
Herinrichting Frederik Hendrikstraat

*Herinrichting Frederik Hendrikstraat en vervangen rioleringsstelsel te
Lamswaarde.*

Onderzoeksrapport



Dylan Maljers

Civiele Techniek

2017-2018, Semester 2

University of applied sciences



W.M.A. Wullaert

Gemeente Hulst

Westkapelle, 12 juni 2018

Definitieve versie 2.2



Herinrichting Frederik Hendrikstraat

*Herinrichting Frederik Hendrikstraat en vervangen
rioleringsstelsel te Lamswaarde.*

Westkapelle

12 juni 2018

69514

2017-2018, Semester 2

Onderzoeksrapport

W. Wullaert

Definitieve versie 2.2

Samenvatting

In dit onderzoek wordt onderzocht wat de mogelijkheden zijn voor de herinrichting van de Frederik Hendrikstraat te Lamswaarde en een rioolstelsel dat invulling geeft op een toekomstbestendige waterhuishouding in Lamswaarde.

De bestaande inrichting van de weg levert een knelpunt op in verband met de grote hoeveelheid geparkeerde auto's. De ruimte om dit op een andere wijze vorm te geven is beperkt. Het huidige materiaalgebruik levert veel geluidsoverlast op. De straat is gelegen in een 30 km gebied. De nieuwe inrichting moet zodanig zijn dat dit regime ook haalbaar is. Knelpunt daarbij is dat ook veel landbouwverkeer gebruik maakt van de weg.

De doelstelling van het gehele project is: het verbeteren van de inrichting van de openbare ruimte, beperken van de geluidsoverlast en het toekomstbestendig maken van de waterhuishouding.

Daarbij is een hoofdvraag gemaakt die de doelstelling als antwoord heeft. Welk ontwerp voor de inrichting van de Frederik Hendrikstraat te Lamswaarde met aansluitende wegen voldoet aan de gegeven achtergrondinformatie en met welke aanpassingen aan het rioolstelsel kan in Lamswaarde de waterhuishouding toekomstbestendig gemaakt worden?

Er zijn verschillende rioleringsstelsels met elkaar vergeleken voor het toekomstbestendig maken van Lamswaarde. Uit de variantenstudie is gebleken dat in deze situatie het bestaande rioleringsstelsel met daaraan toegevoegd HWA strengen de gunstigste oplossing is.

Voor de herinrichting van de Frederik Hendrikstraat is gekozen om verschillende snelheidsremmende maatregelen toe te passen. Er is gekozen om een drempel toe te passen bij de komgrens i.p.v. het bestaande plateau, twee wegversmallingen met een plateau, meerdere as verplaatsingen, groen en afzetpalen plaatsen & het verkleinen van de boogstralen van de T-splitsing met de Dreef. Bij deze snelheidsvertragende elementen is rekening gehouden met het landbouwverkeer dat gebruik maakt van de straat. De verharding van de straat wordt uitgevoerd met geluidsreducerende betonstraatstenen.

Als de herinrichting uitgevoerd wordt zal de HWA riolering die uitgerekend is voor de toekomstbestendigheid van Lamswaarde ook aangebracht worden in de Frederik Hendrikstraat. Deze riolering is uitgerekend op een bui met een intensiteit 09 en een HWA aansluiting van de Dreef. Die aansluiting wordt voor alsnog niet uitgevoerd. Als er buien vallen met een intensiteit 10 zal er water op straat zichtbaar worden. Hiervoor is genoeg ruimte tussen de banden en ligt het wegdek laag genoeg, waardoor er geen schade ontstaat aan omliggende huizen. Voor de herinrichting en het plaatsen van een riolering die voldoet aan de toekomstbestendige waterhuishouding in de Frederik Hendrikstraat is een kostenraming gemaakt. De kosten worden geraamd op €371.575,73 exclusief BTW.

Voorwoord

Voor u ligt mijn onderzoeksrapport van de “herinrichting Frederik Hendrikstraat en vervangen rioleringsstelsel te Lamswaarde”. Dit is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de opleiding civiele techniek aan de Hogeschool Zeeland te Vlissingen.

Hierbij wil ik dan ook mijn collega's van de Gemeente Hulst bedanken voor hun hulp tijdens mijn afstudeerperiode. In het speciaal Wim Wullaert, mijn stagebegeleider, die met allerlei zaken tijdens het onderzoek heeft geholpen. Ook Piet Dekker, mijn begeleider van school, die heeft aangestuurd op wat voor onderdelen noodzakelijk waren voor het afstuderen.

Dit onderzoek is geschreven voor de opdrachtgever, Gemeente Hulst. Het onderzoek geeft een oplossing voor de herinrichting van de Frederik Hendrikstraat en daarbij een toekomstbestendige riolering.

Dylan Maljers

Westkapelle, dinsdag 12 juni 2018

Inhoudsopgave

1.	Introductie	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Onderzoek.....	4
1.3	Producten	5
2.	Theoretisch kader	6
2.1	Huidige situatie	6
2.2	Hemelwater (regenwater)	7
2.3	Hoofdringing	7
2.4	Inspectieputten	8
2.5	Huisaansluitingen.....	8
2.6	Rioolstelsels	9
2.7	Grondwaterstandsverlaging	11
2.8	Regenintensiteit	12
2.9	Bestaande watersysteem Lamswaarde	13
2.10	Basiseisen en -kenmerken wegontwerp	14
2.11	Samenvatting gebruikte bronnen	17
3.	Onderzoeksmethode	18
4.	Resultaten	21
4.1	Bodem en grondwater in Lamswaarde.....	21
4.2	Technische- en functionele eisen van een gescheiden- en een gemengd stelsel	21
4.3	Rioleringstelsels	21
4.4	Rioleringstelsel uitkiezen	23
4.5	Technische- en functionele eisen van een 30km zone	24
4.6	Actorenanalyse	24
4.7	Verhardings- en funderingstypen	25
4.8	Ontwerp Frederik Hendrikstraat	29
4.9	Tijdelijke grondwaterstandsverlaging	33
4.10	Water op straat bij bui 09 & 10	35
4.11	Verkeersmaatregelen.....	36
4.12	Kostenraming.....	37
5.	Discussie	38
6.	Conclusies & aanbevelingen.....	41

6.1 Conclusies	41
6.2 Aanbevelingen.....	42
Bibliografie	44
Figuurlijst.....	47
Tabellijst	47
Bijlage 1: Grondonderzoek.....	49
Bijlage 2: Programma van eisen	56
Bijlage 3, Water op straat bui 08 & 10	57
Bijlage 4, Ontwerp verschillende stelsels	59
Bijlage 5, Variantenstudie	60
5.1 Variantenstudie:	60
5.2 Bijlagen variantenstudie:.....	68
Bijlage 6, Rioleringsberekening	71
Bijlage 7, Verwachte actoren, belangen, situaties & doelstellingen	72
Bijlage 8, Verkeersmetingen Frederik Hendrikstraat.....	74
Bijlage 9, Dimensionering elementenverharding	76
Bijlage 10, Ontwerp Frederik Hendrikstraat	79
Bijlage 11, Grondwaterstandsverlaging	81
Bijlage 12, Gevolgen op straat bij bui 10.....	82
Bijlage 13, Verkeersmaatregelen.....	83
Bijlage 14, Kostenraming	84

1. Introductie

1.1 Achtergrond

1.1.1 Gastorganisatie

Het project dat onderzocht zal worden is opdracht van de Gemeente Hulst. Het stadhuis van de Gemeente Hulst ligt in de binnenstad van Hulst. De locatie Gemeentewerken is gelegen aan de rand van Hulst. Daar zit de afdeling realisatie en beheer die zorg draagt voor de infrastructuur van de Gemeente Hulst. Het project, de herinrichting van de Frederik Hendrikstraat te Lamswaarde, is een realistisch probleem wat in 2020 aanbesteed wordt.

1.1.2 Probleemstelling

De Frederik Hendrikstraat te Lamswaarde ligt in Zeeuws-Vlaanderen, Lamswaarde is aangegeven in de plattegrond hiernaast met de rode punaise. Lamswaarde is een dorp gelegen in de gemeente Hulst en telt een kleine 1000 inwoners. Het dorp is omringd met landbouwgrond wat dan ook terug te zien is aan het landbouwverkeer om en door Lamswaarde.



Figuur 1, Locatie Lamswaarde (Google, 2018).

De bestaande inrichting van de weg levert een knelpunt op in verband met de grote hoeveelheid geparkeerde auto's. De ruimte om dit op een andere wijze vorm te geven is beperkt. Tevens wordt onderzocht of zich op aansluitende wegen ook knelpunten voordoen. Het huidige materiaalgebruik levert veel geluidsoverlast op. Door de keuze van het materiaal zou de geluidsoverlast gereduceerd moeten worden.

De straat is gelegen in een 30 km gebied. De nieuwe inrichting moet zodanig zijn dat dit regime ook haalbaar is. Knelpunt daarbij is dat ook veel landbouwverkeer gebruik maakt van de weg.

Er zijn meerdere belanghebbenden voor de herinrichting van de Frederik Hendrikstraat. De erftoegangsweg die aansluit op de Frederik Hendrikstraat is in beheer bij Waterschap Scheldestromen. Waterschap Scheldestromen heeft ook de sloot in beheer waar in de nieuwe situatie het hemelwater op geloosd zal worden. Voor het landbouwverkeer zijn er twee partijen die meegenomen worden in het onderzoek. De Cumela, agrarische loonwerkers en de ZLTO, de vereniging voor Zeeuwse landbouwers, hebben beiden belangen bij een nieuwe indeling van de weg. Deze moet toegankelijk blijven voor landbouwmachines, omdat de Frederik Hendrikstraat intensief gebruikt wordt door deze machines. De inwoners/bewoners van Lamswaarde(dorpsraad/werkgroep) hebben in het verleden al aangegeven niet te vrede te zijn met de huidige indeling en materiaalkeuze van de weg. Meerdere netwerkbeheerders in de straat worden betrokken in het project, er liggen verschillende kabels en leidingen in de straat die aansluiten op de woningen. Deze belanghebbenden hebben verschillende meningen over het ontwerp van de straat. Die verschillende meningen worden bekeken/meegenomen in het uiteindelijke ontwerp.



Figuur 2, Frederik Hendrikstraat (Google, 2018).

De rioolwaterzuivering in Kloosterzande is aan de grens van zijn capaciteit. Door in het aanvoergebied af te koppelen kan ruimte gecreëerd worden. De gemeente Hulst vindt het belangrijk dat kernen zodanig worden ingericht dat er invulling gegeven wordt aan een toekomstbestendige waterhuishouding in bebouwd gebied. Dat houdt in dat er rekening gehouden moet worden met kort hevig nat, langdurig nat en langdurig droog. Deze extremen mogen geen schade aan eigendommen opleveren.

Door de ondergrond worden trillingen van het zware verkeer (landbouwverkeer & vrachtverkeer) door gegeven aan de omliggende woningen. Deze trillingen kunnen op verschillende manieren verminderd worden. Een daarvan is om de snelheid uit het verkeer te halen, ook kan er gekeken worden of het veranderen van de fundering van de straat de trillingen kan verminderen.

Voor het aanpassen van het bestaande rioolstelsel zal de grondwaterspiegel tijdelijk verlaagd moeten worden. Dit wordt gedaan om het riool in den droge aan te leggen. Dit kan problemen geven aan de fundering bij de omliggende huizen, deze zijn op staal gefundeerd. Er zal een bodemonderzoek uitgevoerd moeten worden om de grondslag te achterhalen.

1.1.3 Doelstelling

Verbetering van de inrichting van de openbare ruimte, beperken trillings- en geluidsoverlast en het verbeteren van de waterhuishouding. De inrichting van de openbare ruimte moet zo verbeterd worden dat er meer plaats is om auto's te parkeren zonder dat deze hinder vormen voor het verkeer in de Frederik Hendrikstraat. Daarbij is het een 30 km gebied, dit regime moet dan ook terug te zien zijn in de herinrichting. Rekening houdend met het

landbouwverkeer dat ook gebruik maakt van deze straat. Het beperken van de geluidsoverlast die momenteel door het verkeer optreedt. De trillingen die veroorzaakt worden door het verkeer zullen gereduceerd moeten worden, hier wordt te veel last van ondervonden bij de omwonenden. De verbetering van de waterhuishouding behelst het aanpassen van de bestaande riolering naar een riolering dat de knelpunten ten aanzien van het toekomstbestendige waterhuishouding aan kan. Het tijdelijk laten zakken van de grondwaterspiegel mag geen schade geven aan de funderingen van de omliggende huizen, welke op staal gefundeerd zijn.



Figuur 3, Lamswaarde (Google, 2018).



Figuur 4, Frederik Hendrikstraat (Google, 2018).

1.2 Onderzoek

1.2.1 Onderzoeksvraag

Welk ontwerp voor de inrichting van de Frederik Hendrikstraat te Lamswaarde met aansluitende wegen voldoet aan de gegeven achtergrondinformatie en met welke aanpassingen aan het rioolstelsel kan in Lamswaarde de waterhuishouding toekomstbestendig gemaakt worden?

Deze onderzoeksvraag geeft als antwoord de doelstelling van dit onderzoek. De hoofdvraag wordt ondersteund door verschillende deelvragen, deze zijn er om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden. In de onderzoeksmethode wordt behandeld met welke methoden de deelvragen beantwoordt zullen worden.

1.2.2 Deelvragen

Rioleringsstelsel Lamswaarde:

1. Watvoor grondslag is aanwezig in Lamswaarde?
2. Wat zijn de technische- en functionele eisen van een gescheiden- en een gemengd stelsel?
3. Welke rioleringsstelsels kunnen toegepast worden in Lamswaarde voor het oplossen van de knelpunten t.a.v. de toekomstbestendige waterhuishouding?
4. Watvoor rioleringsstelsel is volgens de variantenstudie het meest geschikt in deze situatie?

Herinrichting Frederik Hendrikstraat:

5. Wat zijn de technische- en functionele eisen van een 30km zone?
6. Welke actoren zijn er en wat voor belangen hebben zij op het ontwerp?
7. Welke soorten verhardings- en funderingstypen kunnen gebruikt worden om de trillings- en geluidsoverlast te reduceren?
8. Hoe ziet het ontwerp van de Frederik Hendrikstraat eruit?
9. Is de grondwaterstand laag genoeg om de Frederik Hendrikstraat in den droge uit te voeren, zoniet hoeveel moet deze zakken en wat zijn de gevolgen?
10. Wat zijn de gevolgen op straat bij een bui van 09 & 10?
11. Welke verkeersmaatregelen worden genomen tijdens de uitvoering van de herinrichting van de Frederik Hendrikstraat?
12. Wat zijn de uiteindelijke kosten voor de herinrichting en waar zijn deze uit opgebouwd?

1.2.3 Leeswijzer

Als eerst zal het theoretisch kader besproken worden, hierin wordt al bekende theorie opgezocht die relevant is op het onderzoek dat uitgevoerd zal worden. Al deze bekende theorie zal van pas komen voor het beantwoorden van de verschillende deelvragen.

Vervolgens komt de onderzoeksmethode aanbod, hierin wordt uitgelegd welke verschillende methodes gebruikt zullen worden voor het beantwoorden van de deelvragen. Ook zal uitgelegd worden waarom er voor juist die methode gekozen is.

Dan volgen de resultaten van het onderzoek. De resultaten zijn verwerkt op de volgorde van de gemaakte deelvragen. Deze resultaten zijn gemaakt volgens de methode besproken in hoofdstuk 3.

Tenslotte worden de discussie, conclusie & aanbevelingen besproken. Hier wordt de betrouwbaarheid van het onderzoek vastgesteld. Dan worden de conclusies van het onderzoek op en rijtje gezet. Als laatst worden aanbevelingen op het onderzoek gegeven. Onderwerpen die nog wat extra aandacht nodig hebben worden hier besproken.

1.3 Producten

De producten die opgeleverd zullen gaan worden:

Rioleringsstelsel Lamswaarde:

1. Schematisatie van de grondslag in Lamswaarde.
2. Programma van Eisen.
3. Alternatieven en varianten opstellen.
4. Alternatieven en varianten beoordelen en kiezen.
Rioolberekening.
Riooltekening [Autocad].

Herinrichting Frederik Hendrikstraat:

5. Programma van Eisen.
6. Actorenanalyse.
7. Onderzoek naar verhardings- en funderingstypen.
8. Ontwerptekening Frederik Hendrikstraat [Autocad].
9. Tijdelijke grondwaterstandsverlaging.
10. Gevolgen op straat bij bui 09 & 10.
11. Tijdelijke verkeersmaatregelen.
12. Kostenraming.

2. Theoretisch kader

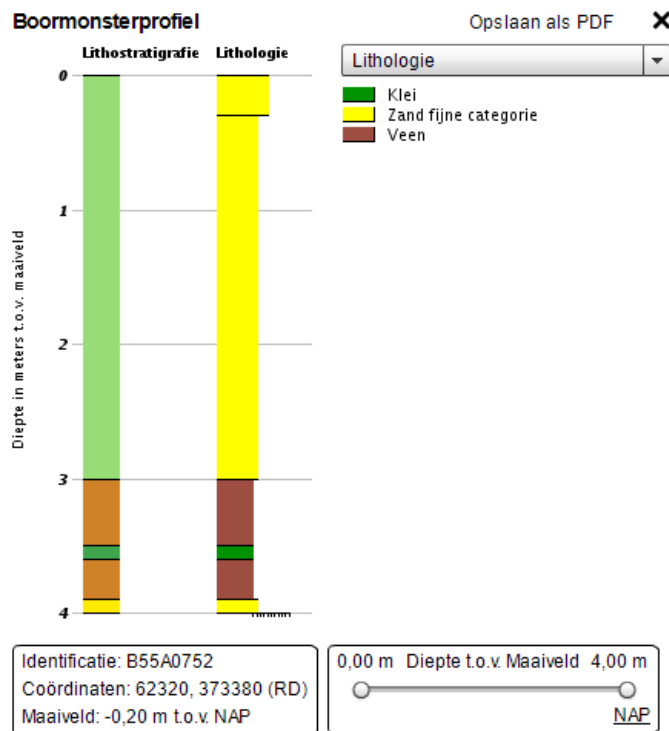
In het theoretisch kader worden verschillende onderwerpen besproken die relevant zijn op dit onderzoek. De informatie die in het theoretisch kader besproken wordt bevat ook resultaten van al eerder uitgevoerde vergelijkbare onderzoeken. Deze informatie kunnen ook gebruikt worden om de onderzoeksvraag te beantwoorden.

2.1 Huidige situatie

Voor de huidige situatie zal de grondlaag van de bodem onderzocht moeten worden. Er is al eens een boormonster genomen tot 4 meter onder het maaiveld. Dit boormonster is genomen aan de rand van Lamswaarde, zie figuur 5 hiernaast. De aanwezige grond lag in het boormonster zijn fijn zand, klei en veen. Vooral klei en veen zijn lagen waar opgelet zal moeten worden omdat, deze na verloop van tijd kunnen gaan zetten (Dinoloket, sd).



Figuur 5, Locatie boormonster (Dinoloket, sd).



Figuur 6, Boormonster (Dinoloket, sd).

2.2 Hemelwater (regenwater)

Onderweg naar beneden wordt het hemelwater verontreinigd door industriële emissies. Hemelwater is dus geen schoonregenwater zoals uit de drinkwaterkraan. Het hemelwater kan verdeeld worden onder 2 verschillende soorten verontreinigingen:

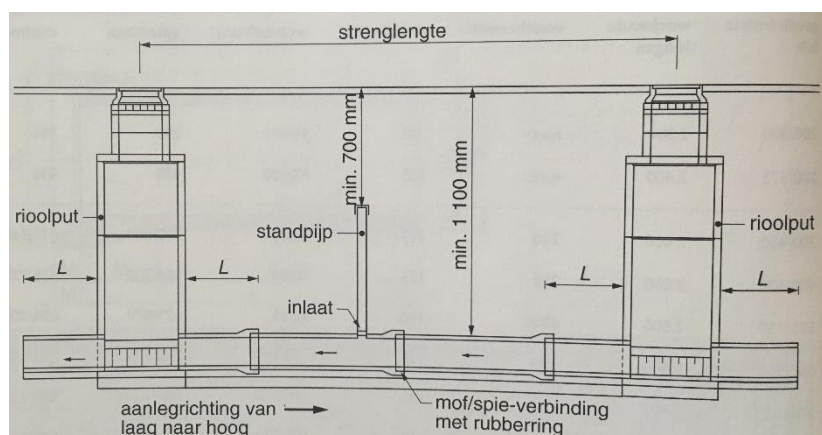
- Hemelwater afkomstig van dakvlakken:
Dit type hemelwater wordt verontreinigd door o.a. zinkdeeltjes van dakgoten, asbestdeeltjes van asbesthoudende golfplaten, bitumen van dakbedekking, maar ook door biologisch afval.
- Hemelwater afkomstig van verhardingen:
Het hemelwater wordt verontreinigd door verschillende stoffen op het wegdek. Zoals het slijpsel van banden en remmen, roestdeeltjes van auto's, lekolie, zwerfvuil, maar ook weer biologisch afval. (Waal, 1998).

2.3 Hoofdriolering

Het verzamelen en transporteren van afvalwater van woningen en bedrijven vindt plaats onder de grond d.m.v. rioleringsbuizen. Al deze buizen onder de grond vormen een samen een rioolstelsel. De rioleringsbuizen worden voor latere bereikbaarheid zo veel mogelijk onder de verharding van de straat gelegd. Daar komt dan wel bij dat de rioolbuizen een bepaalde bovenbelasting (gronddruk en verkeersbelasting) moeten kunnen weerstaan (Waal, 1998).

In een recentere bron wordt gesproken over een minimale $\varnothing$ 250 mm, dit wordt gedaan voor het reinigen en het inspecteren van het riool. Binnen de Gemeente Hulst wordt een minimale diameter van $\varnothing$ 300 mm (beton) en $\varnothing$ 315 mm (PVC) toegepast. In het ontwerp moet gerekend worden met een vullingsgraad van 50%. Het verhang van de droogweerafvoer ligt tussen de 1:250 en 1:350, dit is wel bij de strengen die het verst van het gemaal liggen. De reden hiervoor is dat er nog weinig afvoer in de buis zit en het afval dus kan gaan bezinken wat ontstoppen op kan leveren (Leidraad Riolerings b Ontwerpgrondslagen Module B2100, 2008).

Het rioolwater wordt bijna altijd van de woningen en de bedrijven naar een gemaal en/of zuivering afgevoerd. Het rioolwater in de rioolbuizen moet stromen, dit gebeurt m.b.v. de zwaartekracht. Het rioolstelsel wordt aangebracht onder een helling, ookwel afschot of verhang genoemd. De helling van het rioolstelsel hangt af van de gewenste stroomsnelheid en of het een droogweerafvoer is of een hemelwaterafvoer.



Figuur 7, Langsdoorsnede rioolstelsel (Waal, 1998).

Als het afschot te klein is bestaat de kans dat er bezinking optreedt in het rioolwater. Door het bezinken van het rioolwater hoopt er een sliblaag op, wat de afvoercapaciteit nadelig beïnvloedt. Hier kan echter wat aangedaan worden, er kan gekozen worden voor ei- of druppelvormige rioolbuizen toe te passen. Deze buizen zijn aan de onderkant wat nauwer gemaakt wat de stroomsnelheid weer omhoog brengt. Dit wil niet zeggen dat de rioolbuizen niet geïnspecteerd moeten worden, hiervoor worden inspectieputten toegepast (Waal, 1998).

Het riool wordt op een bepaalde diepte in de grond gelegd, de diepte van het riool wordt aangegeven vanaf de bob (binnen-onderkant-buis) van het riool. De bob is afhankelijk van verschillende factoren volgens Leidraad Riolerings (Leidraad Riolerings b Ontwerpgrondslagen Module B2100, 2008):

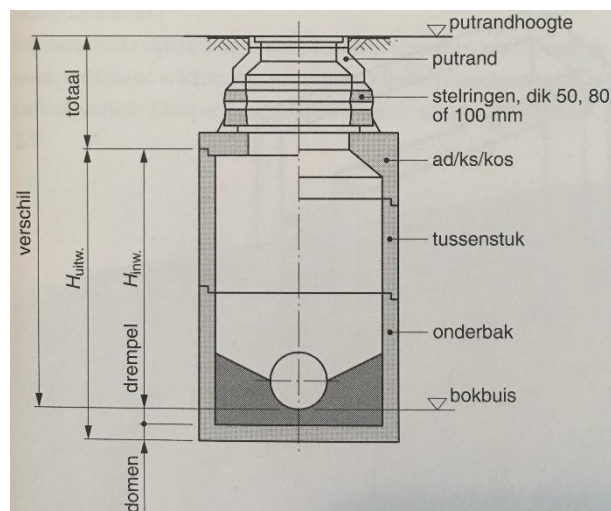
- “De minimale bodemhelling en gronddekking op de buizen van de beginstrengen.
- De gewenste bodemhelling/schuifspanning voor DWA-riolen.
- De praktisch haalbare bodemhelling voor de overige strengen.
- De maximale gronddekking op de buizen” (Leidraad Riolerings b Ontwerpgrondslagen Module B2100, 2008).

2.4 Inspectieputten

De meeste eenvoudige inspectieputten zijn vaak vierkant of rond. Een inspectieput is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- Onderbak
- Tussenbak
- Kegelopzetstuk
- Afdekplaat
- Gietijzeren deksel

In de onderbak van de inspectieput wordt doorgaans een stroomprofiel aangebracht. Dit is om de afstroming van het rioolwater te verbeteren. In de afdekplaat is een mangat afgewerkt met stelranden en een putdeksel. Het putdeksel is van gietijzer en is verzonken in het wegdek of het maaiveld (Waal, 1998).



Figuur 8, Doorsnede inspectieput. (Waal, 1998)

2.5 Huisaansluitingen

De riolering die aansluit op de huizen hebben vaak een kleine diameter. Deze huisaansluitingen zijn bedoeld voor het afvoeren van 2 dingen:

- Huishoudelijk of industrieel afvalwater afvoeren.
- Hemelwater van verhardingen (daken en bestratingsoppervlakken) afvoeren.

Elk huis of bedrijf voert het afvalwater en of hemelwater af via die huisaansluitingen. Het rioolstelsel dat onder het perceel ligt van een particulier, de huisriolering, dient onderhouden te worden door de perceeleigenaar zelf. Vanaf de perceelgrens is het rioolstelsel van de rioolbeheerder, in de meeste gevallen de gemeente. Daar kan een controle putje geplaatst zijn voor eventuele verstoppingen te verhelpen. Als afvalwater de perceelgrens verlaat gaat het naar het des betreffende straatriool. Op de rioolbuizen worden daarom standpijpen geplaatst die verbonden zijn met de huisaansluitingen. Deze standpijpen zijn afgebeeld in figuur 7 (Waal, 1998).

2.6 Rioolstelsels

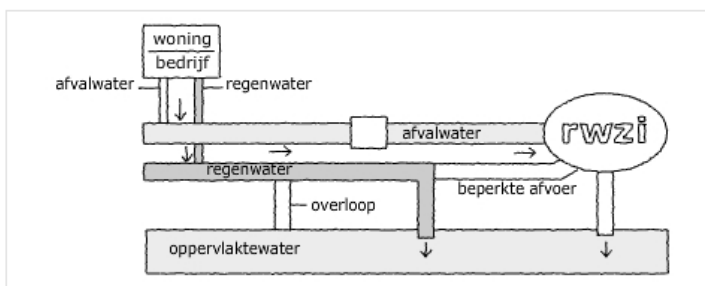
2.6.1 Gescheiden stelsel

Bij het gescheiden stelsel wordt vuilwater en hemelwater apart van elkaar afgevoerd. Het vuilwater wordt afgevoerd naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI), het hemelwater wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater. Het gescheiden rioolstelsel heeft de voorkeur boven het gemengde systeem, omdat het gescheiden stelsel meer afvoer capaciteit heeft dan het gemengde stelsel. Ook is het gescheiden stelsel beter voor het milieu, omdat het in geen enkele situatie vuilwater op het oppervlaktewater loost. Er moet wel rekening mee gehouden worden dat het hemelwater liever niet op stilstaand oppervlaktewater geloosd mag worden. Stilstaand water zijn oppervlaktewateren waar weinig tot geen stroomsnelheid in zit, waardoor de verontreiniging de grond in kan zakken (Waal, 1998).



Figuur 9, Gescheidenstelsel (Riool.info, 2009).

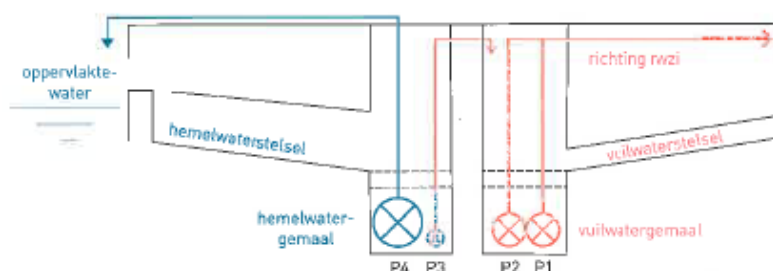
Bij een verbeterd gescheiden stelsel stroomt het hemelwater naar een gemaal. Vanaf het gemaal wordt het eerste gedeelte van het hemelwater in het vuilwaterriool gepompt. Dit gaat om het water van kleinere buien en het begin van grotere buien. Zo wordt het vuil van de straat en daken eerst geloosd op de vuilwaterafvoer. De rest van het (vaak wat schonere)hemelwater loopt via het overstort naar een vijver of sloot (Riool.info, 2009).



Figuur 10, Schematisch verbeterd gescheiden stelsel (Riool.info, 2009).

Op het verbeterd gescheiden stelsel is een nu ook een verbeterd gescheiden stelsel 2.0 ontwikkeld. "Een VGS 2.0 is een verbeterd gescheiden stelsel dat schoonwater lokaal loost in het oppervlaktewater en vies water uit foutaansluitingen naar de RWZI stuurt. Een VGS 2.0 kent een normaal vuilwaterstelsel met vuilwatergemaal richting RWZI. Met een hemelwaterstelsel en een hemelwatergemaal met twee afvoerroutes: één richting vuilwaterstelsel en één naar het oppervlaktewater. Koppelputten of eventuele andere verbindingen tussen beide stelsels zijn dichtgezet of niet aanwezig" (Langeveld, 2017). Dit heeft als voordeel dat foutaansluitingen niet worden geloosd op het oppervlaktewater zonder dat grote hoeveelheden

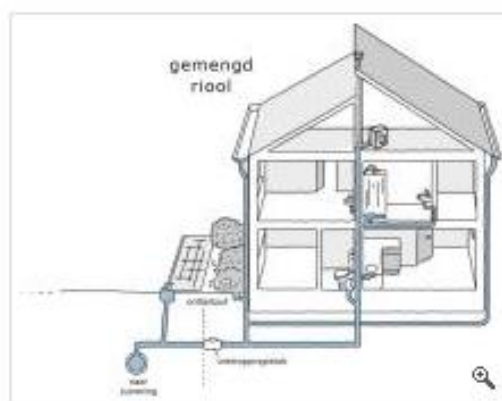
schoonwater worden afgevoerd richting het RWZI. Dit wordt geregeld door waterkwaliteitssensors of op basis van niveau of debiet (Langeveld, 2017).



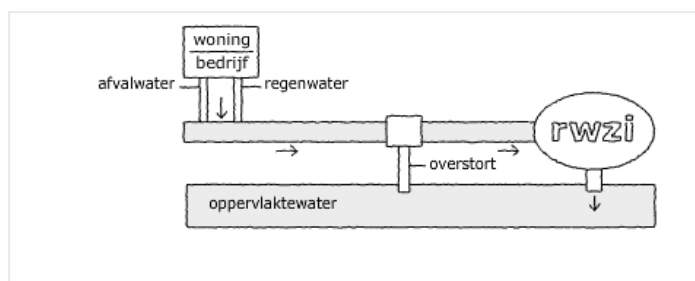
Figuur 11, Principe VGS 2.0 (Langeveld, 2017).

2.6.2 Gemengd stelsel

In Nederland is driekwart van het rioleringsnetwerk een gemengd stelsel. Dit rioolstelsel is het goedkoopst, omdat de gemeente maar een buis hoeft aan te leggen en te onderhouden. Het gemengde riool kan meer dan 700 liter/per inwoner/per dag aan. Bij een stevige regenbui kan deze ene buis het gemengde water soms toch niet verwerken. Ook als de pompen vier keer harder draaien naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) kan het riool het volume dan niet aan. Dan zal het gemengde water, met het afvalwater, via een overstort een vijver of een sloot in stromen. Hierdoor kan het oppervlaktewater vervuild worden. In figuur 13 hieronder is schematisch weergegeven hoe het afvalwater en het hemelwater naar het oppervlaktewater stroomt. Vanaf de woning of het bedrijf stroomt het afvalwater en het hemelwater de zelfde buis in richting het RWZI. Zodra het water in de inspectieput een bepaalde hoogte bereikt stroomt het gemengdwater over het overstort op het oppervlaktewater (Riool.info, 2009).

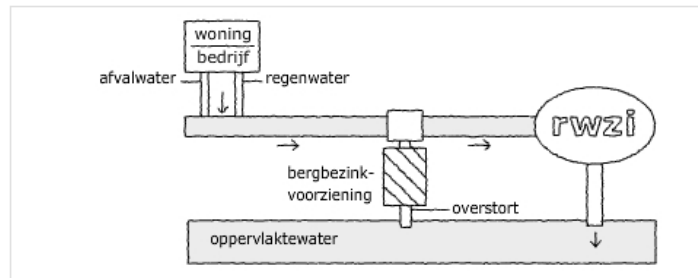


Figuur 13, Gemengdstelsel (Riool.info, 2009).



Figuur 12, Schematisch gemengdstelsel (Riool.info, 2009).

Bij dit stelsel stroomt er dus bij hevige regenval gemengdwater op het oppervlaktewater. Dit heeft een negatief effect op de kwaliteit van het oppervlaktewater. Dit kan verbeterd worden als er een bergbezinkbassin tussen het overstort en het gemengde riool geplaatst wordt. Door dit bassin heeft het riool meer volume (berging) waardoor er minder snel water overstort op het oppervlaktewater. Daarbij komt dat het gemengde water de tijd heeft om te bezinken in het bergbezinkbassin, het water dat dan over het overstort stroomt is schoner. Als de hevige bui gestopt is wordt het water uit het bassin (met het slib dat bezonken is) terug het riool in gepompt, wat vervolgens naar het RWZI gaat. Een gemengd stelsel met een bergbezinkbassin wordt ook wel een verbeterd gemengd stelsel genoemd (Riool.info, 2009).



Figuur 14, Schematisch gemengdstelsel + bergbezinkbassin (Riool.info, 2009).

2.7 Grondwaterstandsverlaging

Voor het aanbrengen van een rioolstelsel zal, afhankelijk van de hoogte, de grondwaterstand eventueel tijdelijk verlaagd moeten worden om het riool in den droge te kunnen plaatsen. Lage grondwaterstanden leveren geen directe schade op aan de omgeving, de gevolgen daarvan wel. Op termijn kan er funderingsschade, bodemdaling of hitte stres ontstaan in de bodem.

Er zijn 2 verschillende funderingen die schade kunnen oplopen, paalfunderingen en fundering op staal. In dit geval zijn de omliggende woningen gefundeerd op staal. Deze kunnen schade oplopen door (verschil)zetting. Dit treedt op als het veen- of kleipakket voor het eerst wordt ontwaterd. Hier is ook de tijdsduur van de grondwaterstandsverlaging van belang. De bodem zal gaan dalen als gevolg van de druk (van de woningen) op de grond (R.J. Brolsma, 2012).

2.8 Regenintensiteit

Voor het uitrekenen van de hemelwaterafvoer zal er gerekend moeten worden met een bepaalde bui intensiteit. Voor de toekomstbestendige waterhuishouding zal gerekend gaan worden met een intensiteit van bui 09. Deze bui komt theoretisch gezien eens in de vijf jaar voor, met een intensiteit van 29,40mm/per uur. De toekomstbestendige waterhuishouding houdt in dat er bij bui 09 geen water op straat mag liggen. Het rioleringsstelsel wordt uitgerekend op deze bui, omdat door de klimaatveranderingen de buien intensiever worden dan voorheen (Stichting RIONED, 2004).

Neerslaghoeveelheid (mm)										
Tijdvak (min)	Herhalingsstijd (jaar) en buinummer									
	v 0.25 a		v 0.5 a		v 1.0 a		v 2.0 a		5.0	10.0
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
0-5	.30	.15	.30	.15	.30	.15	.60	.30	1.50	1.80
5-10	.60	.15	.60	.30	.60	.30	1.20	.60	2.70	3.60
10-15	.90	.15	.90	.45	1.50	.45	2.10	.90	4.80	6.30
15-20	1.20	.30	1.50	.60	2.70	.60	3.30	1.20	4.80	6.30
20-25	1.50	.45	2.10	.75	2.70	.75	3.30	1.50	4.20	5.70
25-30	1.50	.60	2.10	.90	2.10	.90	2.70	2.10	3.30	4.80
30-35	1.05	.75	1.50	1.05	1.50	1.05	2.10	2.70	2.70	3.60
35-40	.90	.90	1.20	1.20	1.20	1.20	1.50	3.30	2.10	2.40
40-45	.75	1.05	1.05	1.50	1.05R	1.50	1.20	3.30	1.50	1.20
45-50	.60	1.50	.90	2.10	.90	2.10	.90	2.10	.90	
50-55	.45	1.50	.75	2.10	.75	2.70	.60	1.20	.60	
55-60	.30	1.20	.60	1.50	.60	2.70	.30	.60	.30	
60-65	.15	.90	.45	.90	.45	1.50				
65-70	.15	.60	.30	.60	.30	.60				
70-75	.15	.30	.15	.30	.15	.30				
totaal	10.50		14.40		16.80		19.80		29.40	35.70

Figuur 15, Neerslaghoeveelheid (Stichting RIONED, 2004).

2.9 Bestaande watersysteem Lamswaarde

Om de knelpunten ten aanzien van de toekomstbestendige waterhuishouding op te lossen is het zaak om te weten hoe de bestaande situatie er uit ziet. Het huidige rioleringsstelsel van Lamswaarde is een gemengdstelsel met twee hemelwater strengen aanwezig. Het huidige rioleringsstelsel is uit een DWG bestand gehaald, dat afkomstig is het databestand van de Gemeente Hulst. Hierin zijn de buisdiameters, verhang, lengtes & puthoogtes aangegeven.

Voor het lozen van hemelwater is het van belang om te weten waar er oppervlaktewater aanwezig is. Het oppervlaktewater is in het beheer van waterschap scheldestromen. Er wordt onderscheidt gemaakt in 3 soorten afvoeren: primair, secundair & tertiair. Al deze watergangen kunnen gebruikt worden om hemelwater te lozen (Waterschap Scheldestromen, 2018).



Figuur 16, bestaande rioleringsstelsel.



Figuur 17, Oppervlaktelichamen (Waterschap Scheldestromen, 2018).

2.10 Basiseisen en -kenmerken wegontwerp

Voor het ontwerp van een weg zijn er bepaalde basiseisen en -kenmerken. Bij erfdoegangswegen zijn er drie basiseisen:

- ✓ wegcategorie is herkenbaar.
- ✓ Er zijn geen obstakels langs de rijbaan.
- ✓ Er is een relatie tussen de weg en de omgeving.

"De basiseisen zijn de functionele eisen die betrekking hebben op het ontwerp en de inrichting van de weginfrastructuur. De basiseisen worden via basiskenmerken omgezet naar elementen die per wegcategorie in het wegontwerp moeten worden opgenomen of juist moeten ontbreken. Als niet aan een basiseis wordt voldaan, dan wordt sterk ingeleverd op de mate van verkeersveiligheid van de weg. Het risico op ongevallen/slachtoffers is dan hoger" (ASVV 2012, 2012).

Als er een wegontwerp gemaakt wordt, worden de basiseigenschappen geuit door het toepassen of weglaten van basiskenmerken. Door het toepassen van de kenmerken wordt de infrastructuur herkenbaar gemaakt en functioneert deze veilig.

"Een basiskenmerk wegontwerp is een ontwerpelement dat altijd of juist nooit in het wegontwerp aanwezig moet zijn zodat de herkenbaarheid van de weg wordt bevorderd en de weg veilig functioneert. Als een basiskenmerk wordt weggelaten of wordt toegevoegd in afwijking van de richtlijnen, dan wordt ingeleverd op één van de zes basiseisen en daarmee op de mate van verkeersveiligheid" (ASVV 2012, 2012).

Bij het wegontwerp is er een ideale inrichting en een minimale inrichting. Deze voldoen beiden aan de uitgangspunten van "Duurzaam Veilig Verkeer". Als niet voldaan kan worden aan de minimale inrichting van de weg moet de wegbeheerder zich realiseren dat de weg geen duurzaam veilige weg is. In bestaande situaties kan het voorkomen dat niet aan alle basis eisen voldaan kan worden. Als wegen aan alle basiseisen voldoen zijn ze nog steeds herkenbaar ingericht en zullen als geheel veilig functioneren. Wegen die niet voldoen aan alle basiseisen of waarbij niet alle basiskenmerken zijn toegepast zijn bestempeld als "grijze weg" (ASVV 2012, 2012).

De ideale inrichting van een erftoegangsweg:

“A Verharding

Open verharding/streetprint (uitstraling open verharding).

B Fysieke rijrichtingscheiding

Eén rijbaan zonder rijrichtingscheiding.

C Lengtemarkering

In de ideale situatie zijn er opsluitbanden aanwezig en er is nimmer witte lengtemarkering aanwezig (fietsstroken, kantmarkering, parkeervakken en dergelijke).

D Openbare verlichting

Openbare verlichting is aanwezig.

E Voorzieningen landbouwverkeer – G Erfaansluitingen op de rijbaan – H Menging verkeerssoorten – I Fietsvoorzieningen

Landbouwverkeer, (brom-)fietsers en voetgangers en erfaansluitingen zijn toegestaan: geen voorzieningen op de rijbaan voor (brom-)fiets- en/of landbouwverkeer, tenzij sprake is van een fietsstraat.

F Oversteken langzaam verkeer op wegvakken

Oversteken op wegvakken is toegestaan voor langzaam verkeer. Hiervoor zijn geen voorzieningen vereist, niet om te stimuleren, maar ook niet om te beperken.

L Ov-haltes (bus/tram)

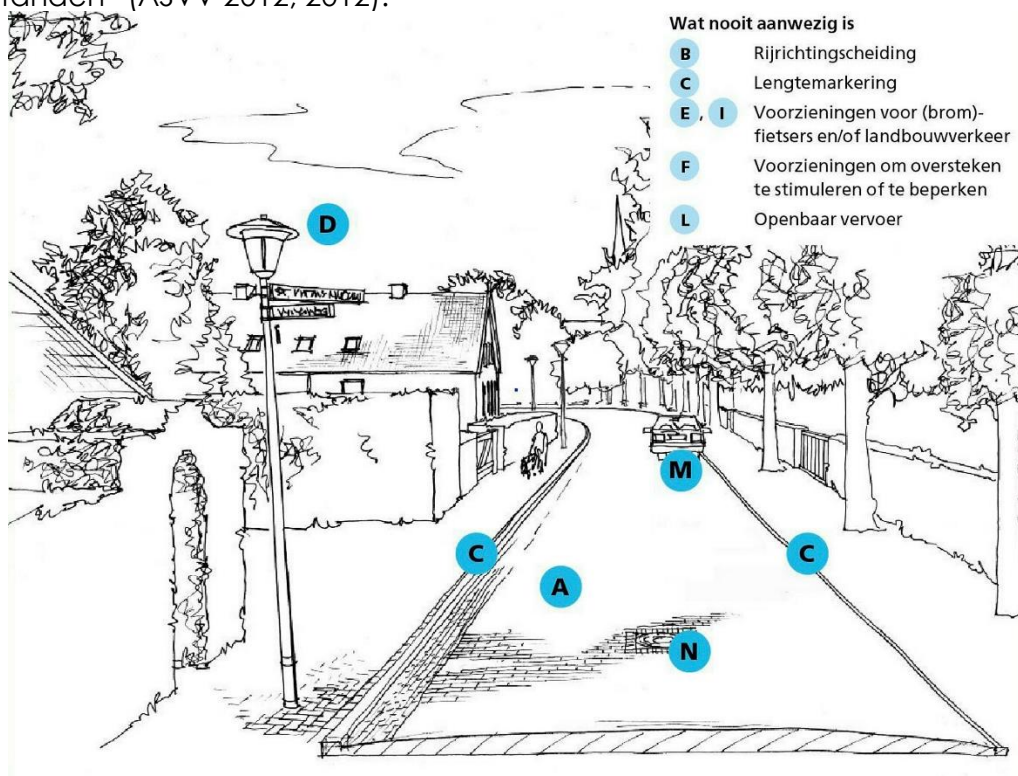
Er is geen openbaar vervoer aanwezig met bussen langer dan 8 meter. Vervoer met buurtbus en regiotaxi met kleine busjes kan wel plaatsvinden.

M Parkeren

Parkeren mag op de rijbaan.

N Horizontaal en verticaal alignement

Ontwerpsnelheid is 30 km/h. Erftoegangswegen hebben bij voorkeur korte rechtstanden" (ASVV 2012, 2012).



Figuur 18, Ideale inrichting erftoegangsweg (ASVV 2012, 2012).

De minimale inrichting van een erftoegangsweg:

"A Verharding

Onverhard, open of gesloten

B Fysieke rijrichtingscheiding

Eén rijbaan zonder rijrichtingscheiding

C Lengtemarkering

Er is nimmer witte lengtemarkering aanwezig (fietsstroken, kantmarkering, parkeervakken en dergelijke). Bij een onoverzichtelijke bocht mag over een korte lengte een asstreep worden aangebracht.

D Openbare verlichting

Openbare verlichting is aanwezig.

E Voorzieningen landbouwverkeer

Niet aanwezig.

F Oversteken langzaam verkeer op wegvakken

Oversteken op wegvakken is toegestaan voor langzaam verkeer. Hiervoor zijn geen voorzieningen vereist, niet om te stimuleren, maar ook niet om te beperken.

G Erfaansluitingen op de rijbaan – H Menging verkeerssoorten – I Fietsvoorzieningen

Landbouwverkeer, (brom)fietsers op de rijbaan, voetgangers en erfaansluitingen zijn toegestaan.¹

L Ov-haltes (bus/tram)

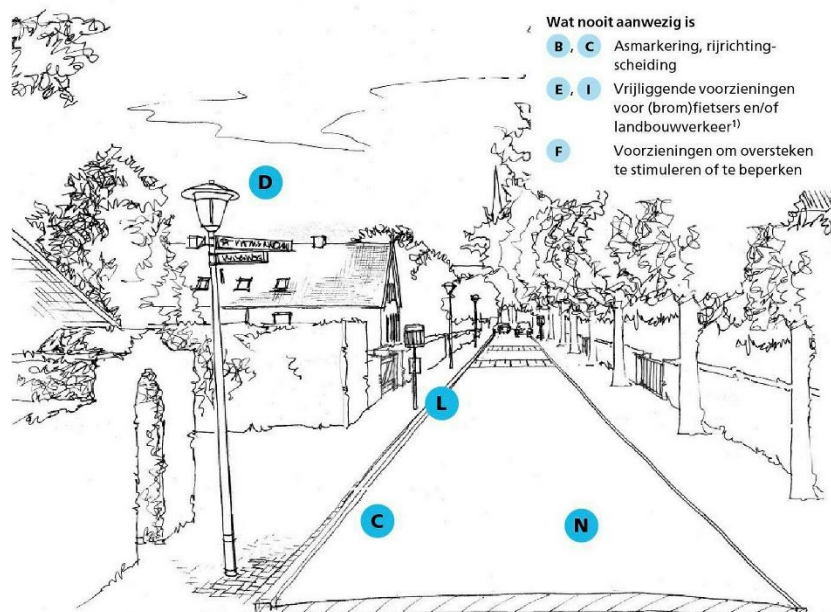
Openbaar vervoer mag aanwezig zijn.²

N Horizontaal en verticaal alignement

Ontwerpsnelheid is 30 km/h. Erftoegangswegen hebben bij voorkeur korte rechtstanden.

Compenserende maatregelen:

1. Wanneer toch een fietsvoorziening aanwezig of gewenst is (fietspad/fietsstrook/fietsstraat), dan wordt op de rijbaan geen witte lengtemarkering toegepast. Gezocht moet worden naar creatieve oplossingen zoals de kleur van de verharding, bestratingspatroon of een oplossing zoals inrichting als een fietsstraat.
2. Als openbaar vervoer aanwezig is, dan wordt gehalteerd op de rijbaan'' (ASVV 2012, 2012).



Figuur 19, Minimale inrichting erftoegangsweg (ASVV 2012, 2012).

2.11 Samenvatting gebruikte bronnen

Voor het theoretisch kader is gebruik gemaakt van diverse bronnen, sommige theorieën worden bevestigd door verschillende bronnen.

Dinoloket is een digitale database met gegevens over de bodem. In deze database zijn bodem- en grondonderzoeken door de jaren heen opgeslagen. Deze gegevens geven een indicatie van de grondsoorten die aanwezig zijn in het gebied.

Voor het riool wordt gebruik gemaakt van de Leidraad rioleringen. In de Leidraad Rioleringen staan alle gegevens over het ontwerpen en beheren van het rioolstelsel. Deze bron zal ook gebruikt worden in het verdere onderzoek, voor de eisen van het rioolstelsel.

Het boek Rioleringen van D. de Waal is een boek dat 20 jaar geleden is uitgegeven. Uit deze bron worden de algemene gegevens over verschillende rioolstelsels opgezocht en de daar op betrekken de onderdelen. Deze informatie is dan wel 20 jaar oud, maar kan nog steeds gebruikt worden. De informatie die gebruikt is, is zeer algemeen.

In al eerder uitgevoerd onderzoek "Effect van droogte op stedelijk gebied" is kennis opgedaan van de effecten van grondwaterspiegel verlaging. De grondwaterspiegel zal eventueel tijdelijk verlaagd worden om in de uitvoering het riool in den droge aan te leggen. Dit onderzoek is wetenschappelijk uitgevoerd.

Stichting RIONED is een overkoepelende organisatie voor stedelijk waterbeheer en de riolering in Nederland. De organisaties die hier bij horen zijn verschillende overheden (gemeenten, waterschappen, rijk en provincies) en bedrijven (adviesbureaus, inspectiebedrijven en aannemers). Deze bron is gebruikt om kennis op te doen over de verschillende soorten rioleringen die toegepast kunnen worden en gegevens over de bui intensiteiten die er zijn.

Waterschap scheldestromen heeft allerlei interactieve kaarten die te zien zijn op de website van het waterschap scheldestromen. Deze kaarten zijn heel betrouwbaar, omdat deze gaan over objecten die in hun beheer zijn. In dit onderzoek wordt enkel de kaart van de oppervlaktelichamen gebruikt.

De ASVV 2012 geeft aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom. Dit is opgesteld door de CROW, het nationale kennisplatform voor infrastructuur, verkeer, vervoer en openbare ruimte. De CROW is een not-for-profitorganisatie, die ontwikkelt, verspreid en beheert praktisch toepasbare kennis voor beleidsvoorbereiding, planning, ontwerp, aanleg, beheer en onderhoud.

3. Onderzoeksmethode

In de onderzoeksmethode wordt behandeld welke verschillende methoden gebruikt zullen worden voor het beantwoorden van de deelvragen. Er zal per deelvraag uitgelegd worden welke methoden toegepast gaan worden in het uiteindelijke onderzoek.

Rioleringsstelsel Lamswaarde:

Watvoor grondslag is aanwezig in Lamswaarde?

De aanwezige ondergrond in de Frederik Hendrikstraat is van invloed op de fundering van de verharding. Deze grondslag zal achterhaald worden d.m.v. bodemonderzoeken. De bodemonderzoeken worden uitgevoerd door een externe partij. Er zullen offertes opgevraagd worden en vergeleken met elkaar. Vervolgens zal opdracht gegeven worden aan een partij om de boringen uit te gaan voeren. In de metingen komen naar voren welke grondsoorten er zich bevinden. Daarna wordt datzelfde boorgat gebruikt om de grondwaterstand op te meten met een peilbuis.

Wat zijn de technische- en functionele eisen van een gemengd- en gescheiden rioolstelsel?

De technische- en functionele eisen van een gemengd- en gescheiden rioolstelsel zijn van belang voor het ontwerpen van een rioolstelsel. De eisen worden opgezocht d.m.v. een kwalitatief onderzoek die specifiek voor dit project geldt. Er zal gebruik worden gemaakt van twee verschillende bronnen: de "Leidraad rioleringen" en wetenschappelijke digitale informatie bronnen. In deze twee bronnen staan de wet- en regelgeving besproken die van toepassing zijn (Baarda, 2014).

Welke rioleringsstelsels kunnen toegepast worden in Lamswaarde voor het oplossen van de knelpunten t.a.v. de toekomstbestendige waterhuishouding?

Er worden 4 verschillende ontwerpen voor een rioleringsstelsel in Lamswaarde bedacht. In de huidige situatie ligt een gemengdstelsel met 2 HWA strengen. De stelsels die onderzocht zullen worden zijn: het bestaande stelsel + bergbezinkbassin, het bestaande stelsel + HWA strengen, een gescheiden stelsel & een verbeterd gescheiden stelsel. Van deze verschillende stelsels zal een grof ontwerp gemaakt worden.

Watvoor rioleringsstelsel is volgens de variantenstudie met meest geschikt in deze situatie?

Voor de variantenstudie zullen er 5 varianten met elkaar vergeleken worden, waarvan één de 0-variant. Het gemengdstelsel (0-variant), een gemengdstelsel + bergbezinkbassin, een gemengd stelsel + HWA strengen, een gescheiden stelsel & een verbeterd gescheiden stelsel. De varianten zullen beoordeeld worden m.b.v. verschillende criteria's. Elk criterium heeft een andere wegingsfactor. Een criterium zal beoordeeld worden op een schaal van 1 tot en met 5, bij elke criterium zal een maatstaf gemaakt worden om te bepalen hoeveel punten een variant bij dat criterium scoort. Als alle varianten beoordeeld zijn kan vergeleken worden welke variant het hoogst heeft gescoord bij de variantenstudie. Vervolgens zal die variant

statistisch berekend worden. De hoogtes van het wegdek worden bepaald uit de huidige putdeksel hoogtes.

Herinrichting Frederik Hendrikstraat:

Wat zijn de technische- en functionele eisen van een 30km zone?

De technische- en functionele eisen van een 30km zone zijn nodig om een nieuw ontwerp te kunnen maken van de weg. Hierbij wordt gedacht aan het ontwerpen van parkeerplaatsen, snelheidsremmende maatregelen enzovoorts. Deze gegevens zullen opgezocht worden in de daarvoor geschreven voorwaarden en eisen. De ASVV 2012 zal hiervoor geraadpleegd worden.

Welke actoren zijn er en wat voor belangen hebben zij op het ontwerp?

De verschillende actoren bij dit project moeten onderzocht worden om de belangen van deze actoren mee te kunnen nemen in het ontwerp. Voor het bepalen van de actoren zal gekeken worden naar de verschillende weggebruikers, omwonenden, maar ook de eigenaren van verschillende voorzieningen (kabels en leidingen). Als de actoren bekend zijn zal bepaald worden welke belangen zij hebben op de herinrichting van de Frederik Hendrikstraat. Dit is een kwalitatief onderzoek, omdat per actor gekeken zal worden wat hun belangen zijn bij de herinrichting.

Welke soorten verhardings- en funderingstypen kunnen gebruikt worden om de trillings- en geluidsoverlast te reduceren?

De verhardings- funderingstypen van de weg kunnen aangepast worden, om het trillings- en geluidsoverlast bij de omwonenden te verminderen. De verkeerssnelheden en -intensiteit zullen gemeten gaan worden a.d.h.v. matrix borden. Hierdoor kan gemeten worden of er daadwerkelijk echt te hard gereden wordt. Er zal onderzocht worden wat voor type verhardingen toegepast kunnen worden in de straat. De verschillende soorten verhardingen zullen onderzocht worden a.d.h.v. al eerder gedane onderzoeken over geluidsreducerende verhardingen. De trillingsoverlast kan mogelijk gereduceerd worden door de fundering van de straat aan te passen. Onderzocht zal worden of er een fundering toegepast kan worden, waardoor het trillingsoverlast verminderd wordt.

Hoe ziet het ontwerp van de Frederik Hendrikstraat eruit?

Bij het nieuwe ontwerp van de straat zal er rekening gehouden worden met: het verminderen van parkeer problemen, snelheidsremmende maatregelen, kabels en leidingen, geluids- en trillingsoverlast & het gebruik door landbouwvoertuigen. Het programma van eisen waar de technische- en functionele eisen in opgenomen zijn wordt ook gebruikt tijdens de ontwerpfase. In deelvraag 6 wordt onderzocht welke actoren er bij dit project zijn en welke belangen deze hebben. De belangen van die actoren worden meegenomen in het ontwerp. Voor het ontwerp van de Frederik Hendrikstraat zijn er hoogte gegevens nodig. Deze zullen met de GPS ingemeten gaan worden. Verschillende hoogtes zullen dwars over de straat ingemeten worden om zo meerdere dwarsprofielen te krijgen. De dwarsprofielen worden in Autocad

geladen. Het ontwerp zal gemaakt worden in Autocad, met als x-ref de GBKN van Lamswaarde.

Is de grondwaterstand laag genoeg om de Frederik Hendrikstraat in den droge uit te voeren, zoniet hoeveel moet deze zakken en wat zijn de gevolgen?

De grondwaterspiegel zal in de uitvoering eventueel tijdelijk verlaagd worden om het nieuwe rioolstelsel aan te leggen in den droge. De aangrenzende woningen zijn waarschijnlijk op staal gefundeerd dus die zouden last kunnen krijgen van een eventuele verlaging van de grondwaterspiegel. De grondslag is al onderzocht bij de eerste deelvraag. Deze gegevens samen met de hoogtes van het berekende rioolstelsel kan bepaald worden hoeveel de grondwaterstand eventueel tijdelijk verlaagd moet worden. Vervolgens zal gekeken worden of deze tijdelijke grondwaterstandsverlaging schade geeft aan omliggende huizen.

Wat zijn de gevolgen op straat bij een bui van 09 & 10?

Deze hoeveelheid water zal deels afgevoerd worden door de hemelwaterafvoer, maar ook een deel zal blijven liggen op het verhard oppervlak. Voor het berekenen hoeveel water er aan de oppervlakte zal blijven liggen zal er gebruik gemaakt moeten worden van de hoogteliggingen van het nieuwe ontwerp. Dan wordt er bui 09 & 10 over het nieuwe ontwerp heen gesimuleerd met het nieuwe rioolstelsel. Dan wordt inzichtelijk gemaakt waar het hemelwater zich zal gaan verzamelen. Vervolgens zal beoordeeld worden of dit eventuele schade of overlast op gaat leveren. Deze case study is een kwalitatieve methode, omdat dit onderzocht zal worden voor een specifiek gebied.

Welke verkeersmaatregelen worden genomen tijdens de uitvoering van de herinrichting van Lamswaarde?

Tijdens de uitvoering van de Frederik Hendrikstraat zal het verkeer tijdelijk omgeleid worden. Hoe kan het (landbouw)verkeer van de ene naar de andere kant van Lamswaarde komen als de straat is afgesloten? Hiervoor zal gekeken moeten worden naar de huidige verkeerssituatie in Lamswaarde. Hiervoor zullen tijdelijke verkeersmaatregelen opgesteld worden. Er zal rekening gehouden worden met het formaat van de landbouwvoertuigen die omgeleid zullen worden. Dan wordt er gekeken welke wegen gebruikt kunnen worden (op basis van de verkeersintensiteit & het formaat daarvan) en kortste omleiding is.

Wat zijn de uiteindelijke kosten voor de herinrichting en waar zijn deze uit opgebouwd?

De uiteindelijke kosten voor het totale project worden geraamd om inzicht te krijgen hoeveel het project ongeveer zal gaan kosten. De kosten zijn opgebouwd uit materiaal-, materieel- en arbeidskosten. De hoeveelheden van het materiaal worden afgeleid uit de ontwerptekening. De kosten voor het materiaal, materieel en de arbeidsuren daarvan zullen vervolgens afgeleid worden uit het Archidat bestand (gemiddelde van landelijke inschrijfprijzen).

4. Resultaten

De resultaten van de verschillende deelvragen worden in dit hoofdstuk per deelvraag uitgewerkt aan de hand van de daarbij behorende onderzoeksmethode.

Rioleringsstelsel Lamswaarde:

4.1 Bodem en grondwater in Lamswaarde

Voor de huidige grondslag, bodem- en grondwater kwaliteit wordt eerst een historisch onderzoek gedaan naar kritische locaties waar verontreinigingen kunnen zitten. Dit onderzoek is intern gedaan door G.J.J. de Vaan, beleidsmedewerker archeologie en bodem. De grondboringen, boorlocaties & grondwaterstanden zijn weergegeven in bijlage 1.

Om de grondslag te achterhalen wordt een oriënterend bodemonderzoek gedaan door een extern bedrijf. Er zijn 2 offertes opgevraagd voor:

- ✚ Uitvoeren van een oriënterend bodemonderzoek conform de CROW307-publicatie.
- ✚ Toetsen van de analyse resultaten aan de circulaire bodemsanering 2013 en het besluit bodemkwaliteit.
- ✚ Vaststellen van de veiligheidsklasse (T- en F-klasse) conform de CROW132-publicatie.

De offertes zijn opgevraagd bij SMA (Sagro Milieu Advies Zeeland B.V.) & Colsen B.V. Colsen B.V. heeft uiteindelijk de opdracht gekregen om het werk uit te voeren. De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in bijlage 1. Hierin komt naar voren dat er veel zandige klei & zand aanwezig is. Er zijn 3 peilbuizen geplaatst om de grondwaterstand te bepalen in de Frederik Hendrikstraat.

4.2 Technische- en functionele eisen van een gescheiden- en een gemengd stelsel

De technische- en functionele eisen van een gescheiden- en een gemengd stelsel zijn nodig voor het ontwerpen en berekenen van een rioolstelsel dat invulling geeft op de knelpunten t.a.v. de toekomstbestendige waterhuishouding in Lamswaarde. Al deze eisen worden opgezocht in de "Leidraad Riolerings", hierin zijn alle eisen opgenomen die gaan over riolerings. De eisen die van toepassing zijn op dit onderzoek zijn verwerkt in het PvE (programma van eisen), zie bijlage 2.

4.3 Rioleringsstelsels

Er kunnen meerdere rioleringsstelsels toegepast worden in Lamswaarde. In het theoretisch kader §2.6 zijn verschillende rioleringsstelsels aanbod gekomen die toegepast kunnen worden. Van 4 varianten is een grof ontwerp gemaakt voor het oplossen van de knelpunten t.a.v. de toekomstbestendige waterhuishouding.

4.3.1 Knelpunten t.a.v. de toekomstbestendige waterhuishouding

Als eerst wordt onderzocht waar de knelpunten t.a.v. de toekomstbestendige waterhuishouding zijn? In een rapport van ARCADIS, "Watersysteemanalyse Hulst", wordt aangegeven dat bij een bui 08 water-op-straat zichtbaar is. Deze locaties worden sterk uitgebreid bij een bui 10. Dit is berekend met gegevens uit de leidraad rioleringen module C2100 gecombineerd met een sluitende waterbalans. De knelpunten bij een bui 08 & 10 zijn weergegeven in bijlage 3. Bij een bui intensiteit van 10 is te zien dat bij de parkeerplaatsen in het noorden van de Pastoor Willemstraat en het oosten veel water op straat is. Ook in de Jacobus de Waalstraat is veel water op het oppervlak, volgens het rapport komt dit door de hoogteligging van het riool (ARCADIS, 2013).



Figuur 20, Water op straat bui 08 (ARCADIS, 2013).

4.3.2 Gemengdstelsel + HWA strengen (bestaande situatie)

In de huidige situatie ligt een gemengdstelsel met een paar HWA strengen. Dit huidige stelsel is niet bestand tegen de toekomstbestendige waterhuishouding, bui 09. Dit is te zien in bijlage 3. Te zien is dat er bij bui 08 al water op straat aanwezig is en bij bui 10 op sommige plaatsen wel tot 20cm. De bestaande situatie is schematisch weergegeven in bijlage 4.

4.3.3 Bestaande situatie + bergbezinkbassin

In de huidige situatie ligt een gemengd stelsel met een paar HWA strengen. Als hier een bergbezinkbassin op aangesloten wordt vergroot dit de opslag capaciteit van het riool. Door het gemengdewater (hemel- en afvalwater) op te slaan wordt het water niet direct geloosd op het oppervlaktewater. Pas als het bassin ook vol is wordt er water geloosd op het oppervlaktewater. Het bassin zal geplaatst worden aan het einde van de Roversbergsepad onder de parkeerplaats van de plaatselijke voetbal vereniging. De bestaande situatie + bergbezinkbassin is schematisch weergegeven in bijlage 4.

4.3.4 Bestaande situatie + HWA strengen

In de huidige situatie ligt een gemengdstelsel met op enkele plaatsen een HWA streng. Als er meerdere HWA strengen worden toegevoegd aan het bestaande stelsel wordt het gemengd stelsel ontlast van hemelwater. Hierdoor krijgt het gemengd stelsel genoeg afvoer-/bergingscapaciteit met als gevolg dat er geen gemengdewater wordt geloosd op het oppervlaktewater. Dit is beter voor het milieu, omdat enkel het regenwater nu wordt geloosd op het oppervlaktewater. De bestaande situatie met extra HWA strengen is niet schematisch weergegeven. Er kan nu nog niet gezegd worden waar er extra HWA strengen aangelegd moeten

worden. Er zullen enkel HWA strengen geplaatst worden om er voor te zorgen dat er genoeg afvoer-/ bergingscapaciteit is.

4.3.5 Gescheiden stelsel

Bij deze variant wordt in heel Lamswaarde een HWA streng geplaatst zodat al het hemelwater wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater. Het bestaande gemengd stelsel wordt dan een DWA streng, voor het afvoeren van vuilwater. Hierdoor wordt er niet onnodig hemelwater afgevoerd naar het RWZI, maar enkel het vuilwater. De schematisatie hiervan is weergegeven in bijlage 4.

4.3.6 Verbeterd gescheiden stelsel

Het verbeterd gescheiden stelsel is een aanvulling op het gescheiden stelsel. Hierbij wordt het HWA-stelsel d.m.v. een gemaal aangesloten op het DWA-stelsel. Enkel bij kleinere buien en het begin van grotere buien wordt het hemelwater afgevoerd naar het RWZI. Als het DWA-stelsel de hoeveelheid hemelwater niet meer kan afvoeren wordt het hemelwater geloosd op het oppervlaktewater. Dit stelsel is beter voor het milieu dan het gescheiden stelsel, omdat hierdoor de "first flush" naar het RWZI wordt afgevoerd. In de "first flush" wordt de vervuiling van daken en wegen met het hemelwater meegevoerd naar het RWZI. Het verbeterd gescheiden stelsel is schematisch weergegeven in bijlage 4.

4.4 Rioleringsstelsel uitkiezen

De verschillende rioleringsstelsels worden met elkaar vergeleken d.m.v. een variantenstudie. Hier zijn criteria voor opgesteld met daaraan wegingsfactoren gekoppeld. De scores die gegeven zullen worden voor de criteria zijn bepaald bij de puntenverdeling. In bijlage 5.1 (pagina 61) is de variantenstudie uitgevoerd op de verschillende rioleringsstelsels. Hier is ook uitgelegd waarom er voor bepaalde criteria zijn gekozen en welke wegingsfactoren die criteria gekregen hebben.

Uit de varianten studie is gebleken dat de bestaande situatie + HWA strengen voor deze situatie het gunstigst is, zie tabel 1. Deze variant scoort hoog op de criteria effectiviteit, milieu en duurzaamheid. In deze situatie worden er zodanig veel HWA strengen gelegd dat het gehele stelsel bestand is tegen een bui intensiteit 09. Dit wordt gedaan d.m.v. afkoppelen. Hierdoor wordt er nog wel een deel van het hemelwater afgevoerd door het gemengd stelsel. Het stelsel behoudt zijn overstorten, maar deze zullen geen water over storten als er geen zwaardere bui plaats vindt dan een bui 09. In het stelsel worden op sommige locaties extra HWA strengen aangelegd, hierdoor zal er niet veel onderhoud bij komen in vergelijking met het bestaande stelsel. Deze variant is statisch doorgerekend en getekend in bijlage 6, rioleringsberekening.

Varianten	Score
Bestaande situatie	3,00
Bestaande situatie + bergbezinkbassin	2,95
Bestaande situatie + HWA strengen	3,80
Gescheiden stelsel	3,30
Verbeterd gescheiden stelsel	3,35

Tabel 1, Uitslag variantenstudie

Herinrichting Frederik Hendrikstraat:

4.5 Technische- en functionele eisen van een 30km zone

De technische- en functionele eisen van een 30km zone vormen de basis voor het herinrichten van de Frederik Hendrikstraat. De Frederik Hendrikstraat is gelegen in Lamswaarde en ligt in een 30km zone binnen de bebouwde kom. Hiervoor worden de eisen opgezocht in de "ASVV 2012", die gaat over de actuele richtlijnen voor het wegontwerp binnen de bebouwde kom. De eisen die van toepassing zijn op dit onderzoek zijn verwerkt in het PVE (programma van eisen), zie bijlage 2.

4.6 Actorenanalyse

In het onderzoek naar welke actoren belangen hebben bij dit project zal een actorenanalyse uitgevoerd worden. De actoren analyse wordt uitgevoerd om inzichtelijk te krijgen watvoor belangen de verschillende actoren hebben. Actoren kunnen meerdere organisaties en/of meerdere personen zijn die belangen hebben bij de ontwikkelingen van een project.

4.6.1 Actorenanalyse

Bij de actorenanalyse zal eerst bepaald worden welke actoren belangen hebben bij het project, herinrichting van de Frederik Hendrikstraat. Daarna zullen de verwachte belangen, -situaties en -doelstellingen daarbij weergegeven worden.

1. Probleem beschrijving:

Om te bepalen welke actoren er bij het project betrokken zijn, moet het probleem vastgesteld worden. Iedere actor kan het probleem op zijn eigen manier interpreteren daarom is het van belang dat het probleem duidelijk geformuleerd wordt. Het probleem van de Frederik Hendrikstraat is dat er weinig parkeerplaatsen aanwezig zijn. De straat is gelegen in een 30km zone, dit zal nageleefd moeten worden door de weggebruikers. Een knelpunt hierbij is dat er veel landbouwverkeer gebruik maakt van deze straat. Het gevolg hiervan is dat er klachten zijn van de omwonenden over geluids- en trillingsoverlast. Een uitgebreider uitleg over het probleem is weergegeven in § 1.1.2.

2. Inventarisatie naar actoren met de daarbij behorende belangen, & situaties doelstellingen:

De inventarisatie naar de belangen, situaties & doelstellingen van de actoren is om te bepalen wat de actoren verwachten of eisen van het project. Zo kan er een inschatting gemaakt worden wat actoren willen van een project. Door de verwachtingen op een rijtje te zetten kan een ontwerp gemaakt worden die voldoet

aan de wensen van de actoren. De belangrijkste belangen die spelen bij de herinrichting zijn; snelheid uit het verkeer halen, het geluidsoverlast, onvoldoende parkeerruimte en de toegankelijkheid van landbouwvoertuigen. Alle verwachtingen zijn opgesomd in bijlage 7.

4.7 Verhardings- en funderingstypen

De omwonenden aan de Frederik Hendrikstraat hebben aangegeven trillings- en geluidsoverlast te hebben van het verkeer dat gebruik maakt van de straat. Om erachter te komen wat de snelheid van het verkeer is in de Frederik Hendrikstraat zijn er matrix borden geplaatst. Deze zijn geplaatst voor één week, vanaf maandag 12 februari 2018 tot en met zondag 18 februari 2018. Dit meet instrument is opgehangen door de gemeente Hulst.



Figuur 21, Werking matrix borden (VIA Traffic, 2018).

Geluidsoverlast dat wordt geproduceerd door het verkeer gaat gepaard met de snelheid van het verkeer. Hoe sneller het verkeer rijdt hoe hoger het geluidsniveau wordt. De gemeten snelheden zijn weergegeven in bijlage 8. Deze resultaten bevestigen dat er daadwerkelijk te hard wordt gereden in de Frederik Hendrikstraat. Vanaf Lamswaarde rijdend richting de komgrens rijdt 32,4% van de automobilisten te hard. Vanaf buiten de bebouwde kom als Lamswaarde in gereden wordt rijdt 42,8% te hard. Waarvan één snelheid is gemeten van 96km/u.

Het geluid dat het verkeer produceert wordt veroorzaakt door het band/wegdekgeluid en het motorgeluid. Het band/wegdekgeluid is te reduceren door het kiezen van andere banden ofwel een ander wegdek. Voor de herinrichting wordt er gekeken naar de verschillende verhardings- en funderingstypen die toegepast kunnen worden (Hooghwerff, 2005).

4.7.1 Verhardingskeuze

Er zijn twee verschillende soorten verhardingen die eventueel toegepast kunnen worden. Een elementen- of een gesloten verharding.

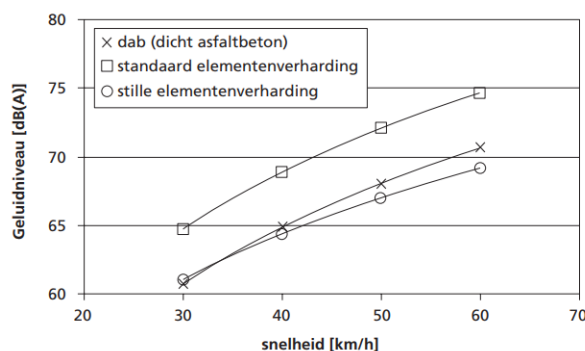
4.7.1.1 Verhardingskeuze

Het voordeel van een elementen verharding is dat deze makkelijk opgebroken kan worden als er werkzaamheden onder het wegdek plaats moeten vinden. Vervolgens kunnen dezelfde materialen hergebruikt worden. De elementenverharding heeft ook als voordeel dat het water- en gas doorlatend is. Waterdoorlatendheid om het water op straat te verminderen en gasdoorlatendheid om te voorkomen dat bij een lekkage van een gasleiding er gas onder de verharding ophoopt (De koepelorganisaties; GPKL, Netbeheer Nederland & VEWIN, 2012). In de Frederik Hendrikstraat is er een riolering aanwezig onder het wegdek. Deze moet toegankelijk blijven voor onderhoud of als er calamiteiten optreden. Dus wordt er gekozen voor een elementenverharding.

4.7.1.2 Elementenverharding

De stilte van het wegdek wordt bepaald door het oppervlak van het element, de bestratingswijze en de vlakheid van het wegdek. Voor de bestratingswijze wordt het keperverband aangewezen als het ideale verband. Bij dit verband blijven de stenen beter liggen en rijdt het verkeer niet recht op de voeg. Voor de vlakheid van het wegdek is het van belang dat er een goede en stevige fundering onder het wegdek wordt aangebracht (MBI De Steenmeesters, sd).

Een elementsoort wat toegepast kan worden is een stille betonstraatsteen. De bovenkant (toplaag) van deze steen is gemaakt van speciale natuursteenfracties. Dit heeft als effect dat het oppervlak poreus is en een geluidsreducerende werking heeft (Struyk Verwo Infra, sd).



Figuur 22, Geluidsniveaus verschillende verhardingen (Hoogwerff, 2005).

De eenheid waarin het geluid wordt gemeten is in decibel [dB]. Hier wordt een A-filter aan toegevoegd om de resultaten overeen te laten komen met de werkelijke waarnemingen van het menselijke oor [dB(A)]. "Een toename van 1 dB(A) is nog net hoorbaar, van 3 dB(A) wordt ervaren als een lichte vermeerdering van het geluidsniveau en een toename van 10 dB(A) wordt ervaren als een verdubbeling van het geluidsniveau" (Valaert, 2008). Bij een 30 km/uur weg is het geluidsniveau [dB(A)] van z'n stille betonstraatsteen bijna gelijk aan dat van DAB (dicht asfalt beton) (Hoogwerff, 2005).

Er zijn voor 3 verschillende soorten stille betonstraatstenen het C_{wegdek} berekend volgens het reken- en meetvoorschrift geluid. Deze zijn vastgelegd in de wet geluidhinder van Rijkswaterstaat, ministerie van

Infrastructuur en Waterstaat. Deze zijn alle 3 ontwikkeld door een ander bedrijf. De C_{wegdek} van deze stenen zijn bepaald door een externe partij (M+P raadgevende ingenieurs BV). In tabel 3, is aangegeven hoeveel dB(A) de stille betonstraatstenen produceren t.o.v. dab (dicht asfaltbeton).

Stille betonstraatsteen:	Ontwikkelaar:
GeoSilent	MBI De Steenmeesters
Silent Way	Struyk Verwo Infra
Durasilent	v.d. Bosch Beton

Tabel 2, Stille betonstraatstenen.

Stille betonstraatsteen:	Nieuwstaat ($C_{initieel}$)		Gemiddeld (C_{wegdek})	
	40 km/u	50 km/u	40 km/u	50 km/u
GeoSilent	-3,5	-3,3	-2,2	-2,0
Silent Way	-3,8	-4,1	-2,6	-2,9
Durasilent	?	?	-0,9	-1,0

Tabel 3, Geluidsreductie stille betonstraatstenen.

Geosilent (Veen, 2017): Silent Way (Loon & Tollenaar, Wegdekcorrectie (C_{wegdek}) van SilentWay voor lichte motorvoertuigen, 2016): DuraSilent (Loon & Tollenaar, Wegdekcorrectie (C_{wegdek}) van DuraSilent voor lichte motorvoertuigen, 2014).

4.7.1.3 Onderhoud

De geluidsreducerende betonstraatsteen doet qua duurzaamheid niet onder voor de "ouderwetse" betonstraatsteen. Het geluidsreducerende effect wordt vooral afgenomen door vervuiling. Deze vervuiling treedt op in de poreuze deklaag (10mm) van de steen. De leverancier (Struyk Verwo Infra, sd) beweert dat dit met regulier onderhoud voldoende schoon blijft, maar eventueel extra te reinigen is met een ZOAB-cleaner (Struyk Verwo Infra, sd). De gemeente Hulst heeft de geluidsreducerende betonstraatsteen in het verleden al eens toegepast. Zij concludeerden dat regulier onderhoud niet voldoet en dat na verloop van tijd de poreuze deklaag van de steen volzit met vervuiling waardoor het geluidsreducerende effect weg is (Wullaert, 2018).

4.7.1.4 Conclusie Verharding

Van de stille betonstraatstenen is de "Silent Way" van Struyk Verwo Infra de interessantste variant. Deze heeft het meest geluidsreducerende effect en wordt daarom aangeraden om te gebruiken bij de herinrichting van de Frederik Hendrikstraat. Als deze steen daadwerkelijk toegepast wordt zal er wel speciaal onderhoud aan gepleegd moet worden met bijvoorbeeld de ZOAB-cleaner.

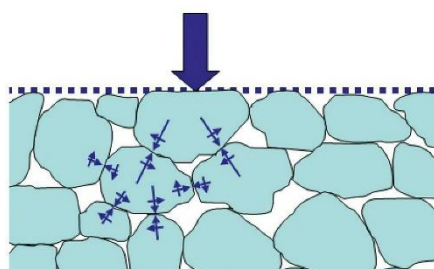
4.7.2 Funderingstypen

Voor de elementenverharding zijn er diverse funderingen mogelijk. De funderingen die toegepast kunnen worden onder de verharding worden hier besproken. Vervolgens zal bepaald worden welke fundering gebruikt zal worden voor een elementenverharding (stille betonstraatsteen: Silent Way).

4.7.2.1 Funderingskeuze

Er zijn drie verschillende funderingstypen die toegepast kunnen worden onder de verharding: ongebonden fundering, zelfbindende- of lichtgebonden fundering en een gebonden fundering. Door de lichtgebonden- en gebonden fundering is een bindmiddel gemengd dat zorgt voor een onderlinge verkitting tussen de korrels. Hierdoor wordt de laag één geheel wat resulteert in een toename van de sterkte en stijfheid. In de Frederik Hendrikstraat is er een riolering aanwezig onder het wegdek. Deze moet toegankelijk blijven voor als er onderhoud nodig is of calamiteiten optreden. Dus wordt er gekozen voor een ongebonden fundering (CROW, 2014).

4.7.2.2 Ongebonden fundering



Figuur 23, Principe werking ongebonden fundering (CROW, 2014).

De stabiliteit (draagkracht) en het last spreidend vermogen van het ongebonden materiaal wordt verkregen door de haakweerstand t.p.v. de raakvlakken van de korrels. Die komt tot stand door het eigen gewicht van het steenmengsel en de daar op aangebrachte belasting (CROW, 2014).

4.7.2.3 Conclusie funderingen

De stijfheidsmodule van een ongebonden fundering geeft een indicatie voor de constructieve sterkte. Dit geeft aan de bovenliggende verharding. Ongebonden funderingen kunnen toegepast worden voor asfalt-, beton- en elementverhardingen. In tabel 4 zijn verschillende ongebonden funderingen opgesomd die in Nederland toegepast worden of in het verleden zijn toegepast. In die tabel is te zien dat steenslag de hoogste stijfheidsmodule heeft samen met silex (CROW, 2014). Voor funderingen zijn er geen geluids- en/of trilling reducerende materialen gevonden in het onderzoek. De fundering die daarom gekozen zal worden voor de Frederik Hendrikstraat is een steenslag fundering.

Steenslag heeft dezelfde stijfheidsmodule als silex. Silex is een natuurlijk

Materiaal	Stijfheidsmodulus (MPa)
Bims	150 - 300
Bomengranulaat	50 - 200
Lavasteen	50 - 300
LD-staalslak	100 - 250
Metselwerkgranulaat	150 - 250
Mijnsteen	75 - 125
Silex	100 - 400
Steenslag	100 - 400
Zand	75 - 150

afzettingsgesteente dat vrijkomt bij het opgraven van mergel. Dit wordt gewonnen in de buurt van Maastricht en Luik (belgië). Steenslag is een veelvoorkomende fundering en o.a. gemaakt van puin waardoor deze goedkoper is (Roxx-international, sd).

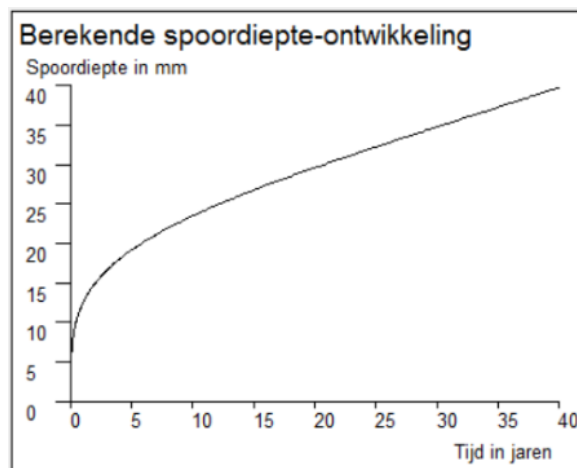
Tabel 4, Stijfheidsmodules ongebonden funderingen (CROW, 2014).

De prijs die betaald moet worden door particulieren voor menggranulaat is €9,68 per ton. Voor Silex moet €18,15 per ton betaald worden. Dit zijn de prijzen die particulieren betalen voor het funderingsmateriaal (inclusief BTW). Het Archidat bestand 2013 houdt €8,50 per ton aan voor menggranulaat. Silex wordt hier niet benoemd, er kan wel uit op gemaakt worden dat Silex hoogst waarschijnlijk ook voor commercieel gebruik heel wat duurder is dan menggranulaat (Overslagbedrijf Haven Born, 2017).

4.7.3 Funderingsdikte

De funderingsdikte is berekend met het softwareprogramma BESCON 1.0. BESCON 1.0 gebruikt de spoorontwikkeling die optreedt naar verloop van tijd als ontwerpcriterium. Daarbij wordt verondersteld dat er wordt voldaan aan een aantal basiseisen:

- ✚ “De elementlaag is voldoende opgesloten door een goede kantopsluiting.
- ✚ Vorstschade wordt voorkomen door voldoende drooglegging.
- ✚ Elementenbreuk wordt voorkomen door toepassing van voldoende dikke elementen.
- ✚ Handhaving van elementverband door goede relatie tussen voegwijdte, elementdikte en – omvang.
- ✚ Geen element-op-element-contact door minimale voegwijdte van ca. 2,5mm” (BESCON 1.0, 2005).



Figuur 24, Berekende spoordiepte-ontwikkeling (BESCON 1.0, 2005).

De totale verhardingsdiktes worden bepaald door meerdere factoren. Eén daarvan is de verkeersintensiteit dat gebruik maakt van de weg, in een week tijd zijn er 4628 voertuigen gemeten. De metingen zijn te zien in bijlage 8. De gegevens die ingevoerd zijn voor de berekening van de verhardingsdiktes zijn de grondlaag, verkeersintensiteit, spoorvorming, voegmateriaal & de funderingssoort. De ingevoerde gegevens zijn weergegeven in bijlage 9. De spoordiepte die na 40 jaar is opgetreden is 39,71mm. Dit gebeurt bij een funderingsdikte van 250mm en een zandbed van 450mm (BESCON 1.0, 2005).

4.7.4 Conclusie

Voor de verhardingskeuze wordt de geluidsreducerende betonstraatsteen “Silent Way” toegepast. Waarbij dit wel speciaal onderhoud krijgt om zijn geluidsreducerende werking te behouden. De funderingskeuze zal een ongebonden steenslag fundering worden. Hieronder zijn de totale laagdiktes weergegeven:

Element laag:	Silentway stenen	80mm
Straatlaag:	Zand	50mm
Funderingslaag:	Menggranulaat	250mm
Zandbed:	Zand	450mm
Totale laagdikte:		830mm

4.8 Ontwerp Frederik Hendrikstraat

De Frederik Hendrikstraat zal opnieuw ingericht worden om de knelpunten die nu aanwezig zijn op te lossen. Weggebruikers rijden te hard door de straat, de snelheid moet omlaag gebracht worden. De grote hoeveelheid geparkeerde auto's die in de straat staan leveren ook een knelpunt op, de ruimte om dit op een andere

manier in te delen is beperkt. Bij het ontwerp zal rekening gehouden worden met de richtlijnen van het CROW, Programma van Eisen (bijlage 2) & normen van de gemeente Hulst. Ook wordt rekening gehouden met de verwachte belangen van de actoren die zijn weergegeven in bijlage 7.

4.8.1 Snelheidsremmende maatregelen

Als de snelheid in de straat naar beneden gehaald kan worden door een nieuwe inrichting van de weg te ontwerpen zal dit een veiligere verkeerssituatie opleveren. Daardoor zal ook het geluidsniveau gereduceerd worden. Als de snelheid uit het verkeer gehaald wordt geeft dit ook minder trillingen door naar de omwonenden. De volgende snelheidsremmende maatregelen zullen toegepast worden in het ontwerp:

- ✚ Drempel bij komgrens.
- ✚ Wegversmalling met plateau.
- ✚ As verplaatsingen.
- ✚ Plaatsen van groen en afzetpalen.
- ✚ Boogstraal verkleinen.

4.8.1.1 Drempel bij komgrens

In het CROW wordt gesproken over verschillende soorten komgrenzen afhankelijk van welke type wegen in elkaar overlopen. Bij de Frederik Hendrikstraat loopt er een erftoegangsweg bubeko (60 km/u) over in een erftoegangsweg bibeko (30 km/u) en vice versa.

Overgang	Gebiedsontsluitingsweg <i>bibeko</i>	Erftoegangsweg <i>bibeko</i>
Stroomweg <i>bubeko</i>	komgrenstype A 120/100 <-> 70/50 km/h	n.v.t.
Gebiedsontsluitingsweg <i>bubeko</i>	komgrenstype B 80 <-> 70/50 km/h	komgrenstype C 80 <-> 30 km/h
Erftoegangsweg <i>bubeko</i>	komgrenstype D 60 <-> 70/50 km/h	komgrenstype E 60 <-> 30 km/h

Figuur 25, Komgrenzen (CROW, 1999).

Komgrenstype E:

"Dit komgrenstype betreft de overgang tussen een erftoegangsweg buiten de bebouwde kom en een erftoegangsweg binnen de bebouwde kom. Komende van buiten de bebouwde kom, moet de snelheid worden teruggebracht van 60 naar 30 km/u. Bij dit type komgrens is het van belang om bij de inrichting van de wegvakken het contrast zo groot mogelijk te maken. Deze overgang leent zich uitstekend voor het aanbrengen van horizontale en/of verticale snelheidsverlagende voorzieningen. Ook het aanbrengen en/of (gedeeltelijk) verwijderen van beplanting kan dit type komgrens accentueren" (CROW, 1999).

In de huidige situatie ligt bij de komgrens een plateau over de hele as verplaatsing. Het plateau zal weggehaald worden in het ontwerp en veranderd worden naar een

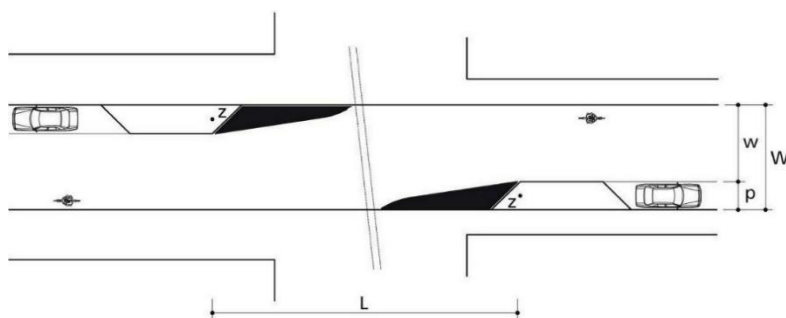
drempel. De as verplaatsing zal iets aangepast worden. Hiervoor is gekozen, omdat een drempel meer de snelheid uit het verkeer haalt dan een plateau. Voor het ontwerp van een drempel zijn de eisen van de CROW gebruikt, zie bijlage 10.

4.8.1.2 Wegversmalling met plateau

Er zijn 2 wegversmallingen geplaatst in het ontwerp. Deze zorgen ervoor dat er maar 1 voertuig tegelijk kan passeren. In deze versmalling is ook nog een plateau toegevoegd. Als er geen ander verkeer in de straat is waarvoor afgeremd moet worden zal er uit eindelijk toch geremd moeten worden voor het plateau. Het plateau dat toegepast is, is een plateau van 8cm hoog en 5,40m lang. De eisen zijn te zien in bijlage 10. De drempel op- en afgang is volgens het CROW 1m echter hanteert de gemeente Hulst een op- en afgang van 1,5m. Uit ervaring wordt gezegd dat een drempellengte van 1m te scherp is (Wullaert, 2018).

4.8.1.3 As verplaatsingen

In het huidige tracé is geen enkele as verplaatsing toegepast. Een as verplaatsing zorgt voor een visuele onderbreking van de rechtsstand, wat resulteert in een verlaging van de verkeerssnelheid. Bij het westelijke gedeelte van de Frederik Hendrikstraat zijn er maar aan één kant huizen gelegen. Als de as van de weg verder van de huizen geplaatst zal worden zal dat het geluids- en trillingsoverlast bij de bewoners reduceren.



Figuur 26, As verplaatsing (ASVV 2012, 2012).

$w = 4,80$ m (minimaal profiel) bij tweerichtingsverkeer.

P = parkeerplaatsbreedte

$W = w + P$

L = Afhankelijk van manoeuvreerruimte ontwerpvoertuig.

4.8.1.4 Plaatsen van groen en afzetpalen

Door het plaatsen van afzetpalen en groen (obstakels) wordt er voor gezorgd dat het lijkt ofdat de straat smaller is. Hierdoor zal het verkeer de snelheid aanpassen. Door het plaatsen van bomen zal ook het straatbeeld meer lijken opdat van een 30 km zone gebied (Wullaert, 2018).

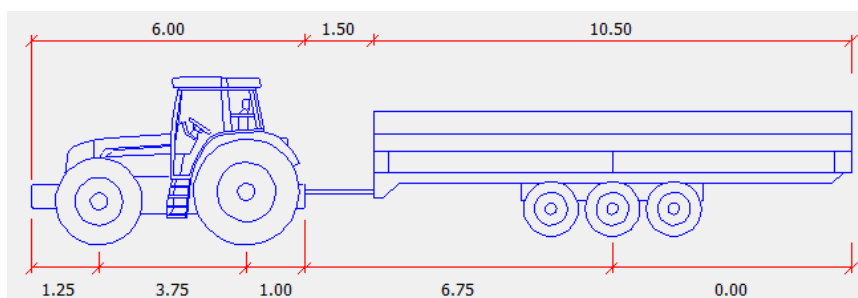
4.8.1.5 Boogstraal verkleinen

De boogstralen van de T-splitsing zijn verkleind naar een boogstraal van 10m. Hierdoor kan het verkeer minder hard door de bocht rijden. Wel is er nog rekening mee gehouden dat de boogstraal groot genoeg is voor landbouwverkeer.

4.8.2 Landbouwvoertuigen

Eén van de belangen bij de herinrichting is dat de Frederik Hendrikstraat toegankelijk blijft voor Landbouwverkeer. Het ontworpen tracé zal getest worden met autoturn.

Dit is een programma dat de rijcurven van allerlei voertuigen nabootst. In dit geval worden verschillende voertuigen getest; een landbouwvoertuig, een vuilnisauto, een lijnbus en een vrachtauto. Deze zijn allemaal getest en alle voertuigen kunnen nog gebruik maken van het tracé. Het landbouwvoertuig met een 3 assige kar erachter is de maatgevende, zie figuur 27, deze heeft de grootste rij curve in het tracé. Autoturn gebruikt de ontwerpvoertuigen vanuit het CROW 2012. De rij curve van het landbouwvoertuig op het nieuwe tracé is weergegeven in bijlage 10. Ook is hierbij rekening gehouden met de boer die zijn bedrijf gevestigd heeft op huisnummer 16. Hiervan zijn alle mogelijkheden om in- en uit te draaien van het terrein gemodelleerd met auto turn. Dit is gedaan met de grootste voertuigen; de trekker (zie figuur 27) en de combine. De rijcurven hiervan zijn weergegeven in bijlage 10. Landbouwvoertuig 1 is de trekker, landbouwvoertuig 2 is de combine.



Figuur 27, Ontwerpvoertuig trekker (Transsoft solutions).

4.8.3 Toekomstbestendige waterhuishouding

In het kader van de toekomstbestendige waterhuishouding is in het ontwerp rekening gehouden met meer bergingscapaciteit. De bergingscapaciteit tussen de trottoirbanden is vergroot doordat het wegdek dieper is weggelegd t.o.v. de trottoirbanden vergeleken met de huidige situatie.

4.8.4 Kabels en leidingen

Overall in de Frederik Hendrikstraat liggen kabels en leidingen (van KPN & DNWG). Vooral bij de komgrens daar staat een KPN-station waar veel kabels liggen. Hier wordt rekening mee gehouden in het rioleringsontwerp, zodat hier zo min mogelijk aan aangepast hoeft te worden. Ook bij de verhardingslaag is hier rekening mee gehouden. Er is gekozen voor een elementenverharding en een ongebonden fundering zodat de kabels en leidingen bereikbaar blijven. Doordat rekening gehouden wordt met kabels en leidingen zullen er wat kleine aanpassingen zijn t.o.v. de riolering die uitgerekend is bij de rioleringsberekening (bijlage 6). In tabel 5 is de toegepaste riolering in de Frederik Hendrikstraat weergegeven. De geel gemarkeerde strengen worden niet uitgevoerd, omdat deze in de Dreef liggen. Deze worden wel meegenomen in de berekening want als deze later alsnog toegevoegd worden om Lamswaarde toekomstbestendig te maken hebben de strengen in de Frederik Hendrikstraat genoeg capaciteit.

Ontwerp HWA strengen:		Bui intensiteit 09 :		4,8 mm/5 min.					
Strengen:	Verhard opp [m²]:	Afvoer:	Tot. Afvoer:	Verhang:	Buis Ø:	Afvoer cap:	Conclusie:	Lengte: B.O.B.:	Sectie:
Frederik Hendrikstraat:	L/s	L/s		mm	L/s			m	
208 - 209	2405,74	38,5	38,5	1:500	Ø 300	39,1	Voldoet		Dreef
209 - 233	2234,27	35,7	74,2	1:500	Ø 400	84,2	Voldoet		
233 - 210	0				Ø 400		Zinker		
210 - 211	1706	27,3	101,5	1:1000	Ø 500	108	Voldoet	69,62 - 1,71 - 1,78	1
211 - 212	2226,9	35,6	137,2	1:1000	Ø 600	174	Voldoet	69,81 - 1,78 - 1,85	2
212 - 213	3689,34	59,0	196,2	1:1000	Ø 700	263	Voldoet	69,61 - 1,85 - 1,92	
213 - 235	2116,15	33,9	230,1	1:1000	Ø 700	263	Voldoet	59,28 - 1,92 - 1,98	
235 - 214	1545,14	24,7	254,8	1:1000	Ø 700	263	Voldoet	56,93 - 1,98 - 2,04	3
214 - 215	1619,93	25,9	280,7	1:750	Ø 700	304	Voldoet	57,67 - 2,04 - 2,12	
215 - 216	23,39	0,4	281,1	1:750	Ø 700	304	Voldoet	6,57 - 2,12 - 2,13	

Tabel 5, Aangepast HWA ontwerp.

4.8.5 Parkeerplaatsen

Het aantal verkeersplaatsen is in het ontwerp niet verbeterd. Wel zijn er speciale parkeerhavens gemaakt, wat voorheen niet was. Dit geeft een veiliger gevoel, omdat je niet op de erftoegangsweg uit je geparkeerde auto hoeft te stappen.

Op basis van de besproken punten is er een ontwerp gemaakt die voldoet aan het programma van eisen en de belangen van de actoren. Het ontwerp van de herinrichting van de Frederik Hendrikstraat is weergegeven in bijlage 10.

4.9 Tijdelijke grondwaterstandsverlaging

In bijlage 11 zijn 2 doorsnedes gemaakt van de grond situatie in de Frederik Hendrikstraat. Dit is gemaakt a.d.h.v. het grondonderzoek en de geleverde grondwaterstanden van Colsen B.V. Hierin is te zien dat er klei en zand aanwezig is in de Frederik Hendrikstraat. Er zijn 3 peilbuizen geplaatst in het tracé waarvan de grondwaterstanden zijn gemeten (zie tabel 6).

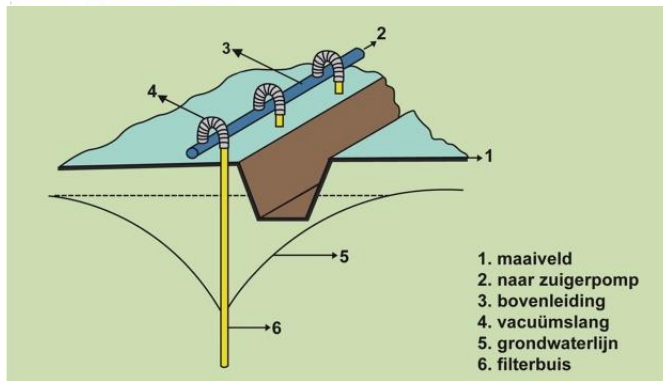
Watermonster	Filterdiepte (m -mv)	Grondwaterstand (m -mv)	pH (-)	EC (µS/cm)	Troebelheid (NTU)
GW101	3,00 - 4,00	2,43	7,4	945	4,16
GW107	1,90 - 2,90	1,48	7,2	956	2,34
GW108	2,20 - 3,20	1,60	7,0	825	5,99

Tabel Overzicht veldmetingen en veldwaarnemingen grondwaterbemonstering

Tabel 6, Grondwaterstanden.

De grondwaterstand zal verlaagd moeten worden om de rioleringsbuizen in den droge aan te leggen. In doorsnede A - A' aan de kant van de komgrens zal de grondwaterstand 0,83m moeten zakken. In doorsnede B - B' zal de grondwaterstand 0,71m moeten zakken.

Voor het onttrekken van het grondwater zal er gebroneerd moeten worden. Er wordt gekozen voor een open bronbemaling, dit is tevens de eenvoudigste manier van bemalen. Dit wordt gedaan d.m.v. filterbuizen, afvoerleidingen en een zuigerpomp. Doordat de grondwaterstand lokaal verlaagd wordt kunnen de rioleringsbuizen in den droge aangelegd worden. (VAN DER HAAR BRONBEMALING, 2018).



Figuur 28, Principe werking bronbemaling (vacuüm)
(VHGM kwaliteit in bodemenergie, sd).

Er is gekozen voor een bronbemalingsfilter van rond 400mm en 1000mm lang. Dit gecombineerd met de waterdoorlatendheid van het grondsoort (zand, matig fijn $4 \cdot 10^{-4}$) waar het filter zich bevindt kan berekend worden wat de capaciteit is van 1 filter. Dit is uitgerekend op 6,048 m³/uur.

Het debiet wat verpompt moet worden om de gewenste grondwaterstand te behalen is t.h.v. doorsnede A – A' 4,378 m³/uur en doorsnede B – B' op 3,740 m³/uur. Het grondonderzoek is tot 2,5m onder het maaiveld uitgevoerd, hierdoor ontbreekt de ondoorlatendelaag in de grondboringen. Hierdoor wordt er 20% aan het pompdebiet per bemalingsfilter toegevoegd. Dit is ter compensatie voor het water dat via de onderkant naar het filter stroomt. Wat neer komt op een pompdebiet van 5,254 m³/uur bij A – A' en 4,488 m³/uur bij B – B'.

Het gevolg van deze grondwaterstandsverlaging werkt door in alle richting. De invloedssfeer van de grondwaterstandsverlaging t.h.v. doorsnede A – A' werkt 79,8m door. T.h.v. doorsnede B – B' werkt de invloedssfeer 72,6m door, dit komt omdat hier de grondwaterstand minder verlaagt hoeft te worden (Nortier & Koning, 1996).

Door deze grondwaterstandsverlaging zal de korrelspanning veranderen. “De kans op het optreden van schade ten gevolge van de zettingen is afhankelijk van de bodemopbouw (mate van voorkomen van zettingsgevoelige lagen), de grondwaterstandsverlaging, de duur van de bemaling, de afstand tot zettingsgevoelige objecten en de staat van zettingsgevoelige objecten” (Grontmij Arnhem, 2015).

De aanwezige grondsoorten in de Frederik Hendrikstraat zijn zand en klei. Zand is geen zettingsgevoelige laag, waardoor er enkel een kans bestaat dat de kleilaag kan gaan zetten. De grondwaterstandsverlaging zal vooral plaats vinden in het zand. De zetting van een kleilaag vindt pas plaats na lange tijd (secundaire zetting). De grondwaterstand wordt maar tijdelijk verlaagd en vindt plaats in een dunne laag (± 30 cm), daarom wordt gesteld dat hier geen zetting van zal komen. Overigens leidt zetting van de ondergrond in de praktijk niet per definitie tot schade aan gebouwen. Schade wordt meestal veroorzaakt door een verschil in zetting tussen de verschillende delen van een gebouw.

4.10 Water op straat bij bui 09 & 10

De HWA-strengen in de Frederik Hendrikstraat zijn ontworpen op een bui intensiteit 09. Deze streng is ook ontworpen om hemelwater af te voeren wat valt in het noordelijke gedeelte van de Dreef (zie rioleringsberekening, bijlage 6). Tijdens de herinrichting zullen er HWA-strengen aangebracht worden in de Frederik Hendrikstraat. Met de capaciteit om in de toekomst ook het hemelwater van de Dreef af te voeren. De HWA-strengen in deze situatie zijn dus over gedimensioneerd en hebben een grotere afvoercapaciteit dan nodig is om een bui 09 af te voeren. Zie tabel 5 voor de hemelwater afvoer van de Frederik Hendrikstraat bij bui 09. Het verhard oppervlak is kleiner geworden. Dit heeft als voordeel dat de Frederik Hendrikstraat nu een hevigere bui aan kan dan 09. De HWA strengen zijn in deze situatie doorgerekend met een bui intensiteit 10, deze blijken te voldoen. Dit is uit gerekend met de zwaarste intensiteit van bui 10, 6,3mm/5min, zie bijlage 12.

Er van uit gaan dat de ontworpen HWA-streng in de Dreef in de toekomst alsnog aangelegd zal worden, kan er gekeken worden wat er gebeurt als hier een bui 10 door afgevoerd moet worden. In het gemaakte ontwerp liggen 2 plateau's. Aan de uiteindes van het tracé wordt het water opgesloten door een drempel en aan de andere kant een plateau. De Frederik Hendrikstraat is opgedeeld in 3 secties, daar waar het water opgesloten is tussen de drempels/plateau's en de banden. De neerslag periodes waarmee gerekend wordt zijn te zien in het theoretisch kader §2.9.



Figuur 29, Sectie indeling.

4.10.1 Sectie 1

Deze streng heeft niet genoeg afvoercapaciteit voor het afvoeren van het hemelwater. Het gevolg zal water op straat zijn. Er zijn 3 periodes van 5 minuten waar er niet genoeg capaciteit is voor het afvoeren van het hemelwater. Deze zijn uitgerekend in bijlage 12.

Hiernaast is uitgerekend hoeveel hemelwater er zich zal verzamelen in sectie 1. Dit zal verdeeld worden over een lengte van 75 m¹. Per m¹ heb je 9,78 m³ / 75m = 0,13 m²/ m¹. Het lengteprofiel van deze sectie ligt nagenoeg waterpas wat inhoudt dat er overal ongeveer even veel water op straat zal liggen.

$$\begin{array}{rcl}
 12 \text{ L/s} * 300 & = & 3600 \text{ L} \\
 12 \text{ L/s} * 300 & = & 3600 \text{ L} \\
 \underline{8,6 \text{ L/s} * 300} & = & \underline{2580 \text{ L}} \\
 \text{Totaal} & & = 9780 \text{ L} \Rightarrow \mathbf{9,78 \text{ m}^3}
 \end{array}$$

4.10.2 Sectie 2

In deze sectie zal geen water op straat voordoen bij bui 10. De 2 strengen die hier lopen hebben voldoende capaciteit om het water af te voeren.

4.10.3 Sectie 3

Ook hier is er te weinig afvoercapaciteit en zal er water op straat zich gaan ophopen. Ook hier weer een periode van een kwartier. Na een kwartier ligt er $36,48\text{m}^3$ verdeeld over 185m. Dit geeft een oppervlakte van $0,20\text{ m}^2/\text{ m}^1$ in het dwarsprofiel. Dit is een gemiddelde hoeveelheid, het langsprofiel ligt op klein afschot ($\pm 1:650$) richting het plateau van sectie 2. Na verloop van tijd als er plassen zijn ontstaan op de weg zal het licht richting het plateau stromen. Als gevolg van het kleine afschot. Hierdoor zal er wat minder water op straat liggen aan de kant van de komgrens en wat meer bij het plateau.

$$46,1\text{ L/s} * 300 = 13830\text{ L}$$

$$46,1\text{ L/s} * 300 = 13830\text{ L}$$

$$29,4\text{ L/s} * 300 = 8820\text{ L}$$

$$\text{Totaal} = 36480\text{ L} \Rightarrow \mathbf{36,48\text{ m}^3}$$

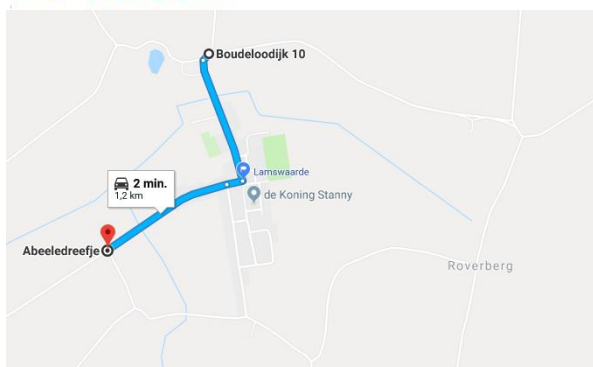
4.10.4 Conclusie

De conclusie is dat er bij bui 09 & 10 geen water op straat zal zijn. Pas als de HWA riolering van de Dreef, wat ontworpen is voor een toekomstbestendige waterhuishouding van Lamswaarde aangesloten wordt. Dan zal er water op straat zijn bij bui 10. Dit zal zijn in sectie 1 & 3. Van de 2 secties is een dwarsdoorsnede gemaakt in bijlage 12 van hoe het water op straat er bij ligt. Dit zal geen schade geven aan omliggende huizen, omdat er genoeg berging op straat is (tussen de banden). Ook al stroomt het water in sectie 3 licht richting sectie 2 er is voldoende bergingscapaciteit om dit op te vangen.

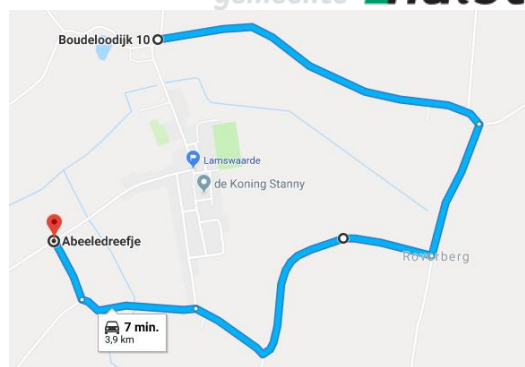
4.11 Verkeersmaatregelen

De uitvoering zal verdeeld worden in 3 fases. De fases zijn opgedeeld in 2 delen van de straat en het plateau aangesloten op de Dreef. De volgorde van de faseringen is afhankelijk van het aan te leggen riool. Het riool wordt aangelegd van laag naar hoog, dus het riool zal vanaf de sloot aan de westkant richting Lamswaarde gelegd worden. De Frederik Hendrikstraat is opgedeeld in 2 fases, het werk is opgesplitst in het midden van de straat t.h.v. huisnummer 16. Fase 3 is het plateau dat aansluit op de Dreef. De uitvoering zal rekening houden met de aanwezigheid van het café (De Koning) dat zijn ingang op het plateau heeft zitten. Er zal gezorgd worden dat deze minimale hinder ondervindt van de werkzaamheden aan het plateau.

Tijdens de uitvoering zal het verkeer dat gebruik maakt van de Frederik Hendrikstraat als doorgaande route omgeleid worden door de polder. De normale afstand die afgelegd wordt is 1,2km, de omleiding is 3,9km. Er zal dus 2,7km extra afgelegd moeten worden. In figuur 30 is de normale route te zien. Tijdens de uitvoering zal de omleiding in figuur 31 van kracht zijn (Google, 2018).



Figuur 30, Normale route (Google, 2018).



Figuur 31, Omleidingsroute (Google, 2018).

De omleidingsroute wordt niet door Lamswaarde geleid aangezien dit overlast geeft in de nog smallere straten dan de Frederik Hendrikstraat. Er is gekozen om de omleidingsroute buiten het dorp te laten lopen en zo geen hinder te vormen voor het dorp. De omleidingsroute gaat nu buiten de bebouwde kom, waar ook genoeg ruimte is voor het vrachtverkeer. De bebording die toegepast zal worden bij de faseringen is op tekeningen weergegeven in bijlage 13.

4.12 Kostenraming

De kostenraming voor het herinrichten van de Frederik Hendrikstraat met het aanleggen van HWA-strengen is gemaakt m.b.v. GwwBundel 5.1. Hierin zijn de kosten verwerkt van het Archidat bestand (Archidat Richtprijzen, 2013). De kosten zijn opgedeeld in verschillende onderdelen:

-  Voorbereidende werkzaamheden
-  Grondwerk
-  HWA-riolering
-  Fundering
-  Banden
-  Verhardingen
-  Groenvoorzieningen
-  Straatmeubilair

De kosten zijn opgebouwd uit bestekposten. Hierin is het materiaal, materieel en/of arbeidsuren verwerkt. Op basis van die eenheden komt er een prijs per eenheid uit. De hoeveelheden zijn afkomstig uit het ontwerp van de herinrichting. De uiteindelijke kosten voor de herinrichting van de Frederik Hendrikstraat bedragen €362.609,88 exclusief BTW. Dit is zonder het verplaatsen van kabels & leidingen en het plaatsen van verkeersmaatregelen. De kostenraming voor de herinrichting van de Frederik Hendrikstraat is weergegeven in bijlage 14.

Indien er gekozen wordt voor rode en grijze Silentway stenen keiformaat, wat aangeraden wordt, zal de totaal prijs €8.965,85 meer zijn. Wat de totaal prijs brengt op €371.575,73. Zie tabel 6 voor de vergelijking met standaard betonstraatstenen keiformaat. Hier komt bij dat deze steen meer onderhoud nodig heeft om zijn

geluidsreducerende effect te behouden. Dit zal in de toekomst meer kosten dan de standaard betonstraatstenen.

Steen:	Opp. m ²	€/ m ²	Totaal	Vershil:
BS rood	1710	13,33	€ 22.809,76	
SBS rood	1710	18,-	€ 30.780	+€ 7.970,24
BS grijs	210	12,58	€ 2.642,64	
SBS grijs	210	17,325	€ 3.638,25	+€ 995,61
Totaal:				€ 8.965,85

Tabel 7, Prijs vergelijking betonstraatstenen (Struyk Verwo Infra, sd).

5. Discussie

In dit hoofdstuk wordt de betrouwbaarheid van het onderzoek besproken. De geleverde producten worden afzonderlijk van elkaar beoordeeld op betrouwbaarheid.

Schematisatie grondslag Frederik Hendrikstraat:

De schematisatie is afgeleid van een bodemonderzoek dat uitgevoerd is door Colsen B.V. Dit onderzoek is 15 mei uitgevoerd. Het onderzoek is uit gevoerd conform de CROW normen. Er kan dus gesteld worden dat de schematisatie heel betrouwbaar is.

Programma van Eisen:

Het programma van eisen is gemaakt voor 2 onderdelen. De herinrichting van de Frederik Hendrikstraat en de waterhuishouding van Lamswaarde toekomstbestendig maken. Hiervoor zijn 2 verschillende bronnen gebruikt. Voor de herinrichting is gebruik gemaakt van de CROW. Voor het toekomstbestendig maken van de waterhuishouding in Lamswaarde is gebruik gemaakt van de Leidraad Rioleringen. In beide bronnen staan wettelijk verplichte eisen, vandaar dat het PvE ook betrouwbaar is.

Rioolberekening:

De volgorde die is toegepast om het rioolstelsel uit te rekenen is afkomstig uit de Leidraad Rioleringen. In deze bron wordt niet beschreven hoe het riool uit te rekenen is. Deze beschrijft dat dit gedaan wordt door computerprogramma's. De methodes die gebruikt zijn voor het berekenen van de knelpunten van het huidige stelsel en het berekenen van een toekomstbestendig stelsel is gebaseerd op basis van afvoercapaciteit, verhard oppervlak en droogweerafvoer. Hierbij komt dat het een vermaasd stelsel is, wat normaliter dynamisch wordt doorgerekend. Een betere benadering van de werkelijkheid kan behaald worden als de knelpunten dynamisch uitgerekend worden m.b.v. computerprogramma's. Wel komen de uitgerekende knelpunten van het huidige stelsel overeen met de knelpunten die Arcadis aangeeft (zie bijlage 3).

De berekening van het HWA stelsel is betrouwbaar. Dit komt doordat dit een vertakt stelsel is. Er is geen rekening gehouden met vertragingen door dakgoten, verhardingen of andere vertragende elementen die het hemelwater doen

vertragen van het neervallen totdat het daadwerkelijk in het riool zit. Deze vertraging zorgt ervoor dat de watermassa later verwerkt moet worden door het riool. Dit heeft echter geen invloed op de hoeveelheid hemelwater dat verwerkt moet worden door de HWA strengen. Wat wel invloed heeft en niet is meegenomen is de waterdoorlatendheid van het wegdek. Dit heeft een positiefffect op het te verwerken regenwater, dit vermindert namelijk.

Actorenanalyse:

De verwachte belangen van de actoren die benoemd zijn in de analyse zijn geschat. De belangen hiervan staan niet zwart op wit vast toch is de verwachting dat de verwachte belangen en doelstellingen van de actoren niet veel zullen schelen met de werkelijkheid. Wel zijn de belangen van de ondernemer (Frederik Hendrikstraat 16) en de bewoners geverifieerd.

Verhardings- en funderingstypen:

De verharding is gekozen op basis van zijn geluidsreducerende werking. De funderingsdikte van de weg (funderingslaag en zandbed) is bepaald met BESCON 1.0. Dit is een dimensioneringsprogramma van het CROW, de uitkomsten hiervan zijn betrouwbaar. Dit programma wordt ook in de praktijk gebruikt. De uitkomsten worden bepaald a.d.h.v. de verkeersintensiteit (afkomstig van de verkeerstellingen) en de ondergrond (afkomstig van het grondonderzoek). Beide gegevens zijn gemeten in de Frederik Hendrikstraat en zijn dus zeer betrouwbaar.

Ontwerp Frederik Hendrikstraat:

Het ontwerp is gemaakt a.d.h.v. het CROW. Deze geeft richtlijnen voor het ontwerpen van wegen. Het ontwerp voldoet aan de richtlijnen van de CROW, enkel aan de stoepbreedte kan niet worden voldaan. Dit komt door de beperkte ruimte in de straat. Er mag van het CROW afgeweken worden mits dat hier een goede reden voor is. In dit geval kan er geen andere invulling gegeven worden aan het trottoir.

Grondwaterstandsverlaging:

De grondwaterstandsverlaging is bekeken met de gemeten grondwaterstanden uit de geplaatste peilfilters in de Frederik Hendrikstraat. Het debiet dat opgepompt moet worden is berekend met formules uit het boek "toegepaste vloeistofmechanica". De formule voor de afstand waarna de invloed op de grondwaterstand praktisch niet meer merkbaar is, is daar ook uit gehaald. De conclusies zijn gebaseerd op enkele eigenschappen van de verschillende grondsoorten. Dit is gebaseerd op de diepte die de grondwaterstand moet zakken, grondeigenschappen van de aanwezige grond in de Frederik Hendrikstraat & eerder gedane bemalingsadviezen van Colsen B.V. aan de Gemeente Hulst. Ondanks dat er niet aan eventuele zetting gerekend is wordt verwacht dat dit ook niet gaat gebeuren.

Water op straat bij bui 09 & 10:

Het water dat zich op straat zal verzamelen is bepaald op basis van de afvoercapaciteit van de HWA streng en de bui intensiteiten 09 & 10. Het nieuwe langprofiel van de Frederik Hendrikstraat is hier ook bij meegenomen. Hierdoor zijn

resultaten erg betrouwbaar. Enkel is er geen rekening gehouden met de waterdoorlatendheid van bestrating, wat een positief effect geeft. Dit vermindert namelijk het water op straat.

Tijdelijke verkeersmaatregelen:

De verkeersmaatregelen zijn gemaakt voor het doorgaande verkeer. Vervolgens zijn de omleidingsroutes gecontroleerd door Wim Wullaert, lid van de verkeerscommissie Gemeente Hulst. De verkeersmaatregelen die uitgewerkt zijn kunnen daarom beschouwd worden als uitvoerbaar.

Kostenraming:

De kostenraming is gemaakt met de hoeveelheden uit de bestekstekening van de Frederik Hendrikstraat. De kostenraming is gemaakt met GWW bundel 5.1, dit programma rekent met het Archidat prijzen 2013. De prijzen in het bestand zijn gebaseerd op het gemiddelde van de landelijke inschrijfprijzen. Dit wil zeggen dat aannemers met deze prijs inschrijven op een werk. Deze prijzen zijn betrouwbaar. In deze kostenraming zijn niet de kosten meegenomen voor het eventueel verplaatsen van kabels en leidingen & plaatsen van omleidingsroutes.

6. Conclusies & aanbevelingen

De conclusies en aanbevelingen worden per deelvraag besproken. Er wordt kort ingegaan wat de conclusies zijn van de deelvragen. Ook wat er eventueel aanbevolen wordt bij sommige onderwerpen.

6.1 Conclusies

Rioleringsstelsel Lamswaarde:

Er zijn verschillende soorten rioleringsstelsels ontworpen voor het toekomstbestendig maken van Lamswaarde. Met het toekomstbestendig maken van Lamswaarde wordt bedoeld dat het rioleringsstelsel een bui intensiteit 09 kan verwerken zonder dat er water op straat zal verzamelen.

De ontworpen rioleringsstelsels zijn met elkaar vergeleken d.m.v. een variantenstudie. De stelsels die met elkaar vergeleken zijn; het bestaande rioleringsstelsel (gemengdstelsel + 2 HWA strengen), het bestaande stelsel + bergbezinkbassin, het bestaande stelsel + HWA strengen, het gescheidenstelsel & het verbeterd gescheidenstelsel.

Uit de variantenstudie is gebleken dat het bestaande stelsel + HWA strengen het hoogste scoort (wat positief is). Bij dit rioleringsstelsel is gerekend dat er bij een bui intensiteit 09 geen water op straat zal ophopen.

Herinrichting Frederik Hendrikstraat:

Bij het ontwerp van de herinrichting is er rekening gehouden met de bewoners, gebruikers van de straat en de kabels & leidingen. De bewoners zouden graag zien dat de snelheid uit het verkeer gehaald zou worden. Ook vinden de bewoners dat er teveel geluid wordt geproduceerd door het verkeer. Door de snelheid uit het verkeer te halen wordt ook het geluidsniveau omlaag gebracht. In en rond Lamswaarde zijn er veel landbouwers die gebruik maken van de Frederik Hendrikstraat met hun landbouwvoertuig.

Voor de verhardingslaag is gekozen om een geluidsreducerende betonstraatsteen (Silent Way) toe te passen. Deze betonstraatsteen reduceert het geluid afkomstig van het contact tussen een autoband en het wegdek. Dit komt door het poreuze oppervlak van de betonstraatsteen. Er wordt aanbevolen om eens in het jaar het poreuze oppervlak te reinigen met bijvoorbeeld een ZOAB reiniger. Als dit niet gedaan wordt raakt het poreuze oppervlak verstopt en verliest het zijn geluidsreducerende werking. De keuze van deze steen is onderbouwd in §4.7.1. Verhardingskeuze.

In het ontwerp zijn er verschillende snelheidsremmende maatregelen toegepast. Bij de komgrens is gekozen voor een drempel i.p.v. een plateau, deze heeft een betere snelheidsremmende werking. Verschillende as verplaatsingen zijn aangebracht in het tracé. Ook is een extra plateau toegevoegd om de snelheid uit het verkeer te halen. Daarbij worden afzetpalen en groen in de straat geplaatst, dit wordt gedaan

om het straatbeeld smaller te laten lijken. Wat resulteert in een verlaging van de snelheid van het verkeer.

Voor het aanleggen van de riolering is gebleken dat de grondwaterstand $\pm 80\text{cm}$ verlaagt moet worden. Er zal bronbemaling toegepast worden om de grondwaterstand tijdelijk te verlagen. Deze tijdelijke grondwaterstandsverlaging heeft een invloedssfeer van $\pm 80\text{m}$. Aangenomen is dat de grondwaterstandsverlaging geen zettingen geeft.

De uitvoering is opgesplitst in 3 fases, 2 fases in de straat en 1 fase de T-splitsing met de Dreef. Voor deze verschillende fases zijn verkeersmaatregelen gemaakt. De afstand die normaal afgelegd wordt door doorgaand verkeer is 1,2km, de omleiding is 3,9km. De omleiding is dus 2,7km langer dan gebruikelijk.

De uitvoeringskosten van de herinrichting met de daarbij horende HWA strengen zoals die zijn uitgerekend in de rioleringsberekening zijn berekend in de kostenraming. Deze zijn gebaseerd op de hoeveelheden uit het ontwerp van de herinrichting Frederik Hendrikstraat. De kosten bedragen €371.575,73. Deze kosten zijn zonder het verleggen van kabels en leidingen & het neerzetten van de verkeersmaatregelen. Als er gekozen wordt om de geen geluidsreducerende betonstraatsteen toe te passen zal de totaal prijs €8.965,85 goedkoper zijn.

6.2 Aanbevelingen

Er wordt geadviseerd om de volgende onderwerpen nog eens nader te onderzoeken.

Toekomstbestendigheid bui 09

Voor het toekomstbestendig maken van de waterhuishouding wordt er gerekend met een bui intensiteit 09. De vraag is hoelang het nog duurt voordat er buien gaan vallen met een intensiteit van 10. Straks wordt veel geld uitgegeven aan een rioleringsstelsel dat bui 09 kan verwerken, maar vallen binnen 10 jaar buien met een intensiteit van 10. Waardoor het rioleringsstelsel weer "verouderd" is. Dat zou betekenen dat dit weer aangepast zou moeten worden, dit zou kapitaalvernietiging zijn. Het advies is om te achterhalen of een bui intensiteit van 09 daadwerkelijk de toekomst is. Is een regenbui met een intensiteit van 10 niet realistischer om mee te rekenen?

Rioleringsberekening controleren

Het huidige stelsel dat een bui verwerkt van een intensiteit van 09 is statisch doorgerekend. Er wordt aangeraden om het gemengde rioolstelsel en de HWA strengen nog dynamisch door te rekenen. Wel komen de locaties van de knelpunten van de statische berekening $\pm$ overeen met de knelpunten van Arcadis. In de rioleringsberekening is ook geen rekening gehouden met

vertragende elementen. Als de regen neervalt heeft het nog de tijd nodig om in het riool te raken.

Gevolgen op straat bij bui 10

De gevolgen op straat zijn berekend a.d.h.v. het verhard oppervlak en de afvoercapaciteit van de buizen. Hierbij is geen rekening gehouden met onverharde oppervlakten. Deze kunnen een bepaalde hoeveelheid water opnemen. Totdat de grond verzadigd raakt, dan ontstaan er plassen. Afhankelijk van het maaiveld kan het water afstromen richting de straat, wat zorgt voor meer water op straat. Dit zal nader onderzocht kunnen worden om te controleren of dit geen schade geeft aan omliggende woningen. Ook zal er water infiltreren in de open elementen verharding, wat een positief effect geeft op het water op straat, dit zal namelijk afnemen.

Tijdelijke grondwaterstandsverlaging

Voor het bepalen van de grondwaterstandsverlaging wordt nog geadviseerd om een bemalingsplan te laten opstellen. De conclusies die nu gemaakt zijn, zijn gebaseerd op grondeigenschappen en de grondwaterstandsverlaging. Ook zijn de conclusies gemaakt a.d.h.v. eerder gedane bemalingsadviezen van Colsen B.V. aan de Gemeente Hulst.

Bibliografie

ARCADIS. (2013). *Watersysteemanalyse Hulst*. ARCADIS.

Archidat Richtprijzen. (2013, oktober). *Bouwkostenonline*. Opgehaald van <https://bouwkosten.bouwformatie.nl/civiele-techniek/>

ASVV 2012. (2012). Den Haag: CROW.

Baarda, B. (2014). *Dit is onderzoek*. Groningen/Houten: Noordhoff uitgevers.

BESCON 1.0. (2005, juli 1). Dimensioneringsprogramma voor elementenverharding.

CBS. (2018, 2 8). *Centraal Bureau voor de Statistiek*. Opgeroepen op 2 23, 2018, van CBS Statline:
<http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=71905NED&D1=a&D2=a&VW=T>

CROW. (1999). *Wegontwerp bibeko met ASVV, Bebouwdekomgrenzen*. CROW.

CROW. (2014). *Handboek funderingsmaterialen in de wegenbouw*. Den Haag.

CROW. (2016). *Wegontwerp bibeko met ASVV, Richtlijn drempels, plateaus en uitritten*. CROW.

De koepelorganisaties; GPKL, Netbeheer Nederland & VEWIN. (2012). *Open of gesloten verharding boven kabels en leidingen?* De koepelorganisaties.

Dinoloket. (sd). Opgeroepen op 01 26, 2018, van [Www.dinoloket.nl](http://www.dinoloket.nl):
<https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>

Google. (2018, Januari 4). *Google Maps*. Opgehaald van www.google.nl/maps.

Grit, R. (2015). *Projectmanagement*. Emmen: Noordhoff Uitgevers.

Grontmij Arnhem. (2015). *Aanvullend bemalingsadvies, Zeeuws tracé*. Arnhem: Grontmij.

Handboek tunnelbouw versie 2017.1. (2017, november). Nederland.

Hoogwerff, R. v. (2005). *Stille elementenverharding als effectieve geluidmaatregel bij lage snelheden*. M+P Raadgevende ingenieurs, vakgroep Transport en Infrastructuur.

ibis GwwBestek. (2017, 10 24). *GwwBundel 5.1*. Rotterdam, Zuid-Holland, Nederland.

Joostdevree. (sd). [Www.joostdevree.nl](http://www.joostdevree.nl). Opgehaald van www.joostdevree.nl/fundering:
<http://www.joostdevree.nl/shtmls/fundering.shtml>

Langeveld, R. S. (2017). *Anders omgaan met VGS: beter voor rwzi, oppervlaktewater en portemonnee*. STOWA stichting RIONED.

Leidraad Riolering c Rioleringsberekening, Hydraulisch functioneren C2100. (2004).

Leidraad Rioleringen b Ontwerpgrondslagen Module B2100. (2008).

Loon, R. v., & Tollenaar, C. (2014). *Wegdekcorrectie (Cwegdek) van DuraSilent voor lichte motorvoertuigen*. Vught: M+P raadgevende ingenieurs BV.

Loon, R. v., & Tollenaar, C. (2016). *Wegdekcorrectie (Cwegdek) van SilentWay voor lichte motorvoertuigen*. Vught: M+P raadgevende ingenieurs BV.

MBI De Steenmeesters. (sd). *MBI De Steenmeesters*. Opgehaald van www.mbi.nl:
<https://www.mbi.nl/infra/producten/structuren/geosilent/>

Nortier, I., & Koning, P. d. (1996). *Toegepaste vloeistofmechanica*. Noordhoff uitgevers B.V.

Overslagbedrijf Haven Born. (2017, februari). *Overslagbedrijf Haven Born B.V.*. Opgehaald van Overslag Born: <http://www.overslagborn.nl/data/136-3JJlfyQwMfcT/prijslijsten-particulieren-ohb-170206.pdf>

R.J. Brolsma, J. B. (2012). *Effect van droogte op stedelijk gebied*. Delft: Detares.

Riool.info. (2009). Opgehaald van Riool.info stichting RIONED:
<https://www.riool.info/gemengd-riool>

Roxx-international. (sd). *Roxx international*. Opgehaald van Roxx-international:
<http://roxx-international.com/nl/waterbouwmaterialen-silex/>

Stichting RIONED. (2004, 7 1). *riool.net/neerslaggebeurtenissen*. Opgehaald van riool.net: <https://www.riool.net/neerslaggebeurtenissen-1>

Strukton Civiel. (2018). *Ooms Construction*. Opgehaald van Ooms Construction Producten: <https://ooms.nl/producten--oplossingen/dunne-deklagen/>

Struyk Verwo Infra. (sd). *Struyk Verwo Infra - straatbepalend*. Opgeroepen op 2 23, 2018, van www.struykverwoinfra.nl:
<https://www.struykverwoinfra.nl/productselector/stenen/geluidsreducerende-bestrating/silentway-stenen/silentway-stenen-21x10-5.html>

Transoft solutions. (sd). Autoturn.

Vakgroep Bitumineuze werken (VBW) asfalt. (2016). *Richtlijn tweelaags ZOAB*. Zoetermeer.

Valaert, A. (2008). *Nieuwe technieken bij asfaltverharding*. Gent.

VAN DER HAAR BRONBEMALING. (2018). *Van der haar bronbemaling*. Opgehaald van www.bronbemaling.nu: <http://bronbemaling.nu/bronbemaling/>

van Grinsven grondboringen en bronbemalingen B.V. (sd). *Van Grinsven*. Opgehaald van <http://www.bemaling.com/verticale-bemaling.html>

Veen, R. v. (2017). *Wegdekcorrectie van GeoSilent voor lichte motorvoertuigen*. Den Haag: DGMR Industrie, Verkeer en Milieu B.V.

Vereniging tot Bevordering van Werken in Asfalt (VBW-Asfalt). (2004). *Richtlijn dunne asfalt deklagen*. Breukelen.

VHGM *kwaliteit in bodemenergie*. (sd). Opgehaald van www.VHGM.nl:
<https://vhgm.nl/werkgebieden/bemalingen/technieken/verticale-bemaling/>

VIA Traffic. (2018). *VIA Traffic Controlling*. Opgehaald van VIA Traffic Producten:
https://www.viatraffic.de/fileadmin/viatraffic-content/downloads/katalog2016/en/viatraffic_2016_GB_basic.pdf

Waal, D. d. (1998). *Rioleringen*. Venhuizen: Educatieve Partners Nederland.

Waterschap Scheldestromen. (2018). *Scheldestromen*. Opgehaald van Waterschap Scheldestromen Interactieve kaarten:
<http://scheldestromen.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=34a19a6fd0a14069880d974f8373dd8d>

Wullaert, W. (2018, 01 31). (D. Maljers, Interviewer)

Figuurlijst

Figuur 1, Locatie Lamswaarde (Google, 2018).	1
Figuur 2, Frederik Hendrikstraat (Google, 2018).	2
Figuur 3, Lamswaarde (Google, 2018).	3
Figuur 4, Frederik Hendrikstraat (Google, 2018).	3
Figuur 5, Locatie boormonster (Dinoloket, sd).	6
Figuur 6, Boormonster (Dinoloket, sd).	6
Figuur 7, Langsdoorsnede riolsysteem (Waal, 1998).	7
Figuur 8, Doorsnede inspectieput. (Waal, 1998).	8
Figuur 9, Gescheidenstelsel (Riool.info, 2009).	9
Figuur 10, Schematisch verbeterd gescheiden stelsel (Riool.info, 2009).	9
Figuur 11, Principe VGS 2.0 (Langeveld, 2017).	10
Figuur 13, Schematisch gemengdstelsel (Riool.info, 2009).	10
Figuur 12, Gemengdstelsel (Riool.info, 2009).	10
Figuur 14, Schematisch gemengdstelsel + bergbezinkbassin (Riool.info, 2009).	11
Figuur 15, Neerslaghoeveelheid (Stichting RIONED, 2004).	12
Figuur 16, bestaande rioleringsstelsel.	13
Figuur 17, Oppervlaktelichamen (Waterschap Scheldestromen, 2018).	13
Figuur 18, Ideale inrichting erftoegangsweg (ASVV 2012, 2012).	15
Figuur 19, Minimale inrichting erftoegangsweg (ASVV 2012, 2012).	16
Figuur 20, Water op straat bui 08 (ARCADIS, 2013).	22
Figuur 21, Werking matrix borden (VIA Traffic, 2018).	25
Figuur 22, Geluidsniveaus verschillende verhardingen (Hooghwerff, 2005).	26
Figuur 23, Principe werking ongebonden fundering (CROW, 2014).	28
Figuur 24, Berekende spoordiepte-ontwikkeling (BESCON 1.0, 2005).	29
Figuur 25, Komgrenzen (CROW, 1999).	30
Figuur 26, As verplaatsing (ASVV 2012, 2012).	31
Figuur 27, Ontwerpvoertuig trekker (Transoft solutions).	32
Figuur 28, Principe werking bronbemaling (vacuüm) (VHGM kwaliteit in bodemenergie, sd).	34
Figuur 29, Sectie indeling.	35
Figuur 30, Normale route (Google, 2018).	37
Figuur 31, Omleidingsroute (Google, 2018).	37

Tabellijst

Tabel 1, Uitslag variantenstudie	24
Tabel 2, Stille betonstraatstenen.	26
Tabel 3, Geluidsreductie stille betonstraatstenen.	27
Tabel 4, Stijfheidsmodules ongebonden funderingen (CROW, 2014).	28
Tabel 5, Aangepast HWA ontwerp.	33
Tabel 6, Grondwaterstanden.	33
Tabel 7, Prijs vergelijking betonstraatstenen (Struyk Verwo Infra, sd).	38
Tabel 8, Criteria & wegingsfactoren	61
Tabel 9, Score bestaande situatie.	63
Tabel 10, Inflatie stijging 2009 (CBS, 2018).	64
Tabel 11, Score bestaande situatie+ bergbezinkbassin.	64
Tabel 12, Score bestaande situatie + HWA strengen.	65
Tabel 13, Score gescheiden stelsel.	66

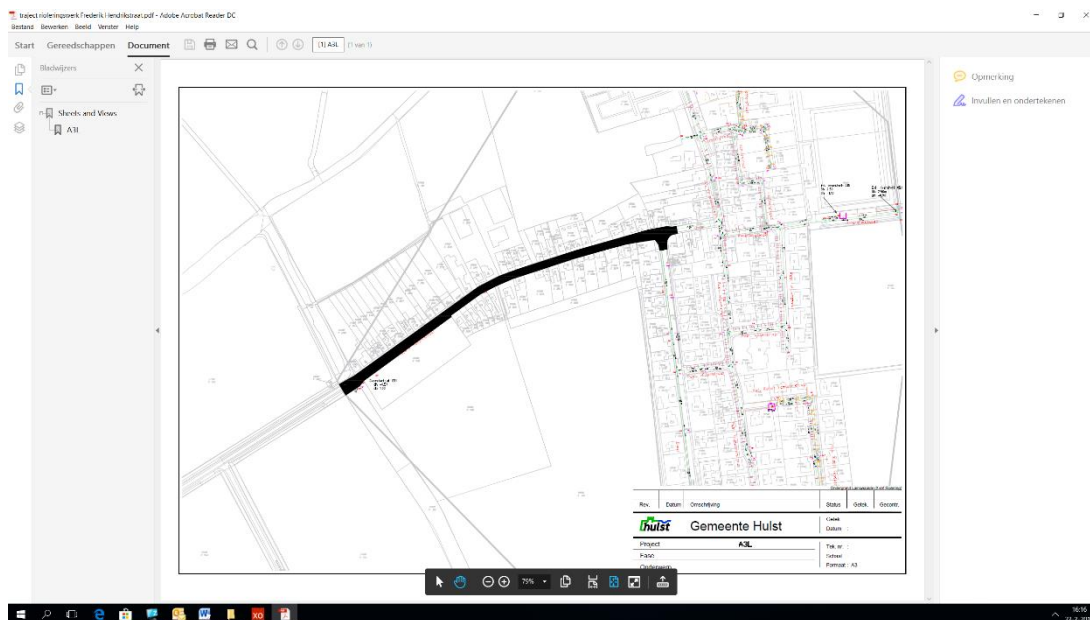
Tabel 14, Inflatie stijging 2010 (CBS, 2018).....	66
Tabel 15, Score verbeterd gescheiden stelsel.	67

Bijlage 1: Grondonderzoek

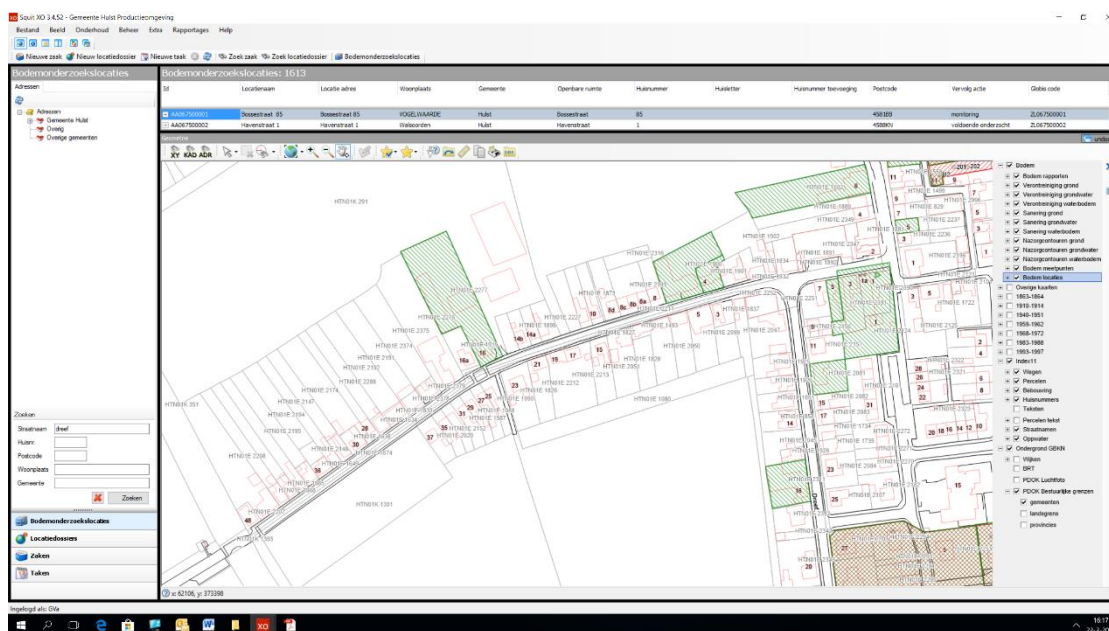
Historisch onderzoek naar kritische locaties:

Inventarisatie kans op voorkomen van bodemverontreiniging in rioleringstraject reconstructie Frederik Hendrikstraat (ged.) te Lamswaarde (bron Gis/Bis Hulst).

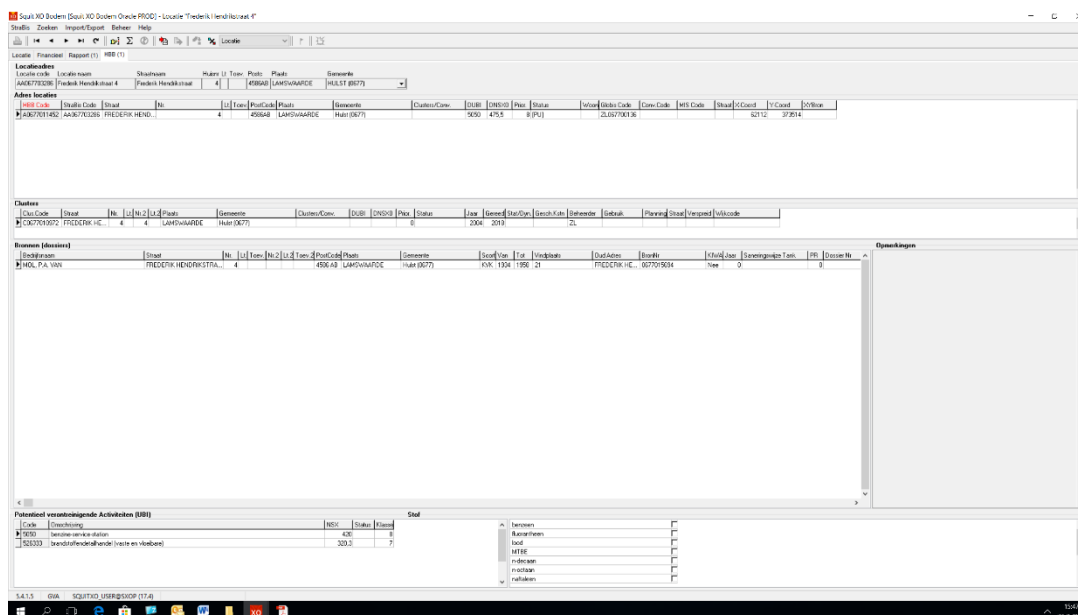
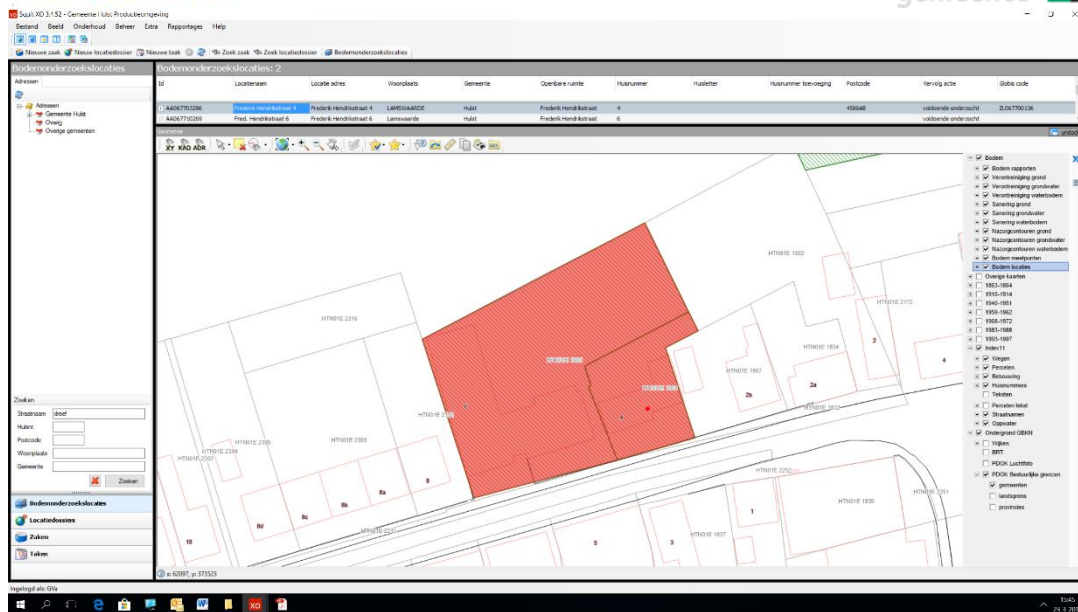
Rioleringstraject, onderzoeksgebied (en 50 meter omgeving):



Bis/Gis Hulst:

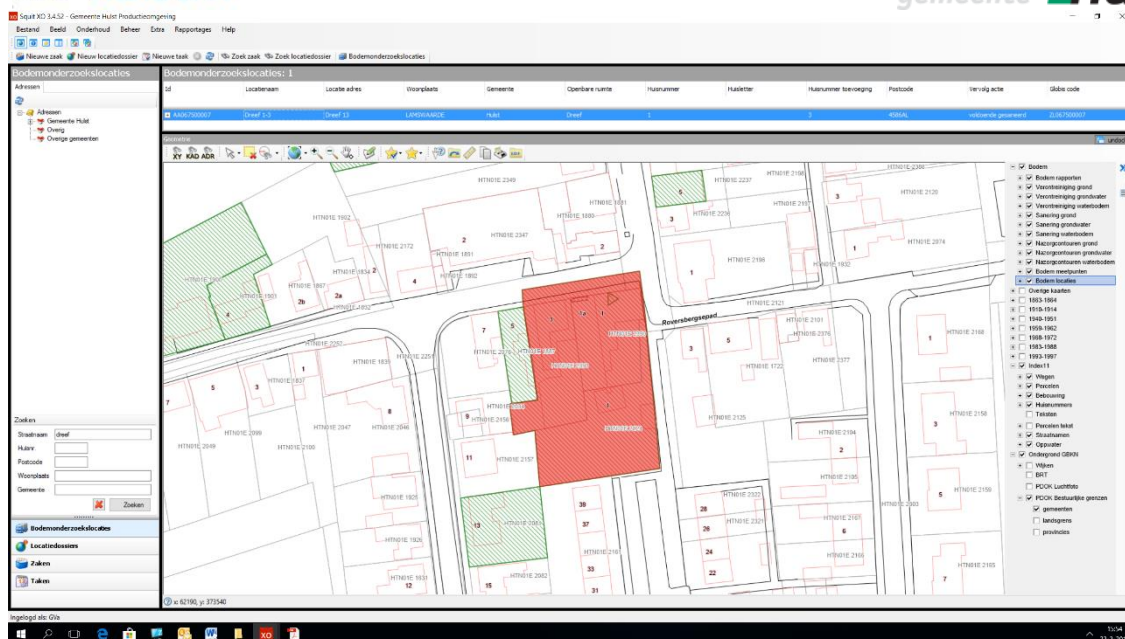


Frederik Hendrikstraat 4: Voormalig benzineservicestation (HW 1935-1958). Gegevens over bodemsituatie onbekend. Potentieel verdachte locatie.



Aktie: oriënterend onderzoeken.

Dreef1-3: Vm. benzineservicestation en smederij (1928-1958) en landbouwmachinereparatie (1979). Ondergrondse benzinetank gesaneerd 10-7-1997. Gegevens over bodemsituatie onvolledig. Potentieel verdachte locatie.



Soil X3 Bodem (Soil X3 Bodem Oracle PRO3) - Locatie "Dreef 1-3"

Standaard Zaken Import/Export Beheer Help

Locatie: Peenstede Rapport (3) HSB (2)

Locatiecode: 4486790007 Dreef 1-3

Adreslocatie: 4486790007 Dreef 1-3

IBS Code	Strak Code	Strak	Nr.	Uit	Tot	PostCode	Plaats	Gemeente	Cluster	Cluster	DUB	ONSID	Pro	Status	Woord	Gebruik	Code	WIS Code	Strak	XCoord	YCoord	2018m
4486790007	4486790007	DREEF	1			4586AL	LAMSWAARDE	Hulst (8077)			5950	475.5	0 (P)		21.067900007				62019	377810		
4486790007	4486790007	DREEF	3			4586AL	LAMSWAARDE	Hulst (8077)			5950	475.5	0 (P)		21.067900007				62011	377814		

Clusters

Cluster	Cluster	DUB	ONSID	Pro	Status	Woord	Gebruik	Code	WIS Code	Strak	XCoord	YCoord	2018m
4486790007	4486790007	5950	475.5	0 (P)		21.067900007				62019	377810		

Buizen (Buisen)

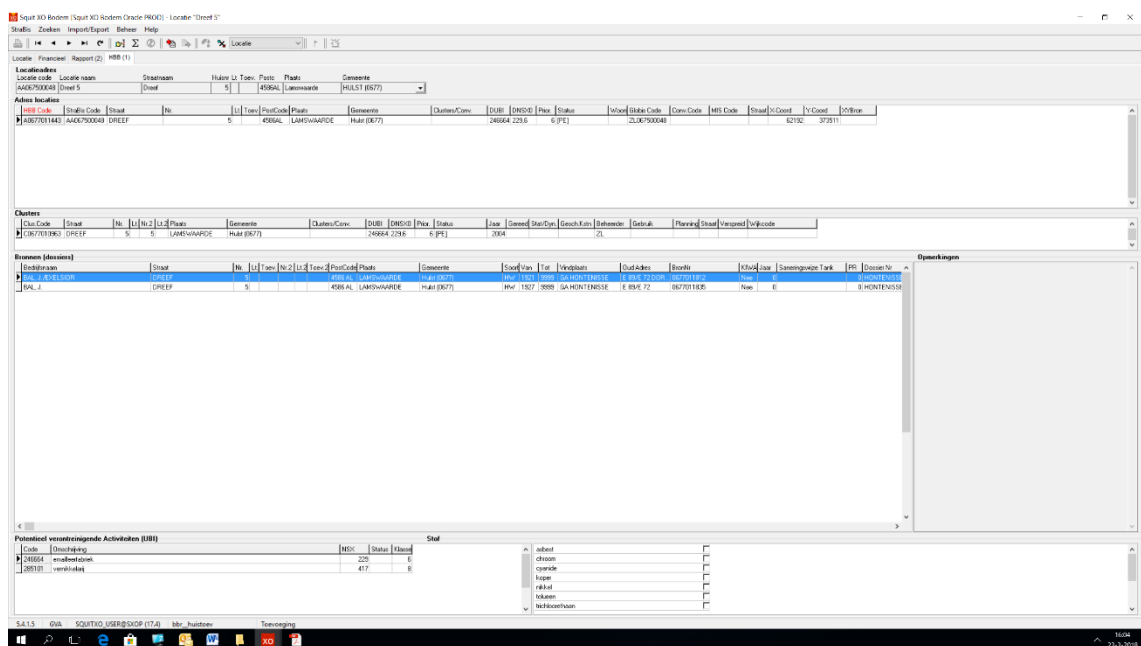
Buisen	Buisen	DUB	ONSID	Pro	Status	Woord	Gebruik	Code	WIS Code	Strak	XCoord	YCoord	2018m
4486790007	4486790007	5950	475.5	0 (P)		21.067900007				62019	377810		

Potentieel verontreinigde Activiteiten (BIB)

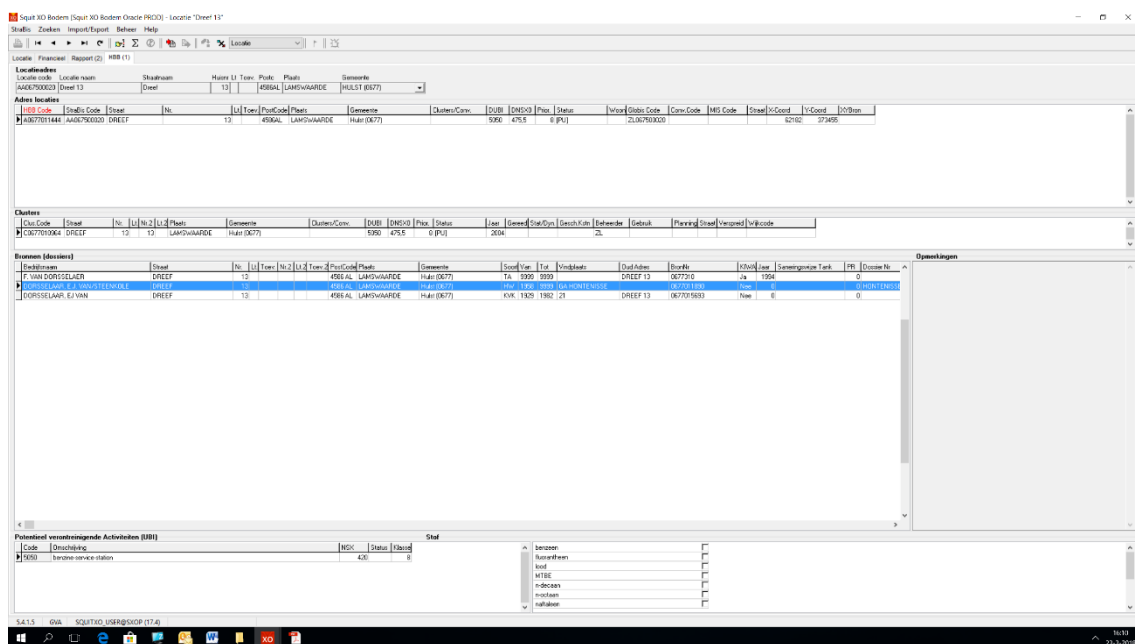
Code	Omschrijving	NIS	Status	Plaats
20764	Industrie	54	4	
20765	Industrie	54	4	

Aktie: oriënterend onderzoeken

Dreef 5: Voormalig emailleerfabriek (HW 1928) en vernikkelarij. Bodemgegevens onvolledig. Potenteel verdachte locatie.



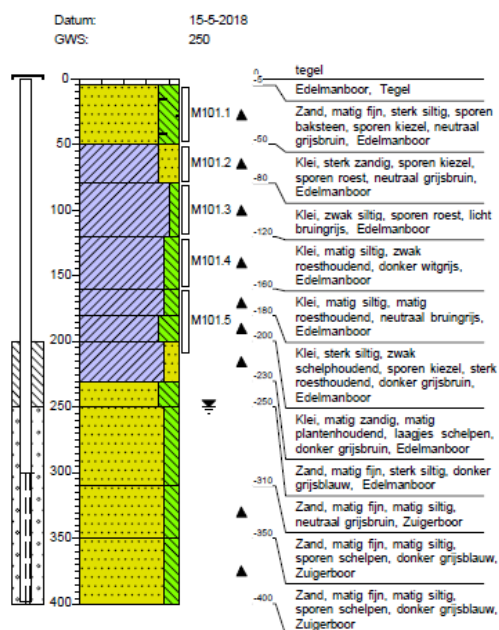
Dreef 13: Ondergrondse benzinetank aanwezig geweest en benzineservicestation (HW 1958). Tank is gesaneerd onder KIWA d.d. 16-10-1995. Zintuiglijk geen verontreinigingen waargenomen. Voormalige tanklocatie mogelijk in invloedssfeer van het civiele werk. Geen hoge relevantie voor onderhavig civiele werk.



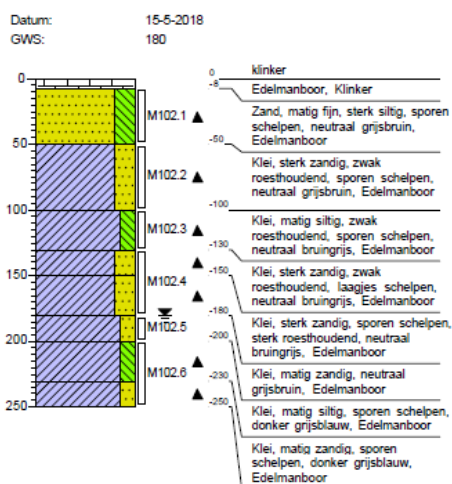
Afdeling Wonen en Werken

Schematisatie en locatie van de grondslag in de Frederik Hendrikstraat:

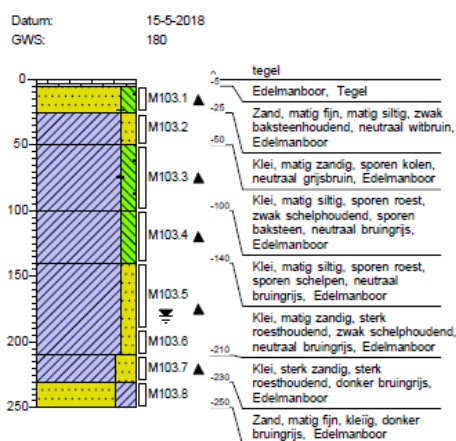
Boring: 101-



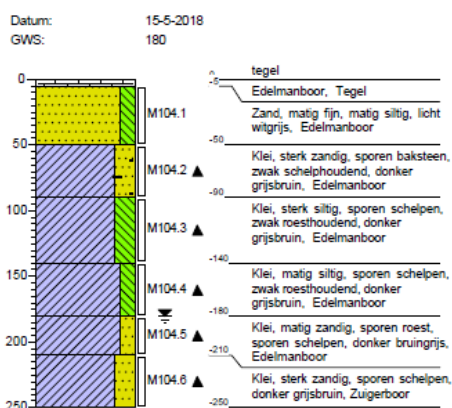
Boring: 102-



Boring: 103-



Boring: 104-

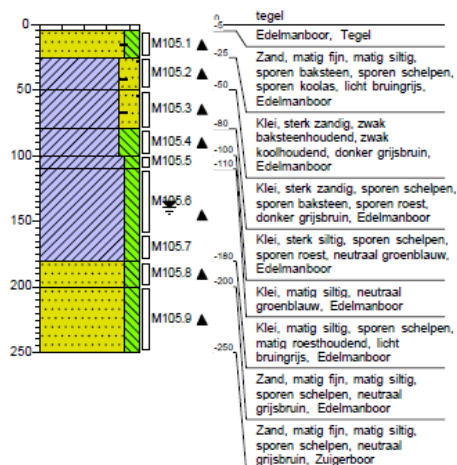


Projectnaam: CROW Frederik Hendrikstraat Lamswaarde
Projectcode: 001211

Boormeester: Laurens Gelderland
getekend volgens NEN 5104

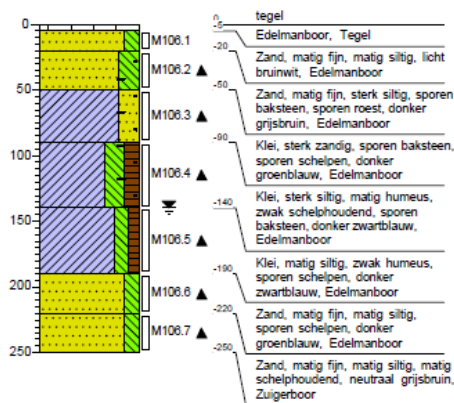
Boring: 105-

Datum: 16-5-2018
GWS: 140



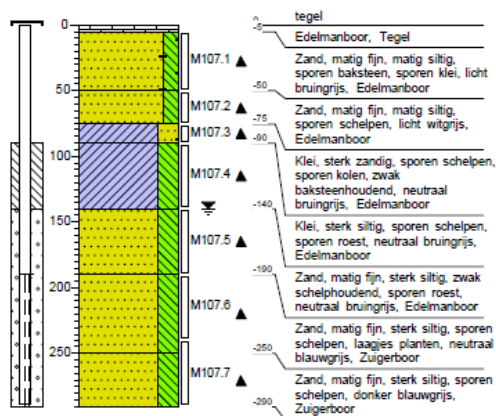
Boring: 106-

Datum: 16-5-2018
GWS: 140



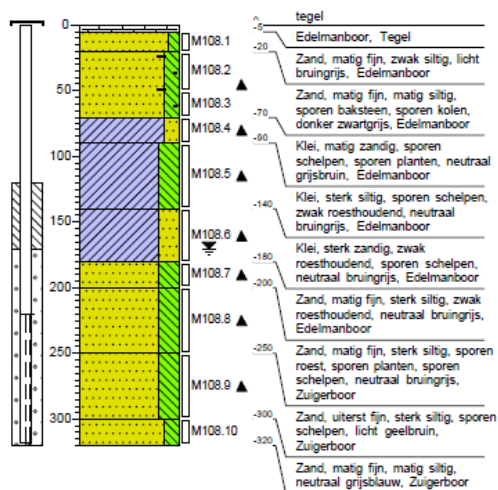
Boring: 107-

Datum: 16-5-2018
GWS: 140



Boring: 108-

Datum: 16-5-2018
GWS: 170

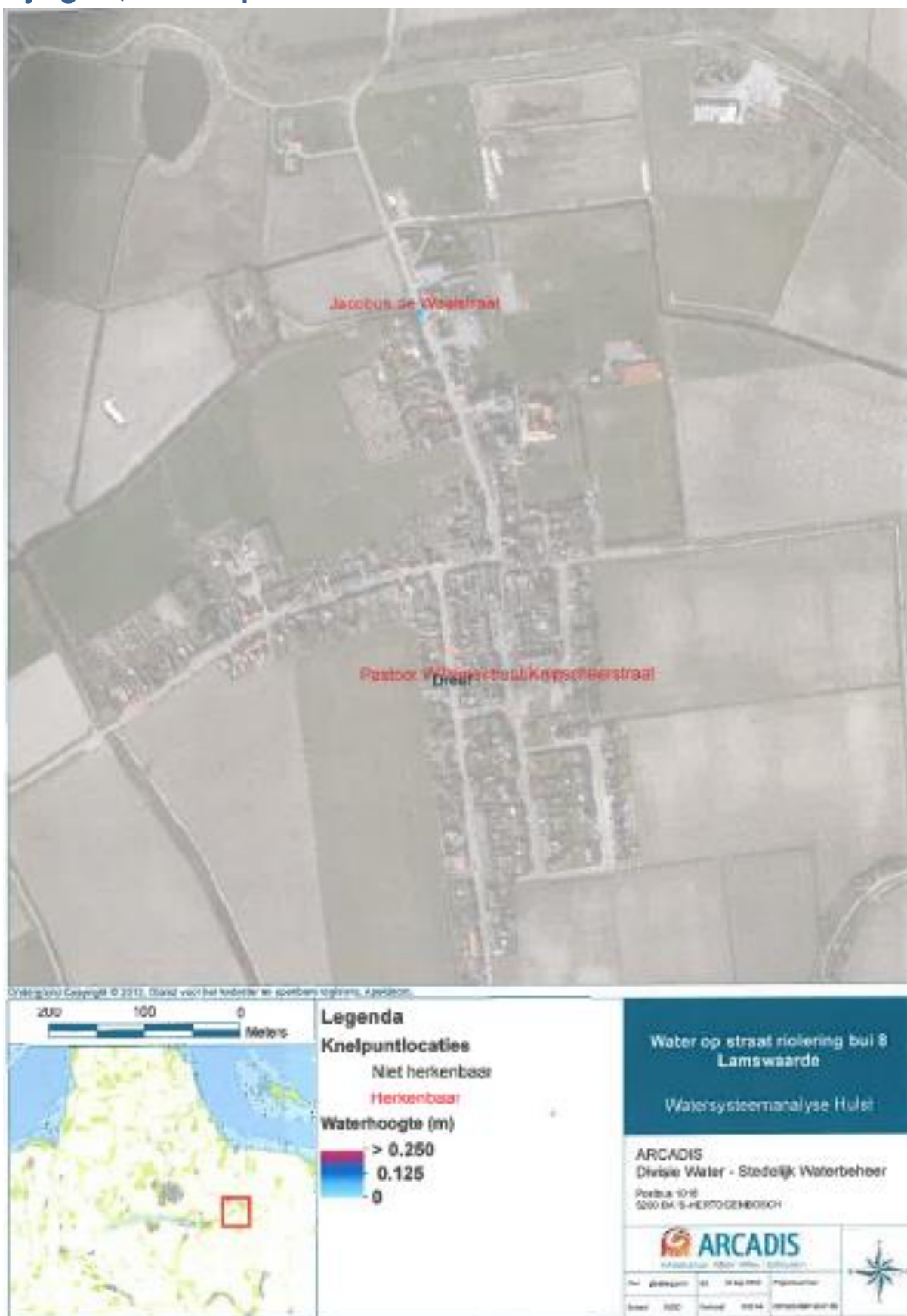


Projectnaam: CROW Frederik Hendrikstraat Lamswaarde
Projectcode: 001211

Boormeester: Laurens Gelderland
getekend volgens NEN 5104

Bijlage 2: Programma van eisen

Bijlage 3, Water op straat bui 08 & 10



(ARCADIS, 2013)



Bijlage 4, Ontwerp verschillende stelsels

Bijlage 5, Variantenstudie

5.1 Variantenstudie:

5.1.1 Criteria & wegingsfactoren

De criteria voor de variantenstudie zijn de punten waarop de verschillende varianten beoordeeld zijn. In de variantenstudie zal rekening gehouden worden met de volgende criteria: effectiviteit toekomstbestendige waterhuishouding, kosten, milieu, duurzaamheid & overlast tijdens uitvoering.

Effectiviteit op de toekomstbestendige waterhuishouding:

De verschillende varianten hebben andere gevolgen op de toekomstbestendige waterhuishouding. De toekomstbestendige waterhuishouding moet een bui intensiteit 09 kunnen verwerken zonder dat er water op straat terecht komt. De effectiviteit van de toekomstbestendige waterhuishouding wordt uitgedrukt in centimeters water op straat [cm]. Het effect van de varianten heeft de hoogste wegingsfactor, omdat hierin wordt aangegeven wat de resultaten zijn van de verschillende varianten. De effectiviteit op de toekomstbestendige waterhuishouding heeft een wegingsfactor van 35%.

Kosten:

De kosten voor de varianten is een belangrijke factor in de variantenstudie. De kosten zijn belangrijk, omdat de opdrachtgever niet te veel geld wil uitgeven aan een variant als het ook goedkoper kan. De kosten worden uitgedrukt in euro's [€] en zijn berekend zonder belasting toegevoegde waarde. De wegingsfactor van de kosten is 25%.

Milieu:

De verschillende varianten hebben verschillende gevolgen voor het milieu. Dit komt doordat er op verschillende manieren omgegaan wordt met het lozen van vuil- en hemelwater. Hoe minder verontreinigde stoffen worden geloosd op het oppervlaktewater hoe beter dat is voor het milieu. De verontreiniging die geloosd wordt op het oppervlaktewater wordt bekeken in wat voor vorm het wordt geloosd. Het milieu is vandaag de dag een belangrijk aspect vandaar dat dit is meegenomen in de variantenstudie met een wegingsfactor van 20%.

Duurzaamheid:

De duurzaamheid van de stelsels is een belangrijk aspect bij het ontwerp. Als het stelsel niet duurzaam is zal er meer onderhoud aan gepleegd moeten worden. Dit onderhoud zorgt voor extra kosten (vaste lasten), wat opgelost kan worden d.m.v. een duurzaam ontwerp. Dit aspect krijgt een wegingsfactor van 15%, omdat de kosten van onderhoud flink op kunnen lopen. Hoe onderhoudsgevoelig is een variant.

Overlast tijdens uitvoering:

Tijdens de uitvoering van de varianten zal het kunnen voorkomen dat er overlast ondervonden wordt door het opbreken van de weg. Dit heeft als gevolg dat verkeer

omgeleid zal moeten worden. Bewoners van de betreffende straat kunnen last ondervinden omdat hun straat is opengebroken. Deze overlast wordt gemeten in de totale dagen dat er straten zijn afgesloten voor verkeer [dagen]. Het overlast is maar een tijdelijk aspect vandaar dat er een kleine wegingsfactor aangegeven is, 5%.

Criteria:	Eenheden:	Wegingsfactoren:
Effectiviteit op de toekomstbestendige waterhuishouding	Centimeters	35%
Kosten	Euro's	25%
Milieu	Vorm van het lozen	20%
Duurzaamheid	Onderhoudsgevoeligheid	15%
Overlast tijdens uitvoering	Dagen	5%
Totaal		100%

Tabel 8, Criteria & wegingsfactoren

5.1.2 Puntenverdeling

Bij de variantenstudie wordt per criterium punten toegekend, 1 t/m 5 punten. Hier zal besproken worden wanneer er hoeveel punten per criterium toebedeeld zal worden. Hoe meer punten er behaald worden des te gunstiger de variant is.

Effectiviteit op de toekomstbestendige waterhuishouding:

De effectiviteit van de varianten wordt bepaald aan de hoeveelheid centimeter water die op straat blijft liggen bij een bui intensiteit van T09.

1. 7,5 cm of meer.
2. 5 cm tot 7,5 cm
3. 2,5 cm tot 5 cm
4. Water op straat tot 2,5 cm
5. Geen water op straat.

Kosten:

De kosten worden bepaald a.d.h.v. de aan te leggen rioolstrengen[m!], bergbezinkbassins, gemalen etcetera.

1. €350.000, - of meer.
2. €250.000,- tot €350.000,-
3. €150.000,- tot €250.000,-
4. €50.000,- tot €150.000,-
5. €50.000,- of minder.

Milieu:

In welke vorm wordt er water geloosd op het oppervlaktewater. Gemengdwater of hemelwater of nog anders?

1. Afvalwater
2. Gemengdwater
3. Gemengdwater na een bergbezinkbassin.
4. Hemelwater
5. Hemelwater waarvan het eerste gedeelte wordt afgevoerd naar het RWZI.

Duurzaamheid:

De duurzaamheid wordt gemeten in de mate hoe onderhoudsgevoelig de varianten zijn.

1. Zeer onderhoudsgevoelig
2. Onderhoudsgevoelig
3. Neutraal
4. Onderhoudsarm
5. Zeer onderhoudsarm

Overlast tijdens uitvoering:

De overlast wordt gemeten in dagen, hoelang zijn er verschillende straten afgesloten in Lamswaarde.

1. 20 of meer weken.
2. 15 weken tot 20 weken.
3. 10 weken tot 15 weken.
4. 5 weken tot 10 weken.
5. 5 of minder weken.

5.1.3 Variantenstudie

In de variantenstudie worden de varianten beoordeeld met de puntenverdeling uit paragraaf 4.4.2.

5.1.3.1 Gemengdstelsel + HWA strengen (bestaande situatie)

Effectiviteit:

Er verandert niks aan de situatie, waardoor er water op straat blijft. In het onderzoek van Arcadis is geschematiseerd waar er water op straat zal komen en de hoogte ervan.

Bui:	Neerslaghoeveelheid:	Tijdsduur:	Nat oppervlak:	Gemiddelde hoogte:
Bui 08	19,8mm	60min	500m ²	5cm
Bui 10	35,7mm	45min	4000m ²	12cm
Bui 09	29,4mm	60min	2750m ²	9,5cm [aannname]

Kosten:

De bestaande situatie laten zoals is deze is kost geen geld, dus €0,-.

Milieu:

Er liggen 2 HWA-strengen in de huidige situatie die uitkomen op het oppervlaktewater. Het gemengde stelsel van Lamswaarde heeft 3 overstortputten op het oppervlaktewater. Dat betekent dat als het rioleringsstelsel een hevige regen bui niet aankan het gemengdwater op het oppervlaktewater geloosd wordt.

Duurzaamheid:

Het onderhoud van een gemengd stelsel is onderhoudsarm, omdat het onderhoud betreft aan één stelsel.

Overlast tijdens uitvoering:

Er zal geen overlast plaats vinden.

Bestaande situatie	Score	Punten	Factor	Totaal
Effectiviteit	9,5 cm	1	0,35	0,35
Kosten	€0,-	5	0,25	1,25
Milieu	2 HWA & 3 gemengd	2	0,20	0,40
Duurzaamheid	Zeer onderhoudsarm	5	0,15	0,75
Overlast	0 dagen	5	0,05	0,25
Totaal				3,00

Tabel 9, Score bestaande situatie.

5.1.3.2 Bestaande situatie + bergbezinkbassin

Effectiviteit:

Door het aanbrengen van het bergbezinkbassin heeft het rioleringsstelsel meer inhoud waardoor er minder water op straat zichtbaar is. De inhoud van het bergbezinkbassin is 275 m³ [5*27,5*2]. De oppervlakte van het water op straat is ±4000 m² met een aangenomen gemiddelde hoogte van 9,5cm. $275 \text{ m}^3 / 4000 \text{ m}^2 = 7\text{cm}$ daling van het water op straat. Dat betekent $9,5 \text{ cm} - 7 \text{ cm} = 2,5 \text{ cm}$ water op straat, dat over blijft. Er wordt uitgegaan van een gelijkmatige daling van het water op straat. Wat in de praktijk anders uit kan pakken als het gevolg van verschillende maaiveld hoogtes.

Kosten:

Bij deze variant wordt een bergbezinkbassin gekoppeld aan het huidige gemengdstelsel. De kosten voor het bergbezinkbassin zijn gebaseerd op facturen van een uitgevoerd bergbezinkbassin door de Gemeente Hulst in 2009. In bijlage 5.2 is te zien waar uit de prijs is opgebouwd. Doordat het uitgevoerd is in 2009 en nu 2018 is moet er gerekend worden met inflatie (tabel 10). De inflatie is uitgerekend op 11,18% (CBS, 2018).

Jaar;	CPI;	%;
2009	2552,7	100
2018	2838,2	111,18
Inflatie		11,18%

Tabel 10, Inflatie stijging 2009 (CBS, 2018).

Milieu:

De overstorten blijven hetzelfde in deze situatie alleen houdt het bergbezinkbassin het gemengdewater eerst vast voordat het via de overstort wordt geloosd op het oppervlaktewater. Dit heeft 2 voordelen, het moet heviger regenen voordat het gemengdewater geloosd wordt op het oppervlaktewater. Het andere voordeel is dat verontreinigingen in het bergbezinkbassin de tijd hebben om te bezinken, waardoor dit niet geloosd wordt op het oppervlaktewater. Dit wordt terug in het riool gepompt als het riool daar weer capaciteit voor heeft.

Duurzaamheid:

Het onderhoud van deze variant is gelijk aan de bestaande situatie alleen komt het onderhoud van het bergbezinkbassin erbij. In het bergbezinkbassin zitten meerdere pompen (ledigingspomp & spoelpomp) die frequent onderhoud nodig hebben.

Overlast tijdens uitvoering:

De overlast die plaats vindt bij het aanleggen van het bergbezinkbassin is van korte duur. Daarbij komt dat het bergbezinkbassin wordt aangebracht aan het eind van een parkeerplaats op een doodlopend weg.

Bestaande situatie + bergbezinkbassin	Score	Punten	Factor	Totaal
Effectiviteit	2,5 cm	3	0,35	1,05
Kosten	€152.638,16	3	0,25	0,75
Milieu	2 HWA & 3 gemengd + bergbezinkbassin	3	0,20	0,60
Duurzaamheid	Onderhoudsgevoelig	2	0,15	0,30
Overlast	5 dagen	5	0,05	0,25
Totaal				2,95

Tabel 11, Score bestaande situatie+ bergbezinkbassin.

5.1.3.3 Bestaande situatie + HWA strengen

Effectiviteit:

Bij deze variant wordt op locaties waar knelpunten zijn in het huidige stelsel HWA strengen bijgelegd om het hemelwater af te voeren naar het oppervlaktewater. Door het toevoegen van HWA strengen wordt er voor gezorgd dat het hemelwater direct wordt geloosd op het oppervlaktewater. Dit in tegenstelling tot de bestaande situatie en de variant met het bergbezinkbassin, waar het water eerst wordt opgeslagen. Dit heeft als voordeel dat er geen water op straat zal verzamelen maar direct afgevoerd wordt naar het oppervlaktewater.

Kosten:

In sommige delen van Lamswaarde zullen er HWA strengen in de grond gelegd worden. Dit wordt gedaan op locaties waar het huidige stelsel niet genoeg

afvoercapaciteit heeft om een bui 09 te verwerken. Er wordt geschat dat in 50% van de straten een HWA streng gelegd moet worden om voldoende afvoercapaciteit te krijgen. De kosten hiervoor zijn dan geschat op 50% van de kosten voor het aanleggen van een compleet gescheiden stelsel (§5.1.3.4). $0,5 * €550.000,- = €275.000,-$.

Milieu:

Door het aanbrengen van de HWA strengen wordt het gemengd stelsel ontlast van hemelwater. Hierdoor heeft het gemengd stelsel genoeg capaciteit om het vuilwater en een deel van het hemelwater (afkomstig van de straten die niet afgekoppeld zijn) af te voeren naar het gemaal. Er wordt dus enkel hemelwater geloosd op het oppervlaktewater.

Duurzaamheid:

Bij deze variant worden een paar HWA strengen toegevoegd aan het bestaande stelsel. Deze strengen zullen onder vrijerval aangebracht worden. Hierdoor is er wat meer onderhoud nodig dan de bestaande situatie. Het gaat hierbij wel alleen om betonnen buizen die extra onderhouden moeten worden.

Overlast tijdens uitvoering:

Bij de kosten is uitgegaan dat 50% van de straten een HWA streng krijgt. Voor de uitvoeringstijd wordt dan ook aangenomen dat het 50% van het aanbrengen van het gescheidenstelsel duurt. Dit is dus $0,5 * 28,4 \text{ weken} = 14,2 \text{ weken}$.

Bestaande situatie + HWA strengen	Score	Punten	Factor	Totaal
Effectiviteit	0 cm	5	0,35	1,75
Kosten	€275.000,-	2	0,25	0,50
Milieu	HWA	4	0,20	0,80
Duurzaamheid	Onderhoudsarm	4	0,15	0,60
Overlast	14,2 weken	3	0,05	0,15
Totaal				3,80

Tabel 12, Score bestaande situatie + HWA strengen.

5.1.3.4 Gescheiden stelsel

Effectiviteit:

Er worden 3 extra uitstroombaken toegevoegd aan het HWA-stelsel om het hemelwater te kunnen afvoeren. Door het toevoegen van het HWA-stelsel wordt er voor gezorgd dat het hemelwater direct wordt geloosd op het oppervlaktewater. Dit in tegenstelling tot de bestaande situatie en de variant met het bergbezinkbassin, waar het water eerst wordt opgeslagen. Dit heeft als voordeel dat er geen water op straat zal verzamelen maar direct afgevoerd wordt naar het oppervlaktewater.

Kosten:

Bij deze variant zal er bijna door heel Lamswaarde een extra HWA-rioleringsstreng aangebracht moeten worden. $\pm 2200 \text{ m}^1$ rioleringsstreng zal aangebracht worden. In bijlage 5.2 is te zien waar uit de eenheidsprijs is opgebouwd voor het aanbrengen van 1 m^1 riolering. $2200 \text{ m}^1 * €250,76 = \pm €550.000,-$.

Milieu:

Door het toevoegen van een HWA stelsel wordt er enkel hemelwater geloosd op het oppervlaktewater. Dat stelsel zal berekend worden op bui 09. Er bestaat wel een kans dat er vervuild water geloosd wordt op het oppervlaktewater als er verkeerde buizen op het HWA stelsel worden aangesloten.

Duurzaamheid:

Het gescheiden stelsel heeft twee stelsels in de grond liggen. Het HWA stelsel ligt onder vrij verval. Omdat het gescheiden stelsel door heel Lamswaarde ligt heeft dit meer betonnen buizen in de grond liggen dan de vorige variant (§ 5.1.3.3).

Dit stelsel heeft dus meer onderhoud nodig dan het bestaande stelsel + HWA strengen.

Overlast tijdens uitvoering:

Vrijwel elke straat in Lamswaarde zal opengebroken moeten worden wat voor veel overlast zal zorgen. Het aanbrengen van het HWA-stelsel zal 0,57 uur/ m¹ duren. Sommige wegen zullen tegelijkertijd uitgevoerd worden om de uitvoeringstijd te verkorten. Hierbij wordt gezorgd dat doorstroom gewaarborgd wordt. De werkzaamheden zijn verdeeld in 5 faseringen. Bij de eerste en tweede fasering wordt de inzet verdriedubbeld waardoor een productie van 0,26 uur/ m¹ bereikt wordt. De uitvoeringstijd is uitgerekend in bijlage 5.2 daar zijn ook de faseringen weergegeven. Dit levert de verschillende faseringen op:

- ✓ Fase 1: Zuid-Oost
- ✓ Fase 2: Midden
- ✓ Fase 3: Jac. de Waalstraat
- ✓ Fase 4: Frederik Hendrikstraat
- ✓ Fase 5: Dreef

Gescheiden stelsel	Score	Punten	Factor	Totaal
Effectiviteit	0 cm	5	0,35	1,75
Kosten	€550.000,-.	1	0,25	0,25
Milieu	HWA	4	0,20	0,80
Duurzaamheid	Neutraal	3	0,15	0,45
Overlast	28,4 weken	1	0,05	0,05
Totaal				3,30

Tabel 13, Score gescheiden stelsel.

5.1.3.5 Verbeterd gescheiden stelsel

Effectiviteit:

Het HWA-stelsel wordt in dit geval aangesloten op het DWA-stelsel d.m.v. een gemaal. Pas als het gemaal een bepaalde waterstand meet wordt het hemelwater geloosd op het oppervlaktewater. Dus bij deze variant zal er geen water op straat te zien zijn.

Kosten:

Bij deze variant zal er bijna door heel Lamswaarde een extra HWA-rioleringsstreng aangebracht worden die aangesloten is op het gemaal. ± 2200 m¹ rioleringsstreng zal aangebracht worden. In bijlage 5.2 is te zien waar uit de eenheidsprijs is opgebouwd voor het aanbrengen van 1 m¹ riolering. 2200 m¹ * €250,76- = ± €550.000,-. De kosten voor het aanschaffen en aanbrengen van het gemaal die aan het einde van het HWA riool wordt toegevoegd kost €35.000,-. Deze heeft een pompcapaciteit van 200m² verhardoppervlak (Gebaseerd op offerte voor de Gemeente Hulst: gemaal Zandstraat 2010). De offerte komt uit 2010 dus wordt er gerekend met inflatie. De

Jaar;	CPI;	%;
2010	2554,8	100
2018	2838,2	111,09
Inflatie		11,09%

Tabel 14, Inflatie stijging 2010 (CBS, 2018).

inflatie is uiterekend op 11,09% (CBS, 2018), zie tabel 14. €35.000,- * 1,1109 = €38.881,50. De totale kosten bedragen dan: €550.000,- + €38.881,50 = ± €590.000,-.

Milieu:

Bij het verbeterd gescheidenstelsel wordt het hemelwater wat als eerst in het HWA riool komt afgevoerd naar een gemaal die het overpompt in het DWA riool. Hierdoor worden alle verontreinigingen die op de daken of op de straat liggen gezuiverd in het RWZI. Hierdoor wordt de zogenaamde "furst flush" afgevoerd naar de RWZI. Het water wat niet via het DWA geloosd kan worden wordt vervolgens geloosd op het oppervlaktewater. Het water wat dan geloosd wordt is dan hemelwater zonder verontreinigingen van de straat, daken of foutieve aansluitingen.

Duurzaamheid:

Bij het verbeterd gescheiden stelsel zal er een extra gemaal geplaatst worden om het hemelwater over te kunnen pompen in het DWA-stelsel. Dit gemaal zal frequent onderhoud nodig hebben.

Overlast tijdens uitvoering

De overlast is hetzelfde als bij het gescheiden stelsel. Elke straat in Lamswaarde zal opengebroken moeten worden, zie bijlage 5.2 voor de opbouw.

Verbeterd gescheiden stelsel	Score	Punten	Factor	Totaal
Effectiviteit	0 cm	5	0,35	1,75
Kosten	€590.000,-.	1	0,25	0,25
Milieu	HWA zonder verontreinigingen	5	0,20	1,00
Duurzaamheid	Onderhoudsgevoelig	2	0,15	0,30
Overlast	28,4 weken	1	0,05	0,05
Totaal				3,35

Tabel 15, Score verbeterd gescheiden stelsel.

5.2 Bijlagen variantenstudie:

1	Code	Omschrijving	Eenheid	Percentag	Hoeveelheid	Kostprijs	Kosten	Relatie factor	Relatie eenheid	Productie eenheid	Productie type	Aandeel in totaalprijs
▶	100010	Opbreken straatbaksteen (machinaal)	m ²		4,50	1,18	5,33	4,50	m ² / m ²	0,00	m ² / uur	5,33
	01201 1080	grondwerker, gemiddeld uurloon	uur		0,05	41,74	1,88			100,00	m ² / uur	0,42
	03123 1052	shovel 1500l inclusief	uur		0,05	76,74	3,45			100,00	m ² / uur	0,77
	100020	Grond ontgraven tbv sleuf, (t.b.v. b.v. Ø200/250/315)	m		1,00	11,51	11,51	1,00	m / m ²	0,00	m / uur	11,51
	01201 1080	grondwerker, gemiddeld uurloon	uur		0,07	41,74	2,78			15,00	m / uur	2,78
	031212 1132	mobile graafmachine 880l inclusief	uur		0,10	87,24	8,72			10,00	m / uur	8,72
	100030	Aanbrengen grondverbetering, b<1m, laag h<0,1m	m ³		0,10	53,41	5,34	0,10	m ³ / m ²	0,00	m ³ / uur	5,34
	01201 1080	grondwerker, gemiddeld uurloon	uur		0,01	41,74	0,60			7,00	m ³ / uur	5,96
	022215 1015	zand voor zandbed (vast)	m ³		0,10	30,67	3,07			1,00	m ³ / m ³	30,67
	031216 1052	rupegraafmachine 1050l inclusief	uur		0,01	86,66	1,24			7,00	m ³ / uur	12,38
	03123 1042	shovel 1200l inclusief	uur		0,01	73,24	0,37			20,00	m ³ / uur	3,66
	03175 1020	explosiestamper	dag		0,00	41,00	0,07			56,00	m ³ / dag	0,73
	100040	Aanbrengen betonbuis, mof-isple eind, Ø400mm	m		1,00	53,44	53,44	1,00	m / m ²	0,00	m / uur	53,44
	01201 1080	grondploeg (2 man)	uur		0,14	84,43	12,06			7,00	m / uur	12,06
	022512 1030	betonbuis (kl. 135) mof-spie Ø400mm l2,4m	st		0,42	69,75	29,06			2,40	m / st	29,06
	031216 1020	rupegraafmachine inclusief	uur		0,14	86,24	12,32			7,00	m / uur	12,32
	100050	Maken prefab inspectieschacht, 1000x1000mm, diepte 1,25m	st		0,02	630,83	12,62	0,02	st / m ²	0,00	st / uur	12,62
	01201 1020	grondwerker D	uur		0,03	45,73	1,52			0,60	st / uur	76,22
	022544 1004	prefab inspectieschacht 1000x1000mm [wanddikte 100mm]	m		0,03	149,94	3,75			0,80	st / m	187,43
	022544 1104	stroomprofiel 1000x1000mm [wanddikte 100mm]	st		0,02	94,86	1,90			1,00	st / st	94,86
	022544 1204	afdekplaat 1000x1000mm [wanddikte 100mm]	st		0,02	118,58	2,37			1,00	st / st	118,58
	031263 1020	semi ruw terreinkraan 20 ton, inclusief	uur		0,05	55,00	2,48			0,44	st / uur	123,75
	0556 1020	afsluiten put/inspectieschacht	st		0,02	30,00	0,60			1,00	st / st	30,00
	100060	Aanvullen sleuf met vrijgekomen grond (t.b.v. b.v. Ø200/250/325)	m		1,00	7,03	7,03	1,00	m / m ²	0,00	m / uur	7,03
	01201 1080	grondwerker, gemiddeld uurloon	uur		0,05	41,74	2,09			20,00	m / uur	2,09
	031216 1052	rupegraafmachine 1050l inclusief	uur		0,06	86,66	4,81			18,00	m / uur	4,81
	03175 1020	explosiestamper	dag		0,00	41,00	0,13			320,00	m / dag	0,13
	100070	Herstellen straatbakstenen, b1,5-3m, Waalformaat	m ²		4,50	34,55	155,49	4,50	m ² / m ²	0,00	m ² / uur	155,49
	01201 1080	grondwerker, gemiddeld uurloon	uur		0,09	41,74	3,76			50,00	m ² / uur	0,83
	01202 1060	straatmakers-ploeg (2 man)	uur		0,82	86,59	70,03			5,50	m ² / uur	15,56
	01202 1060	straatmakers-ploeg (2 man)	uur		0,82	86,59	70,03			5,50	m ² / uur	15,56
	022214 1010	brekerzand	m ³		0,05	41,23	1,86			100,00	m ² / m ³	0,41
	022215 1010	zand voor zandbed (los)	m ³		0,09	25,77	2,32			50,00	m ² / m ³	0,52
	03123 1042	shovel 1200l inclusief	uur		0,09	73,24	6,59			50,00	m ² / uur	1,46
	03174 1090	trilplaat 5000kgf, voor-achteruit	dag		0,02	61,00	0,92			300,00	m ² / dag	0,20

Opbouw eenheidsprijs: Aanbrengen riolering [m¹] (ibis GwwBestek, 2017)

Aanbrengen Bergbezinkbassin

	Eenheid:	Hoeveelheid:	Prijs per eenheid:	Prijs:
Verwijderen elementenverharding;				
Opbreken straatbakstenen	m ²	283,5	1,2 €	334,53
Grond ontgraven;				
Grond ontgraven uit bouwput	m ³	567,0	1,0 €	538,65
Grondverbetering;				
Zand leveren en verwerken in bouwput	m ³	27,5	11,0 €	302,50
Profileren oppervlakten	m ²	137,5	0,6 €	82,50
Verdichten zandlaag	m ²	137,5	0,8 €	110,00
Bekisting;				
Toepassen randbekisting t.b.v. vloerplaat	m ²	137,5	95,7 €	13.162,88
Toepassen randbekisting t.b.v. druklaag	m ²	100,0	96,8 €	9.675,00
Betonstaal;				
Aanbrengen betonstaal	kg	8000,0	1,9 €	14.800,00
Betonwerk;				
Betonnen werkvloer	m ²	137,5	16,6 €	2.277,00
Betonnen vloerplaat	m ³	41,3	438,5 €	18.086,06
Betonnen druklaag	m ³	30,0	158,8 €	4.764,90
Afwerken vloerplaat	m ²	137,5	0,0 €	1,38
Prefab elementen;				
Prefab betonnen elementen	st.	10,0	3200,0 €	32.000,00
Pompen;				
Aanbrengen ledigingspomp & spoelpomp	EUR	1,0	25000,0 €	25.000,00
Verhardingswerkzaamheden;				
Herstraten elementverharding	m ²	283,5	57,0 €	16.153,83 +
Totaal [2009]				€ 137.289,22
Totaal [2009 + 11,18% inflatie]				€ 152.638,16

Tijdsduur riolering aanbrengen [1 m¹]

Activiteiten:

	Hoeveelheid	Productie	Eenheid	Tijdsduur
Opbreken straatbakstenen [m ²]	4,5	100	m ² / uur	0,05
Grond ontgraven t.b.v. sleuf (t.b.v. b.v. Ø315mm) [m ¹]	1	10	m ¹ / uur	0,10
Aanbrengen grondverbetering [m ³]	0,1	7	m ³ / uur	0,01
Aanbrengen betonbuis Ø400mm [m ¹]	1	10	m ¹ / uur	0,10
Aanbrengen prefab inspectieschacht	0,02	0,44	st./uur	0,05
Aanvullen sleuf met vrijgekomen grond[m ¹]	1	18	m ¹ / uur	0,06
Herstraten straatbakstenen [m ²]	4,5	11	m ² / uur	0,41 +
Totaal				0,77 uur/m ¹

Opbouw tijdsduur: Aanbrengen riolering [m¹] (ibis GwwBestek, 2017).

Faserings;	FASE 1;	FASE 2;	FASE 3;	FASE 4;	FASE 5;	
	325	150	345	440	370	
	170	60	50			
	100					
Totale lengte;	595	210	395	440	370	meter
Productiesnelheid;	0,26	0,26	0,77	0,77	0,77	uur/m ¹
	154,7	54,6	304,2	338,8	284,9	1137,2 uur
Uitvoeringstijd;	28,4 weken					

Opbouw tijdsduur: Aanbrengen riolering.

Bijlage 6, Rioleringsberekening

Bijlage 7, Verwachte actoren, belangen, situaties & doelstellingen

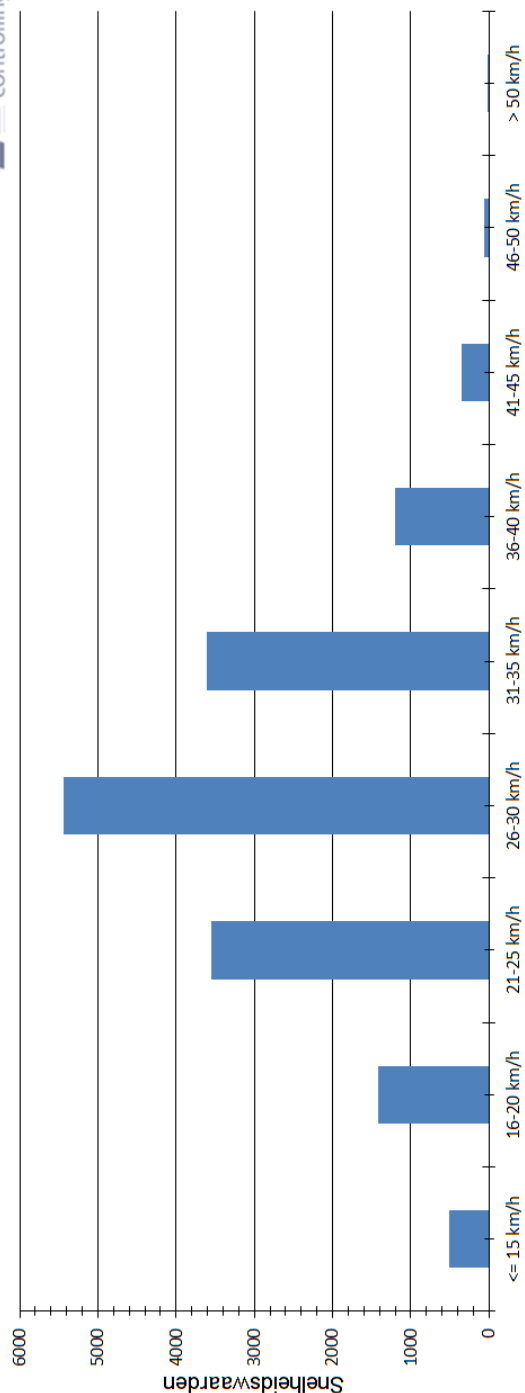
Type actor:	Actoren:	Belangen:	Situaties:	Doelstellingen:
Publiek:	Waterschap Scheldestromen	- Beheer aansluiting van de straat[bubeko].	- Aansluiting van de straat op ETW bubeko.	- Bij het ontwerp rekening houden met profielvrije ruimte landbouwverkeer voor doorgang komgrens.
	Gemeente Hulst	- Opdrachtgever. - Verantwoordelijk voor ETW[bubeko].	- De herinrichting van de straat moet invulling geven op de gegeven achtergrondinformatie.	- Bij het ontwerp rekening houden met de eisen van de belanghebbende.
	Dorpsraad Lamswaarde	- Dorpsraad.	- Adviserende rol bij de opdrachtgever.	- De belangen van het dorp behartigen bij de opdrachtgever.
	Enduris	- Netbeheerder elektriciteit en gas.	- Aanwezigheid van elektriciteitskabels en gasleidingen.	- Kabels en leidingen mogen geen schade oplopen tijdens de uitvoering en blijven na de uitvoering bereikbaar.
	Evides	- Beheerder waterbedrijf.	- Aanwezigheid van waterleidingen.	- Kabels en leidingen mogen geen schade oplopen tijdens de uitvoering en blijven na de uitvoering bereikbaar.
	Deltanuts	- Nutsvoorzieningen.	- Aanwezigheid van nutsleidingen.	- Leidingen mogen geen schade oplopen tijdens de uitvoering en blijven na de uitvoering bereikbaar.
Onderne- mingen:	Ondernemer (Frederik Hendrikstraat 16)	- Onderneming.	- Aansluiting van de straat op onderneming.	- Inritconstructie zo kort mogelijk afsluiten. - Bereikbaar blijven met landbouwvoertuigen.
	CUMELA (Branche organisatie voor	- Landbouwverkeer organisatie.	- Doorgaande weg landbouwverkeer.	- Na de herinrichting moet de straat toegankelijk blijven voor landbouwverkeer.

	ondernemers in groen.)			
	ZLTO (Vereniging voor Zeeuwse landbouwers.)	- Landbouwverkeer organisatie.	- Doorgaande weg landbouwverkeer.	- Na de herinrichting moet de straat toegankelijk blijven voor landbouwverkeer.
Burgers:	Bewoners Frederik Hendrikstraat	- Omwonenden.	- Omwonenden aan de Frederik Hendrikstraat.	- Meer parkeerplaats voorzieningen. - Snelheidsremmende maatregelen. - Reduceren van de geluidsoverlast.

Bijlage 8, Verkeersmetingen Frederik Hendrikstraat

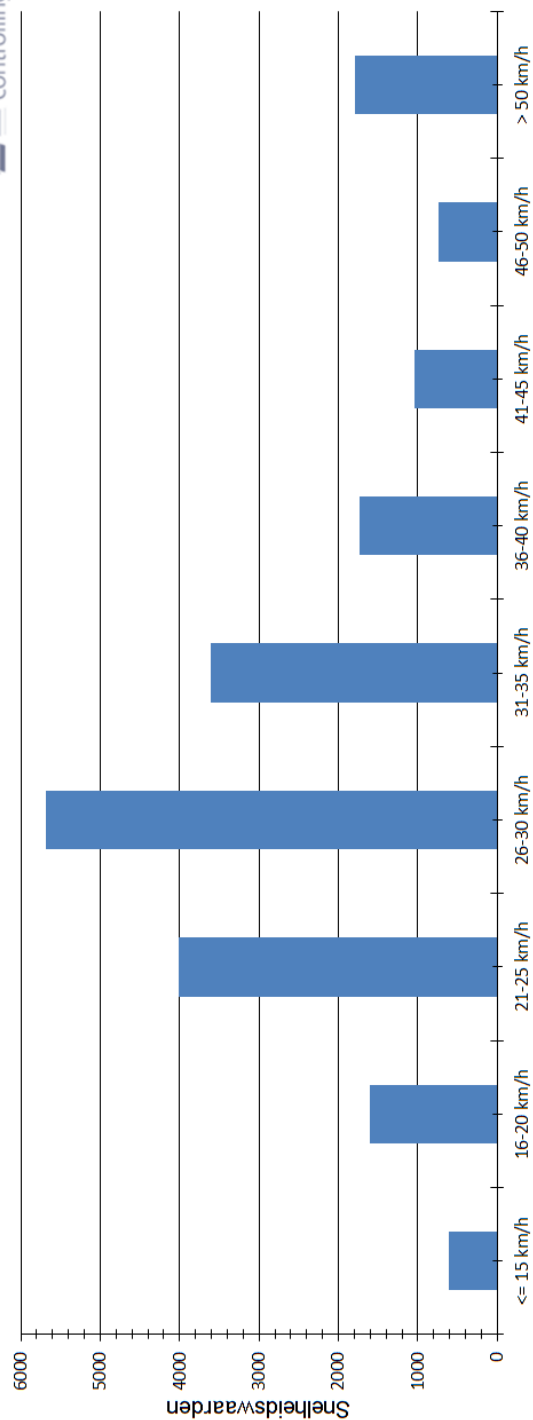


Analyse snelheid



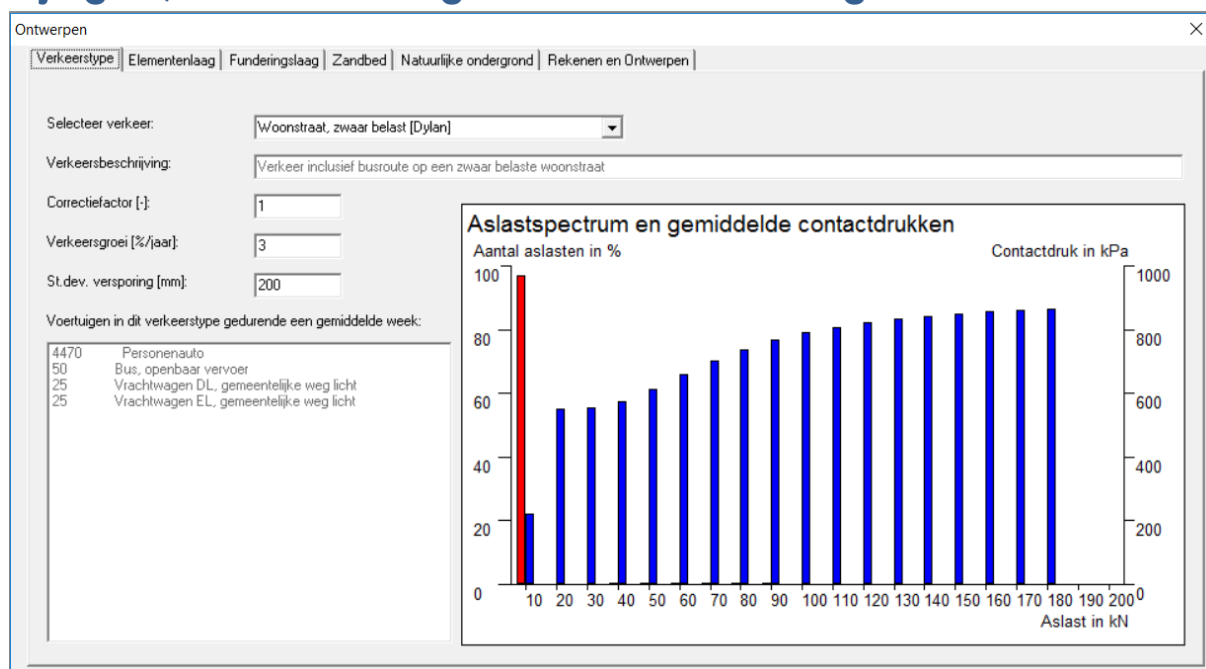
Evaluatie periode		maandag 12 februari 2018,09:00 - maandag 19 februari 2018,10:00			
Snelheidslimiet	30 km/h	Voertuig	1871	Vd[km/h]	28
Snelheidsovertredingen	32,34 %	Waarden	16130	Vmax[km/h]	56
GDV	266			V85 [km/h]	34
GJV	97090				
Rijrichting	Aankomend				
Bewerker:	S. Maes				
Commentaar:					
Locatie:	E-Fred. Hendrikstr 22 ri komgr				
Richting aankomende voertuigen:					
Richting wegrijdende voertuigen:					

Analyse snelheid



Evaluatie periode		maandag 12 februari 2018,08:00 - maandag 19 februari 2018,09:00			
Snelheidslimiet	30 km/h	Waarden	Voertuig	Vd[km/h]	Vmax[km/h]
Snelheidsovertredingen	42,80 %	20813	2757	32	96
GDV	392				42
GJV	143080				
Rijrichting	Aankomend				
Bewerker:	S. Maes				
Commentaar:					
Locatie:	F-Fred. Hendrikstraat ri centr				
Richting aankomende voertuigen:					
Richting wegrijdende voertuigen:					

Bijlage 9, Dimensionering elementenverharding



Ontwerpen

Verkeerstype | **Elementenlaag** | Funderingslaag | Zandbed | Natuurlijke ondergrond | Rekenen en Ontwerpen

Selecteer element: ☐ Straatbakstenen ☒ Betonstraatstenen ☐ Natuurstraatstenen

Elementbeschrijving:

Elementdikte [mm]:

Elementen per m2 [-]:

Voegwijdte [mm]:

Selecteer voegmateriaal:

Voegbeschrijving:

Voegstijfheid [MPa]:

Ontwerpen

Verkeerstype | Elementenlaag | **Funderingslaag** | Zandbed | Natuurlijke ondergrond | Rekenen en Ontwerpen

Selecteer fundering:

Material beschrijving:

Graderingskwaliteit [-]:

Percentage betonpuin (m/m) [%]:

Verdichting op 5 m zand [%]:

Ontwerpen

Verkeerstype | Elementenlaag | Funderingslaag | **Zandbed** | Natuurlijke ondergrond | Rekenen en Ontwerpen

Selecteer zandbed:

Zandbed beschrijving:

WVS [%]:

Cu [-]:

D50 [mm]:

Verdichting bij 5 m dikte [%]:

Ontwerpen

Verkeerstype | Elementenlaag | Funderingslaag | Zandbed | **Natuurlijke ondergrond** | Rekenen en Ontwerpen

Selecteer ondergrond:

Ondergrondbeschrijving:

Ondergrondstijfheid [MPa]:

Ontwerpen

Verkeerstype | Elementenlaag | Funderingslaag | Zandbed | **Natuurlijke ondergrond** | Rekenen en Ontwerpen

Verkeerstype: Vitgrn/week [-]: Groei [%/jaar]: St. dev. van versporing [mm]:

Betonstraatsteen: Voegmateriaal:

Funderingsmateriaal: Verdichtingsgraad [%]:

Zandbed: Verdichtingsgraad [%]:

Natuurlijke ondergrond: Stijfheid [MPa]:

Spoordieptenorm [mm]: Bereken Elementlaag [mm]:

Betrouwbaarheid [%]: Ontwerp Straatlaag [mm]:

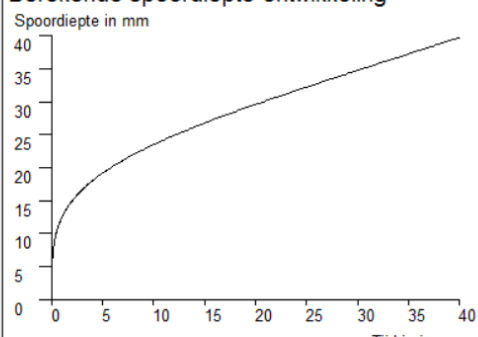
Funderingsdikte [mm]: Bewaar Funderingslaag [mm]:

Verhardingsdikte [mm]: Berekeningenlijst Zandbed[mm]:

Maak 'out-file' Levensduur [jaar]:

Berekende spoordiepte-ontwikkeling

Spoordiepte in mm



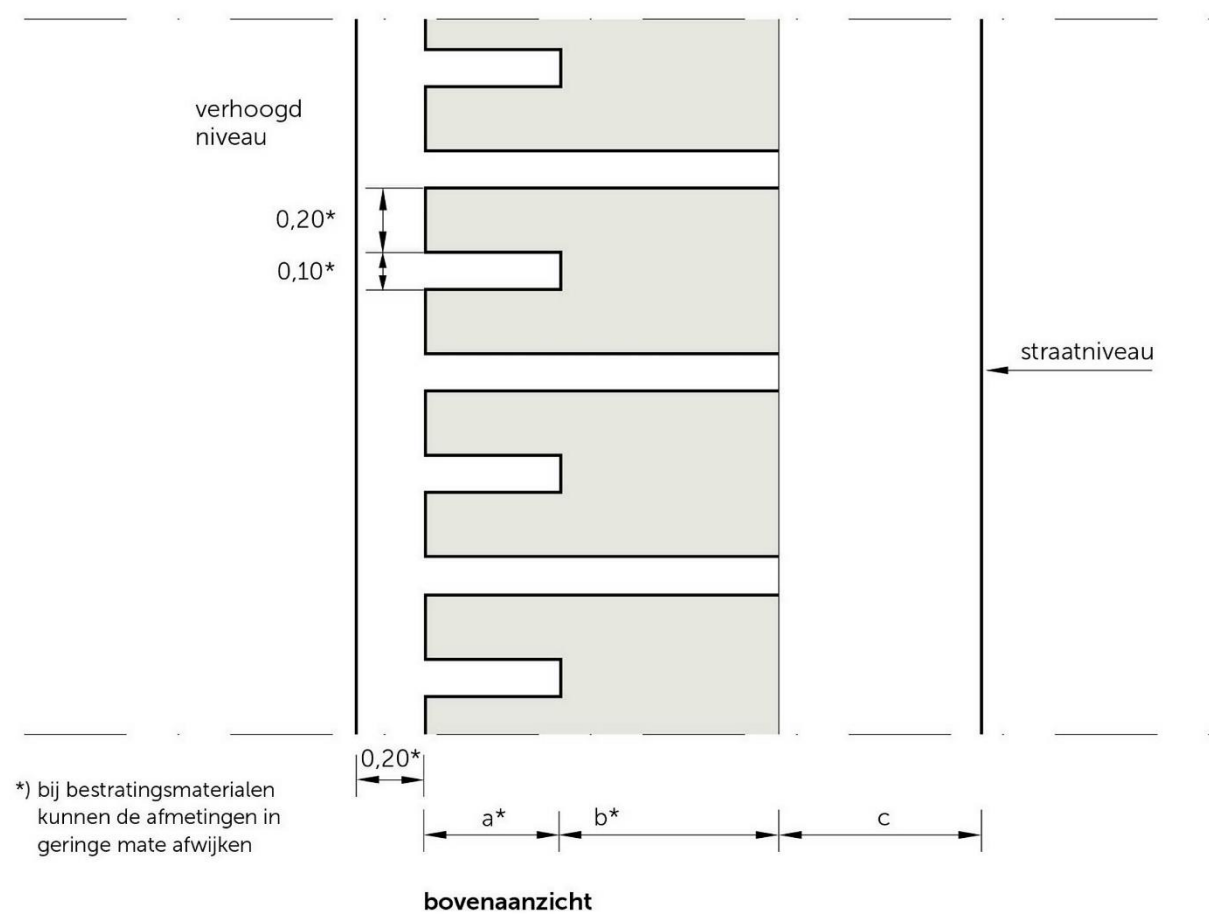
Tijd in jaren

Ontwikkeling van verkeer en spoordiepte:

Jaren [-] : Maanden [-]	39 : 1	39 : 2	39 : 3	39 : 4	39 : 5	39 : 6	39 : 7	39 : 8	39 : 9	39 : 10	39 : 11	40 : 0
Voertuigpassages [-]	17463230	17526102	17589130	17652313	17715651	17779146	17842798	17906606	17970572	18034696	18098978	18163418
Spoordiepte [mm]	39,25	39,29	39,33	39,37	39,41	39,46	39,50	39,54	39,58	39,63	39,67	39,71

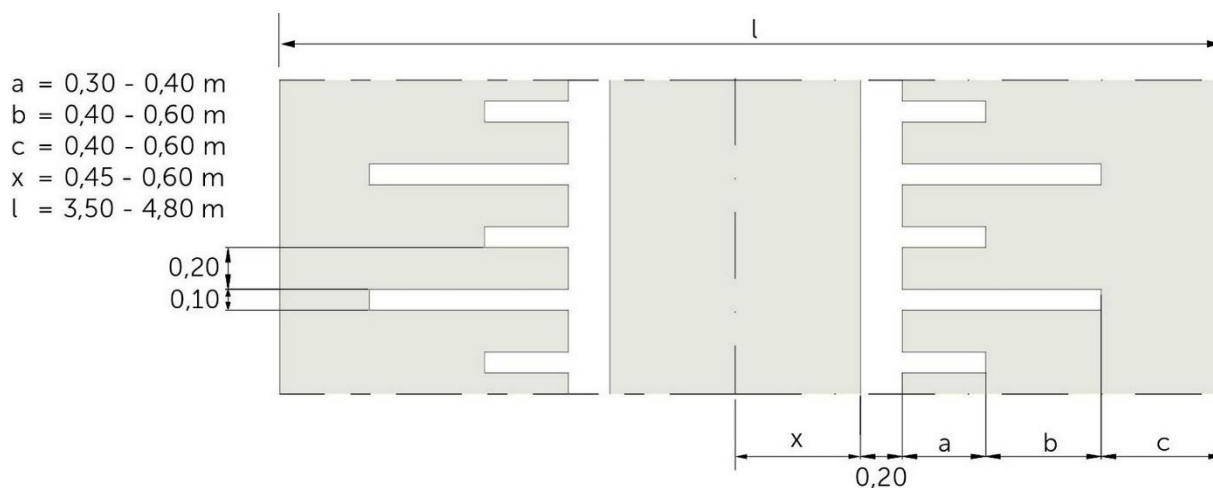
Bijlage 10, Ontwerp Frederik Hendrikstraat

Drempel:



Drempel	Hoogte [m]	a [m]	b [m]	c [m]	x [m] (fig. 19)
20	0,08	0,20	0,30	0,15	0,15
20	0,12	0,30	0,40	0,40	0,40
30	0,08	0,30	0,40	0,40	0,45
30	0,12	0,40	0,60	0,60	0,60
50	0,08	0,60	0,90	0,65	0,65
50	0,12	1,00	1,40	1,60	1,80
60	0,08	0,80	1,20	0,90	0,90
60	0,12	1,30	1,95	2,00	0,55

Plateau:



Verkeersplateau	Hoogte [m]	a [m]	b [m]	c [m]	x [m] (fig. 19)
30	0,08	0,20	0,40	0,20	> 1,20
30	0,12	0,30	0,70	0,30	> 1,20
50	0,08	0,50	1,20	0,50	> 1,20
50	0,12	0,80	1,70	0,80	> 1,20
60	0,08	0,70	1,60	0,70	> 1,20
60	0,12	1,05	2,20	1,05	> 1,20

(CROW, 2016)

Bijlage 11, Grondwaterstandsverlaging

$$q_{v;max} = 0,42 * r_o * H_o * \sqrt{k}$$

$$q_{v;max} = 0,42 * 0,2 * 1 * \sqrt{4 * 10^{-4}}$$

$$q_{v;max} = 0,00168 \text{ m}^3/\text{s} = 6,048 \text{ m}^3/\text{uur}$$

Doorsnede A – A'

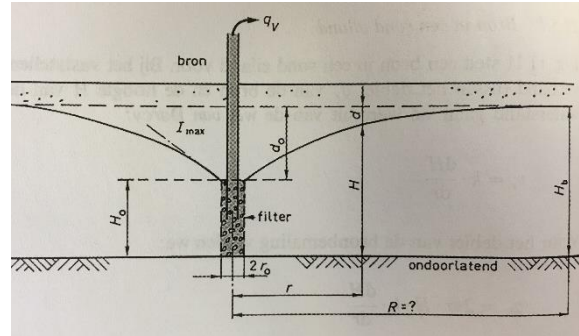
$$R = 3000 * d_o * \sqrt{k}$$

$$R = 3000 * 1,33 * \sqrt{4 * 10^{-4}} = 79,8 \text{ m}$$

$$q_{v;tot} = \frac{\pi * k * (2H_b * d - d^2)}{\ln R - \frac{1}{n} \ln r_1 * r_2}$$

$$q_{v;tot} = \frac{\pi * 4 * 10^{-4} * (2 * 2,33 * 0,83 - 0,83^2)}{\ln 79,8 - \frac{1}{2} * \ln 3 * 3}$$

$$q_{v;tot} = \frac{0,00399}{3,281} = 0,00122 \text{ m}^3/\text{s} = 4,378 \text{ m}^3/\text{uur}$$



Doorsnede B – B'

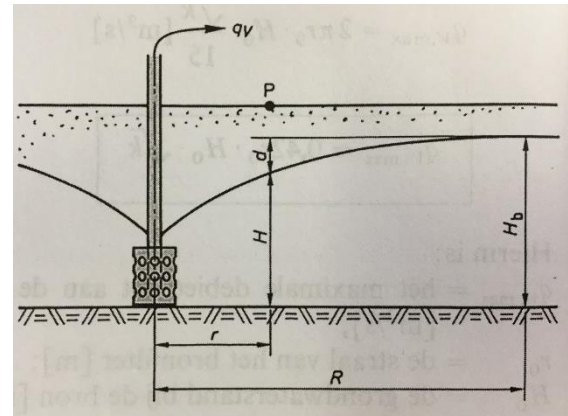
$$R = 3000 * d_o * \sqrt{k}$$

$$R = 3000 * 1,21 * \sqrt{4 * 10^{-4}} = 72,6 \text{ m}$$

$$q_{v;tot} = \frac{\pi * k * (2H_b * d - d^2)}{\ln R - \frac{1}{n} \ln r_1 * r_2}$$

$$q_{v;tot} = \frac{\pi * 4 * 10^{-4} * (2 * 2,21 * 0,71 - 0,71^2)}{\ln 72,6 - \frac{1}{2} * \ln 3 * 3}$$

$$q_{v;tot} = \frac{0,00331}{3,186} = 0,00104 \text{ m}^3/\text{s} = 3,740 \text{ m}^3/\text{uur}$$



(Nortier & Koning, 1996)

Bijlage 12, Gevolgen op straat bij bui 10

Water op straat bij bui 10:

Ontwerp HWA strengen:		Bui intensiteit 10 :		6,3 mm/5 min.							
Strengen:	Verhard opp [m²]:	Afvoer:	Tot. Afvoer:	Verhang:	Buis Ø:	Afvoer cap:	Conclusie:	Lengte:	B.O.B.:	 Sectie:	
Frederik Hendrikstraat:	L/s	L/s			mm	L/s		m			
210 - 211	1706	35,8	35,8 1:1000		Ø 500	108	Voldoet	69,62	- 1,71	- 1,78	1
211 - 212	2226,9	46,8	82,6 1:1000		Ø 600	174	Voldoet	69,81	- 1,78	- 1,85	
212 - 213	3689,34	77,5	160,1 1:1000		Ø 700	263	Voldoet	69,61	- 1,85	- 1,92	2
213 - 235	2116,15	44,4	204,5 1:1000		Ø 700	263	Voldoet	59,28	- 1,92	- 1,98	
235 - 214	1545,14	32,4	237,0 1:1000		Ø 700	263	Voldoet	56,93	- 1,98	- 2,04	3
214 - 215	1619,93	34,0	271,0 1:750		Ø 700	304	Voldoet	57,67	- 2,04	- 2,12	
215 - 216	23,39	0,5	271,5 1:750		Ø 700	304	Voldoet	6,57	- 2,12	- 2,13	

Water op straat bij bui 10 met de Dreef aangesloten:

Ontwerp HWA strengen:		Bui intensiteit 10 :		6,3 mm/5 min.							
Strengen:	Verhard opp [m²]:	Afvoer:	Tot. Afvoer:	Verhang:	Buis Ø:	Afvoer cap:	Conclusie:	Lengte:	B.O.B.:	 Sectie:	Afvoer tekort:
Frederik Hendrikstraat:	L/s	L/s			mm	L/s		m			L/s
208 - 209	2405,74	50,5	50,5 1:500		Ø 300	39,1	Voldoet niet				
209 - 233	2234,27	46,9	86,0 1:500		Ø 400	84,2	Voldoet niet			Dreef	
233 - 210	0				Ø 400		Zinker				
210 - 211	1706	35,8	120,0 1:1000		Ø 500	108	Voldoet niet	69,62	- 1,71	- 1,78	12,0
211 - 212	2226,9	46,8	154,8 1:1000		Ø 600	174	Voldoet	69,81	- 1,78	- 1,85	
212 - 213	3689,34	77,5	232,2 1:1000		Ø 700	263	Voldoet	69,61	- 1,85	- 1,92	2
213 - 235	2116,15	44,4	276,7 1:1000		Ø 700	263	Voldoet niet	59,28	- 1,92	- 1,98	13,7
235 - 214	1545,14	32,4	295,4 1:1000		Ø 700	263	Voldoet niet	56,93	- 1,98	- 2,04	32,4
214 - 215	1619,93	34,0	297,0 1:750		Ø 700	304	Voldoet	57,67	- 2,04	- 2,12	
215 - 216	23,39	0,5	297,5 1:750		Ø 700	304	Voldoet	6,57	- 2,12	- 2,13	

Ontwerp HWA strengen:		Bui intensiteit 10 :		5,7 mm/5 min.							
Strengen:	Verhard opp [m²]:	Afvoer:	Tot. Afvoer:	Verhang:	Buis Ø:	Afvoer cap:	Conclusie:	Lengte:	B.O.B.:	 Sectie:	Afvoer tekort:
Frederik Hendrikstraat:	L/s	L/s			mm	L/s		m			L/s
208 - 209	2405,74	45,7	45,7 1:500		Ø 300	39,1	Voldoet niet				
209 - 233	2234,27	42,5	81,6 1:500		Ø 400	84,2	Voldoet			Dreef	
233 - 210	0				Ø 400		Zinker				
210 - 211	1706	32,4	116,6 1:1000		Ø 500	108	Voldoet niet	69,62	- 1,71	- 1,78	8,6
211 - 212	2226,9	42,3	150,3 1:1000		Ø 600	174	Voldoet	69,81	- 1,78	- 1,85	
212 - 213	3689,34	70,1	220,4 1:1000		Ø 700	263	Voldoet	69,61	- 1,85	- 1,92	2
213 - 235	2116,15	40,2	260,6 1:1000		Ø 700	263	Voldoet	59,28	- 1,92	- 1,98	
235 - 214	1545,14	29,4	292,4 1:1000		Ø 700	263	Voldoet niet	56,93	- 1,98	- 2,04	29,4
214 - 215	1619,93	30,8	293,8 1:750		Ø 700	304	Voldoet	57,67	- 2,04	- 2,12	
215 - 216	23,39	0,4	294,2 1:750		Ø 700	304	Voldoet	6,57	- 2,12	- 2,13	

Ontwerp HWA strengen:		Bui intensiteit 10 :		4,8 mm/5 min.							
Strengen:	Verhard opp [m²]:	Afvoer:	Tot. Afvoer:	Verhang:	Buis Ø:	Afvoer cap:	Conclusie:	Lengte:	B.O.B.:	 Sectie:	Afvoer tekort:
Frederik Hendrikstraat:	L/s	L/s			mm	L/s		m			L/s
208 - 209	2405,74	38,5	38,5 1:500		Ø 300	39,1	Voldoet				
209 - 233	2234,27	35,7	74,2 1:500		Ø 400	84,2	Voldoet			Dreef	
233 - 210	0				Ø 400		Zinker				
210 - 211	1706	27,3	101,5 1:1000		Ø 500	108	Voldoet	69,62	- 1,71	- 1,78	1
211 - 212	2226,9	35,6	137,2 1:1000		Ø 600	174	Voldoet	69,81	- 1,78	- 1,85	
212 - 213	3689,34	59,0	196,2 1:1000		Ø 700	263	Voldoet	69,61	- 1,85	- 1,92	2
213 - 235	2116,15	33,9	230,1 1:1000		Ø 700	263	Voldoet	59,28	- 1,92	- 1,98	
235 - 214	1545,14	24,7	254,8 1:1000		Ø 700	263	Voldoet	56,93	- 1,98	- 2,04	3
214 - 215	1619,93	25,9	280,7 1:750		Ø 700	304	Voldoet	57,67	- 2,04	- 2,12	
215 - 216	23,39	0,4	281,1 1:750		Ø 700	304	Voldoet	6,57	- 2,12	- 2,13	

Bijlage 13, Verkeersmaatregelen

Bijlage 14, Kostenraming