

gemeente Houten



Het ontwerp van een hulpmiddel om zwerfafval gemakkelijker uit het oppervlaktewater te kunnen verwijderen

Pascalie ten Cate

Bachelor Eindopdracht

Industrieel Ontwerpen aan de Universiteit Twente

April 2016

In opdracht van de Gemeente Houten





***“Het ontwerp van een hulpmiddel om
zwerfafval gemakkelijker uit het
oppervlaktewater te kunnen verwijderen”***

Auteur

Pascalie ten Cate

Studentnummer: 0143251

Opleiding

Bachelor Industrieel Ontwerpen

Universiteit Twente

Bachelor Eindtentamen

21-04-2016

Opdrachtgever

Gemeente Houten

Onderdoor 25, 3995 DW Houten

Beoordelingscommissie

Voorzitter: Matthijn de Rooij

Begeleider Universiteit Twente: Theo Krone

Begeleider Gemeente Houten: Margriet Krul

SAMENVATTING

In dit verslag wordt beschreven hoe een hulpmiddel is ontwikkeld om zwerfafval gemakkelijker uit het oppervlaktewater te kunnen verwijderen. Dit hulpmiddel is ontwikkeld in opdracht van de Gemeente Houten.

Allereerst is beschreven welke factoren er allemaal een rol spelen en welke moeilijkheden er zijn bij het verwijderen van zwerfafval. Daarna is er gekeken welke problemen de buitendienst van de Gemeente Houten precies ervaart met de bestaande hulpmiddelen. Vervolgens is er gedefinieerd welke eisen er gesteld kunnen worden aan een dergelijk hulpmiddel. Deze eisen zijn als leidraad gebruikt gedurende het ontwerptraject.

Aan de hand van verschillende ideeën zijn concepten gecreëerd. In overleg met de gemeente Houten is de conceptkeuze gemaakt en het ontwerp uitgewerkt. Uiteindelijk is er een werkend prototype gemaakt. Met dit prototype kan het zwerfafval in het water gemakkelijk verzameld worden, waardoor er minder ver gereikt hoeft te worden bij het verwijderen ervan. Tot slot is er een voorstel gedaan om het prototype te verbeteren.

ENGLISH SUMMARY

This report describes the design and development of a device which makes it easier to remove the litter from the surface water. This device was designed for the municipality of Houten.

First of all, this report describes all the factors involved in removing litter. It also describes the difficulties that currently occur when removing litter, and the deficiencies in the existing tools used by the employees of the municipality of Houten. Using these analyses, a programme of requirements has been defined. This programme of requirements is used as a guideline during the design process.

Sketches of different ideas have been made. These ideas were used to create concepts. In consultation with the municipality of Houten the best concept was chosen and developed into a prototype. The prototype can be used to collect the litter, which makes it easier to remove it from the water. Finally, a proposal to improve the prototype has been written.



VOORWOORD

Toen ik in September in het vliegtuig stapte voor een kort bezoek aan mijn ouders in Basel had ik niet kunnen vermoeden waar deze vliegreis toe zou leiden. Toeval bestaat niet; Margriet Krul en ikzelf zaten naast elkaar en raakten in gesprek.

De gemeente Houten had een probleem; er lag veel zwerfafval in het oppervlaktewater en dit zwerfafval was lastig te verwijderen. Een uitstekend onderwerp voor mijn Bachelor-Eindopdracht!

De afgelopen maanden heb ik met veel plezier gewerkt aan een ontwerp om het verwijderen van het zwerfafval te vergemakkelijken. Ik wil Margriet Krul en Theo Krone hartelijk bedanken voor hun hulp en feedback. Waar ik het soms lastig had met het doorhakken van knopen hebben zij mij altijd geholpen om besluiten te durven nemen.



INHOUDSOPGAVE

Samenvatting	4
English summary.....	5
Voorwoord.....	7
Inleiding.....	13
Hoofdstuk 1 - Zwerfafval.....	15
Zwerfafval op het land.....	16
Verwijdering van zwerfafval op het land.....	17
Zwerfafval in het water	18
De gevolgen van zwerfafval	19
Raamovereenkomst verpakkingen.....	21
Conclusies	22
Hoofdstuk 2 - Zwerfafval in de gemeente Houten	23
De gemeente Houten.....	23
De locatie.....	24
Drijfafval in het water	26
Beeldkwaliteit.....	27
Conclusies	28
Hoofdstuk 3 - Probleemanalyse.....	29
.....	32
Hoofdstuk 4 - Bestaande methodes.....	32
Hulpmiddelen in Houten.....	32
Hulpmiddelen in andere gemeentes.....	33
Marktonderzoek	35

Conclusie	36
Hoofdstuk 5 - Fysieke belasting	37
Arbowetgeving & de gemeente Houten	37
Belasting bij het verwijderen van zwerfafval uit het water	39
Conclusie	40
Hoofdstuk 6 - Oplossingsrichtingen	41
Automatisering	41
Mechanisering	41
Handmatig	42
Conclusie	42
Hoofdstuk 7 - Programma van Eisen.....	43
Eisen vanuit de gebruiker	44
Technische eisen	44
Hoofdstuk 8 - Ideegeneratie	45
Besluitvorming.....	48
Hoofdstuk 9 - Conceptontwikkeling	50
Conceptkeuze	52
Hoofdstuk 10 – Het prototype.....	54
Het net.....	54
Drijvers achterzijde	55
Voorttrekken.....	55
Drijvers voorzijde	56
Afmetingen frames en drijvers	57
Assemblage.....	59
Hoofdstuk 11 - Test van het prototype	60
Hoofdstuk 13 - Testevaluatie en verbeteringen prototype	62

Terugkoppeling Programma van Eisen.....	65
Eisen vanuit de gebruiker	65
Technische eisen.....	66
Conclusies en aanbevelingen.....	68
Conclusies	68
Aanbevelingen	69
Referenties.....	70
Bijlage A – lijst van aangetroffen voorwerpen, tabel met hoeveelheden	75
Bijlage B – Specificaties net	76
Bijlage C – Specificaties drijver achterzijde	77
Bijlage D – Specificaties bestelde lijnen	78
Bijlage E – specificaties drijvers voorzijde	79
Bijlage F – Specificaties starlock borging	80



INLEIDING

De gemeente Houten is een schone gemeente. Desondanks ervaart men regelmatig overlast van zwerfafval. Binnen het centrumgebied 'het Rond' zijn diverse grachten waarin zwerfafval belandt. Dit zwerfafval is voor de gemeente een doorn in het oog en de hulpmiddelen waarmee de buitendienst dit afval verwijdert zijn onpraktisch in het gebruik.

Reden voor Margriet Krul om op zoek te gaan naar een oplossing. De bachelor-eindopdracht Industrieel Ontwerpen sluit hier goed op aan. Doel van de opdracht is dan ook 'het ontwerpen van een hulpmiddel om drijvend zwerfafval gemakkelijker uit het oppervlaktewater in de gemeente Houten, specifiek in het centrum, te kunnen verwijderen'.

Allereerst is er beschreven wat zwerfafval is en welke problemen er in de gemeente Houten zijn met betrekking tot zwerfafval en het verwijderen hiervan. Daarna is beschreven wat het probleem precies is, en welke bestaande methodes van afvalverwijdering er zijn. Vervolgens is de fysieke belasting die er bij het verwijderen van afval ontstaat toegelicht.

Er zijn diverse ideeën bedacht waaruit concepten zijn ontstaan. Het gekozen concept is uiteindelijk uitgewerkt, waarna een prototype is gerealiseerd. Het prototype is getest en geëvalueerd, waarna er aanbevelingen zijn gedaan. Tot slot zijn de conclusies en aanbevelingen beschreven.



HOOFDSTUK 1 - ZWERFAFVAL

Om duidelijk in beeld te brengen wat zwerfafval is en welke problemen het veroorzaakt is eerst een vooronderzoek gedaan naar zwerfafval. In dit hoofdstuk wordt uitgelegd wat zwerfafval is en welke soorten er zijn. Ook wordt er beschreven wat de gevolgen van zwerfafval op de korte en de lange termijn zijn. Daarna wordt er uitgelegd wat de raamovereenkomst verpakkingen inhoudt en wat het belang van deze overeenkomst is in relatie tot zwerfafval. Tot slot worden de relevante conclusies beschreven die naar aanleiding van de vergaarde informatie getrokken kunnen worden.

Zwerfafval is al het afval dat niet via de reguliere afvoerkanalen wordt verwerkt, maar op straat of in de natuur terecht komt. Er wordt onderscheid gemaakt tussen zwerfafval op het land en zwerfafval aan de kust en in zee (mariene zwerfvuil). Het zwerfafval op het land is daar bewust of onbewust door mensen achtergelaten of door wind of weersomstandigheden belandt. Voor afval aan de kust en in zee (mariene zwerfvuil) geldt de volgende definitie (Milieu Centraal, 2015, p. 5):

“Mariene zwerfvuil bestaat uit items die door mensen zijn gemaakt of bewerkt en die

- 1) opzettelijk worden achtergelaten in de zee of in rivieren of op de stranden;
- 2) indirect naar de zee zijn gekomen met rivieren, riolering, storm, water of wind; of
- 3) per ongeluk verloren zijn, inclusief materiaal verloren op zee bij slecht weer.”

Belangrijk verschil is dat bij zwerfafval op het land zichtbaar is dat de burgers zelf direct de veroorzaker zijn. In zee hoeft hier niet altijd sprake van te zijn;

afval kan door rivieren naar zee zijn gebracht en in het geval van microplastics is helemaal niet meer te herleiden waar deze vandaan komen en door wie de vervuiling is veroorzaakt (Milieu Centraal, 2015).

In Nederland is er in steeds grotere mate aandacht voor het probleem van zwerfafval. Door de toename van het gebruik van plastics en de opkomst van wegwerpverpakkingen ontstaat er wereldwijd heel veel afval. Een deel van dit afval komt als zwerfafval op het land en in het water terecht. Er zijn talloze instituten die zich hier (indirect) mee bezig houden. Deze toenemende aandacht komt enerzijds doordat men zich steeds meer bewust is van de gevolgen van het afval voor natuur en milieu. Anderzijds is zwerfafval in de openbare ruimte esthetisch gezien een groot probleem. In Nederland staat zwerfafval in de top drie van grootste ergernissen met betrekking tot de woonomgeving (Milieu Centraal, 2015).

ZWERFAFVAL OP HET LAND

Zwerfafval op het land is al het zwerfafval in de natuur en in stedelijke gebieden, langs straten, op parkeerplaatsen etc. De totale hoeveelheid zwerfafval op het land in Nederland is niet exact bekend. Dit komt met name doordat het zeer lastig te meten is hoeveel zwerfafval er is. Geschat wordt dat er jaarlijks zo'n 50 miljoen kilo zwerfafval ontstaat (MilieuCentraal).

Wat wel bekend is, is de totale hoeveelheid veegafval, waar in de statistieken het door professionele reinigingsdiensten ingezamelde zwerfafval onder geschaard wordt. Veegafval bestaat uit alle afvalstoffen die door vegen (machinaal of handmatig) worden verzameld van openbare straten, terreinen, stranden en dergelijke. Veegafval bevat ook het afval dat via openbare prullenbakken wordt ingezameld en van de straat mee



Afbeelding 1 - Bron: www.expositierent.nl

opgeveegd zand. In 2014 bedroeg de totale hoeveelheid veegafval 238 miljoen kg (CBS Statline, 2015a). Hoeveel zwerfafval daarnaast nog door burgers wordt ingezameld (bijvoorbeeld tijdens opschoonacties in de wijk) en met het huisvuil wordt afgevoerd, is niet bekend.

Binnen zwerfafval valt onderscheid te maken tussen grof en fijn zwerfafval. Onder fijn zwerfafval vallen sigarettenpeuken en kauwgom, de meeste overige items vallen onder grof zwerfafval. De hoeveelheid zwerfafval en de samenstelling hiervan kan in diverse grootheden uitgedrukt worden, bijvoorbeeld in gewicht, aantallen en in volume. In Nederland zijn op landelijk niveau alleen metingen in aantallen gedaan. In deze metingen worden sigarettenpeuken en kauwgom het meest gevonden. Omdat dit echter slechts kleine items zijn maken zij van het totale volume zwerfafval maar een klein deel uit. Als sigarettenpeuken en kauwgom buiten beschouwing worden gelaten, blijkt het gevonden zwerfafval voor 73% uit verpakkingen te bestaan (Milieu Centraal, 2015). Het merendeel van deze verpakkingen is van plastics gemaakt.

VERWIJDERING VAN ZWERFAFVAL OP HET LAND

Het zwerfafval wordt voornamelijk opgeruimd door de gemeentes. Onderzoeksbureau Deloitte heeft in 2010 een onderzoek gedaan naar de kosten van preventie en verwijdering van zwerfafval. In 2010 bedroegen deze kosten volgens de beraming van Deloitte 250 miljoen euro, waarvan 193 miljoen euro bij gemeenten. Van deze 250 miljoen euro wordt circa 88% besteedt aan reinigingsactiviteiten, zo'n 5,5% aan de verwerking en zo'n 6,5% aan preventie via bewustwordingscampagnes en innovatiebudgetten (Deloitte, 2010).

Naast de gemeentes zijn er maatschappelijke organisaties die zich inzetten om zwerfafval te verwijderen. Deze organisaties richten zich vaak ook op

bewustzijnsvergroting onder de bevolking. Stichting NederlandSchoon is een van de bekendste organisaties. NederlandSchoon heeft zichzelf als doel gesteld zwerfafval te voorkomen en te bestrijden. De stichting voert campagnes tegen zwerfafval, doet onderzoek, adviseert partijen en zet projecten op rond zwerfafvalbestrijding (NederlandSchoon, 2014a). Met het beschikbaar stellen van hulpmiddelen en het organiseren van een landelijke opschoondag stimuleert men de bevolking om zelf actief zwerfvuil te verwijderen.

Uit onderzoek is gebleken dat vervuiling ook zorgt voor nog meer vervuiling (Dur & Vollaard, 2012). Door de openbare ruimte schoon te houden (en prullenbakken frequent te legen) kunnen gemeentes dus zorgen dat de bevolking minder snel geneigd is zwerfafval op straat of naast prullenbakken neer te gooien.

ZWERFAFVAL IN HET WATER

Ook in de zeeën en oceanen is in toenemende mate zwerfafval te vinden. Een deel hiervan komt via beken en rivieren vanaf het land in zee terecht. Ook wordt er op (recreatie-)stranden afval achtergelaten wat met het tij mee de zee in spoelt. Daarnaast is een deel van het afval in de zee afkomstig van schepen, al dan niet bewust in zee gegooid of bijvoorbeeld tijdens een storm verloren.

De concentratie afval in de oceanen is het grootst in de zogenaamde gyres. Dit zijn roterende zeestromen in de oceaan; een soort reusachtige draaikolken met een doorsnede van honderd tot duizenden kilometers. Hierin wordt het afval langzaam naar het midden gezogen. Er zijn wereldwijd vijf grote gyres. In het water brokkelt (plastic) zwerfafval in de loop van de jaren af in steeds

kleinere stukken. In de oceanen worden *micro*¹- en *nanoplastics*² gevonden, dit fenomeen wordt ook wel de Plastic Soup genoemd. In de gyres is de concentratie van deze micro- en nanoplastics ook hoger dan elders in de oceaan (Milieu Centraal, 2015).

Ook op stranden spoelt er veel zwerfafval aan. In Europa wordt er sinds 2002 volgens de OSPAR-methode gemonitord op stranden in veertien landen.

Hiertoe wordt er vier keer per jaar op vastgestelde stranden (allen non-badstranden, dus zonder recreatieve functie) geregistreerd wat voor zwerfval er op een lengte van 100 meter strand ligt, van duinvoet tot waterlijn (Milieu Centraal, 2015). Uit deze metingen komt naar voren dat 38% van het gevonden afval op de Nederlandse stranden bestaat uit touwen en netten (vaak gemaakt van plastic). 49% van de overige gevonden items is ook van plastic (Dagevos, et al., 2013). De overige items zijn van hout of van andere materialen, zoals metalen.



Afbeelding 2 - Bron: www.dorpenwijk.nl

DE GEVOLGEN VAN ZWERFAFVAL

Zwerfafval heeft op korte termijn een aantal gevolgen. Ten eerste zorgt zwerfafval ervoor dat mensen zich minder prettig voelen in hun omgeving en deze als onveiliger ervaren (Milieu Centraal, 2015). Dit is voor gemeentes vaak een belangrijk argument zwerfafval tegen te gaan.

Daarnaast zorgt zwerfafval op lange termijn voor een vervuiling van het milieu. Het belangrijkste en meest schadelijke bestanddeel van zwerfafval is

¹ Microplastics: Stukjes plastic <5 millimeter (Kesteren, 2015)

² Nanoplastics: Stukjes plastic <100 nanometer (Kesteren, 2015)

plastic. Aan veel plastics zijn stoffen toegevoegd die giftig zijn als zij in het milieu terecht komen. In het zeewater worden deze stoffen direct verdund en spelen zij (voor zover bekend) geen rol van betekenis, maar op het land kunnen zij voor verontreiniging van de bodem zorgen (Plastic Soup Foundation, n.d.).

Het zwerfafval in het water wordt door vissen en andere zeedieren voor voedsel aangezien en opgegeten. In de magen van deze dieren kan dit voor verstopping zorgen, waardoor de dieren verhongeren. Daarnaast belanden er ook micro- en nanoplastics in de magen van zeedieren. Wat de gevolgen hiervan zijn en of er giftige stoffen uit de plastics worden opgenomen door dieren is nog niet bekend (Kesteren, 2015). Wel is duidelijk dat de micro- en nanoplastics via deze dieren in de menselijke voedselketen belanden. In het Fulmar-onderzoek wordt gekeken naar de hoeveelheid plastic in de maag van Noordse stormvogels; een vogelsoort die uitsluitend op zee foerageert. De maaginhoud van aangespoelde, dode stormvogels wordt al sinds 1979 geanalyseerd. In de periode 2007 tot 2011 is gemiddeld bij 94% van de aan de Noordzeestranden aangespoelde stormvogels plastic in de maag aangetroffen (zie afbeelding 3) (Milieu Centraal, 2015).



Afbeelding 3 - Bron:
www.plasticsoupfoundation.org

Of het plastic op het land en in de oceanen uiteindelijk vergaat, is ook nog niet bekend; plastic wordt pas zo'n 70 jaar op grote schaal gebruikt en het is in elk geval duidelijk dat het heel lang duurt voordat het verteerd is. De verwachting is dat de afbraaktijd 500 tot 1000 jaar kan zijn (Kesteren, 2015). Doordat er elk jaar nieuw plastic geproduceerd wordt terwijl het bestaande plastic niet verdwijnt neemt de concentratie plastics in het water elk jaar toe.

RAAMOVEREENKOMST VERPAKKINGEN

Het grootste deel van het zwerfafval op het land bestaat uit (plastic) verpakkingen. In de afgelopen decennia zijn er heel veel producten met (wegwerp-)verpakkingen op de markt gebracht. Om de hoeveelheid zwerfafval terug te dringen en te zorgen voor meer recycling van verpakkingen is in 2012 de tweede Raamovereenkomst Verpakkingen opgesteld. Deze overeenkomst tussen het ministerie van Infrastructuur en Milieu, de Vereniging van Nederlandse gemeenten en het verpakkende bedrijfsleven heeft drie doelen. Ten eerste wil men een ‘gesloten kringloop van grondstoffen’ realiseren. Dit wil zeggen dat het materiaal van producten die mensen afdanken zonder extra kosten als grondstof voor nieuwe producten kan worden gebruikt. Ten tweede willen de drie partijen verpakkingsmaterialen recyclen. De eisen hiervoor zijn hoger gesteld dan de geldende Europese doelen. Het derde doel is het tegengaan van het onnodig gebruik van grondstoffen. In de raamovereenkomst staan daarom ook afspraken om in verpakkingen meer gebruik te maken van gerecyclede materialen (Meldpunt Verpakkingen).

Daarnaast is overeengekomen dat het verpakkende bedrijfsleven jaarlijks 20 miljoen euro beschikbaar stelt voor het tegengaan van zwerfafval, het zogenaamde afvalfonds verpakkingen. Gemeenten krijgen een bedrag van 1,19 euro per inwoner die zij kunnen gebruiken voor extra aanpak van zwerfafval (dus niet om de reguliere reiniging te bekostigen) (NederlandSchoon, 2014b).

Rijkswaterstaat Leefomgeving heeft het onafhankelijk kenniscentrum Gemeente Schoon opgezet. Hier kunnen gemeentes terecht voor informatie over zwerfafval en aanverwante zaken. Ook worden veel onderzoeken naar het probleem via hun website gepubliceerd. Voor deelname aan Gemeente

Schoon dienen gemeentes een bijdrage te betalen; deze wordt meestal uit het afvalfonds verpakkingen betaald. Ook de financiering van het bestuur en de teamleden van NederlandSchoon komt uit het afvalfonds verpakkingen. Gemeente Schoon en NederlandSchoon werken veel samen en hebben een gezamenlijke database opgezet, Kenniswijzer Zwerfafval, waar veel informatie over het probleem te vinden is.

CONCLUSIES

Dat zwerfafval een mondiaal probleem is, is duidelijk. Hoe groot de omvang van het probleem is, is lastig te kwantificeren, omdat het lastig is de hoeveelheid te meten. Er wordt onderscheid gemaakt tussen zwerfafval op het land en marien zwerfafval. Het belangrijkste en schadelijkste bestanddeel in het zwerfafval is plastic. Welke gevolgen zwerfafval op lange termijn heeft is nog niet duidelijk, mede omdat nog niet duidelijk is welke gevolgen micro- en nanoplastics hebben op het milieu en de volksgezondheid.

Het zwerfafval op het land bestaat (in Nederland) voor het grootste gedeelte uit verpakkingen. De afgelopen decennia is men steeds meer voedsel in wegwerpverpakkingen gaan consumeren en hiermee is de hoeveelheid zwerfafval explosief toegenomen. Er zijn diverse organisaties die zich bezighouden met het voorkomen en verwijderen van zwerfafval, waaronder NederlandSchoon. De grootste kosten met betrekking tot zwerfafval worden gemaakt door de gemeentes. De verpakkende industrie helpt mee om de hoeveelheid zwerfafval terug te dringen, dit is vastgelegd in de Raamovereenkomst Verpakkingen.

HOOFDSTUK 2 - ZWERFAFVAL IN DE GEMEENTE HOUTEN

In dit hoofdstuk wordt kort de gemeente Houten omschreven. Vervolgens wordt de locatie beschreven waarvoor het ontworpen hulpmiddel primair bedoeld is. Daarna wordt beschreven welke soorten drijfafval er op deze locatie worden aangetroffen. Ook wordt er omschreven welke eisen er gesteld worden aan de kwaliteit van de openbare ruimte met betrekking tot de hoeveelheid drijfvuil in het water. Tot slot wordt beschreven welke conclusies er getrokken zijn uit de verzamelde informatie.



Afbeelding 4 - Bron: (Steenhuis stedenbouw/landschap en Urban Fabric, 2009)

DE GEMEENTE HOUTEN

De gemeente Houten is een middelgrote gemeente in de provincie Utrecht. Binnen de gemeente Houten liggen naast Houten zelf nog een aantal kleine dorpen (Schalkwijk, Tull en 't Waal en 't Goy). Houten heeft in de afgelopen 50 jaar een explosieve groei doorgemaakt. In de Tweede Nota ruimtelijke Ordening wordt Houten aangewezen als groeikern,

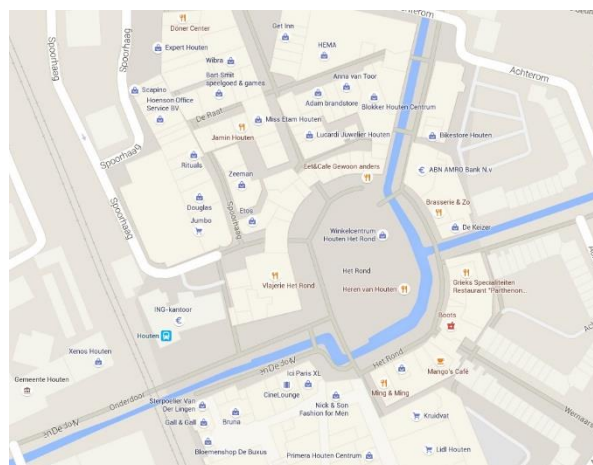
waardoor het inwoneraantal van het dorp in de jaren '70 en '80 explosief stijgt, van zo'n 4000 inwoners in 1970 naar 30.000 inwoners in 1996 (Wikipedia). De gebouwde wijken (het huidige Houten-Noord, zie afbeelding 4) zijn allen volgens een doordacht stedenbouwkundig principe ingericht, waarbij de verkeersopzet bepalend was. Het idee is dat het doorgaand

autoverkeer geconcentreerd is op een weg rondom de woonbuurten, en dus niet erdoorheen. Elke wijk heeft straatnamen die eindigen op de naam van de wijk. Hoe verder men een wijk inrijdt, hoe meer voorrang fietsers en voetgangers krijgen. Elke wijk is alleen in te rijden vanaf een specifieke afslag vanaf de rondweg. In de wijken lopen talloze fietspaden die allen op een natuurlijke manier richting het centrum leiden. Ook is er veel groen en beplanting in de woonwijken (Steenhuis stedenbouw/landschap en Urban Fabric, 2009).

In de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening (ook wel VINEX genaamd) krijgt Houten opnieuw een groeitaak, en in 1997 wordt begonnen met de bouw van Houten-Zuid. De oorspronkelijke stedenbouwkundige visie wordt gehandhaafd; er is nog steeds een rondweg met afslagen de wijken in en fietsers hebben voorrang t.o.v. auto's in de openbare ruimte. De bouw van Houten-Zuid is in 2015 bijna afgerond en Houten is gegroeid tot een middelgrote gemeente met op 1 oktober 2015 48.680 inwoners (Wikipedia) (CBS Statline, 2015b).

DE LOCATIE

Binnen de gemeente Houten zijn verschillende soorten oppervlaktewater te vinden. Voor de gemeente Houten is het zwerfafval in het centrumgebied een doorn in het oog. Er wordt veel drijfafval aangetroffen in de grachten bij 'het Rond' (zie afbeelding 5) en voor de gemeente Houten is dit de belangrijkste locatie met betrekking tot het ontwerp van een nieuw hulpmiddel.



Afbeelding 5 - Bron: Google Maps

De grachten in het centrum zijn tussen de 0.8 en 1.4 meter diep (vanaf de waterspiegel) en bestaan uit betonnen bakken. Er zijn diverse bruggen en verbredingen. Op diverse plaatsen aan de rand van het centrum zijn, onder bruggen, rekken in het water geplaatst om zwerfafval tegen te houden. Niet al het afval stroomt daar echter naartoe, dit is mede afhankelijk van de windrichting en -kracht. Op de smalste plaatsen is de gracht 4.80 meter breed, op het breedste punt is dit ongeveer twintig meter. Aan enkele zijdes van de locatie staan hekken, waardoor reinigers daar maar van één kant bij het water kunnen komen. De hekken zijn echter open waardoor zwerfafval wel van beide zijdes het water in kan waaien. Het waterpeil varieert maar gemiddeld staat het water zo'n 70 centimeter tot een meter onder de kade.



Afbeelding 6

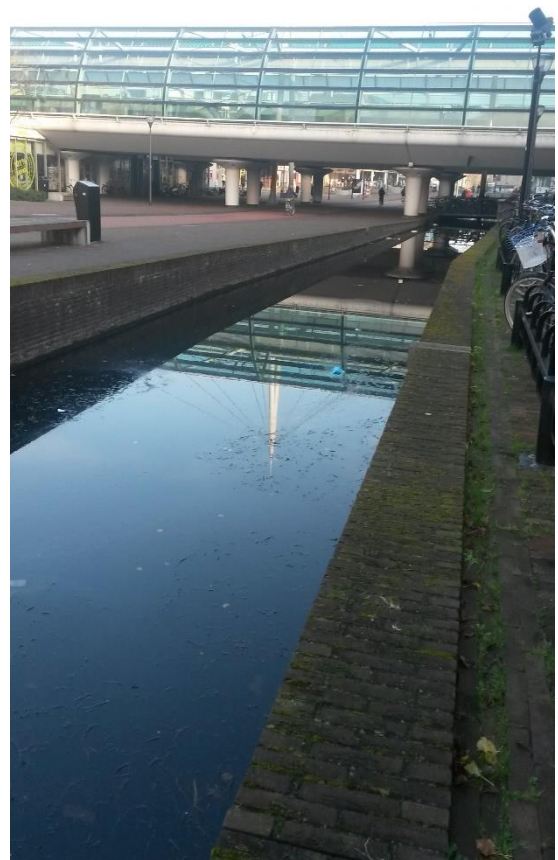
In het water is ongelijkbladig vederkruid aanwezig, een exotische en lastig te bestrijden waterplant (Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, 2013). In de herfst ligt er ook afgefallen blad van de aanwezige bomen in het water. De waterplanten worden twee keer per jaar verwijderd, maar groeien snel weer terug. Op het moment van onderzoek (november en december) zitten er zeer veel waterplanten in het water. Het drijfafval blijft in de waterplanten vastzitten op plekken waar de waterplanten tot het wateroppervlak komen.

Het centrumgebied is in principe niet toegankelijk voor auto's, alleen voor voetgangers en fietsers. Het station bevindt zich in het midden van het centrum, de straat 'Onderdoor' loopt onder het station door. In de nabijheid van de grachten bevinden zich veel winkels, waaronder drie supermarkten. Ook is er een middelbare school (de Heemlanden) op loopafstand. Daarnaast bevinden zich er voor de bewoners van de appartementen boven de winkels ook een aantal ondergrondse containers in het gebied, waar soms zakken afval naast geplaatst worden. Plastic wordt in de gemeente Houten apart ingezameld in zakken die mensen aan de straat zetten. Zowel het huis- als het plastic afval kan openscheuren door wind of vogels, en vervolgens in het water waaien.

Elke donderdagochtend vindt er een weekmarkt plaats in het centrum van Houten. De marktkooplui zijn in principe zelf verantwoordelijk voor het opruimen van het ontstane afval, maar in de praktijk gebeurt dit niet altijd. Ook belanden er verpakkingen van etenswaren en dergelijke als zwerfafval op straat tijdens marktdagen. Daarnaast is er tijdens en na evenementen als de kermis extra veel zwerfafval in de grachten te vinden.

DRIJFAFVAL IN HET WATER

Om te onderzoeken wat voor soorten zwerfafval er op de locatie worden aangetroffen, is er in november en december gemonitord wat voor



Afbeelding 7

zwerfafval er in de grachten werd aangetroffen. Eenmalig is exact geturfd wat er in het water is aangetroffen, op het stuk water vanaf het spoor langs het gemeentehuis tot aan de eerstvolgende brug (zie bijlage A). Het bepalen van exacte aantallen is lastig omdat er veel kleine stukjes vastzitten tussen de waterplanten. Bepaalde stukken van de grachten zijn over het algemeen zeer sterk vervuild en zelfs na reiniging niet helemaal schoon.

Het gevonden afval bestaat voornamelijk uit verpakkingsmateriaal en plastic zakken. Ook liggen er veel ondefinieerbare stukjes plastic en stukjes papier. Daarnaast liggen er vrijwel altijd lege sigarettenpakjes en lege flesjes in het water. Enkele grote items als een paraplu en een vuilniszak worden ook aangetroffen.

BEELDKWALITEIT

In Houten is er de laatste jaren noodgedwongen bezuinigd op de reinigingsdienst. Om de bezuinigingen te realiseren met zo min mogelijk gevolgen voor de bewoners, is er in 2012 in samenspraak met de inwoners

	Centrum ⁸	Wonen	Bedrijven	Buitengebied	Groenzones
Percentage areaal dat moet voldoen aan niveau →	≥ 80%	≥ 80%	≥ 80%	≥ 80%	≥ 80%
1. Groen ¹	A/B ¹⁰	C	C	C	C
2. Verharding hoofdroutes asfalt ²	A	B	B	B	B
3. Verharding overige wegen	A	B	B	B	B
4. Meubilair ³	B	C	C	C	C
5. Bebording/bewegwijzering	B ¹⁰	C	C	C	C
6. Openbare verlichting/VRI's ⁴	B	B	B	B	B
7. Speeltoestellen ⁵	A	B	B	B	B
8. Civieltechnische kunstwerken ⁶	B	B	B	B	B
9. Reiniging ⁷	B	B	B	B	B

A	Mooi en comfortabel
B	Functioneel
C	Onrustig beeld, discomfort of enige vorm van hinder; alleen mogelijk als voldaan wordt aan wettelijke eisen, veiligheid en functionaliteit
D	Kapitaalvernietiging, uitlokking van vernieling, functieverlies, mogelijke juridische aansprakelijkheid of sociale onveiligheid

Afbeelding 8

van de gemeente een Beeldkwaliteitskader Openbare Ruimte opgesteld. In dit beeldkwaliteitskader is vastgelegd aan welke kwaliteitskaders de openbare ruimte in de gemeente moet voldoen. De gewenste onderhoudsniveaus van de openbare ruimte zijn vastgelegd volgens de richtlijnen uit de Kwaliteitscatalogus Openbare Ruimte van het CROW. Het CROW gaat uit van vier kwaliteitsniveaus. Er zijn vijf verschillende gebieden gedefinieerd, en voor elk gebied is vastgelegd aan welke kwaliteitseis de verschillende beheeronderdelen dienen te voldoen. Zoals in afbeelding 8 is te zien is de eis voor de reiniging in het centrum gesteld op kwaliteitsniveau B. In de hiervoor genoemde Kwaliteitscatalogus staan voor allerlei specifieke situaties de eisen voor bepaalde kwaliteitsniveaus weergegeven. Specifiek voor drijfafval in het water betekent dit, dat er per honderd vierkante meter vier of minder stuks zichtbaar drijfafval aanwezig mogen zijn (CROW, 2013).

CONCLUSIES

De locatie is mede de oorzaak dat het lastig is om drijfafval te verwijderen. De kades zijn relatief hoog, wat maakt dat men relatief ver moet rijden en het afval ver omhoog moet tillen om het op de kant of in een afvalcontainer te kunnen doen. De bruggen en verbredingen zijn een belangrijk aspect om rekening mee te houden tijdens het ontwerptraject. Het aangetroffen zwerfafval bestaat voornamelijk uit (delen van) plastic verpakkingen. De aanwezigheid van waterplanten is ook een factor om rekening mee te houden in het ontwerp.

HOOFDSTUK 3 - PROBLEEMANALYSE

De aanleiding van de Bacheloropdracht is mede dat het verwijderen van het zwerfafval als fysiek zwaar wordt ervaren. In de probleemanalyse is in kaart gebracht welke factoren hierin een rol spelen. De probleemanalyse is een belangrijk hulpmiddel bij het opstellen van het Programma van Eisen.

De gemeente Houten heeft een eigen buitendienst die verantwoordelijk is voor de reiniging. De grachten in het centrum worden in principe wekelijks op woensdagochtend gereinigd. Gemiddeld is hier één persoon ongeveer twee uur mee bezig. De reiniging wordt handmatig uitgevoerd. Op dit moment worden er door de buitendienstmedewerkers verschillende hulpmiddelen gebruikt, voornamelijk een riek, een schepnet en een soort schuimspaan (zie hoofdstuk Hulpmiddelen).



Afbeelding 9

Er is geen richtlijn voor specifieke situaties en elke medewerker heeft zo zijn eigen voorkeur voor bepaalde hulpmiddelen. De hulpmiddelen kunnen op de gemeente-wagens worden meegenomen naar de locatie; soms liggen deze al in de wagen en soms moet de medewerker ze zelf pakken en in de wagen leggen. Deze wagens beschikken over een open laadbak waarin allerlei zaken kunnen worden vervoerd. Deze laadbakken zijn 2 meter lang en 1.5 meter breed. Het is mogelijk een van de zijkanten alsook de achterkant weg te klappen om makkelijker spullen uit de laadbak te kunnen verwijderen.



Afbeelding 10

De medewerkers worden geacht al het zichtbare (drijvende) zwerfafval te verwijderen; items die op de bodem liggen hoeven zij niet op te vissen. Het afval wordt door sommige medewerkers direct in een afvalcontainer verzameld, anderen leggen het eerst op de kade en halen het later op. Elke medewerker heeft ook zo zijn eigen techniek, de een trekt het afval eerst naar zich toe en schept het vervolgens op, de ander schept het direct vanuit het water. Dit hangt ook af van wat voor soort afval er in het water ligt; een

volgelopen plastic zak is lastiger in één beweging op te tillen dan een los stuk plastic.

Het verwijderen van het drijfafval wordt als fysiek zwaar ervaren door de medewerkers van de buitendienst. Hierbij spelen de volgende aspecten een rol:

- Het afval zit vast in de waterplanten waardoor het opscheppen ervan bemoeilijkt wordt; de waterplanten worden mee omhoog geschept
- Doordat de waterspiegel tot een meter lager ligt dan het niveau van de kade moet het afval ver omhoog getild worden
- Het afval ligt zowel aan de kanten als in het midden van de grachten. Als het in één beweging opgeschept wordt is de arm te groot waardoor het moment dat de medewerker moet leveren heel groot wordt.
- De bestaande hulpmiddelen hebben een lange steel, maar de medewerkers maken effectief maar gebruik van de helft van deze steel omdat het verwijderen anders te zwaar wordt.
- Hele kleine stukjes afval zijn met de bestaande hulpmiddelen lastig op te scheppen; de schuimspaan is te grofmazig en het schepnet blijft te veel in de waterplanten hangen.

HOOFDSTUK 4 - BESTAANDE METHODES

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke hulpmiddelen en methodes er op dit moment in Nederland bestaan om zwerfafval uit het water te vissen. Allereerst komen de hulpmiddelen die de gemeente Houten op dit moment gebruikt aan bod. Vervolgens worden hulpmiddelen in andere gemeentes beschreven. Daarna wordt ingegaan op andere mogelijke hulpmiddelen.

HULPMIDDELEN IN HOUTEN

Er zijn diverse hulpmiddelen in gebruik in de gemeente Houten. Als eerste wordt er een soort omgebogen mestvork gebruikt (afbeelding 11). De vork zelf is van metaal, de steel is van hout. Doordat de vork puntige tanden heeft is het gemakkelijk om plastic zakken en grotere stukken papier uit het water te halen. Het hulpmiddel weegt 3,8kg. De totale lengte is 4,60 meter.

Ook wordt er gebruik gemaakt van een schuimspaan met een lange steel (afbeelding 12). Hiermee kunnen kleinere stukken plastic en verpakkingen verwijderd worden. Ook kunnen dingen als flesjes en blikjes het makkelijkst met de schuimspaan verwijderd worden. Dit hulpmiddel weegt 3,9kg. De totale lengte is 4,90 meter.



Afbeelding 11



Afbeelding 12

Nadeel van de schuimspaan is dat hier ook de waterplanten in blijven hangen. Met de riek kunnen echter geen kleine stukken afval uit het water worden gehaald.



Afbeelding 13

Daarnaast wordt er soms gebruik gemaakt van een schemnet (afbeelding 13). Dit schemnet is het meest fijnmazig, maar hier blijven de waterplanten ook het meest in hangen. Om deze reden wordt het schemnet maar weinig gebruikt.

HULPMIDDELEN IN ANDERE GEMEENTES

Binnen het vooronderzoek is er ook gekeken naar bestaande bruikbare hulpmiddelen. Om te inventariseren welke hulpmiddelen er in andere gemeentes gebruikt worden, is er op het landelijk zwerfafvalcongres 'Het rendement van Schoon' een enquête uitgedeeld in de deelsessie die ging over afval in het water. Ondanks een zeer matige respons was het toch mogelijk een beeld te krijgen van de gebruikte hulpmiddel, mede door informele gesprekken met gemeentemedewerkers op het congres zelf.

Uit de gesprekken en de enquêtes is gebleken dat er in de meeste gemeenten gebruik wordt gemaakt van dezelfde hulpmiddelen als in Houten, te weten schemnetten, harken en rieken met een lange steel. Als de watergang breed genoeg is wordt er gebruik gemaakt van boten. Dit varieert van kleine bootjes tot echte schepen in de havens van Rotterdam en Amsterdam. In de grote

rivieren is het mogelijk met krooshekken en drijfbalken het vuil tegen te houden. Ook geeft vrijwel elke gemeente aan dat preventie het belangrijkste is.

Wat ook is gebleken is dat gemeenten zich soms niet echt realiseren dat hun buitendienstmedewerkers weleens moeite zouden kunnen hebben met het verwijderen van afval. Een medewerker van de gemeente Horst aan de Maas geeft aan geen idee te hebben welke hulpmiddelen hun buitendienst gebruikt, maar dit zeker te gaan bespreken.

Dat er geen speciaal hulpmiddel voor dit probleem bestaat heeft er ook mee te maken dat de specifieke situaties in gemeentes heel erg kunnen verschillen. Het verschil tussen de kade van een gracht en een oever met riet is groot, en de werkwijze van de buitendienstmedewerkers varieert per situatie.

In de Gemeente Huizen, een gemeente met een vergelijkbaar inwoneraantal en veel oppervlaktewater, wordt er gebruik gemaakt van harken, schepnetten en rieken. Ook gebruikt men een bootje om op het water te kunnen komen. Voordeel van de hulpmiddelen vindt de gemeente de lange steel, nadeel is dat de hulpmiddelen door deze lange steel lastig meegenomen kunnen worden op de wagen. De medewerker van de gemeente Huizen geeft de suggestie van een zuig-apparaat dat het afval opzuigt en het water weer terugsluist de gracht of sloot in. Ook geeft hij aan dat het belangrijk is meer voorlichting op scholen te geven; bijvoorbeeld met foto's van vervuiling voor én na de pauzes om het verschil te laten zien.

MARKTONDERZOEK



Afbeelding 14



Afbeelding 15

Er is gekeken naar andere hulpmiddelen die mogelijk (met aanpassingen) geschikt zouden kunnen zijn om te gebruiken als hulpmiddel. Er zijn veel verschillende gereedschappen op de markt die in de land- en tuinbouw of visserij worden gebruikt. Het hulpmiddel dat het meest specifiek ontworpen is om dingen uit het water te halen is een vijvernet (afbeelding 15). Deze vijvernetten zijn over het algemeen fijnmaziger dan het net wat in Houten gebruikt wordt.

Bij diverse bouwmarkten en landbouwwinkels zijn telescopische stelen te koop (afbeelding 14). Deze zijn gemaakt van fiberglas of aluminium en uitschuifbaar, variërend tussen twee en zes meter. Verkopers geven desgevraagd aan dat deze stelen over het algemeen bedoeld zijn voor particulier gebruik maar dat ze ook aan hoveniers en dergelijke verkocht worden.

Voordeel van deze telescopische stelen is dat er allerlei verschillende hulpmiddelen op geklikt kunnen worden, dus dat er zowel een hark als een schepnet gebruikt afgewisseld kunnen worden. Ook zijn ze lichter dan de huidige hulpmiddelen doordat de steel niet van hout maar van fiberglas is gemaakt. Als de steel volledig uitgeschoven is en er wordt lichte druk op het uiteinde uitgeoefend, buigt de steel door.

Sommige van de telescoopstelen zijn traploos verstelbaar, bij anderen moet er telkens een ring of schroef losgedraaid worden om



Afbeelding 16

deze te verstellen. De verwachting is dat de stelen met te veel (kleine) onderdelen niet bestand zullen zijn tegen dagelijks gebruik door de buitendienst.

Voor het verwijderen van zwerfafval op het land wordt veel gebruik gemaakt van afvalgrijpers. Binnen de gemeente Houten zijn drie verschillende in gebruik (afbeelding 16). Het voordeel van deze grijpers is dat het goed mogelijk is om kleine stukken vast te pakken. De steel van deze grijpers is echter niet lang genoeg om geschikt te zijn om drijfafval uit het water te halen.

CONCLUSIE

Er is op dit moment voor zover bekend geen hulpmiddel op de markt dat direct de problemen oplost die in de probleemanalyse naar voren zijn gekomen. Binnen de gemeente Houten is ook geen gereedschap aanwezig dat beter voldoet als hulpmiddel, dan de hulpmiddelen die op dit moment in gebruik zijn.

Wel kunnen de technieken van diverse hulpmiddelen gebruikt worden in de ideegeneratie van een nieuw hulpmiddel. De telescopische steel kan bijvoorbeeld goed inzetbaar zijn in een hulpmiddel met een verwisselbaar grijpstuk en/of schep.

HOOFDSTUK 5 - FYSIEKE BELASTING

De problemen die uit de probleemanalyse naar voren zijn gekomen hebben voornamelijk betrekking op fysieke belasting. In dit hoofdstuk wordt daarom ingegaan op de huidige fysieke belasting, die als uitgangspunt dient voor het Programma van Eisen. Ook wordt er ingegaan op de richtlijnen die er zijn vanuit de arbo-wetgeving en op de regelgeving met betrekking tot de belasting en veiligheid van buitendienstmedewerkers binnen de gemeente Houten. Uit deze informatie wordt tot slot een conclusie getrokken waarin staat beschreven welke aspecten relevant zijn voor het Programma van Eisen

ARBOWETGEVING & DE GEMEENTE HOUTEN

De Arbeidsomstandighedenwet (kortweg Arbowet) is een wet met als doel ongevallen en ziekten veroorzaakt door het werk te voorkomen. De Arbowet is een raamwet, wat betekent dat er weinig harde bepalingen in staan. Aan de hand van de Arbowet worden door het A+O fonds gemeenten catalogi opgesteld, die gemeenten kunnen gebruiken wanneer zij invulling geven aan de bepalingen uit de Arbowet.

In de Arbocatalogus Fysieke belasting is onder andere beschreven met welke fysieke belastingen medewerkers van gemeentes te maken hebben. Fysieke belasting leidt tot gezondheidsschade, verzuim en verminderde inzetbaarheid. De Arbocatalogus is opgesteld om gemeenten handvatten te geven de fysieke belasting te verminderen en risico's te beperken (A + O fonds gemeenten, 2009).

Voor bepaalde zaken zijn normen opgesteld; zoals de norm voor trillingen, de norm voor bestraten en de P90 norm afvalinzameling (gericht op

huisvuilbeladers). Geen van deze normen heeft specifiek betrekking op of is toepasbaar bij het verwijderen van zwerfafval uit het water.

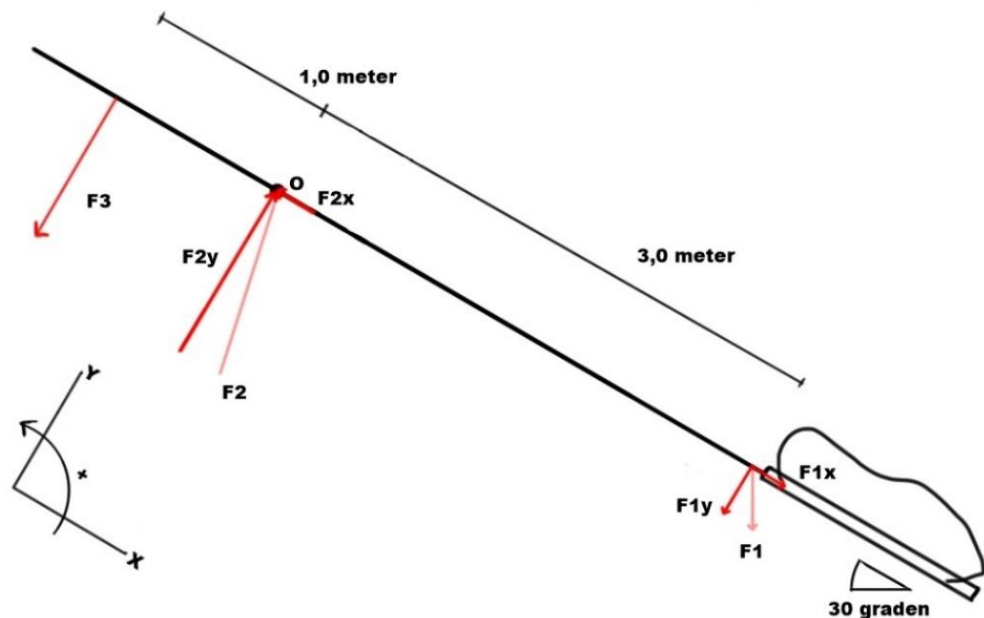
Binnen de gemeente Houten heeft men de arbo-richtlijnen geïmplementeerd. Er zijn geen specifieke richtlijnen voor buitendienstmedewerkers, maar wel is vastgelegd dat zowel werkgever als werknemer een aantal verplichtingen hebben. De gemeente Houten heeft door van Bijsterveldt & Daamen BV (een training- en adviesbureau) Veiligheid Informatiebladen op laten stellen, waarin een en ander is vastgelegd.

De belangrijkste thema's in deze informatiebladen zijn Veiligheid, Gezondheid en Welzijn. De belangrijkste verplichtingen van de werkgever ten aanzien van zijn werknemers zijn de volgende:

- De werkgever dient veilige en gezonde werkomstandigheden te waarborgen
- De werkgever dient veilige arbeidsmiddelen beschikbaar te stellen en deze te onderhouden
- Werknemers dienen geschoold en geïnstrueerd te worden.

Er zijn voor allerlei machines, apparaten en werkzaamheden veiligheidsbladen beschikbaar waarin is vastgelegd hoe men veilig kan werken en gevaarlijke situaties kan vermijden. Ook is voorgeschreven welke beschermende kleding (laarzen, veiligheidsschoenen, bril, helm etc.) men dient te dragen bij gebruik van bepaalde apparaten en tijdens verschillende werkzaamheden. De medewerkers krijgen ook trainingen; er is een arbomanagementsysteem waarin wordt bijgehouden welke scholing medewerkers gehad hebben en wanneer er herhaling dient plaats te vinden.

BELASTING BIJ HET VERWIJDEREN VAN ZWERFAFVAL UIT HET WATER



Afbeelding 17

Een van de nadelen van de bestaande hulpmiddelen is dat de fysieke belasting als zeer groot wordt ervaren. Als uitgangspunt voor het nieuwe ontwerp is de huidige belasting eerst berekend. In afbeelding 17 is een VLS getekend waarin is weergegeven welke krachten er op het hulpmiddel uitgeoefend worden. F_1 is de kracht die ontstaat door de zwaartekracht. Deze grijpt aan in het massamiddelpunt van het hulpmiddel beladen met zwerfafval. Aangenomen wordt dat het massamiddelpunt dicht bij het einde van de steel ligt, en dat het hulpmiddel plus het zwerfafval gezamenlijk een gewicht van 10kg hebben. F_2 is de kracht die uitgeoefend wordt door de voorste hand van de buitendienstmedewerker. Met deze hand ondersteunt de

medewerker de steel van het hulpmiddel, terwijl hij met zijn achterste hand de steel omlaag duwt om het afval uit het water te heffen. F_3 is de kracht die uitgeoefend wordt door deze achterste hand.

$$F_1 = mg = 98.1 \text{ N}$$

$$F_{1x} = \sin(30)(98.1) = 49.05 \text{ N}$$

$$F_{1y} = \cos(30)(98.1) = 84.96 \text{ N}$$

Uitgaande van een evenwicht geldt het volgende:

$$\sum M_o = 0 \rightarrow 3F_{1y} = F_3 \rightarrow \mathbf{F_3 = 254.87 \text{ N}}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow F_{2x} = F_{1x} = 49.05 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow F_{2y} = F_{1y} + F_3 = 339.83 \text{ N}$$

$$\rightarrow \mathbf{F_2 = 343.35 \text{ N}}$$

De berekening hierboven gaat uit van een evenwicht. Om het afval uit het water te kunnen tillen zal de medewerker dus met beide handen krachten moeten uitoefenen die groter zijn dan bovenstaande krachten. Het is niet verwonderlijk dat dit fysiek als zeer zwaar ervaren wordt.

CONCLUSIE

Het is belangrijk dat de buitendienstmedewerkers veilig en gezond kunnen werken. Het ontwerp van het hulpmiddel dient als uitgangspunt te hebben dat de fysieke belasting gereduceerd wordt. De medewerker dient veel kracht te gebruiken om het afval uit het water te heffen, dit komt met name door de lange arm. Met de huidige fysieke belasting als uitgangspunt kan binnen het ontwerptraject ingezet worden op een significant lagere belastingswaarde.

HOOFDSTUK 6 - OPLOSSINGSRICHTINGEN

Omdat van tevoren geen specifieke fysieke eisen aan de oplossing gesteld zijn en hierdoor de oplossing in verschillende richtingen gezocht kan worden, is ervoor gekozen eerst drie oplossingsrichtingen te definiëren. Deze zijn in een overleg gepresenteerd aan medewerkers van de gemeente Houten.

AUTOMATISERING

Allereerst is het mogelijk om een volledig geautomatiseerd systeem te ontwerpen. Hierbij functioneert de buitendienstmedewerker als bediener van het systeem en hoeft deze zelf geen fysieke taken meer uit te voeren. Er kan bijvoorbeeld gedacht worden aan een drone, of aan een systeem met een skimmer zoals deze ook wel in een vijver gebruikt worden.

Voordeel hiervan is dat de fysieke belasting voor de medewerker tot het minimum gereduceerd wordt. Nadeel is dat het ontwerp, de ontwikkeling en productie van zo'n systeem zeer prijzig zijn en dat het ontwerptraject lang kan duren. Dit is binnen de termijn van de Bacheloropdracht niet haalbaar en er zal bij keuze voor deze oplossingsrichting dan ook geen werkend prototype gerealiseerd kunnen worden. Ander nadeel is dat zo'n systeem waarschijnlijk onderhoudsgevoelig is.

MECHANISERING

Daarnaast is het mogelijk een hulpmiddel te ontwerpen waarbij het afval door een machine uit het water wordt gehaald of wordt verzameld, waarna de buitendienstmedewerker het zelf moet verwerken en afvoeren. Dit kan bijvoorbeeld een systeem zijn met een lier of schepnet wat vanaf de kant bediend wordt, maar ook een systeem wat in het water geplaatst wordt en het afval bijeen stuwt.

Ook binnen deze oplossingsrichting wordt de fysieke belasting van de buitendienstmedewerkers sterk gereduceerd. Daarnaast zal een dergelijk hulpmiddel, gemakkelijker dan een geautomatiseerd systeem, aangepast kunnen worden aan de locatie en te verplaatsen zijn.

Nadeel van deze oplossingsrichting is dat het hulpmiddel waarschijnlijk nog steeds uit relatief veel onderdelen bestaat en nog steeds regelmatig onderhoud nodig heeft. Ook kan een machine die vanaf de kant het afval verwijdert niet op alle plaatsen ingezet worden.

HANDMATIG

De derde mogelijkheid is om ervoor te kiezen het afval handmatig te blijven verwijderen, maar dit gemakkelijker te maken. Er kan bijvoorbeeld met behulp van een breed net al het zwerfafval naar één kant getrokken worden, waarna het met een (soort van) schepnet uit het water wordt gehaald. Hiermee deel je dus de beweging op in twee delen.

Voordeel hiervan is dat de ontwikkelings- en productiekosten relatief laag zijn waardoor het waarschijnlijk mogelijk is een werkend prototype te ontwikkelen. Nadeel hiervan is dat de fysieke belasting waarschijnlijk minder gereduceerd kan worden dan bij de andere oplossingsrichtingen.

CONCLUSIE

Het volledig automatiseren van het verwijderen van het zwerfafval is niet te realiseren. Bovendien zullen de kosten van het ontwerp, ontwikkeling en productie van een dergelijk systeem niet opwegen tegen de reductie van fysieke belasting die dit zou opleveren. Het mechaniseren van het verwijderen biedt meer perspectief, net als het handmatig verwijderen met een nieuw te ontwerpen hulpmiddel. In het gezamenlijk overleg is er dan ook voor gekozen om in deze twee richtingen verder te kijken naar de mogelijkheden.

HOOFDSTUK 7 - PROGRAMMA VAN EISEN

In de voorgaande hoofdstukken is beschreven welke informatie in het vooronderzoek is verzameld. Met behulp van deze informatie kan, met de probleemanalyse en de gekozen oplossingsrichting als uitgangspunt, een Programma van Eisen opgesteld worden. Dit Programma van Eisen dient tijdens het ontwerpproces als kader waarbinnen ontworpen wordt.

Het uitgangspunt is, dat het ontworpen hulpmiddel zorgt voor een substantieel lagere fysieke belasting. Omdat het lastig is dit te kwantificeren in het Programma van Eisen is het uiteindelijk aan betrokken medewerkers van de gemeente Houten om te bepalen of het hulpmiddel de fysieke belasting in voldoende mate reduceert. Hierbij speelt bijvoorbeeld de verhouding tussen de benodigde investeringen en de verwachte reductie van belasting een rol.

De eisen zijn onderverdeeld in twee categorieën; eisen vanuit de gebruiker en technische eisen. Met behulp van deze eisen kan later getoetst worden of het ontwerp voldoet aan de wensen van de Gemeente Houten.

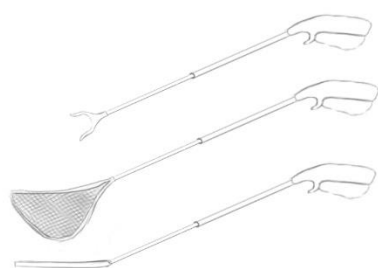
EISEN VANUIT DE GEBRUIKER

Eis	Kwantificatie
Met het hulpmiddel moet 90% van het drijvend zwerfafval uit het water verwijderd kunnen worden.	Al het zwerfafval groter dan 20mm moet verwijderd kunnen worden.
Het hulpmiddel dient voor 90% van de buitendienstmedewerkers geschikt te zijn.	Het hulpmiddel dient geschikt te zijn voor gebruik door mensen zonder handicap of beperking.
Het hulpmiddel dient de fysieke belasting van de buitendienstmedewerkers *aanzienlijk te reduceren.	De fysieke belasting die in hoofdstuk 5 is berekend dient hierbij als uitgangspunt. * aan de gemeente Houten ter beoordeling.
Het hulpmiddel dient in de bestaande wagen van de gemeente vervoerd te kunnen worden.	Het hulpmiddel mag in opgevouwen/ingeklapte toestand als het niet in gebruik is maximaal 2 meter lang en 1,8 meter breed zijn.
Het verwijderen van het zwerfafval mag niet méér tijd kosten dan het op dit moment kost. Reducering is een wens.	Het verwijderen van het afval op het Rond met het hulpmiddel mag gemiddeld niet meer dan 2 uur per week kosten.

TECHNISCHE EISEN

Eis	Kwantificatie
Het hulpmiddel kan over een breedte van 4,8 meter ingezet worden.	
Er zijn maximaal 2 personen nodig om het hulpmiddel te gebruiken.	
Het hulpmiddel is met maximaal 2 personen uit het water te tillen.	Het hulpmiddel mag niet zwaarder zijn dan 20kg.
Het hulpmiddel is geschikt om afval wat maximaal 20 centimeter onder de waterspiegel en/of 10 centimeter boven de waterspiegel uitsteekt op te vegen.	
Het hulpmiddel is fijnmazig genoeg om afval mee te nemen, grofmazig genoeg om het water door te laten.	
Het hulpmiddel dient onder alle weersomstandigheden te gebruiken te zijn.	Het hulpmiddel moet vorst- en waterbestendig zijn. Zonlicht en wind mogen geen invloed hebben op de bruikbaarheid.

HOOFDSTUK 8 - IDEEGENERATIE



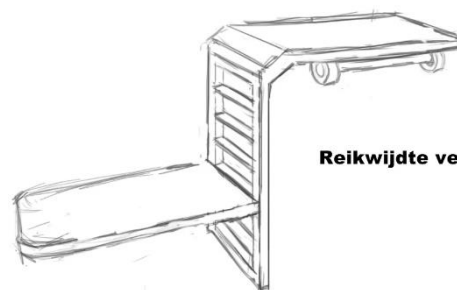
Verwisselbare onderdelen

Afbeelding 18

Er zijn verschillende oplossingen bedacht, binnen de kaders van het programma van eisen. Deze oplossingen zijn besproken met medewerkers van de gemeente Houten, waarbij er ook input vanuit de buitendienstmedewerkers is gegeven op de diverse ideeën. Hierbij was het gebruiksgemak en de te verwachten functionaliteit in de praktijk zeer belangrijk. In dit hoofdstuk zullen de verschillende ideeën kort besproken worden. Ook zal verteld worden wat het uitgangspunt voor de conceptontwikkeling is geweest.

Een van de ideeën was om een nieuw hulpmiddel te ontwikkelen met verwisselbare hulpstukken. De opzetstukken zouden dan kunnen bestaan uit een afvalknipper, een schepnet en een soort schuimspaan. Op die manier kan afhankelijk van het op te ruimen afval bepaald worden welk hulpstuk gebruikt wordt. Voordeel hiervan is dat het hulpmiddel zeer flexibel inzetbaar zal zijn; alle soorten afval kunnen ermee uit het water verwijderd worden. Nadeel is dat het verwisselen van de verschillende opzetstukken waarschijnlijk vrij tijdrovend zal zijn.

Om te reikwijdte te vergroten kan er ook gebruik gemaakt worden van een soort loopplank (afbeelding 19), waarmee de medewerker

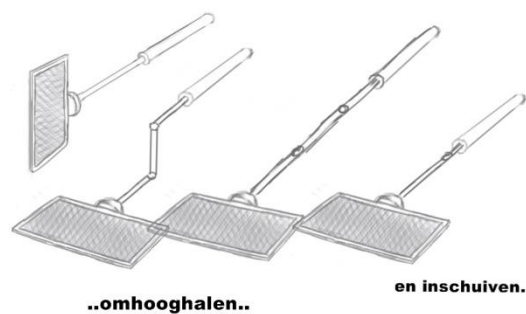


Reikwijdte vergroten

Afbeelding 19

naar het afval toe kan lopen. De plank is te verrijden over de kade zodat al het afval bereikbaar is. De treeplank is in hoogte verstelbaar; afhankelijk van het waterniveau kan deze omhoog- of omlaag bijgesteld worden. Voordeel hiervan is dat het hulpmiddel op meerdere plekken inzetbaar is. Nadeel is dat het waarschijnlijk veel tijd kost om steeds de hoogte van de treeplank aan te passen en het hulpmiddel te verrijden naar een volgende locatie.

Een derde idee (afbeelding 20) maakt gebruik van een opklapmechanisme in de steel. Eerst wordt het afval bijeengeveegd, vervolgens kan de steel opgeklapt worden, waarna deze ingeschoven wordt als een telescoopsteel.

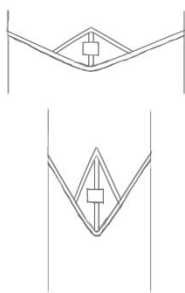


Afbeelding 20

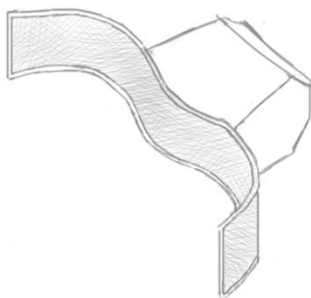
Het is ook mogelijk om als uitgangspunt te nemen dat het afval eerst naar de kant gehaald wordt en daarna pas omhooggetild (afbeelding 21). Hiermee wordt voorkomen dat er een grote fysieke kracht uitgeoefend dient te worden om het afval op te tillen.



Afbeelding 21



Afbeelding 22



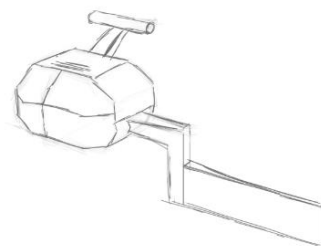
Afbeelding 23

Ook bij het mechaniseren van (een deel van) de beweging wordt de fysieke inspanning verkleind. Er zijn verschillende ideeën ontwikkeld waarbij het afval in het water bijeengebracht wordt; al dan niet met een gemotoriseerd systeem.

Bij het idee op afbeelding 22 wordt er een V-vormige constructie door het water voortbewogen. Dit kan zowel gemechaniseerd als handmatig gedaan worden. Door de V langzaam voorwaarts door het water te bewegen verplaatst het afval zich naar de zijkant, waardoor de buitendienstmedewerker het afval aan de kade uit het water kan halen in plaats van naar het midden van de gracht te hoeven reiken. De V-arm kan in breedte aangepast worden, zodat deze in wateren van verschillende breedtes gebruikt kan worden.

In afbeelding 24 is een karretje met daaraan een veegarm weergegeven. Het karretje beweegt voort over de kade (voortgeduwd door de medewerker of met een motor) waarbij de arm door het water gaat en het zwerfafval bij elkaar veegt.

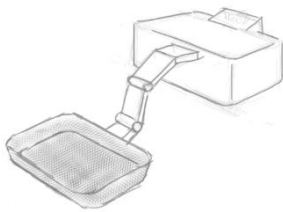
Ook is het mogelijk om met een soort van vangnet door het water te bewegen. Op afbeelding 23 is zo'n idee weergegeven. Hierbij wordt er een motor gebruikt en is het apparaat vanaf de kade draadloos te besturen door de buitendienstmedewerkers.



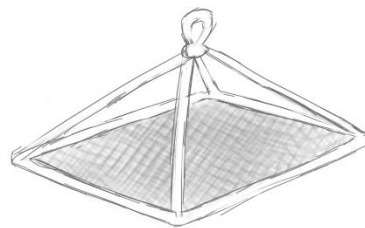
Afbeelding 24

Als het afval bij elkaar is geveegd dient het nog uit het water gehaald te kunnen worden. Ook hiervoor zijn diverse mogelijkheden. Dit kan bijvoorbeeld met een graafmachine (al dan niet over de kade te

verplaatsen), of met een groot rek wat in het water wordt geplaatst en waar het afval als het ware ‘op’ wordt geveegd’. Daarna kan het rek opgetakeld worden.



Afbeelding 26



Afbeelding 25

BESLUITVORMING

Alle voorgaande ideeën zijn in een overleg met medewerkers van de gemeente Houten besproken. Het principe van het eerst bijeenvegen en daarna opscheppen van het afval sprak direct iedereen aan. In feite moeten er om dit verder uit te werken twee verschillende ontwerpen gemaakt worden. Het ene ontwerp zorgt voor het verzamelen van het afval, het andere ontwerp zorgt voor het uit het water halen van het afval.

Om met een veegsysteem het afval bij elkaar te kunnen vegen is het wel van belang dat er zo min mogelijk waterplanten aan het wateroppervlak aanwezig zijn, zodat het hulpmiddel vrij door het water kan bewegen. De bestekken voor het verwijderen van de waterplanten worden op dit moment aanbesteed. In overleg is er besloten om in deze bestekken op te nemen dat de waterplanten vaker verwijderd zullen worden, zodat het in de toekomst mogelijk zal zijn om het zwerfafval met behulp van een dergelijk systeem bijeen te vegen zonder dat de waterplanten dit belemmeren. De verwachting

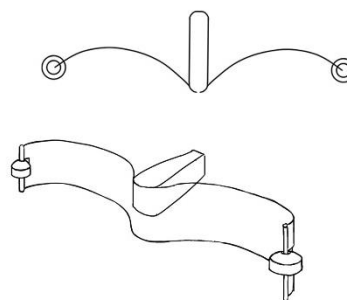
is ook dat de wind dan meer vrij spel heeft, waardoor het afval zich op natuurlijke wijze meer concentreert op bepaalde plekken.

Daarnaast is er gekeken naar de manier van voortbewegen van een dergelijk systeem. Het gebruik van een motor kent diverse nadelen. Belangrijk nadeel is dat zo'n systeem naar verwachting relatief veel onderhoud nodig heeft. Het is goed mogelijk dat de expertise om zo'n systeem te onderhouden niet aanwezig is binnen de buitendienst van de gemeente Houten. Als het mogelijk is om zo'n systeem handmatig voort te bewegen geniet dat de voorkeur. Hierbij kunnen de medewerkers van de buitendienst op de kade blijven staan en met behulp van een touw het systeem door het water voorttrekken.

Het is mogelijk om op bepaalde plaatsen rekken in het water te leggen. Het afval kan dan naar deze specifieke plaatsen geveegd worden, waarna de rekken opgetakeld kunnen worden. Dit zou bijvoorbeeld wekelijks door de buitendienst gedaan kunnen worden. Binnen het tijdsbestek van de Bacheloropdracht is het niet mogelijk om beide ideeën verder uit te werken. Daarom is ervoor gekozen om diverse concepten te bedenken voor het veegsysteem. Het rek om in het water te plaatsen kan in een later stadium uitgedacht worden.

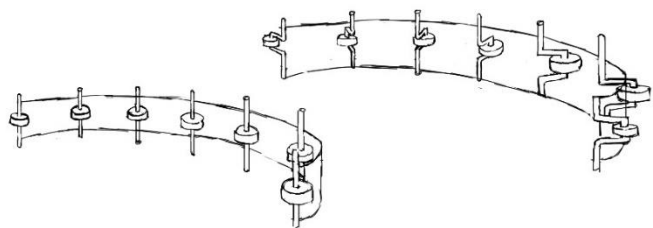
HOOFDSTUK 9 - CONCEPTONTWIKKELING

Binnen het hiervoor opgestelde kader is verdergegaan met het ontwikkelen van diverse concepten. Uitgangspunt hierbij was, dat er een werkend prototype gerealiseerd moet kunnen worden zodat de gemeente Houten kan uittesten of het concept in de praktijk werkt. Alle concepten kunnen vanaf de kant door de medewerkers van de buitendienst voortgetrokken worden door het water.



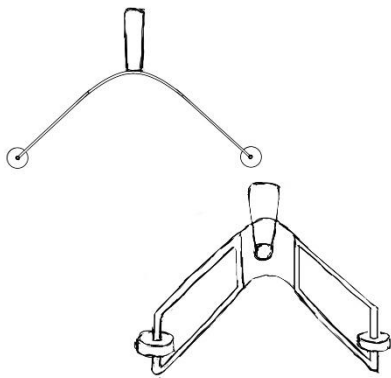
Afbeelding 27

Het eerste concept maakt gebruik van twee drijvers aan de uiteinden en een drijver in het midden. Tussen de drijvers is een net gespannen. De middelste drijver zorgt ervoor dat het net verticaal blijft. De buitenste drijvers zijn rond en worden op een ronde as bevestigd, zodat deze langs de kade kunnen rollen zonder te blijven haken.

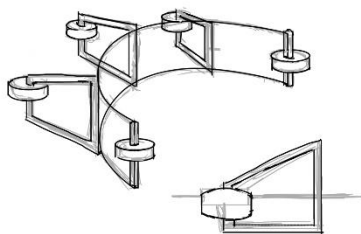


Afbeelding 28

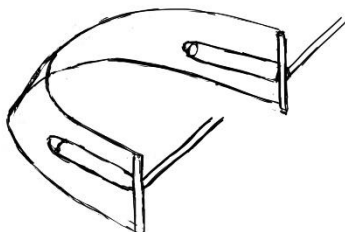
Van het tweede concept zijn twee varianten weergegeven. Bij de eerste variant zijn er diverse verticale staanders aangebracht, waarmee het net verticaal opgespannen wordt. Nadeel hiervan is dat de drijvers tegen het net aan zitten en dat het net hierdoor niet strak gespannen kan worden. Bij de tweede variant zijn de drijvers naar achteren verplaatst zodat dit probleem verholpen wordt. Deze tweede variant zorgt ook voor meer stabiliteit, omdat het net zo minder snel zal kantelen.



Afbeelding 29



Afbeelding 30



Afbeelding 31

Het derde concept maakt gebruik van stalen frames. Deze zorgen voor een grote verticale stabiliteit. In het midden, waar de drijver bevestigd zit, zit geen frame. Hierdoor kan de totale breedte van het concept wel variëren al naar gelang de breedte van de gracht waar het concept gebruikt wordt. Nadeel hiervan is dat het concept als het niet in gebruik is relatief veel plek inneemt; de frames zijn star.

In het vierde concept is er meer stabiliteit achterwaarts doordat de drijvers op een frame naar achteren zijn geplaatst. Naar verwachting zal het net zo minder snel kantelen. Het net kan op de voorzijde van deze frames opgespannen worden en zal naar verwachting verticaal ook strak blijven staan. Omdat het frame aan de achterzijde lager is kunnen de drijvers niet door het water omhoog gestuwd worden. Hierdoor wordt voorkomen dat het net voorwaarts kantelt.

Het vijfde concept gaat uit van een schuinstaand net. Door het net zelf al schuin te plaatsen zal er naar verwachting minder kracht op het net ontstaan dan wanneer het net verticaal geplaatst wordt. Wanneer het geheel wordt voortgetrokken zal het net door de stuwing van het water in de juiste positie komen.

CONCEPTKEUZE

Met behulp van het Programma van Eisen is een afweging gemaakt welk concept naar verwachting het beste zal voldoen aan de eisen en wensen van de gemeente Houten.

Allereerst is het belangrijk ervoor te zorgen dat het gebruikte hulpmiddel het afval zowel onder- als boven de waterspiegel meeneemt. Hiervoor dient het net verticaal gespannen te zijn. Concept 1 zorgt naar verwachting voor onvoldoende verticale spanning van het net, omdat het net slechts op drie punten verticaal wordt gespannen.

Concept 2 kent twee verschillende varianten. In de eerste variant zijn de drijvers op verticale stangen gemonteerd. Aan deze stangen is het net bevestigd. Bij montage op deze manier is er geen enkele stabilisatie naar achteren, waardoor het net gemakkelijk kan kantelen als het door het water wordt voortgetrokken. Bij de tweede variant is dit probleem verholpen door de drijvers naar achteren te plaatsen. De vorm van de buizen is echter lastig te realiseren op deze manier.

In het derde concept het net geheel opgespannen in de frames, met uitzondering van het middelste stuk. De verwachting is dan ook dat het afval bij dit concept goed meegenomen zal kunnen worden. De frames zelf zullen echter vrij groot zijn, om een breedte van 4,8 meter te kunnen overbruggen zullen de frames zeker 2 meter lang zijn. Dit zorgt voor een erg groot hulpmiddel wat lastig te vervoeren zal zijn.

Het vierde concept maakt gebruik van frames waarbij er aan de achterzijde drijvers zijn geplaatst. Deze drijvers zorgen voor stabiliteit waardoor het net naar verwachting niet kantelt. Aan de voorzijde wordt het net op het frame gespannen. De frames worden relatief dicht bij elkaar geplaatst, waardoor het

net naar verwachting gespannen zal blijven en niet in zal zakken. Nadeel van concept 4 is dat er aan de voorzijde geen drijfvermogen is.

Door de schuine plaatsing van het net in concept 5 zorgt het water voor de spanning in het net. De drijvers aan de voorzijde zorgen voor drijfvermogen. De verwachting is echter dat het net te ver naar voren zal kantelen omdat het verticaal niet opgespannen is aan de achterkant.

Uiteindelijk is ervoor gekozen om concept 4 verder uit te werken. Dit concept voldoet naar verwachting het beste aan de eisen. De onderdelen voor dit concept zijn grotendeels verkrijgbaar waardoor een prototype op korte termijn te realiseren is.

HOOFDSTUK 10 – HET PROTOTYPE

Het gekozen concept is verder uitgewerkt, met als doel een werkend prototype te realiseren. Met dit prototype kan door de gemeente Houten getest worden of het ontwerp voldoet aan de gestelde eisen.

Uitgangspunt bij het ontwikkelen van het prototype is dat het zoveel mogelijk zal bestaan uit bestaande producten die besteld kunnen worden. Op die manier kan er binnen korte tijd een werkend prototype gerealiseerd worden. Ook is het belangrijk ervoor te zorgen dat eventuele aanpassingen gemakkelijk te realiseren zijn.

HET NET

Er zal gebruik gemaakt worden van een net of gaaswerk om het afval te kunnen verzamelen. Uitgangspunt is dat dit net op frames bevestigd wordt, en dat het geheel vanaf de kade door het water voortgetrokken kan worden. De afmetingen van het net kunnen bepaald worden aan de hand van de eisen. Om een afstand van 4,8 meter gemakkelijk te kunnen overbruggen zonder dat de buitendienstmedewerkers het net tussen de twee kades moeten spannen is er gekozen voor een net van 7 meter lang. Met deze lengte kan het net bol komen te staan in het water. In het Programma van Eisen is gedefinieerd dat het afval minimaal 10 centimeter boven de waterspiegel en 20 centimeter onder de waterspiegel opgeveegd dient te worden. Het net dient dus minimaal 30 centimeter hoog te zijn in opgespannen toestand. Er zijn verschillende fabrikanten van netten. Er is uiteindelijk gekozen voor een vijvernet met een maaswijdte van 19mm. Er zijn twee verschillende nethoogtes besteld (30cm en 40cm) omdat van tevoren niet te bepalen is in hoeverre het net goed op te spannen is. In bijlage B zijn de specificaties van het bestelde net weergegeven.

DRIJVERS ACHTERZIJDE

Om het geheel drijvende te houden wordt er gebruik gemaakt van drijvers. Er zullen zowel aan de voor- als achterzijde van het frame drijvers bevestigd moeten worden.



Afbeelding 32

Drijvers zijn in verschillende vormen en maten verkrijgbaar. Deze vormen en maten beïnvloeden het drijfvermogen. Om de achterzijde stabiel te houden is een drijver nodig waar verticaal een buis of stang doorheen kan. Op afbeelding 33 zijn de bestelde drijvers weergegeven. De exacte specificaties zijn in Bijlage C bijgevoegd. Het gat in de drijver heeft een diameter van 18mm; hier dient bij de constructie van het frame rekening mee gehouden te worden.

VOORTTREKKEN

Het net verbindt de verschillende frames aan elkaar. Het geheel dient echter ook voortgetrokken te worden door het water. Het net is naar verwachting niet sterk genoeg om deze trekkrachten te kunnen dragen. Daarom worden de trekkrachten met behulp van een touw over de frames verdeeld; op die manier trekt men de frames door het water en niet het net. In het ontwerp van de frames dient er dus rekening gehouden te worden met de bevestiging van een dergelijk touw.

Er zijn touwen ('lijnen') van verschillende lengtes besteld; een van 12 meter lang en een van 14 meter lang. Bij een touwlengte van 12 meter is er aan elke zijde 2.5 meter over om het geheel te trekken. Bij een lengte van 14 meter is dit 3.5 meter. Het langere touw zorgt ervoor dat het geheel gemakkelijker uit het water te halen is. Daar staat tegenover dat een langer touw gemakkelijker verward kan raken. Door het prototype te testen kan bepaald worden welke

touw lengte te voorkeur heeft. De specificaties van de bestelde lijnen zijn terug te vinden in bijlage D.

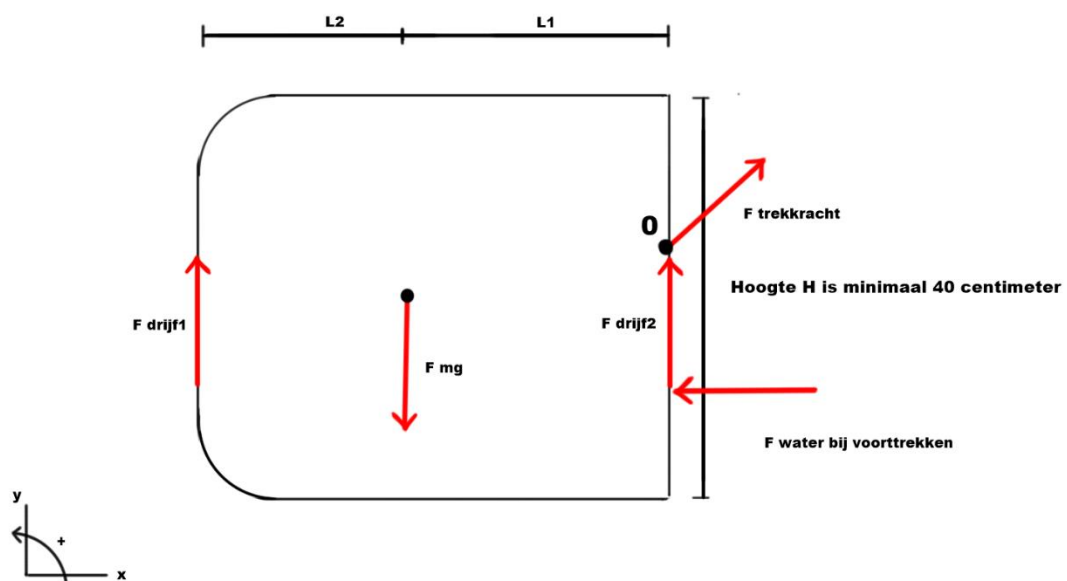
DRIJVERS VOORZIJDE

Ook aan de voorzijde van het frame, in de buurt van het net dienen drijvers bevestigd te worden. Deze drijvers zorgen, samen met de achterste drijvers, voor stabiliteit van de frames zodat deze niet naar links of rechts kunnen omvallen. Ook zorgen ze voor drijfvermogen. De bestelde drijvers kunnen op de lijn bevestigd worden. Om te zorgen dat het massazwaartepunt van het geheel niet te ver aan de voorzijde komt te liggen (zie afbeelding 34) is voor kleinere drijvers gekozen dan degenen die aan de achterzijde zijn gebruikt. Hiervan zijn er 40 in het prototype verwerkt. De diameter is 7cm. In bijlage E zijn de specificaties van de drijvers weergegeven.



Afbeelding 33

AFMETINGEN FRAMES EN DRIJVERS



Afbeelding 34

In afbeelding 34 is weergegeven welke krachten er een rol spelen. F_{drijf1} is het drijfvermogen wat door de achterste drijvers gegenereerd wordt. F_{drijf2} is het drijfvermogen van de voorste drijvers. Het drijfvermogen kan berekend worden met behulp van de wet van Archimedes; $F = \rho * g * V$. Hierbij is ρ de dichtheid (van het water) en V het verplaatste volume (van het water). Dit volume V is afhankelijk van de grootte van de drijvers. Hoe groter de drijver, hoe groter V en dus hoe groter het drijfvermogen.

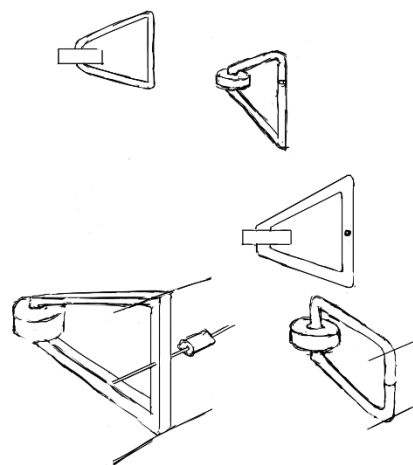
De grootte van de frames bepaalt de positie van het massazwaartepunt van het geheel. F_{drijf1} en F_{water} zorgen voor twee negatieve momenten om O . F_{mg} zorgt voor een positief moment om O . Hoe groter L_1 ten opzichte van H en L_2 , hoe groter het moment veroorzaakt door de zwaartekracht. Door aan

de achterzijde voor grotere drijvers te kiezen dan aan de voorzijde is ervoor gezorgd dat L_1 groter is dan L_2 . Daarnaast dient de totale lengte L_1 plus L_2 groter te zijn dan H , om te zorgen voor optimale stabiliteit.

Bovenstaande is het uitgangspunt bij het ontwikkelen van het frame. Hiervoor zijn diverse mogelijkheden uitgedacht. Het frame heeft als functie de drijvers te fixeren en te zorgen voor stabiliteit. Ook dient het net op het frame gespannen te kunnen worden. Door de drijver aan de achterzijde in hoogte te fixeren wordt ervoor gezorgd dat het frame niet kan kantelen.

Het frame kan van diverse materialen gemaakt worden. Voor het prototype is er gekozen voor aluminium, omdat dit lichtgewicht is en niet gaat roesten in het water. Aluminium buisprofielen zijn in diverse vormen en afmetingen verkrijgbaar. Uiteindelijk is ervoor gekozen om vierkante buisprofielen van 20mm doorsnede te gebruiken, en daarnaast ronde buisprofielen van 15mm zodat deze door het gat in de drijver geplaatst konden worden.

De hoogte H is op 42cm gesteld, zodat het net van 40cm hier goed op bevestigd kan worden. Voor de totale lengte van de frames is gekozen voor 45cm zodat $L_1 + L_2 > H$. Hierbij is de afweging tussen stabiliteit en totaal gewicht van de frames een belangrijk uitgangspunt.



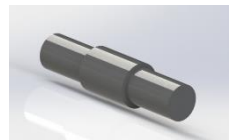
Afbeelding 35



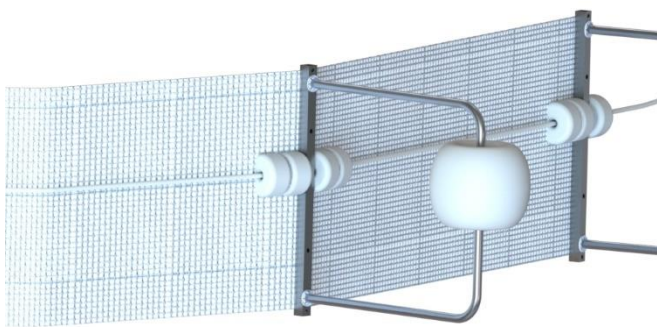
Afbeelding 36

ASSEMBLAGE

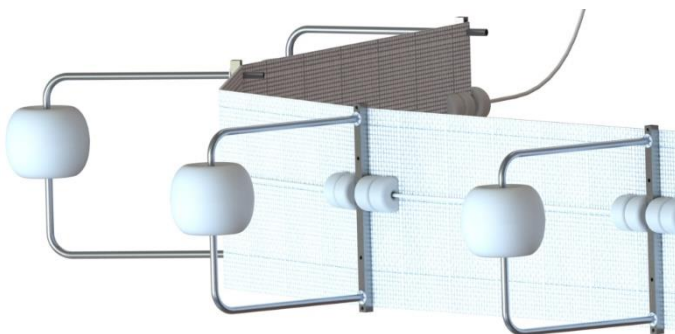
Op de ronde buizen dienden de bestelde drijvers bevestigd te worden. Deze drijvers konden niet om de al gebogen buizen heengeschoven worden. Een optie was om de buizen te buigen met de drijvers er al aan vast, maar dit was lastig te realiseren met het beschikbare gereedschap. Daarom is ervoor gekozen twee verschillende buizen te buigen, en deze te verbinden met een busje van PVC.



Afbeelding 37



Afbeelding 38



Afbeelding 39

Aan de voorzijde is gekozen voor een vierkant profiel. Hier zijn gaten in gemaakt om het net te kunnen bevestigen. Ook zijn er gaten in gemaakt waar de ronde buizen doorheen geschoven kunnen worden. De ronde buizen zijn gefixeerd met starlock-borgringen van RVS. In bijlage F zijn de specificaties van deze borgringen weergegeven.

Door de frames loopt een lijn, aan welke het geheel door het water voortgetrokken zal worden. Op deze lijn zitten de kleine drijvers die zorgen voor drijfvermogen aan de voorzijde van de frames. De kleine drijvers zitten tegen de frames aangeklemd met tieraps, zodat de frames niet naar links of rechts omvallen. De buisprofielen zijn in de werkplaats van de Universiteit Twente bewerkt. Daarna is op de gemeentewerf in Houten het prototype in elkaar gezet.

HOOFDSTUK 11 - TEST VAN HET PROTOTYPE

Het prototype is getest in het water in Houten. Er is een demonstratie gegeven aan de medewerkers van de gemeente Houten, waarbij getoond is hoe het prototype gebruikt kan worden. Op de volgende pagina zijn een aantal foto's weergegeven om een beeld te geven van hoe het prototype eruit ziet en hoe het in het water gebruikt wordt.

Het prototype is met 2 personen in het water gelaten, waarna het zo'n 50 meter is voortgetrokken. Daarna is het afval verzameld door de lijnen naar elkaar toe te bewegen. Vervolgens is het prototype uit het water getild. Het afval kon zo dicht bij de kade opgescheept worden.



Afbeelding 42



Afbeelding 40

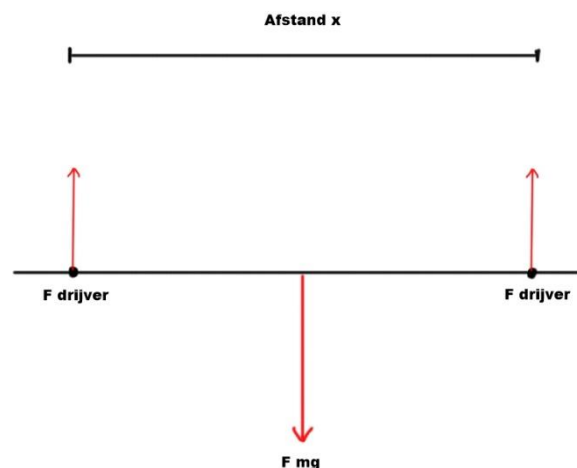


Afbeelding 41

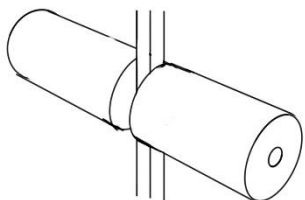
HOOFDSTUK 13 - TESTEVALUATIE EN VERBETERINGEN PROTOTYPE

Na de test is er geëvalueerd welke onderdelen van het ontwerp juist zijn, en welke mogelijkheden er zijn om het prototype te verbeteren. Voor elk verbeterpunt is weergegeven hoe dit aangepast kan worden.

- Het gewicht van de drijvers aan de achterzijde zorgt ervoor dat het massazwaartepunt redelijk ver naar achter ligt. Hierdoor blijft het ontwerp mooi stabiel. De verhouding L_1/L_2 is dus in orde.
- Het bestelde net voldoet niet aan de eisen. Het net is geen rechthoek maar meer een parallellogram, waardoor het de neiging heeft de frames een bepaalde richting op te trekken. Ook zakt het net hierdoor naar beneden. Dit kan opgelost worden door het net anders aan de frames te verbinden of door een nieuw net te bestellen. Van tevoren is echter niet in te schatten of dit nieuwe net wel voldoet aan de eisen.
- De lijn waaraan getrokken moet worden is niet lang genoeg. Met name bij de bruggetjes is het hierdoor lastig om het prototype te gebruiken. Er dient dus een langere lijn besteld te worden.
- De kleine drijvers zitten tegen het frame aan geklemd. Deze zorgen voor te weinig stabiliteit, waardoor de frames omvallen. Als de

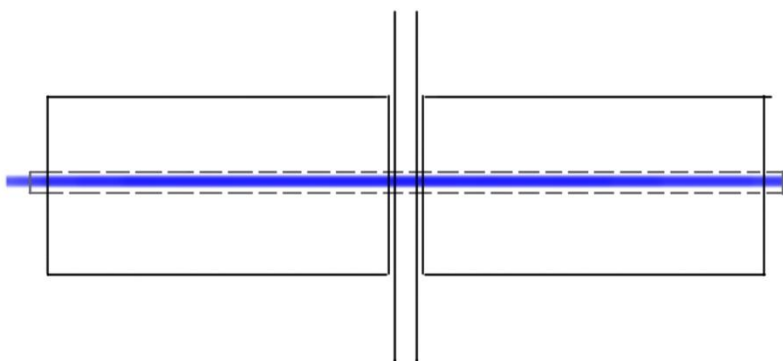


Afbeelding 43



Afbeelding 44

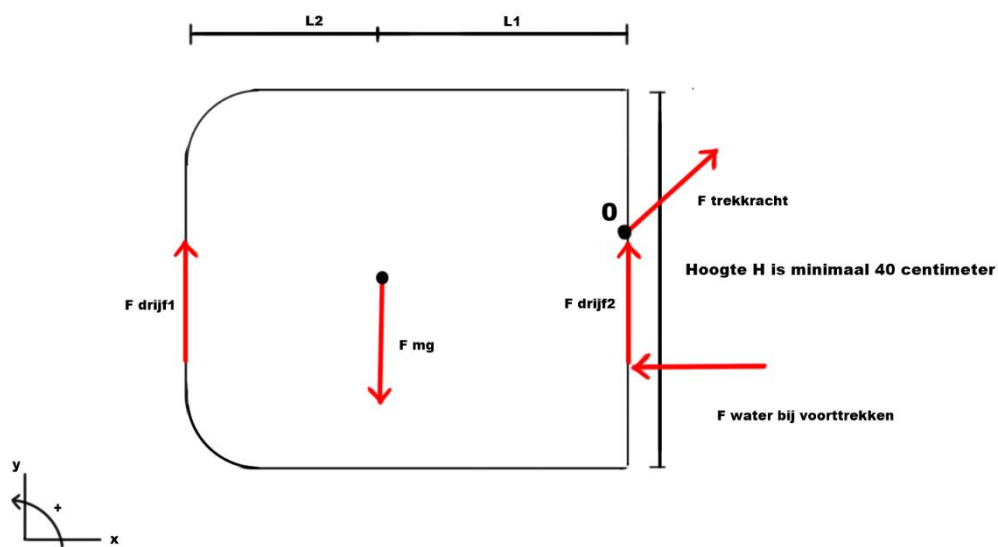
afstand x vergroot wordt (zie afbeelding 44) dan zullen de frames stabiel blijven. Er dient dus gezocht te worden naar langwerpige drijvers (afbeelding 45). Deze drijvers dienen gefixeerd te worden ten opzichte van de vierkante buizen voor optimale stabilisatie. Dit kan bijvoorbeeld door de drijvers op een holle aluminium buis te plaatsen, waar de lijn doorheen loopt (afbeelding 46).



Afbeelding 45

- Hetrijfvermogen van de voorste drijvers is te klein. De verhouding tussen hetrijfvermogen van de drijvers aan de achterzijde (1,7kg) en aan de voorzijde ($4 \cdot 0,067\text{kg}$) is onjuist gekozen. Het prototype zakt hierdoor gemakkelijk naar voren. Er dienen dus grotere drijvers aan de voorzijde geplaatst te worden. Om te zorgen dat de verhouding L_1/L_2 in orde blijft dienen de drijvers aan de voorzijde wel nog steeds lichter te zijn dan die aan de achterzijde. Bij eenzelfde materiaal van beide drijvers betekent een lichtere drijver dat hetrijfvermogen aan de voorzijde ook kleiner dient te zijn. Drijvers worden doorgaans gespecificeerd oprijfvermogen en niet op gewicht. Door hetrijfvermogen van de voorste drijvers significant kleiner te kiezen dan die van de achterste blijft de verhouding tussen L_2 en L_1 naar

verwachting groot genoeg. Voorstel is om aan de voorzijde drijvers te plaatsen met een totaal drijfvermogen van 1kg, dit betekent dat het drijfvermogen van de voorste drijvers ongeveer verviervoudigd wordt ten opzichte van het huidige prototype. Naar verwachting zorgt dit voor voldoende stabilisatie van het frame aan de voorzijde.



Afbeelding 46

TERUGKOPPELING PROGRAMMA VAN EISEN

EISEN VANUIT DE GEBRUIKER

- ***Met het hulpmiddel moet 90% van het drijvend zwerfafval uit het water verwijderd kunnen worden.***
 - *Al het zwerfafval groter dan 20mm moet verwijderd kunnen worden.*

Aan deze eis is voldaan door de maaswijdte van 19mm.

- ***Het hulpmiddel dient voor 90% van de buitendienstmedewerkers geschikt te zijn.***

Aan deze eis is voldaan, het hulpmiddel is door iedereen te gebruiken.

- ***Het hulpmiddel dient de fysieke belasting van de buitendienstmedewerkers aanzienlijk* te reduceren.***
 - *De fysieke belasting die in hoofdstuk 5 is berekend dient hierbij als uitgangspunt.*

Deze eis was ter beoordeling aan de betrokken partijen. Uit de test met het prototype is gebleken dat aan deze eis voldaan is; de fysieke belasting wordt voldoende gereduceerd.

- ***Het hulpmiddel dient in de bestaande wagen van de gemeente vervoerd te kunnen worden.***
 - *Het hulpmiddel mag in opgevouwen/ingeklapte toestand als het niet in gebruik is maximaal 2 meter lang en 1,8 meter breed zijn.*

Aan deze eis is voldaan, het hulpmiddel past gemakkelijk in de wagen.

- *Het verwijderen van het zwerfafval mag niet méér tijd kosten dan het op dit moment kost. Reducering is een wens*
 - *Het verwijderen van het afval op het Rond met het hulpmiddel mag gemiddeld niet meer dan 2 uur per week kosten.*

Deze eis kan niet getoetst worden, hiervoor is het nodig het hulpmiddel gedurende langere tijd te gebruiken.

TECHNISCHE EISEN

- ***Het hulpmiddel kan over een breedte van 4,8 meter ingezet worden.***

Aan deze eis is voldaan.

- ***Er zijn maximaal 2 personen nodig om het hulpmiddel te gebruiken.***

Aan deze eis is voldaan.

- ***Het hulpmiddel is met maximaal 2 personen uit het water te tillen.***
 - *Het hulpmiddel mag niet zwaarder zijn dan 20kg.*

Aan deze eis is voldaan, het hulpmiddel kan door 2 personen uit het water getild worden en weegt ongeveer 12kg.

- ***Het hulpmiddel is geschikt om afval wat maximaal 20 centimeter onder de waterspiegel en/of 10 centimeter boven de waterspiegel uitsteekt op te vegen.***

Aan deze eis is niet voldaan, het net zakt tot op de waterspiegel.

- ***Het hulpmiddel is fijnmazig genoeg om het afval mee te nemen en grofmazig genoeg om het water door te laten.***

Aan deze eis is voldaan, de gekozen maaswijdte zorgt ervoor dat het afval goed wordt meegenomen terwijl het water er gemakkelijk doorheen gaat.

- ***Het hulpmiddel dient onder alle weersomstandigheden te gebruiken te zijn.***
 - *Het hulpmiddel moet vorst- en waterbestendig zijn. Zonlicht en wind mogen geen invloed hebben op de bruikbaarheid.*

Aan deze eis is voldaan.

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

CONCLUSIES

De gemeente Houten was op zoek naar een hulpmiddel om het zwerfafval gemakkelijker uit het water te kunnen verwijderen. Met het ontwerp kan het zwerfafval verzameld worden en naar de kant getrokken, waardoor men minder ver hoeft te reiken. Met het prototype is het ontwerp getest en er zijn aanbevelingen gedaan om het prototype te verbeteren. Deze aanbevelingen zullen door de gemeente Houten worden doorgevoerd, waarmee er een bruikbaar prototype ontstaat. Met het ontwerp kan het afval niet uit het water worden verwijderd. Hiertoe dient een apart ontwerp ontwikkeld te worden; een net wat uit het water getakeld kan worden. De verwachting is dat als de verbeteringen aan het prototype zijn doorgevoerd, dat het ontwerp zorgt voor een reducering van de fysieke belasting.

AANBEVELINGEN

Aan het eind van de Bacheloropdracht is een ontwerp gerealiseerd waarmee zwerfafval gemakkelijker verzameld kan worden. Het ontwerp is nog niet af en er zijn nog diverse verbeteringen mogelijk. Er zijn een aantal aanbevelingen aan de gemeente Houten gedaan:

- Het verdient aanbeveling om een net te laten ontwikkelen wat in het water geplaatst kan worden op 'hotspots' waar veel afval ligt, wat opgetakeld kan worden uit het water.
- Er kan gekeken worden naar de herinrichting van de locatie; hoe voorkom je dat er afval in het water belandt?
- Het prototype kan de komende maanden uitgetest worden waarna er vastgesteld kan worden welke verbeteringen er nog meer gedaan kunnen worden aan het ontwerp.

REFERENTIES

- A + O fonds gemeenten. (2009). *Arbocatalogus Fysieke Belastingen*.
- Arbobeleidsplan gemeente Waalwijk 2013-2017*. (2013, Maart 26). Retrieved December 2, 2015, from VNG:
<https://praktijkvoorbeelden.vng.nl/userpages/Unthemed/DownloadDocument.aspx?id=5400>
- Beeldkwaliteitskader Openbare Ruimte gemeente Houten*. (2012). Retrieved November 10, 2015, from Gemeente Houten:
<https://bis.houten.nl/bis/pdf/document/downloadPdf/intern-stuk-beeldkwaliteitskader-openbare-ruimte/>
- CBS Statline. (2015a, Juni 26). *Gemeentelijke afvalstoffen, hoeveelheden*. Retrieved December 01, 2015, from CBS:
<http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=7467&D1=80,118&D2=0&D3=a&VW=T>
- CBS Statline. (2015b, September). *CBS Statline, aantal inwoners Houten*. Retrieved December 1, 2015, from CBS Statline:
<http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=3723on&D1=0-2,4-5,7-8,13-15,17&D2=315&D3=163-167,169-177&VW=T>
- CROW. (2013). *Kwaliteitscatalogus Openbare Ruimte*.
- Dagevos, J., Hougee, van Franeker, J., Wenneker, B., van Loon, W., & Oosterbaan, A. (2013). *Beach Litter Statistical Analysis*. Retrieved November 27, 2015, from Kenniswijzer Zwerfafval:
www.kenniswijzerzwerfafval.nl/download_document/346
- De kromme Rijnstreek. (2013). *De kromme rijnstreek*. Retrieved November 27, 2015, from <http://www.dekrommerijnstreek.nl/wp-content/uploads/2012/03/centrum-houten-het-rond.jpg>

- Deloitte. (2010). *Rapport kostenonderzoek zwerfafval*. Retrieved November 27, 2015, from SVZO: <http://www.svzo.nl/kostenzwerfafval.pdf>
- den Oudenhammer, T., & van Balen - Peeters, C. (2014, November). *Rapport Aanpak zwerfafval in water*. Retrieved November 11, 2015, from Kenniswijzer Zwerfafval: http://www.kenniswijzerzwerfafval.nl/download_document/666
- Dur, R., & Vollaard, B. (2012, Juli). *The power of a bad example*. Retrieved November 27, 2015, from http://www.kenniswijzerzwerfafval.nl/download_document/173
- Expositierent.nl. (n.d.). Retrieved from [http://www.expositierent.nl/images/tentoonstelling%20zwerfafval%20\(1\).jpg](http://www.expositierent.nl/images/tentoonstelling%20zwerfafval%20(1).jpg)
- Gemeente Houten. (n.d.). *Milieubeleidsplan 2010-2015*. Retrieved December 2, 2015, from Gemeente Houten: https://www.houten.nl/uploads/tx_pagefiles/milieubeleidsplan_2010-2015.pdf
- Gemeente Schoon. (n.d.). *Praktijkvoorbeeld Houten Schoon*. Retrieved November 20, 2015, from Gemeente Schoon: <http://www.gemeenteschoon.nl/praktijkvoorbeelden/participatie/praktijkvoorbeelden-o/houten-schoon/>
- Go Dive Houten. (2014, September). *Schoonmaakactie Rietplas en het Rond*. Houten, Utrecht.
- Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. (2013, 07 02). *HDSR.nl*. Retrieved from <http://www.hdsr.nl/vast/zoeken/@3725/bestrijding/>
- Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden. (n.d.). *Folder 'Droge Voeten'*. Retrieved November 11, 2015, from Hoogheemraadschap de Stichtse

Rijnlanden:

http://www.hdsr.nl/publish/pages/277/folder_drogevoeten.pdf

Houten Actueel. (2012, Maart 07). *Houten Actueel nr 10 2012*. Retrieved December 02, 2015, from Houten:

<https://bis.houten.nl/bis/pdf/document/downloadPdf/houten-actueel-nr-2012-10-van-07-03-2012/>

Kesteren, D. v. (2015, Januari). *Deltares - Plastic soep, linke soep!* Retrieved November 17, 2015, from Kenniswijzer Zwerfafval:

http://www.kenniswijzerzwerfafval.nl/download_document/663

Meldpunt Verpakkingen. (n.d.). Retrieved December 1, 2015, from Meldpunt Verpakkingen: <http://meldpuntverpakkingen.nl/meldpunt-verpakkingen/veel-gestelde-vragen/1101/wat-is-de-raamovereenkomst-verpakkingen.html>

Milieu Centraal. (2015). *Zwerfafval rapport*. Retrieved November 12, 2015, from Kenniswijzer Zwerfafval:

http://www.kenniswijzerzwerfafval.nl/download_document/718

MilieuCentraal. (n.d.). *MilieuCentraal - Zwerfafval*. Retrieved December 3, 2015, from Milieu Centraal:

<http://www.milieucentraal.nl/afval/afval-scheiden-en-recyclen/afval-verminderen/zwerfafval/>

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, VNG, het verpakkende bedrijfsleven. (2012, Juni 27). *Raamovereenkomst Verpakkingen 2013-2022*.

Retrieved November 13, 2015, from VNG:

https://vng.nl/files/vng/publicaties/2013/raamovereenkomst_o.pdf

- NederlandSchoon. (2014a). *Stichting Nederland Schoon*. Retrieved December 03, 2015, from NederlandSchoon:
<http://www.nederlandschoon.nl/>
- NederlandSchoon. (2014b, Oktober). *Zwerfafvalhandleiding - Systematiek uitkeren zwerfafvalvergoeding*. Retrieved December 1, 2015, from Nederland Schoon:
<http://www.nederlandschoon.nl/sites/default/files/media/Zwerfafvalhandleiding%20V1%20-%20oktober%202014.pdf>
- Plastic Soup Foundation. (n.d.). *Plastic Soup Foundation*. Retrieved November 30, 2015, from Plasticsoupfoundation:
<http://www.plasticsoupfoundation.org/>
- Rebel. (2015, Juli 29). *Notitie afbraaktijden zwerfafval*. Retrieved November 13, 2015, from Kenniswijzer Zwerfafval:
http://www.kenniswijzerzwerfafval.nl/download_document/719
- SenterNovem. (2009). *Een boekje open over zwerfafval. Nederland is schoner dan u denkt*.
- Steenhuis stedenbouw/landschap en Urban Fabric. (2009, Oktober). *Houten-Noord, cultuurhistorische quickscan*. Retrieved December 4, 2015, from
https://www.houten.nl/fileadmin/user_upload/_temp_/Cultuurhistorische_quick_scanweb.pdf
- trouw.nl. (n.d.). Retrieved from
http://statico.trouw.nl/static/photo/2012/2/15/0/20120426171502/media_xl_1190865.jpg
- van Balen - Peeters, C., & den Oudendam, T. (2013, November 12). *Eindrapportage Zwerfafval in en rondom water*. Retrieved

November 11, 2015, from Kenniswijzer Zwerfafval:
<http://www.kenniswijzerzwerfafval.nl/document/rapportage-zwerfafval-en-rondom-water>

van Bijsterveldt&Daamen BV. (n.d.). *Veiligheid Informatieblad Arbeidsmiddel*. Retrieved December 03, 2015

Vereniging van Nederlandse Gemeenten. (2013, September 3). *Ledenbrief Raamovereenkomst verpakkingen uitkering zwerfafvalvergoeding*. Retrieved December 1, 2015, from VNG:
https://vng.nl/files/vng/brieven/2013/20130903_ledenbrief_raamoverenkomst-verpakkingen-uitkering-zwerfafvalvergoeding.pdf

Wikipedia. (n.d.). *Wikipedia/Houten*. Retrieved November 23, 2015, from Wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Houten>

BIJLAGE A – LIJST VAN AANGETROFFEN VOORWERPEN, TABEL MET HOEVEELHEDEN

- Rubberen balletje
- Kauwgomblisters
- Ondefinieerbare
papiertjes
- Chocoladereep-
verpakking
- Plastic zakken (geen
merknaam)
- Chipszakjes
- Jumbo-tassen
- Albert Heijn-tassen
- Hema-tasje
- Rood-wit afzetlint
- Diverse lintjes
- Redband snoepverpakking
- Dropverpakking
- Pepermuntwikkel
- Kleine snoepwikkels
(uitdeelverpakkingen
mentos)
- Lidl-tas
- Capri-Sonne
verpakkingen
- Blikjes
- Sigarettenpakjes
- Paraplu's
- Reclamefolders
- Vuilniszakken
- Stukken plastic

(Deel van) plastic verpakking <5cm	36
Plastic verpakking /tas >5cm	85
Blikjes	3
Plastic flesjes	2
Papier <5cm	2
Papier >5cm	5
Overig plastic	34
Overig non-plastic groot (>10cm)	1
Overig non-plastic klein (<10cm)	

BIJLAGE B – SPECIFICATIES NET

www.jenetje.nl - Vijvernet, siervijver maasnetten, op maat gemaakt

Maaswijdte: 19mm

Draaddikte: 0.9mm

Afmetingen: 7.0m x 0.3m en 7.0 x 0.4m, met randkoord

Materiaal: rotvrij, uv-gestabiliseerd polyethyleen

BIJLAGE C – SPECIFICATIES DRIJVER ACHTERZIJDE

<http://www.nauticashop.nl/drijvers/49276-ronde-drijver-voor-markeer-vlag.html>

Drijfvermogen in gebruik: 1,7kg

Diameter: 14cm

Hoogte: 17cm

Diameter gat volgens website: 20mm

Diameter gat bij nameten: 18mm

BIJLAGE D – SPECIFICATIES BESTELDE LIJNEN

<http://www.nauticashop.nl/landvasten-en-ankerlijnen/50443-superlene-navy-10-of-14-mm.html>

Bovenstaande alleen dan in 8mm diameter;

Drijvende fenderlijn van polypropyleen.

12 meter lengte en 14 meter lengte.

BIJLAGE E – SPECIFICATIES DRIJVERS VOORZIJD

Drijfvermogen in gebruik: 0.067kg

Diameter: 7cm

Hoogte: 4cm

Diameter gat volgens website: 12mm

Diameter gat bij nameten: 9mm

BIJLAGE F – SPECIFICATIES STARLOCK BORGRING

Voor ronde buis 15mm doorsnede

Materiaal: RVS

Totale doorsnede: 28mm

Kracht nodig om te bevestigen: 10kg

Kracht nodig om te verwijderen: 250 kg

