjes mee te nemen. Vervolgens wordt ter plaatse waar de meeste erosie zichtbaar is veringen aangebracht die er voor zorgen dat de bodem niet verder kan eroderen.

7.3 Aanbevelingen

Gedurende het onderzoek zijn er een aantal dingen aan het licht gekomen die verder onderzocht kunnen worden om het watersysteem nog verder te verbeteren. Er zijn een aantal aannames gedaan zoals dat er geen water infiltreert. Om dit verder te onderzoeken staan hieronder een aantal aanbevelingen.

- Het is mogelijk dat de leemdeeltjes die in de berging komen zich afzetten in het geotextiel en daarmee er voor zorgen dat de berging totaal geen infiltrerende werking meer heeft. Indien dit is onderzocht kan gekeken worden of waterberging door middel van Watershells geen beter oplossing bied omdat deze makkelijker te reinigen zijn dan een krattensysteem.
- Indien de infiltrerende werking onder de infiltratiekratten wordt onderzocht kan ook bepaald worden of de capaciteit van de berging verkleint kan worden aangezien er water in de grond infiltreert en hiervoor geen berging gerealiseerd hoeft te worden.

8 Literatuurlijst

- AHN. (2013). *Actueel Hoogtebestand Nederland*. Opgeroepen op 04 06, 2016, van Actueel Hoogtebestand Nederland: <http://www.ahn.nl/pagina/viewer.html>
- ANP Foundation. (1987, 07 17). *ANP archief*. Opgehaald van ANP archief: <http://www.anp-archief.nl/page/2168118/nl>
- Brobbel, B. (2016, 08 28). *RGMZ*. Opgehaald van RGMZ: <http://www2.rgzm.de/Transformation/Nederland/NLFiles/pictures/026.htm>
- De Gelderlander. (2016, 01 07). *De Gelderlander*. Opgehaald van De Gelderlander: <http://www.gelderlander.nl/regio/nijmegen-e-o/nijmegen/onderzoek-naar-verborgen-amfitheater-in-nijmegen-1.5593833>
- KNMI. (2016, juli). *Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut*. Opgehaald van KNMI: www.knmi.nl
- Leefmilieubrussel. (2010, 7). *leefmilieubrussel*. Opgehaald van [http://app.leefmilieubrussel.be/handleiding_duurzaam_gebouw/\(S\(lfknwla5raq0y44550wpf2zg\)\)/docs_NL/WAT01_NL.pdf](http://app.leefmilieubrussel.be/handleiding_duurzaam_gebouw/(S(lfknwla5raq0y44550wpf2zg))/docs_NL/WAT01_NL.pdf)
- Maps, G. (2016, 06 21). *Google*. Opgehaald van Google Maps: maps.google.nl
- Milieuatlas Nijmegen. (2016, 07 12). *Milieuatlas Nijmegen*. Opgehaald van <http://kaart.nijmegen.nl/milieu/>
- TNO, G. D. (sd). *DINO Lokaal*. Opgeroepen op 04 05, 2016, van DINO Lokaal: <https://www.dinolokaal.nl/>
- Vereniging voor Weerkunde en Klimatologie. (2013, 07 02). *Vereniging voor Weerkunde en Klimatologie*. Opgehaald van VWK Web: <http://www.vwkweb.nl/index.php?page=229>

9 Bijlagen

Bijlage 9.1: Tekening hoogtekaart

Bijlage 9.2: Tekening erosiegeulen

Bijlage 9.3: Boorresultaten

Bijlage 9.4: Tekening afwaterend oppervlak

Bijlage 9.5: Boorprofiel

Bijlage 9.6: Informatie infiltratiekratten

9.1 Tekening hoogtekaart

Zie bijgevoegd gelijknamig PDF bestand.

9.2 Tekening erosiegeulen

Zie bijgevoegd gelijknamig PDF bestand.

9.3 Boorresultaten

Zie bijgevoegd gelijknamig PDF bestand.

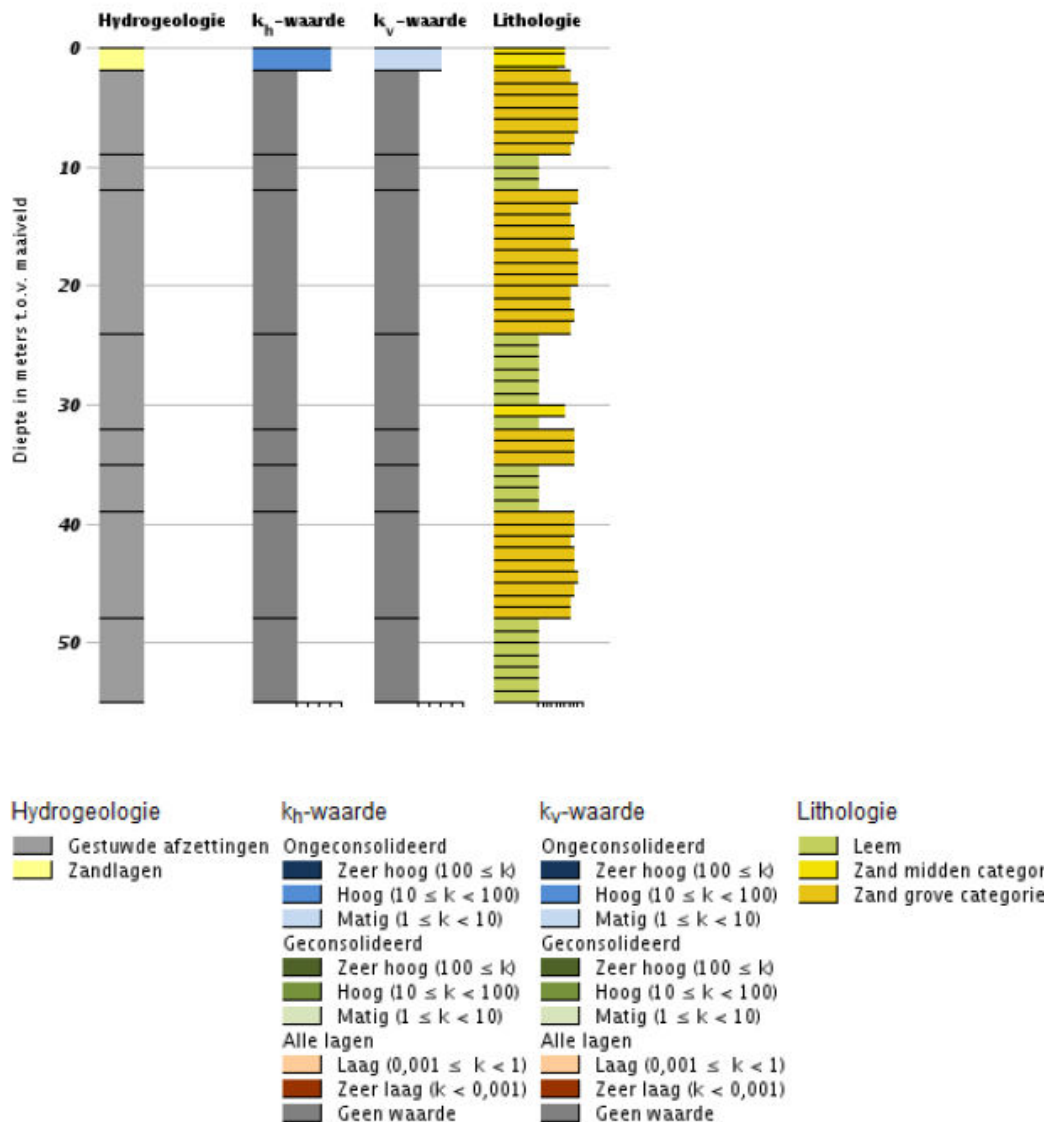
9.4 Tekening afwaterend oppervlak

Zie bijgevoegd gelijknamig PDF bestand.

9.5 Boorprofiel

Boormonsterprofiel en interpretatie REGIS II v2.1

Identificatie: B40D0107
Coördinaten: 190773, 425306
Maaiveld: 54,27 m
Diepte t.o.v. maaiveld: 0,00 m - 55,00 m



(TNO, sd)

9.6 Informatie infiltratiekratten

IT Plus® Controlbox



Op het gebied van infiltratietechniek zijn de laatste jaren grote vooruitgangen geboekt. Het team van **HTW** is samen met zijn engineers constant bezig **praktijkervaringen om te zetten in verbeteringen**, om zodoende nieuwe standaarden te ontwikkelen.

De IT Plus® Controlbox is speciaal ontworpen voor het gebruik op grote gedimensioneerde toepassingen. Om de inspectie en onderhouds-toepasbaarheid te optimaliseren biedt het systeem een toegankelijkheid tot 500 mm. Dit eenvoudig te koppelen

systeem biedt ideale mogelijkheden voor het gebruik onder bestratingen en (snel)wegen. Het systeem is uitermate geschikt als vervanger voor de IT-buis door de kubusvorm, de grote bergingscapaciteit (216l) en uittrekingspercentage.

Assemblage

Het assembleren van het IT Plus® Controlbox systeem kan eenvoudig door één persoon gedaan worden. Bovendien heeft de IT Plus® Controlbox een goed compleet accessoire programma. Voor alle toepassingen van dit systeem zijn adequate en economische oplossingen te bedenken en te construeren voor zowel kleine als grote infiltratievelden, met als belangrijk speerpunt de mogelijkheid tot reiniging en inspectie. Alle IT Plus® producten zijn eenvoudig met elkaar te combineren.



Kwaliteit uit eigen fabriek in Duitsland!

- Steekproefsgewijs wordt de kwaliteit van het polypropyleen gecontroleerd
- Kwaliteitscontrole van het product tijdens het productieproces
- Duitse engineering en productie
- Levensduur polypropyleen kratten minimaal 50 jaar

Dit alles leidt tot een hoge kwaliteitsstandaard. In combinatie met een uitstekend design en doordachte structuur wordt zo voldaan aan de hoogste eisen! Dit is bekrachtigd door de Duitse TÜV- Nord, TNO en de DIBt, die de IT Plus® Controlbox uitgebreid getest hebben met complexe testmethodieken.

Specificaties

Productnaam: IT Plus® Controlbox

Technische gegevens:

Atmetingen (B x H x D mm)	600 x 600 x 600
	600 x 600 x 1200
Opslagcapaciteit (bruto)	216 / 432
Opslagcapaciteit (netto)	205 / 410
Materiaal	zuiver PP
Gewicht per unit (kg)	10,3 / 20,6
Gewicht per m³ (kg)	48

Belastbaarheid / minimale installatiediepte

laadbodembedekkingl * (m)	
Begaanbaar	min 0.5
Auto's	min 0.8
Trucks SLW 30** (300 Kn)	min 0.5
Trucks SLW 60** (600 Kn)	min 0.8

**[asdruk per m²]

Max. aantal lagen (stuk)

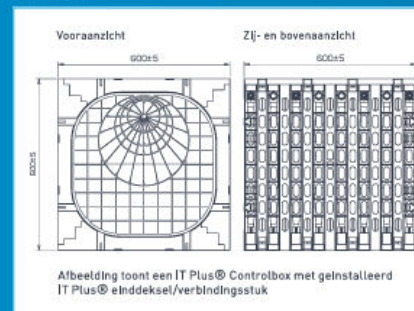
Max. diepte (m)

Aansluitmogelijkheden (DN)

Certificaten en tests:

Gecertificeerd door TÜV- Nord, TNO en DIBt.

Afmetingen:



Calculaties die tot deze gegevens hebben geleid zijn gebaseerd op verschillende bodemgesteldheden. Graag helpen wij u bij de calculatie van uw project.

Voordelen:

Hoge drukbelasting (SLW 60) op geringe diepte, gecertificeerd door TÜV-Nord, TNO en DIBt

Laag gewicht:
10,3 kg per unit*, 48 kg per m³

Diverse lengtes voorgeïmanteerd

Geschikt voor onderhoud en inspectie < 500mm

Uitstekende prijs-kwaliteitsverhouding

Infiltrerend vermogen > 63%
(6 keer groter dan een IT buis)

IT Plus® Variobox SP



De ingezette weg in de ontwikkeling van zwaar belastbare, functioneel doorontwikkelde bergings- en infiltratiesystemen wordt met deze IT Plus® Variobox SP blijvend gevolgd.

Met een onverslaanbare prijs- kwaliteitsverhouding zet ons systeem nieuwe maatstaven neer. Alleen of in combinatie met onze IT Plus® Controlbox is het systeem in talrijke varianten toe te passen, waarbij grootte, geometrie en functionaliteit geen issues meer zijn.

Uniek voor de infiltratiemarkt, want wij kunnen de boxen in standaard hoogtes van 100 tot 600 mm produceren. Door de extreme belastbaarheid en het innovatieve productieproces, als ook volumeopslag biedt het systeem de mogelijkheid om op grote dieptes, of met een zeer geringe inbouw- hoogtes te werken.

Dit betekent dat er minder grond ontgraven hoeft te worden wat aanmerkelijke kostenbesparingen met zich meebrengt. Het systeem is uiteraard ook te gebruiken als berging, waarbij afwatering gereguleerd kan worden en het als tijdelijke wateropslag gebruikt kan worden. Er dient dan een EPDM-folie in plaats van het reguliere geotextiel gebruikt te worden.

In verhouding tot de klassieke afwateringssysteem (grind en drainagepijpen) heeft dit systeem veel meer voordelen dan men zich kan voorstellen:

- Een zeer lage aanschafprijs
- Hoge kwaliteit en levensduur (minimaal 50 jaar)
- Vooral een hoog opname- en uitredingspercentage

Verdere functiekennmerken zijn: verbindingsmogelijkheden zowel horizontaal als verticaal, extreme belastbaarheid, een grote opslagcapaciteit van 95%, driedimensionaal waterdoorlatend, met aan alle kanten aansluit- en verbindingsmogelijkheden, van DN 160. Daarnaast is het IT Plus® Variobox SP systeem 100% compatibel met de IT Plus® Controlbox en biedt legio varianten, vooral voor onderhoud en inspectie.



Standaard afmetingen en volumes

	Type 200	Type 300	Type 400	Type 600
				
Breedte	600 mm	600 mm	600 mm	600 mm
Hoogte	200 mm	300 mm	400 mm	600 mm
Diepte	600 mm	600 mm	600 mm	600 mm
Gewicht	3,6 kg	5,4 kg	7,2 kg	10,8 kg
Volume	72 l bruto	108 l bruto	144 l bruto	216 l bruto

(De hoogtes 100, 200, 300, 400, 500 en 600 mm zijn standaard verkrijgbaar. Op aanvraag zijn de elementen in verschillende hoogtes leverbaar.)

Kwaliteit uit eigen fabriek in Duitsland!

- Steekproefsgewijs wordt de kwaliteit van het polypropyleen gecontroleerd
- Kwaliteitscontrole van het product tijdens het productieproces
- Duitse engineering en productie
- Levensduur polypropyleen kratten minimaal 50 jaar

Dit alles leidt tot een hoge kwaliteitsstandaard. In combinatie met een uitstekend design en doordachte structuur wordt zo voldaan aan de hoogste eisen! Dit is bekrachtigd door TNO en de DIBt.

Specificaties

Productnaam: IT Plus® Variobox SP

Technische gegevens:

Afmetingen	zie o.a. tabel
Opslagcapaciteit	zie o.a. tabel
Opslagcapaciteit (%)	95
Material	ge recycleerd polypropyleen (PP)
Gewicht per m² (kg)	90

Belaatbaarheid / minimale installatiediepte

(aandobodemdekking) * in gegarandeerde

waarden (fabrieksovername) (m)

Auto's SLW 30** (600 Kc)

Trucks SLW 80** (600 Kc)

** (bedruk per m²)

Max. aandobodemdekking (m)

Max. stapelbaar (m)

Max. diepte* (m)

Aansluitmogelijkheden (DN)

(i.e.m. IT Plus® Controlbox)

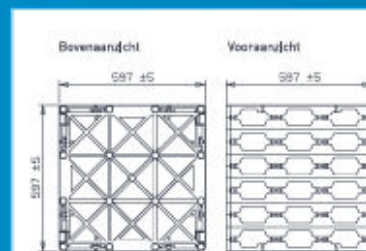
200, 315, 400, 500

Certificaten en tests:

Belaatding- en stabiliteitstests, optioneel met

projectafbeelding, TNO-gedateerde materialen

Afmetingen:



Abbeelding toont een IT Plus® Variobox SP 600

Voordelen:

- Extrem belastbaar, voldoet aan de hoogste eisen van duurzaamheid
- Extrem hoog opslagvolume (95%)
- Variabel in gebruik, zes standaard hoogtes (10, 20, 30, 40, 50 en 60 cm) worden hoogtes op aanvraag
- Perfekte combinaties van IT Plus® Variobox en de IT Plus® Controlbox, instandhoud- en inspectiemogelijkheid, 100% compatibel
- Eenvoudig te installeren
- Doorspoelbare aan- en afvoerzone t.b.v. van gerichte waterdistributie en sediment- en vuilverwijdering
- Uitstekende prijs- kwaliteitsverhouding

*Bekrachtiging met verschillende H-waarden/gevechtswaarnames, afhankelijk van de gekozen product/inbouwvariant. U kunt met ons contact opnemen betreffende uw individuele inbouw mogelijkheden en stabiliteitsberekeningen.



Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Zutphenseweg 31D
7418 AH DEVENTER
Postbus 321
7400 AH DEVENTER
T. 06 20 49 30 38
E. menno.tenhave@anteagroup.com

www.anteagroup.nl

Copyright © 2016

Niets uit deze uitgave mag worden
verveelvoudigd en/of openbaar worden
gemaakt door middel van druk, fotokopie,
elektronisch of op welke wijze dan ook,
zonder schriftelijke toestemming van de
auteurs.