Schaduwplek voor schoolpleinen

Liza van Tol
juli 2014

Bachelor Eindopdracht
Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente
In opdracht van: Artica

Schaduwplek voor schoolpleinen

Liza van Tol
S1190997

Bachelor Eindopracht Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente

Examinator: Arthur Eger
Begeleider UT: Ilanit Lutters
Begeleider Artica: Twan Eshuis

Artica
Oldenzaalsestraat 21
7631 CT Ootmarsum

Datum tentamen: 21-8-2014
Datum publicatie: 24-7-2014
Aantal pagina's: 58
Aantal bijlages: 14

Samenvatting

Deze Bachelor Eindopdracht is uitgevoerd voor Artica. Artica is een marketing en communicatie-bedrijf dat creatieve ideeën ontwikkeld voor diverse nationale en internationale klanten. De hoofd-activiteiten zijn communicatie, internet en stand-bouw. En de expertises liggen onder andere bij de positionering van merken, reclamecampagnes, beursstands, websites en logodesign.

Vanuit Artica ontstond het idee om een schaduw-plek voor schoolpleinen te ontwerpen. Tijdens een gesprek met de schoolleiding van een basisschool in Ootmarsum kwam namelijk naar voren dat er steeds meer bomen (moeten) verdwijnen. Dit is vanwege onderhoud aan het plein en veiligheidsrisico's voor de kinderen. Echter gaf de schoolleiding aan dat er wel behoefte is aan schaduw op het plein.
Het uitgangspunt is daarom het ontwerpen van een schaduwplek voor basisscholen. Het doel van de opdracht is het maken van een ontwerp waarin vormgeving, materiaal, productie en globale kosten zijn uitgewerkt.

Om de uitgangspunten voor het ontwerp te bepalen is er eerst een analyse uitgevoerd. Hierin is de functie, de omgeving, de doelgroep en de stakeholders van het product onderzocht. Uit dit onderzoek blijkt dat naast de hoeveelheid schaduw de belangrijkste eisen de prijs, het onderhoud en de veiligheid zijn voor scholen. Aan de hand van de analyse zijn verschillende ideeën ontwikkeld. waarvan er drie gekozen zijn: de schaduwbloem die meedraait met de zon door zonne-energie, het zonnespel: een bewegingsspel met knoppen ook op zonne-energie en het speelhuis: een overdekte zitplek. De schaduwbloem is gekozen, omdat dit concept het meest onderscheidend is.

Van de schaduwbloem zijn drie varianten bedacht: de gemotoriseerde, de handmatige en de statische bloem. De bewegende varianten zullen meedraaien met de baan van de zon. Er is gekozen voor de statisch variant, omdat uit de schaduwanalyse is gebleken dat het draaien nauwelijks extra schaduw geeft en de bewegende varianten (gemotoriseerd en handmatig) zullen in aanschaf en onderhoud een stuk duurder zijn.

Er is een betaalbaar en effectief ontwerp van een schaduwplek gerealiseerd voor basisscholen. De schaduwbloem creëert 's middags tussen 12 en 15 uur in de zomer ongeveer 12 m^2 schaduw, waardoor een groep kinderen op het warmst van de dag in de schaduw kan spelen. De schaduwbloem zal ongeveer €7500 gaan kosten; hetgeen vergelijkbaar is met de prijs van een schommel inclusief valondergrond. De schaduwbloem heeft in tegenstelling tot bomen nagenoeg geen onderhoud nodig en het is een veilige speelplek.

De statische schaduwbloem is ook geschikt voor stads- en dorpspleinen. Op pleinen kan een groep schaduwbloemen geplaatst worden. Als blijkt dat de statische variant aanslaat, zou er overwogen kunnen worden om een statische variant met verlichting en zonnepanelen te ontwikkelen. In latere instantie kan overwogen worden om een bewegende variant te ontwikkelen. Met de winst van de statische variant kunnen dan de kosten voor de ontwikkeling en het testen van de bewegende variant gedekt worden.

Summary

This Bachelor Assignment is carried out at Artica. Artica is a marketing and communications company that develops creative ideas for various national and international clients. The main activities are communication, internet and exhibition stands. And their expertise is: positioning of brands, advertising campaigns, exhibition stands, websites and logo design.

The basic idea for an object that creates shade on schoolyard was created at Artica. The problem is more and more trees are disappearing from playgrounds. This problem came up during an interview with the school board of a primary school in Ootmarsum. Trees are a maintenance burden for the school and a safety risk for the children. However, the school indicated that there is need for a shade. Therefore, the assignment is to create a useable 'shade object' for primary schools. The purpose of this project is to create a design that includes choice of materials, production processes and global costs.

An analysis was done to determine the design principles. In this analysis the function, the environment, the potential users and the stakeholders of the product were investigated. This study shows that the main requirements for schools are: price, maintenance and safety in addition to the amount of shade. Several ideas have been developed from which the three concepts are chosen: the shadow flower that turns to the sun with solar energy, the solar game: a motion game on solar power and the playhouse: a covered seating. The shadow flower is chosen because this concept is the most distinctive.

Three versions of the shadow flower are described in more detail: the motorized, the manual and the static flower. The moving versions will rotate with the path of the sun. The static flower is chosen because the analysis of shadows shows that turning barely gives more shade and the moving flowers (motorized and manual) will be more expensive to make and maintain.

An affordable and effective design for a shade on primary schools is created. The shadow flower creates a shade about 12 m^2 between 12 and 15 o'clock in summer. Therefore, a group of children can play in the shade at the hottest part of the day. The shadow flower will be about € 7500 which is comparable to the price of a swing including a safety ground. Unlike trees, the shadow flower requires hardly any maintenance and it is safe.

The static shadow flower is also suitable for squares in cities and villages. A group of shadow flowers can be applied. When the static version is successful, a static version with lightning on solar power is advised to develop. Later on, it may be considered to develop a moving version. The costs for developing and testing the moving version can be covered with the profits from the static version.

Inhoudsopgave

H1 Inleiding **8-9**
1.1 Artica 8
1.2 Opdracht 9
1.3 Probleembeschrijving 9
1.4 Opzet rapport 9

H2 Analyse **10-21**
2.1 Functie-analyse schaduwplek 10
2.2 Schoolpleinen basisscholen 10-11
2.3 Groene schoolpleinen 12-13
2.4 Speeltoestellen 14-15
2.5 Belangen stakeholders 16
2.6 Doelgroepanalyse 17
2.7 Bestaande schaduwplekken 18-19
2.8 Financiering basisscholen 18
2.9 Interviews bij basisscholen 20
2.10 Programma van eisen 21

H3 Ideefase **22-33**
3.1 Natuurlijke uitstraling 22-23
3.2 Toegevoegde functies 24-25
3.2.1 Speelplek *24-25*
3.2.2 Jongeren ontmoetingsplek *24-25*
3.2.3 Gebruik zonne-energie *24*
3.3 Ideeën schaduwplekken 26-31
3.4 Ideekeuze 32-33
3.4.1 Concept Schaduwbloem *32*
3.4.2 Concept Zonnespel *33*
3.4.3 Concept Speelhuis *33*

H4 Concepten **34-45**
4.1 Materiaalopties 34-35
4.2 Zonnepanelen 36
4.3 Concept Speelhuis 37-39
4.4 Concept Zonnespel 40-42
4.5 Concept Schaduwbloem 43-45
4.6 Conceptkeuze 45

H5 Detaillering **46-52**
5.1 Varianten schaduwbloem 46
5.2 Schaduwanimatie 46-48
5.3 Solidworks model 48
5.4 Productie 49-52
5.4.1 Bladvorm *49*
5.4.2 Paal *50*
5.4.3 Versteviging bladvorm *50*
5.4.4 Assemblage *51*
5.4.5 Installatie *51-52*
5.4.6 Speelelement *52*
5.5 Kosten 53
5.5.1 PE rotatiegieten *53*
5.5.2 Staalbewerking *53*
5.5.3 Assemblage en installatie *53*

H6 Conclusie en aanbevelingen **54**
6.1 Conclusie 54
6.2 Aanbevelingen 54

Referenties **55-56**
Figuurlijst **57-58**

Bijlages
A. Probleemomschrijving
B. Speeltoestellen
C. Interviews
D. Klimtoestellen
E. Zonne-energie gebruik
F. Zonnepanelen
G. Uitwerking draaisysteem
H. Maattekeningen
I. Productieprocessen
J. Berekening doorbuiging
K. Kostenschattingen
L. Offerte metaalbewerking
M. Installatie speeltoestellen
N. Toelichting eisen

H1 Inleiding

In dit verslag wordt het ontwerpproces binnen de bacheloreindopdracht voor Industrieel Ontwerpen beschreven. De opdracht is uitgevoerd voor Artica. Het doel van de opdracht is het ontwerpen van een schaduwplek voor schoolpleinen.

1.1 Artica

Artica is een marketing en communicatie bedrijf dat gevestigd is in Ootmarsum. Ze ontwikkelen creatieve ideeën voor diverse nationale en internationale klanten. De hoofdactiviteiten zijn communicatie, internet en standbouw. En de expertises liggen onder andere bij de positionering van merken, reclamecampagnes, beursstands, websites en logodesign. Hieronder volgt een drietal projecten om een beeld te geven van de diversiteit van de klanten en opdrachten. De teksten en afbeeldingen komen uit het Artica jaarboek van 2013.

HEKS'NKAAS®

Opdracht: Creëer een eigen identiteit voor het product HEKS'NKAAS® en bouw dit uit tot een sterk merk. Neem daarbij afstand van het vroegere moederbedrijf Zuivelhoeve, zonder het provinciale karakter en de wortels te verloochenen. Zorg voor een positionering van dit nu zelfstandige merk.

Figuur 1.1 Advertentie HEKS'NKAAS®

Energy Experience 2013

Opdracht: Creëer tijdens de European Utility Week in Amsterdam RAI een beursbeleving die aanzet tot een dialoog over 'Smart Energy'. Professionals uit de internationale energiebranche moeten tijdens deze Energy Experience deelgenoot worden van de toekomstplannen omtrent de Europese energie-transitie. Neem een inspirerende, begeleidende en leidinggevende rolten aanzien van de opdracht-gever: een consortium van Alliander, EnergyVille, Energy Valley, KPN, Siemens, Teradata en TNO.

Figuur 1.2 Beursstand Energy Experience 2013

ForFarmers Hendrix

Opdracht: Begeleid en realiseer de naams-verandering van ForFarmers B.V. nu Hendrix UTD is overgenomen. Neem hiervoor de complete identiteit onder handen.

Figuur 1.3 ForFarmers Hendrix

1.2 Opdracht

De opdracht is: het ontwerpen van een schaduwplek voor schoolpleinen waarin vormgeving, materiaal, productie en kosten zijn uitgewerkt.

Vanuit Artica ontstond het idee om een schaduwplek voor schoolpleinen te ontwerpen. Tijdens een gesprek met de schoolleiding van een basisschool in Ootmarsum kwam namelijk naar voren dat er steeds meer bomen (moeten) verdwijnen. Dit is vanwege onderhoud aan het plein en risico voor de kinderen. Echter gaf de schoolleiding aan dat er wel behoefte is aan schaduw op het plein. Het uitgangspunt is daarom het ontwerpen van een schaduwplek voor basisscholen. Het doel van de opdracht is het maken van een ontwerp waarin vormgeving, materiaal, productie en globale kosten zijn uitgewerkt.

1.3 Probleemomschrijving

Twee gevolgen van teveel zon zijn een zonnesteek en verbranding van de huid door UV-straling. Uit gegevens van het weerstation van Wageningen Universiteit blijkt dat de zon ruim één uur per dag langer schijnt dan 80 jaar geleden. Daarnaast neemt de intensiteit met 2% toe per decennium. [1] Het gevaar van meer zonuren en een hogere intensiteit is dat de UV-straling toeneemt en teveel UV-straling is schadelijk. De huid kan verbranden en de straling veroorzaakt ook een hoger risico op huidkanker. Voor kinderen is UV-straling extra schadelijk, omdat de huidcellen kwetsbaarder zijn. Door de groei van kinderen gaat de celdeling te snel om alle beschadigde huidcellen te herstellen voordat ze zich weer gaan delen. [2] In bijlage A is een uitgebreider onderzoek naar de gevolgen van overmatige zon te lezen.

Zonnesteek

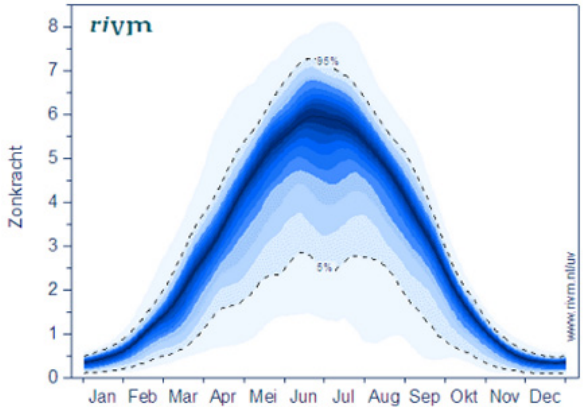
Een zonnesteek ontstaat meestal door intensieve beweging bij warm weer. De kinderen zullen buiten spelen op de warmste delen van de dag. Omdat het centrale zenuwstelsel van jonge kinderen nog niet volledig ontwikkeld is, kan het lichaam zich minder goed aanpassen aan temperatuursveranderingen. Daarom bestaat er een hoger risico dat ze een zonnesteek oplopen. De symptomen van een zonnesteek zijn onder andere hoofdpijn, een rode huid en een snelle ademhaling en hartslag. De oververhitting kan ook zorgen voor misselijkheid, duizeligheid en flauwvallen. Als de lichaamstemperatuur blijft stijgen kan dit leiden tot ernstige schade aan de hersenen, het hart, de nieren en spieren. [3]

Schaduwbehoefte

Op zomerse dagen is er behoefte aan schaduw op schoolpleinen, voornamelijk op de basisscholen, omdat de kinderen buitenspelen in de middaguren waarop de UV-straling en de temperatuur het hoogst is. In mei zijn er de meeste zonuren en in juni is de zon het felst. [1] In juni en juli wordt door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu de hoogste zonkracht gemeten. In figuur 1.4 is de zonkracht per maand weergegeven. Hiervoor zijn metingen van 1996 tot 2006 gebruikt. De donkerste tint geeft de mediane waarde voor de zonkracht aan. [4] De zonkracht is een maat voor intensiteit van de UV-straling en geeft aan hoe lang de huid aan zon blootgesteld kan worden zonder rood te worden. In de maanden mei, juni en juli is er dus de meeste behoefte aan een schaduwplek. Een natuurlijke oplossing is het planten van bomen, omdat de takken veel schaduw creëren. Echter zijn er ook nadelen aan bomen op schoolpleinen. In paragraaf 2.3 zullen de voor- en nadelen van groene schoolpleinen besproken worden.

1.4 Opzet rapport

In de volgende vijf hoofdstukken wordt het ontwerpproces beschreven. De analyse komt in hoofdstuk 2 aan bod. Hierin wordt het onderzoek beschreven naar de aspecten die van belang zijn bij het ontwerpen van de schaduwplek. In het derde hoofdstuk worden ideeën voor de vormgeving en functies van de schaduwplek getoond. Daarna worden er drie concepten gekozen. In het vierde hoofdstuk wordt de uitwerking van de concepten beschreven, waardoor de haalbaarheid van de ontwerpen in beeld wordt gebracht.
De detaillering van het gekozen concept wordt in hoofdstuk 5 beschreven. In het zesde hoofdstuk worden de belangrijkste conclusies besproken en worden er aanbevelingen gedaan voor de verdere uitwerking van de schaduwplek.



Figuur 1.4 Zonkracht in Nederland

H2 Analyse

In dit hoofdstuk wordt de analyse beschreven van de functie, de omgeving, de doelgroep en de stakeholders van het product. Dit resulteert in een programma van eisen waaraan de schaduwplek zal moeten voldoen.

2.1 Functie-analyse schaduwplek

De hoofdfunctie van het product is het creëren van schaduw, zodat kinderen voor de zon kunnen schuilen. Om verbranding van de huid te voorkomen zal het product de meeste UV-straling tegen moeten houden. Tijdens het buitenspelen moeten de kinderen af en toe in de schaduw kunnen zitten of spelen. Zo wordt ook de kans op een zonnesteek verlaagd.

Zonnestand

Om zoveel mogelijk schaduw te creëren met een zo klein mogelijk oppervlak zal het product naar de zon gericht moeten worden. Daarom is er gekeken naar de stand van zonnepanelen. Zonnepanelen kunnen het best op het zuiden geplaatst worden (tussen 40 graden ZW en 30 graden ZO). Een vlak met deze oriëntatie zal dus zoveel mogelijk zon tegen houden. De beste hoek voor een zonnepaneel is 36 graden. [5][6] Maar voor de schaduwplek is het voornamelijk belangrijk dat het schaduw geeft tijdens school-tijden. Voor de stand van de zon is er gekeken naar de maanden mei, juni en juli, omdat er dan de meeste en felste zon is. In Nederland staat de zon in deze maanden tijdens schooltijd onder een hoek van ongeveer 40 tot 60 graden. [7]

2.2 Schoolpleinen basisscholen

Er zal een product ontworpen worden dat geschikt is voor basisscholen in Nederland. Er zijn circa 7000 vestigingen van basisscholen in Nederland. Het aantal basisscholen ligt lager, omdat sommige scholen meerdere vestigingen hebben. [8] Een gemiddelde vestiging heeft 225 leerlingen. 1 op de 5 vestigingen heeft minder dan 100 leerlingen. Er zijn regels voor de omvang van het verharde deel van het schoolplein. Dit moet minimaal 300 m^2 zijn en maximaal 600 m^2 voor een school met 200 leerlingen of meer. Het uitgangspunt is 3 m^2 per kind. [9]

Openbare en gesloten pleinen

Er zijn openbare en gesloten schoolpleinen. De gesloten pleinen zijn afgesloten met hekken en/of liggen achter het schoolgebouw. 64% van de schoolpleinen is openbaar en dus toegankelijk na schooltijd. In Limburg en Noord-Brabant ligt dit percentage lager; daar is 51% van de pleinen openbaar. [9] Openbare pleinen worden meestal aangelegd en onderhouden door gemeentes. Hierover is meer te lezen in paragraaf 2.8. Omdat scholen met openbare pleinen gefinancierd worden door de gemeente zullen ze eerder nieuwe producten voor het schoolplein aanschaffen. Daarom is het van belang dat het product geschikt is voor openbare ruimtes. Dit betekent dat het product van hoge kwaliteit moet zijn, zodat het bestand is tegen vandalisme. In figuur 2.1 zijn verschillende schoolpleinen te zien.

Figuur 2.1 Schoolpleinen van basisscholen

2.3 Groene schoolpleinen

Er kan een onderscheid gemaakt worden tussen groene, groen-grijze en grijze schoolpleinen. Op groene schoolpleinen zijn natuurlijke elementen aanwezig zoals boomstammen, bosjes, heuvels, bloembedden, een moestuin en een grasveld (zie figuur 2.2 voor voorbeelden). Een grijs schoolplein heeft geen tot weinig natuurlijke elementen. Een groen-grijs schoolplein heeft zowel een aantal na-tuurlijke elementen als niet-natuurlijke elementen, zoals speeltoestellen en bestrating. [10] Op groene pleinen zal er waarschijnlijk minder behoefte zijn aan een schaduwplek, omdat er meestal voldoende bomen aanwezig zijn. Daarom is er onderzoek gedaan naar de redenen om wel of niet een groen plein aan te leggen. Door de redenatie van de schooldirectie te begrijpen, zal het product beter aansluiten op de wensen van de koper.

Voordelen

Er komen steeds meer groene pleinen in Nederland, omdat de meeste leerlingen, leraren en directie van scholen er positief over zijn. Dit blijkt uit een onderzoek naar de effecten van groene school-pleinen van de Vrije Universiteit Amsterdam. [10] Naast het voordeel dat het gezond is om in een groene omgeving te spelen, zijn er ook vele andere voordelen voor de kinderen. Ten eerste worden de kinderen door de natuurlijke elementen meer uitgedaagd en creatiever; hierdoor gaan ze intensiever bewegen en veelzijdiger spelen. Door de extra beweging worden de motorische vaardigheden beter ontwikkeld. Ten tweede zorgt het samen bezig zijn in bijvoorbeeld een moestuin ervoor dat sociale vaardigheden worden verbeterd. En ten derde leren ze meer over de natuur, omdat ze er bijna dagelijks mee in contact komen. Dit is vooral voor stadskinderen van belang die minder natuurlijke speelruimtes in de buurt hebben. Groene pleinen worden vaker voor onderwijsactiviteiten gebruikt, zoals gym, natuurles of handvaardigheid. Door de lessen af te wisselen met buitenlessen leren de kinderen meer en ze vinden het ook leuker. [11] [12]

Nadelen

Allereerst is het een nadeel dat een groen plein zorgt voor extra onderhoudskosten. De wortels van bomen kunnen er bijvoorbeeld voor zorgen dat tegels omhoog komen. Daarnaast kunnen er bladeren in de dakgoot terecht komen. Ten tweede brengt een groen plein extra risico's met zich mee, omdat takken bijvoorbeeld gemakkelijk af kunnen breken. Verder zorgt de combinatie van bladeren en regen voor gladheid, waardoor kinderen kunnen vallen. En als kinderen in bomen klimmen is de vrije valhoogte meestal groter dan de valhoogte bij speeltoestellen. Aan de andere kant wordt een groen plein wel als veilig beschouwd, omdat kinderen op een minder harde ondergrond vallen. Kinderen leren hierdoor wel beter om te gaan met risico's. Ten derde kunnen natuurlijke elementen, zoals struiken, voor onveilige situaties zorgen, omdat er geen zicht is op de kinderen. De veiligheid kan wel verbeterd worden door surveillanten die regelmatig rondlopen over het plein. Ten vierde moet er bij een groen plein rekening mee gehouden worden met de seizoenen, zodat er ook in de winter voldoende speelmogelijkheden zijn.

Neutraal

Op groene schoolpleinen worden kinderen sneller vies. De meeste ouders blijken dit geen probleem te vinden, maar 30% van de kinderen gaf wel aan dit vervelend te vinden. Aannames van de gevolgen van een groen plein zijn onder andere dat er minder gepest wordt en dat er minder concentratie-problemen zijn. De vermindering van ruzies zou verklaard kunnen worden door de extra speel-mogelijkheden die natuurlijke elementen creëren, waardoor de kinderen drukker bezig zijn. Een verklaring voor de verbeterde concentratie is de rust die ontstaat bij het spelen in een natuurlijke omgeving. Dit wordt echter niet met zekerheid bevestigd door onderzoeksresultaten. [10]

Conclusie

Uit een onderzoek naar groene schoolpleinen van de Vrije Universiteit Amsterdam blijkt dat de positieve kanten voor de leerkrachten en schoolleiding belangrijker zijn. [10] Toch worden er regelmatig bomen gekapt op schoolpleinen vanwege het onderhoud. Dit heeft waarschijnlijk met de omgeving van de school te maken; in een stadse omgeving is een groen plein meer van belang. Concluderend, een groen plein is beter voor de kinderen, omdat ze meer bewegen en meer leren. Daarom zal het product een natuurlijke uitstraling krijgen. Aan de andere kant wordt een groen plein als negatief gezien vanwege de onderhoud die nodig is. Het product zal de schaduwfunctie van bomen vervangen, maar tegelijkertijd zo min mogelijk onderhoud nodig hebben. Daarnaast is het van belang dat het product geen onnodige risico's qua veiligheid met zich meebrengt.

Figuur 2.2 Groene schoolpleinen

2.4 Speeltoestellen

Onder speeltoestellen vallen producten zoals een klimtoestel, een duikelrek, een zandbak of een schommel (zie figuur 2.5 voor voorbeelden). Het product is vergelijkbaar met een speeltoestel, omdat het ook op het schoolplein gebruikt zal worden. Daarom is er onderzoek gedaan naar verschillende speeltoestellen om een richtlijn voor het budget te kunnen bepalen. In bijlage B zijn verschillende soorten speeltoestellen te vinden met de bijhorende specificaties. Uit deze analyse blijkt dat de verkoopprijs van de meeste speeltoestellen tussen de €700 en €15.000 euro ligt. Deze prijs is exclusief de valondergrond. Goedkopere toestellen zijn duikelrekken en veerelementen. Duurdere toestellen zijn klimtoestellen met bijvoorbeeld een glijbaan. De verkoopprijs zal binnen het ruime gebied moeten liggen om acceptabel te zijn. De verkoopprijs kan exacter bepaald worden als het productidee bekend is.

Eisen speeltoestellen

Er zijn eisen waaraan speeltoestellen in openbare ruimtes moeten voldoen om de veiligheid te waarborgen. Deze eisen staan in het Warenwetbesluit Attractie- en Speeltoestellen (WAS). De regels gelden ook voor gesloten pleinen, maar zijn niet van toepassing op toestellen die bedoeld zijn voor particulier gebruik. Vanaf 1997 moeten speeltoestellen gecertificeerd worden door een keuringsinstelling die is aangewezen door de overheid. [13] Daarnaast zijn er Europese normen voor speeltoestellen. Deze normen zijn vastgelegd in de NEN-EN 1176 en de NEN-EN 1177. In NEN-EN 1176 staan algemene veiligheidseisen, eisen voor het onderhoud en specifieke aanvullende eisen voor verschillende typen speeltoestellen. In NEN-EN 1177 staan eisen voor bodemoppervlakken bij speeltoestellen. [14] Het is niet verplicht dat speeltoestellen aan de NEN-EN 1176 normen voldoen, maar de normen worden wel gezien als richtlijnen om een veilig toestel te produceren en te beheren.

Het Warenwetbesluit Attractie- en Speeltoestellen verwijst namelijk naar deze normen als een goede manier om aan de wettelijke eisen te voldoen. [15]

Aansprakelijkheid

Als er ongeval gebeurt met een speeltoestel kan de school of de producent aansprakelijk worden gesteld. Als er een ongeval veroorzaakt wordt doordat een speeltoestel onveilig is of er onvoldoende toezicht is, kan het schoolbestuur aansprakelijk gesteld worden. De school is verantwoordelijk voor het onderhouden en laten inspecteren van de speeltoestellen. In sommige gevallen kan de producent aansprakelijk gesteld worden voor eventuele ongelukken. Een speeltoestel moet zodanig zijn ontworpen en vervaardigd dat het bij redelijkerwijs te verwachten gebruik geen gevaar op kan leveren. [16] [17]

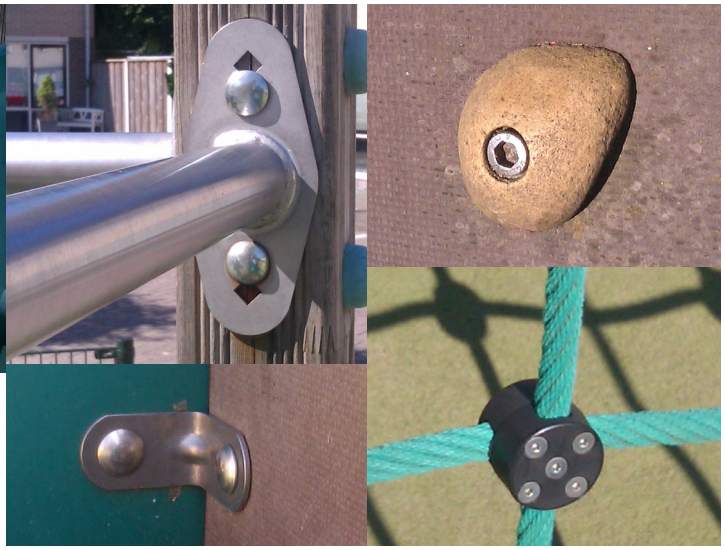
Jaarlijkse inspectie

De beheerder van een speeltoestel is verantwoordelijk voor het (laten) inspecteren van het toestel. In dit geval is de school de beheerder. De school kan deze jaarlijkse inspectie zelf uitvoeren of laten uitvoeren door een inspectiebureau. Bij sommige openbare schoolpleinen wordt de inspectie door de gemeente gedaan. Tijdens de inspectie worden de speeltoestellen grondig gecontroleerd op slijtage en worden er indien nodig reparaties uitgevoerd. [18]

Bevestiging speeltoestellen

Voor de bevestiging van speeltoestellen geldt dat deze afgedekt dient te worden voor de veiligheid van de kinderen en de levensduur van het toestel. Bevestigingsmateriaal wordt afgedekt met een kunststof dopje, zodat kinderen bijvoorbeeld minder snel blijven haken met kleding en het zal roest tegengaan. In figuur 2.3 is hiervan een voorbeeld te zien. In figuur 2.4 zijn andere bevestigingsmogelijkheden te zien.

Figuur 2.3 Afdekking van bevestigingsmateriaal



Figuur 2.4 Bevestigingsmogelijkheden

Figuur 2.5 Speeltoestellen

2.5 Belangen stakeholders

De leerlingen zijn de primaire gebruikers van het product. Het product zorgt voor schaduw op het schoolplein, zodat de kinderen beschermd worden tegen felle zon en zonnehitte. Hieronder volgt een overzicht van de stakeholders en bijbehorende kernbelangen (figuur 2.6).

Belanghebbende	Kernbelangen
Kinderen	Uitdagend
Schoolbestuur	Veilig, duurzaam, leerzaam, uitdagend, beweging, budget
Leraren	Veilig, leerzaam, beweging
Ouders	Veilig, leerzaam, beweging
Overblijfpersoneel	Veilig
Gemeentes	Budget, duurzaam, beweging
Rijksoverheid	Budget, beweging
Speeltuinvereniging	Budget, veilig, duurzaam, uitdagend
Kinderopvang	Budget, veilig, duurzaam, leerzaam, uitdagend

Figuur 2.6 Tabel belangen stakeholders

Schoolbestuur
Het schoolbestuur zal een grote rol spelen bij de aanschaf van het product. De school ontvangt een budget van de overheid en meestal ook van gemeentes, maar ze bepalen zelf waaraan het uitgegeven wordt. Uit de interviews bij basisscholen (paragraaf 2.9) kwamen drie punten naar voren waarop gelet wordt bij de keuze van speeltoestellen: uitdaging, veiligheid en duurzaamheid. Ten eerste zal het toestel voldoende uitdaging moeten bieden, zodat de kinderen er niet snel op uit gekeken zijn. Hierbij wordt gekeken naar de leeftijdscategorie, want er zitten grote verschillen in ontwikkeling tussen de leeftijden van basisschoolkinderen. Ten tweede is het van belang dat het veilig is, zodat de kans op ongelukken klein is. En ten derde is de duurzaamheid van belang, omdat de speeltoestellen zo lang mogelijk mee moeten gaan.

Leraren en ouders
Leraren en ouders zullen het belangrijk vinden dat de kinderen een veilige en leerzame omgeving hebben. Het product zou bijvoorbeeld een meerwaarde kunnen hebben door er een leerelement aan toe te voegen, waardoor het ook voor onderwijsactiviteiten te gebruiken is. Verder is het van belang dat de kinderen voldoende beweging krijgen.

Overblijfpersoneel
Steeds meer basisscholen maken gebruik van een continurooster; dit betekent dat de kinderen op school overblijven tussen de middag en er daardoor meer tijd is om buiten te spelen. [19] Er zal daarom meer behoefte zijn om zitplekken te hebben op het schoolplein. Tijdens de pauzes is er overblijf-personeel dat de kinderen in de gaten houdt. Dit kunnen ook leraren of ouders zijn. Voor hen is het van belang dat ze een goed overzicht over het plein kunnen hebben. Dit betekent dat het product het zicht niet teveel mag belemmeren.

Rijksoverheid en gemeentes
Andere belanghebbenden, voornamelijk op gebied van financiëring, zijn het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap en gemeentes. De Rijks-overheid financieert scholen en gemeentes zijn verantwoordelijk voor het beleid over schoolpleinen. Voor de gemeentes is het van belang dat het budget efficiënt besteed wordt. Het product zou ook als ontmoetingsplek kunnen dienen na schooltijd. Het product zou bijvoorbeeld door verlichting 's avonds ook gebruikt kunnen worden. Dan is het ook geschikt als jongeren ontmoetingsplek (JOP). Hierdoor wordt de doelgroep verbreed en is het interessanter voor een gemeente om het product aan te schaffen.

Speeltuinvereniging
Naast schoolpleinen zijn er andere plaatsen waar speeltoestellen te vinden zijn, zoals speeltuinen en kinderopvangcentra. De speeltuinen kunnen variëren van een speelplek in een woonwijk tot een groot speelpark. Gemeentes zijn vaak eigenaar van een speeltuin en daarom ook verantwoordelijk voor de aanschaf en het onderhoud van speel-toestellen. [20] Er zijn ook vereningen en organisaties die speeltuinen beheren. Kinderen zullen langer achter elkaar buitenspelen in een speeltuin dan op het schoolplein onder schooltijd. Een zitmogelijkheid met schaduw zou dus handig zijn. Dit geldt ook voor de ouders die toekijken hoe hun kind speelt.

Kinderopvang
De overheid financieert gedeeltelijk de kinderopvang door de kinderopvangtoeslag. [21] De gemeentes zijn echter verantwoordelijkheid voor de kwaliteit. [22] Kinderopvangcentra zijn kleiner dan scholen, daarom zal er minder ruimte te zijn voor grote toestellen, zoals een klimtoestel. De jongere kinderen (groep 1 en 2) gaan vaker naar de tussenschoolse opvang of een kinderdagverblijf dan de oudere kinderen. De jongere kinderen hebben meer behoefte aan schaduw, omdat ze nog niet goed tegen UV-straling en warmte kunnen. Dit is dus een geschikte omgeving om een schaduwplek te plaatsen.

2.6 Doelgroepanalyse

De primaire doelgroep voor de schaduwplek zijn kinderen van 4 t/m 12 jaar die op de basisschool zitten. In eerste instantie wordt er gekeken naar alle basisschoolleeftijden. Later in het ontwerpproces zal het mogelijk zijn om de doelgroep specifieker te maken. Het schoolplein is bedoeld voor buitenspelen en dit is van belang voor het ontwikkelen van motorische, sociale en cognitieve vaardigheden. Het is belangrijk dat de kinderen worden gestimuleerd om te bewegen, omdat overgewicht de laatste jaren op steeds jongere leeftijd voorkomt. [23]

Kleuters

Tussen de verschillende leeftijden van basisschoolkinderen zitten grote verschillen qua motorische, sociale en cognitieve ontwikkeling. Om de doelgroep te analyseren is deze opgesplitst in drie groepen waarvan de ontwikkeling en vaardigheden worden besproken. De eerste groep zijn de kleuters (4 tot 6 jaar). Als peuter (1,5 tot 4 jaar) maakt het kind de grootste ontwikkeling door in de grove motoriek; deze vaardigheden ontwikkelen zich verder in de kleuterfase. Voorbeelden van de grove motoriek zijn klimmen, springen, rennen, een bal overgooien en leren fietsen. [24] Op motorisch gebied ontwikkelt een kleuter voornamelijk vaardigheden van de fijne motoriek. Hieronder valt bijvoorbeeld het vouwen en knippen van papier, schrijven, tekenen en een toren bouwen van blokken. Op cognitief gebied leren kleuters om zinnen te maken. Daarnaast hebben kleuters veel fantasie. De sociale vaardigheden zullen verder ontwikkelen, waardoor kleuters leren samen spelen en delen. Verder ontwikkelen kleuters een eigen identiteit en geweten. [25] [26]

Jonge schoolkind

De tweede groep is het jonge schoolkind (6 tot 9 jaar). Het jonge schoolkind heeft een goede oog-hand coördinatie en meestal een grote bewegingsdrang. Het evenwicht en de coördinatie van het kind zal verbeteren. Op cognitief gebied leren de kinderen abstract te denken. Ze zullen minder fantasie hebben en meer besef krijgen van de realiteit. Het geheugen zal zich ontwikkelen, waardoor ze groepsspellen met eenvoudige spelregels kunnen doen. In deze leeftijdsfase vindt het kind prestaties erg belangrijk en doen ze graag spellen met wedstrijdelementen.

Oudere schoolkind

De derde groep is het oudere schoolkind (9 tot 12 jaar). Het oudere schoolkind beschikt over goede motorische vaardigheden. In deze leeftijdsfase hebben de kinderen een groot uithoudingsvermogen en vinden ze het vaak leuk om te sporten. Het oudere schoolkind is leergierig en prestatie gericht en kan goed abstract denken. Verder ontwikkelen ze het vermogen tot zelfreflectie. Leeftijdsgenoten worden steeds belangrijker en de kinderen krijgen echte vriendschappen.

Doelgroep	Interesses en vaardigheden
Kleuters (4-6)	Ontwikkeling fijne motoriek Veel fantasie Steeds meer samen spelen
Jonge schoolkind (6-9)	Goede hand-oog coördinatie Eenvoudige spelregels Spel met wedstrijdelementen
Oudere schoolkind (9-12)	Motoriek goed ontwikkeld Sporten

Figuur 2.7 Tabel leeftijdsgroepen

Spellen per leeftijdsgroep

Hierboven is een overzicht gegeven van de leeftijdsgroepen (figuur 2.7). Aan de hand van deze informatie komen een aantal spelideeën voor elke leeftijdsgroep naar voren. Voor de kleuters is een klimtoestel geschikt, omdat ze hierbij de grove en fijne motoriek kunnen oefenen (evenwicht bewaren en grijpen). Daarnaast kan een product het fantasiespel van de kleuters bevorderen. Voor het jonge schoolkind is een groepsspel geschikt met eenvoudige regels en een wedstrijd element. De oudere schoolkinderen kunnen ingewikkeldere spellen en sporten spelen, zoals voetbal en basketbal.

Maat	Meetwaarde
Lichaamslengte	108,4 cm tot 151,0 cm
Reikhoogte verticaal	125,5 cm tot 182,0 cm
Opstaphoogte	41,6 cm tot 63,2 cm
Lichaamsgewicht	18 kg tot 41 kg

Figuur 2.8 Tabel maten basisschoolkinderen

Maten kinderen

Om de afmetingen van het product te kunnen bepalen zijn de gemiddelde lengtes van basisschoolkinderen nodig. Bovenstaande gegevens komen uit 1993, maar geven een redelijk beeld van de gemiddelde maten. Het laagste getal geeft de gemiddelde maat van een 4-jarige. Het hoogste getal hoort bij een kind van 12 jaar. De getallen zijn een gemiddelde van jongens en meisjes in Nederland. [27]

2.7 Bestaande schaduwplekken

Er is gekeken naar verschillende algemene oplossingen voor schaduwplekken. Een aantal voorbeelden zijn op de volgende pagina te vinden in figuur 2.9. De meeste constructies zijn gericht naar de zon en verder zoveel mogelijk open. Zo wordt het materiaalgebruik geminimaliseerd. Daarnaast maakt het ventilatie mogelijk en dit zorgt weer voor verkoeling.

2.8 Financiering basisscholen

Van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap ontvangen scholen een budget voor personeel en materiaal. De hoogte van het budget is afhankelijk van het aantal leerlingen. In 2014 is er per leerling in het basisonderwijs € 6100 beschikbaar. Het schoolbestuur bepaalt zelf waaraan ze het budget uitgeven. Zij moeten de uitgaven verantwoorden aan de Inspectie van Onderwijs en daarnaast aan interne toezichthouders. [28] [29]

Kosten onderhoud

Scholen zijn zelf verantwoordelijk voor de kosten van het binnenonderhoud. Op dit moment zorgen gemeentes voor het buitenonderhoud en nieuw-bouw en uitbreiding van scholen. Vanaf 1 januari 2015 zullen scholen zelf verantwoordelijk zijn voor de kosten van het buitenonderhoud. De gemeentes blijven verantwoordelijk voor nieuwbouw en uitbreiding. Dit betekent dat scholen meer kosten zullen hebben voor het onderhoud van speeltoestellen. [30]

Subsidiemogelijkheden

Een andere manier om het product te financieren is via subsidies. Er zijn hierin drie richtingen te onderscheiden: kunstsubsidie van de overheid, subsidies van de gemeentes en subsidies voor speelplekken van verschillende organisaties. Voor speeltoestellen zijn er subsidies beschikbaar via organisaties voor buitenspelen, zoals Jantje Beton. Jantje Beton financieert creatieve speelplekken. Dit zijn speelplekken die kinderen de ruimte geven om hun fantasie te gebruiken en de kinderen de manier van spelen in te laten invullen. Een creatieve speelomgeving zal daarom niet bestaan uit alleen traditionele speeltoestellen, maar uit speelaanleidingen waarmee op verschillende manieren gespeeld kan worden. Vaak bestaat een creatieve speelomgeving uit meerdere natuurlijke elementen.[31]

Subsidie kunstobject

Ook is er gekeken naar de mogelijkheden voor subsidies als het uitgangspunt van het product een kunstobject is. Subsidies van de overheid voor kunst en cultuur worden gegeven als scholen samenwerken met cultuurinstellingen. Voor een schaduwplek is dit niet relevant, omdat het doel van de subsidies het stimuleren van cultuureducatie is, zoals het bezoeken van musea, toneelles, muziekles of creatieve cursussen. [32]

Subsidie gemeentes

Een subsidie van gemeentes is mogelijk als het plein openbaar is. Het is dan van belang dat het product een bijdrage levert aan een maatschappelijk onderwerp of aan de uitstraling van de regio. [33] Het product zou dan ook op stads- of dorpspleinen kunnen worden geplaatst. Door een schaduwplek en ontmoetingsplek te combineren, levert het product een bijdrage aan de vermindering van overlast door jongeren en komt het mogelijk in aanmerking voor een subsidie.

Figuur 2.9 Bestaande schaduwplekken

2.9 Interviews bij basisscholen

Er zijn een drietal interviews uitgevoerd om informatie te krijgen over het gebruik en de inrichting van schoolpleinen. Er zijn drie basisscholen bezocht, waarvan één in Denekamp en twee in Oldenzaal. Daarnaast zijn de kinderen geobserveerd tijdens het buitenspelen. In bijlage C is een uitgebreider overzicht te vinden van de interviews. Hieronder volgen de conclusies van de interviews en de observaties.

Schaduwbehoefte

Bij De Alexander in Denekamp is er behoefte aan een schaduwplek, omdat er onlangs twee grote eiken zijn gekapt vanwege de veiligheid. Zoals ook uit het literatuuronderzoek naar voren kwam, was veiligheid de reden om de bomen te kappen. Door de ouderdom van de bomen ontstond het gevaar dat grote takken af zouden breken. Bij De Esch en de Nutsschool, beide in Oldenzaal, is er niet direct behoefte aan een nieuwe schaduwplek, omdat er op beide pleinen meerdere bomen aanwezig zijn. Bij de Nutsschool is wel last van tegels die omhoog komen door de wortels van de bomen. Ongeveer elke 5 jaar worden de tegels weer goed gelegd.

Groen plein

Ondanks de kleine steekproef bevestigen de interviews het eerdere literatuuronderzoek over groene pleinen en eisen van de stakeholders. Zoals ook uit eerdere onderzoeken blijkt, zijn de belangrijkste nadelen van een groen plein de veiligheidsrisico's voor de kinderen en de extra onderhoudskosten. Een ander argument is dat een groen plein minder lang mee zal gaan. Takken van een klimboom kunnen bijvoorbeeld gaan splijten of afbreken. Natuurlijke elementen zijn niet slijtvast zoals ijzeren speeltoestellen. Het zal daarom lastig zijn een groen plein te creëren dat bestand is tegen intensief gebruik.

Buurtspeelplaats

Steeds meer schoolpleinen worden buurtspeelplaatsen. Dit betekent dat de gemeentes meestal een bijdrage leveren aan de inrichting van het plein en dat het plein vaker en langer na schooltijd gebruikt zal worden. Hierdoor is er waarschijnlijk meer behoefte aan een schaduwplek met zitmogelijkheid op de pleinen. Zoals ook uit het literatuuronderzoek bleek, hebben steeds meer scholen ook een continurooster, waardoor er in plaats van een kwartier een half uur per dag buiten gespeeld wordt.

Speeltoestellen

De meeste speeltoestellen hebben een levensduur van ongeveer 10 jaar. Vaak worden er sponsoracties gehouden om extra geld in te zamelen. Houten speeltoestellen hebben meestal een levensduur van ongeveer 7 jaar, omdat het hout dan gaat splijten. Dit geldt niet voor gelamineerd hout; dit gaat ongeveer 15 jaar mee. Speeltoestellen worden elk jaar gecontroleerd op veiligheid en het nodige onderhoud. Een schommel heeft bijvoorbeeld vaak onderhoud nodig. Elk jaar wordt er wel een schakel van een schommel vervangen of gerepareerd. Onderhoud dat om de paar jaar plaatsvindt is het schilderen van houten speeltoestellen en het vernieuwen van de valondergrond bij klimtoestellen.

Observatie

De dagen waarop de scholen bezocht zijn, scheen de zon redelijk fel. Het was opvallend dat veel kinderen in de schaduw speelden. In de zandbak speelden er bijvoorbeeld meer kinderen in de schaduwhelft van de zandbak dan in het zonnige gedeelte (zie figuur 2.11). Verder speelden er ook kinderen onder de pingpongtafel (zie figuur 2.10). Al zal dit waarschijnlijk ook zijn om een veilig en beschermd plekje te hebben. Als de kinderen samen spelen, spelen ze meestal in groepjes van 5 tot 6 kinderen. Dit geldt voor de klimtoestellen en spellen zonder speeltoestel, zoals tikkertje of verstoppertje.

Overlast jongeren

Bij alle drie de scholen wordt er regelmatig afval gevonden dat door jongeren is achtergelaten. Soms worden er ook speeltoestellen vernield. Het is daarom van groot belang dat de speeltoestellen bestand zijn tegen vandalisme. Ook op de gesloten pleinen is er overlast van hangjongeren. Het blijkt dat toezicht het vandalisme in grote mate beperkt. Dit kan door indirect toezicht van omwonenden of het ophangen van een camera.

Figuur 2.10 Pingpongtafel als schaduwplek

Figuur 2.11 Zandbak

2.10 Programma van eisen

Hieronder volgen de eisen die uit de analyse naar voren zijn gekomen. Bij elke eis wordt een korte toelichting gegeven.

Product

Minimaal 3 m² schaduw
Uit de interviews en observaties blijkt dat de kinderen meestal in groepjes van 5 tot 6 kinderen spelen. Spellen waarbij meer bewogen wordt, worden vaak in grotere groepen gedaan. Als de kinderen rustiger spelen, zoals in de zandbak, dan biedt 3 m² genoeg schaduw voor 5 tot 6 kinderen.

Maximale oppervlakte van product 15 m²
Voor deze waarde is er gekeken naar de afmetingen van verschillende soorten speeltoestellen (zie bijlage A). De meeste toestellen vallen binnen het genoemde oppervlak. Het product zal niet groter moeten zijn, omdat het dan lastig te plaatsen is op schoolpleinen.

Verkoopprijs maximaal €15.000 (m.u.v het prototype en excl. valondergrond)
Uit de analyse van verschillende soorten speeltoestellen in bijlage B blijkt dat de verkoopprijs van de meeste toestellen onder het bedrag van €15.000 ligt. De valondergrond wordt hierbij niet meegenomen, omdat dit afhankelijk is van het soort product en meestal gelijk is aan de kosten van een speeltoestel zelf. Deze verkoopprijs geldt niet voor het prototype, omdat deze altijd een stuk hoger uit zal vallen vanwege ontwikkelings- en testkosten.

Maximaal 1 keer per jaar een onderhoudsbeurt
Speeltoestellen moeten 1 keer per jaar geïnspecteerd worden en zonodig gerepareerd worden. Het product zal vergelijkbaar zijn met een speeltoestel en zal daarom ook niet meer dan 1 keer per jaar een onderhoudsbeurt nodig moeten hebben.

Voldoen aan de veiligheidseisen uit het Warenwetbesluit Attractie- en Speeltoestellen
Elk speeltoestel voor schoolpleinen zal aan deze eisen moeten voldoen.

Vormgeving

Natuurlijke uitstraling
Uit onderzoeken naar groene pleinen blijkt dat natuurlijke speeltoestellen de kinderen stimuleren om meer te gaan bewegen. En omdat er op verschillende manieren mee gespeeld kan worden, wordt ook de creativiteit bevorderd.

Open constructie
Een open constructie zorgt ervoor dat overblijfpersoneel overzicht kan houden over de kinderen.

Materiaal

Bestand tegen vandalisme
Bestand tegen weersinvloeden
Bestand tegen intensief gebruik
Deze eisen zijn van belang omdat het product in de openbare ruimte komt te staan.

Levensduur minimaal 10 jaar
Uit de interviews blijkt dat de meeste toestellen 10 jaar mee gaan of in een periode van 10 jaar afschreven worden.

Doelgroep

Afmetingen geschikt voor basisschoolkinderen
De doelgroep moet het product goed kunnen gebruiken.

Passend bij de interesses van de doelgroep
Het product zal moeten aansluiten bij de doelgroep.

Wensen

Mobiele schaduwplek
Als de schaduwplek mee verandert met de stand van de zon, zal deze meer schaduw geven gedurende de dag.

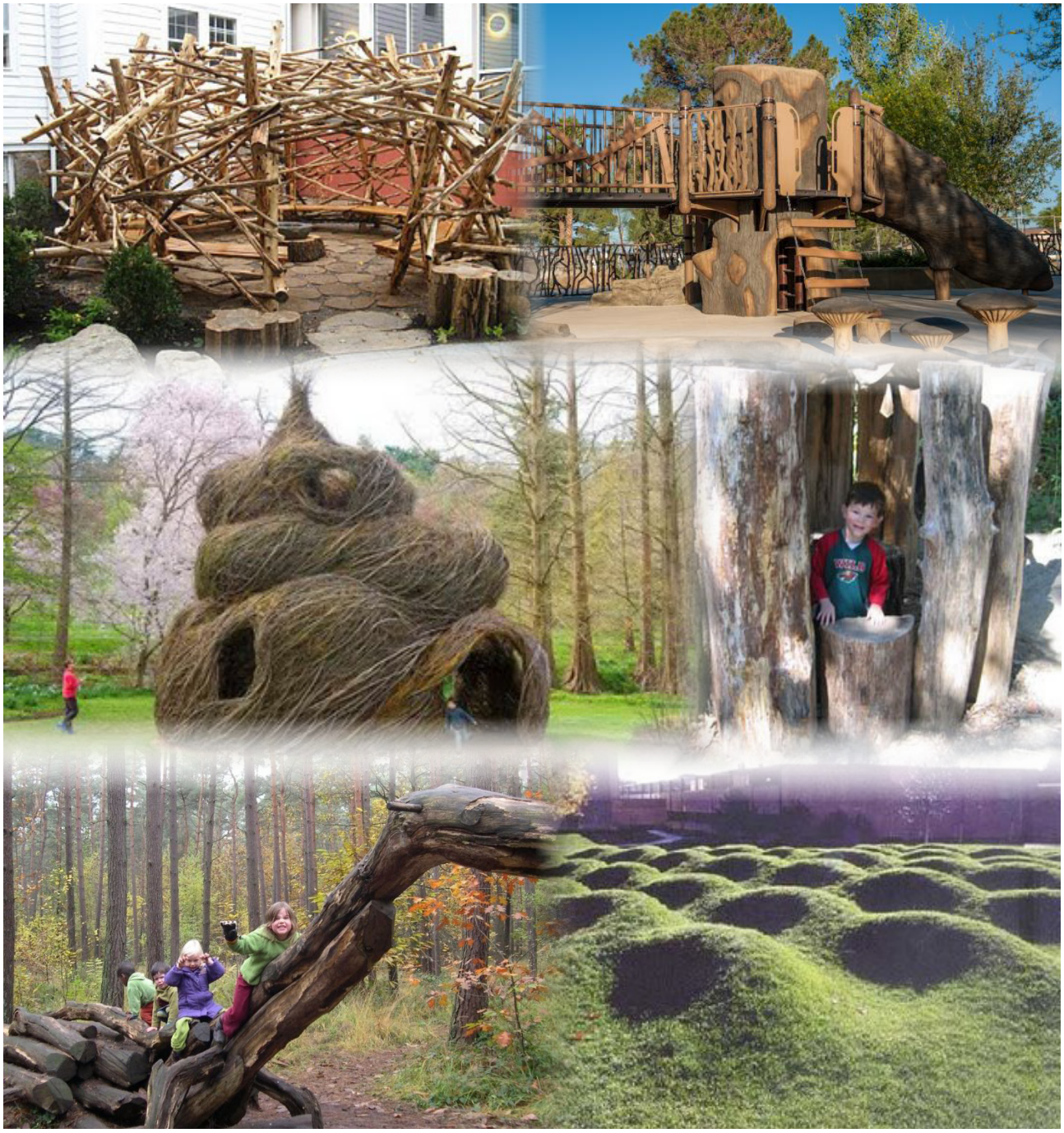
Modulair systeem
Het zou handig zijn als meerdere producten of elementen te combineren zijn, zodat een school met meer leerlingen meerdere schaduwplekken aan elkaar kan koppelen of naast elkaar kan plaatsen.

H3 Ideefase

In de ideefase worden verschillende ideeën voor functies en vormgeving van het product beschreven. Na de inspiratiecollages volgt eerst een analyse naar de toegevoegde functies. Uit de ideeën worden drie concepten gekozen die verder uitgewerkt zullen worden in het volgende hoofdstuk.

3.1 Natuurlijke uitstraling

In figuur 3.1 zijn een aantal natuurlijke speelplekken weergegeven. Op de volgende pagina zijn natuurlijke elementen te zien. Deze collages dienen ter inspiratie voor een natuurlijke uitstraling van het product.



Figuur 3.1 Natuurlijke speelplekken

Figuur 3.2 Natuurlijke elementen

3.2 Toegevoegde functies

Naast het creëren van schaduw zijn er meerdere functies die aan het product toegevoegd kunnen worden. Uit de analyse zijn al een aantal toegevoegde functies naar voren gekomen. Er zullen verschillende mogelijkheden besproken worden.

3.2.1 Speelplek

Het ligt voor de hand om de schaduwplek te combineren met een speelplek, omdat het een product voor kinderen is. Het product zou een klimtoestel kunnen zijn of juist creatief spel kunnen bevorderen. Er zijn verschillende soorten klimtoestellen, zoals klimrekken, klimnetten en klimwanden. In figuur 3.3 is een verzameling van verschillende klimtoestellen te zien. In bijlage D zijn de specificaties van deze klimtoestellen te vinden en een aantal specifieke eisen voor klimtoestellen. Naast een speelelement kan het product ook een leerelement bevatten. Zo zou het product bijvoorbeeld kunnen bijdragen aan lessen over de seizoenen en de zon.

3.2.2 Jongeren ontmoetingsplek

Na schooltijd zou de schaduwplek als ontmoetingsplek voor jongeren kunnen dienen. Jongeren die rondhangen in openbare ruimtes kunnen voor overlast zorgen; deze hangjongeren zijn meestal tussen de 12 en 20 jaar oud. Om overlast te voorkomen, worden er hangplekken gecreëerd in overleg met jongeren en buurtbewoners. Hierdoor zullen de jongeren minder snel op ongewenste plekken rondhangen. [34] Maar in veel gevallen worden de nieuwe ontmoetingsplekken binnen de kortste keren vernield. Omdat een ontmoetingsplek op een openbaar plein komt te staan, zal er waarschijnlijk voldoende toezicht zijn van omwonenden. Het gebruik van verlichting en een centrale ligging kan er ook voor zorgen dat er minder vandalisme plaats zal vinden. Daarentegen zullen de meeste scholen het niet waarderen als er 's avonds jongeren op het schoolplein rondhangen, omdat ze misschien afval achterlaten of het plein vernielen. Deze toepassing is daarom geschikter voor stads- of dorpspleinen. In figuur 3.6 zijn een aantal jongeren ontmoetingsplekken te zien. Hierin is te zien dat de meeste ontmoetingsplekken gericht zijn op het vormen van een kring.

3.2.3 Gebruik zonne-energie

Zonnepanelen worden steeds vaker toegepast in straatmeubilair. De schaduwplek zal goed te combineren zijn met zonnepanelen, omdat het oppervlak dat schaduw creëert aan de bovenkant vol in de zon zal staan. De gewonnen energie kan gebruikt worden voor geïntegreerde verlichting die 's avonds automatisch aan gaat. De energie kan ook gebruikt worden om mobiele telefoons op te laden. Daarnaast kan het voor een stads- of dorpsplein handig zijn om een oplaadmogelijkheid te hebben voor een elektrische fiets. Dit zorgt ervoor dat de schaduwplek ook voor ouderen interessanter wordt. In bijlage E is een overzicht te vinden van het gebruik van zonne-energie in speeltoestellen en straatmeubiliair.

Conclusie

Aan de hand van de analyse naar de toegevoegde functies is er een productrichting gekozen. Het product zal gericht zijn op basisschoolkinderen, omdat een school het product aanschaft voor de leerlingen en bijvoorbeeld niet voor jongeren. Bovendien willen directie en leraren liever niet dat er jongeren op het schoolplein rondhangen, omdat er toch regelmatig speeltoestellen vernield worden of afval achtergelaten wordt. Daarnaast is de doelgroep van kinderen tot jongeren erg breed. Dit maakt het lastig om een product te ontwerpen dat elke leeftijd tussen 4 en 20 jarigen aan zal spreken. De schaduwplek zal daarom in eerste intstantie niet gericht zijn op jongeren. Het product is bedoeld voor gebruik op schoolpleinen en zal niet gericht zijn op stads- of dorpspleinen. De toepassing op andere pleinen zou de doelgroep erg verbreden. Het wordt complex om een product te ontwerpen dat zowel geschikt is voor een stads- of dorpsplein en tegelijkertijd leuk voor kinderen.

Figuur 3.3 Zonnebloem van Fix

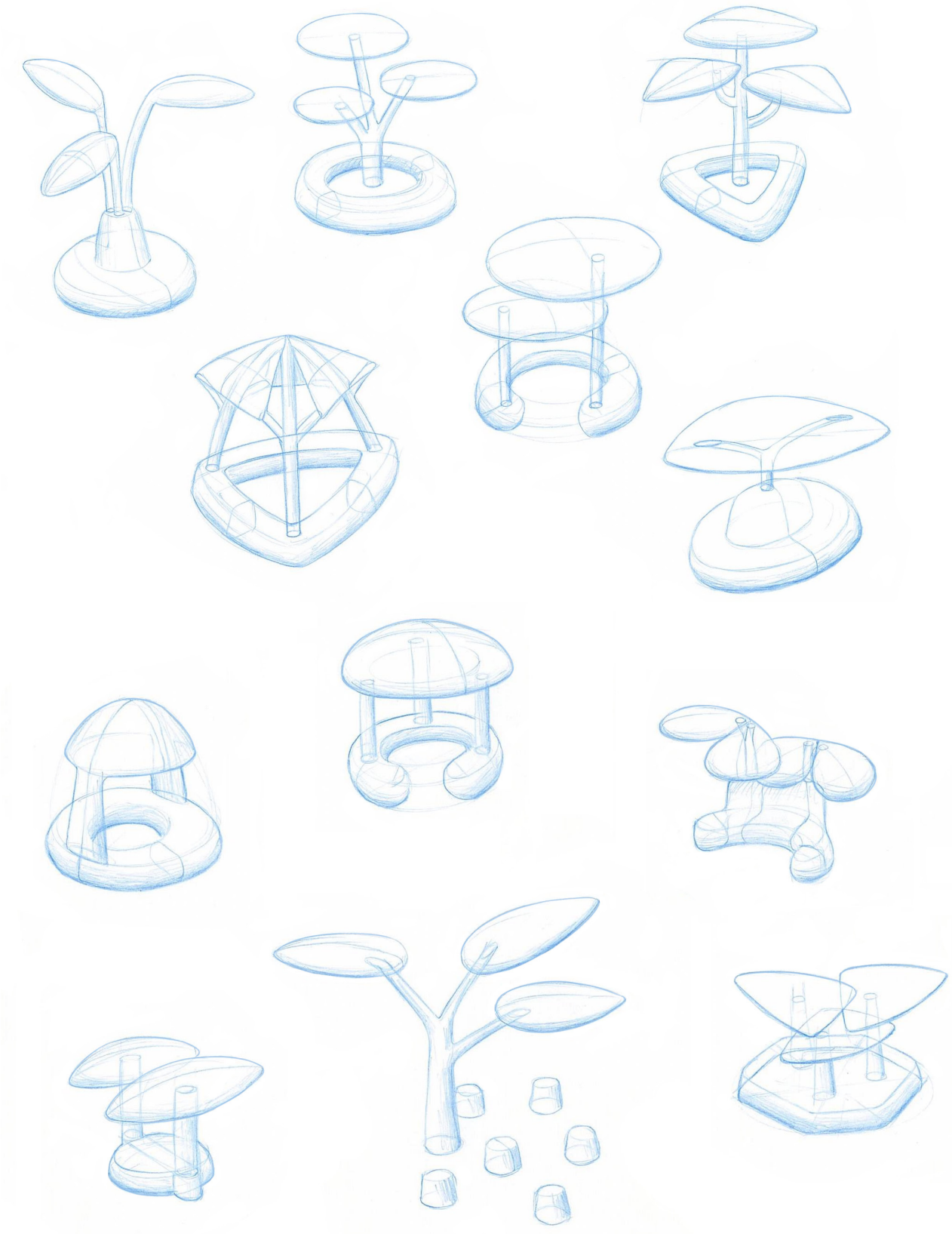
Figuur 3.4 Fono van Yalp: dj-tafel op zonne-energie

Figuur 3.5 Klimtoestellen

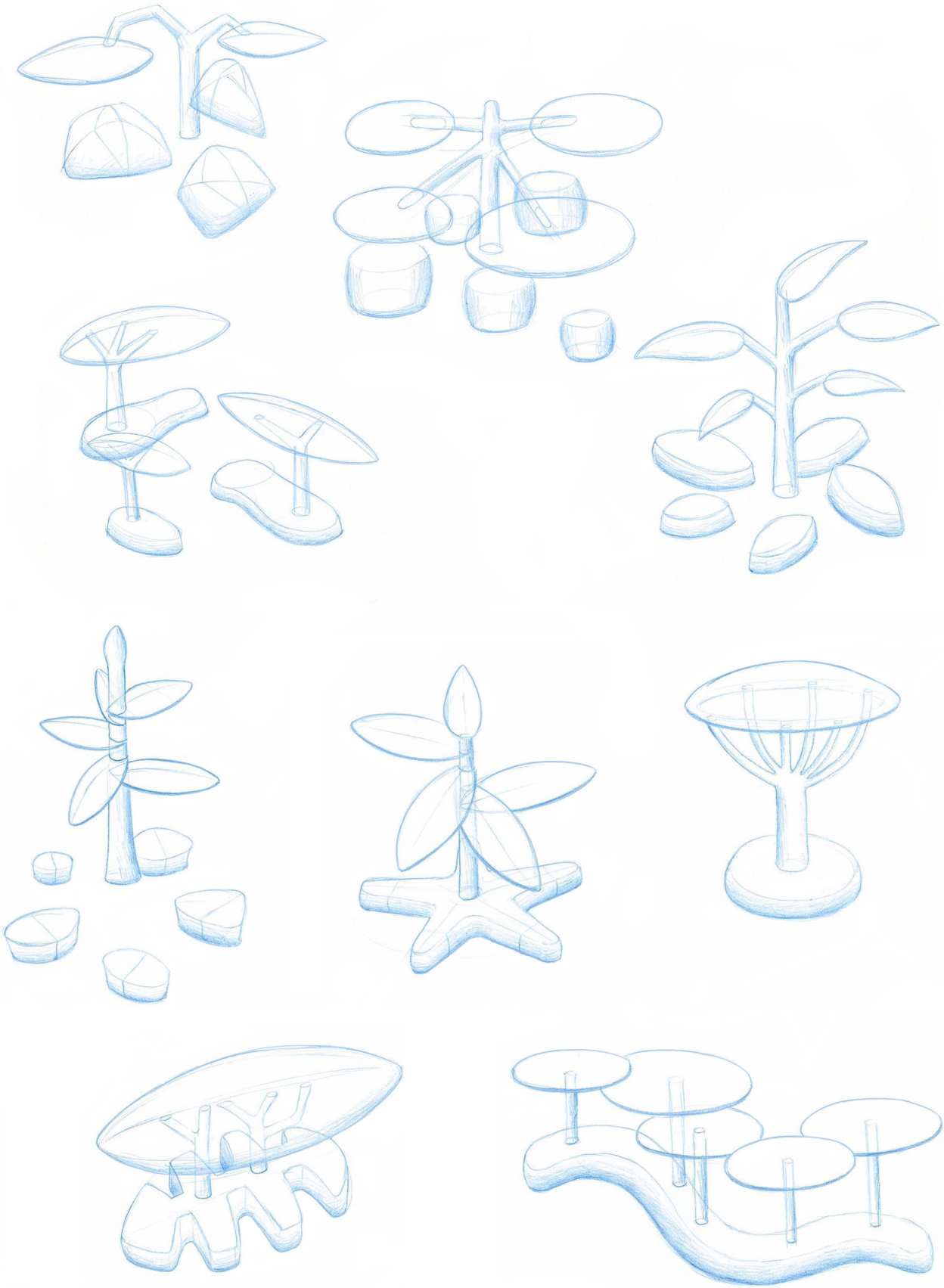
Figuur 3.6 Jongeren ontmoetingsplekken

3.3 Ideeën schaduwplekken

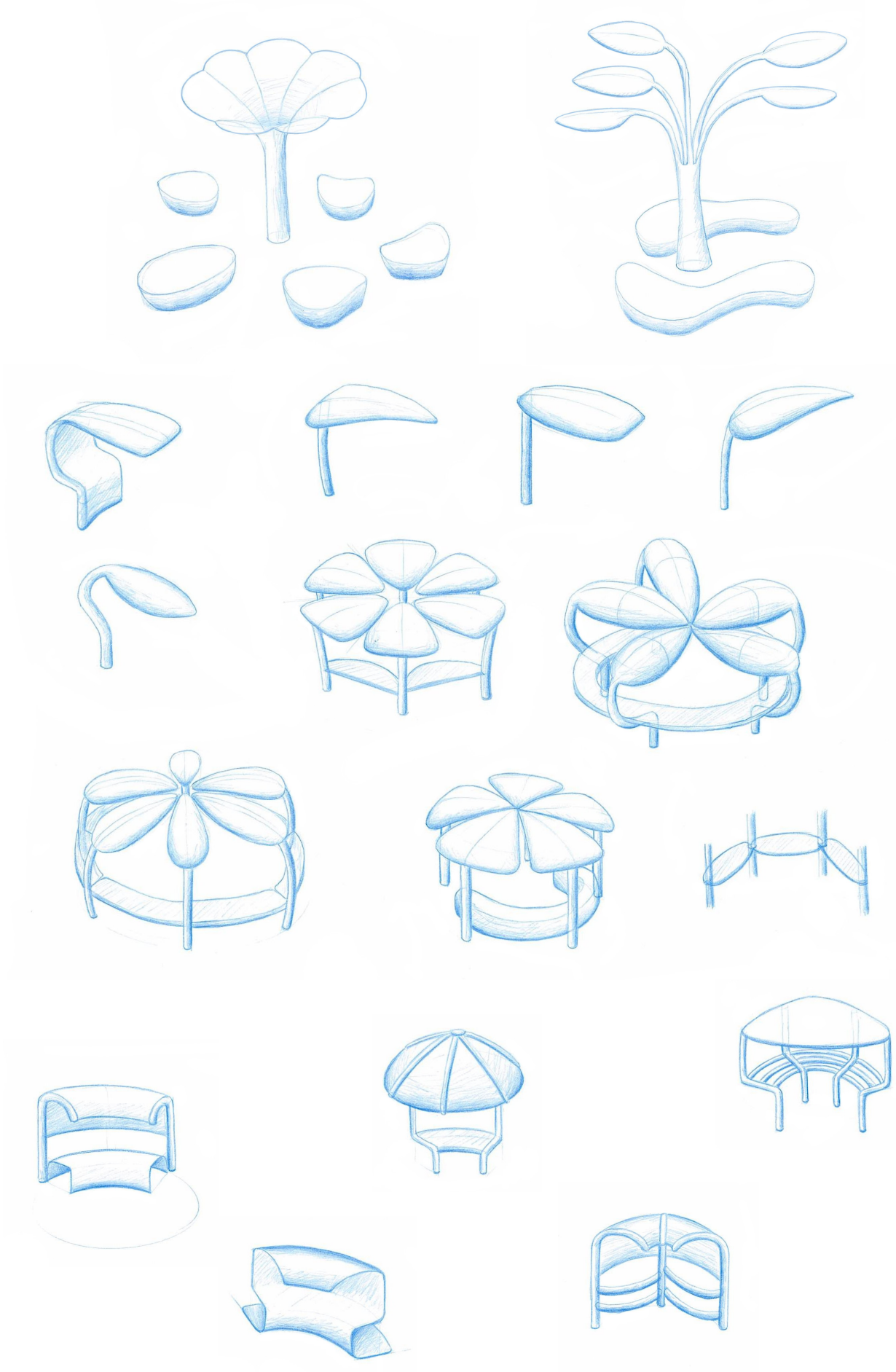
Op de volgende pagina' s zijn verschillende ideeschetsen te zien. De ideeën kunnen in drie richtingen worden verdeeld: zitplekken, speeltoestellen en overkappingen. De zitplekken kunnen ook als jongeren ontmoetingsplek gebruikt worden. De ideeën voor speelplekken zijn voornamelijk klimtoestellen. En de overkappingen hebben niet direct een zit- of speelplek, maar hebben als hoofdfunctie het creëren van schaduw.



Figuur 3.7 Zitplekken 1



Figuur 3.8 Zitplekken 2



Figuur 3.9 Zitplekken 3

Figuur 3.10 Speeltoestellen 1

Figuur 3.11 Speeltoestellen 2

Figuur 3.12 Overkappingen

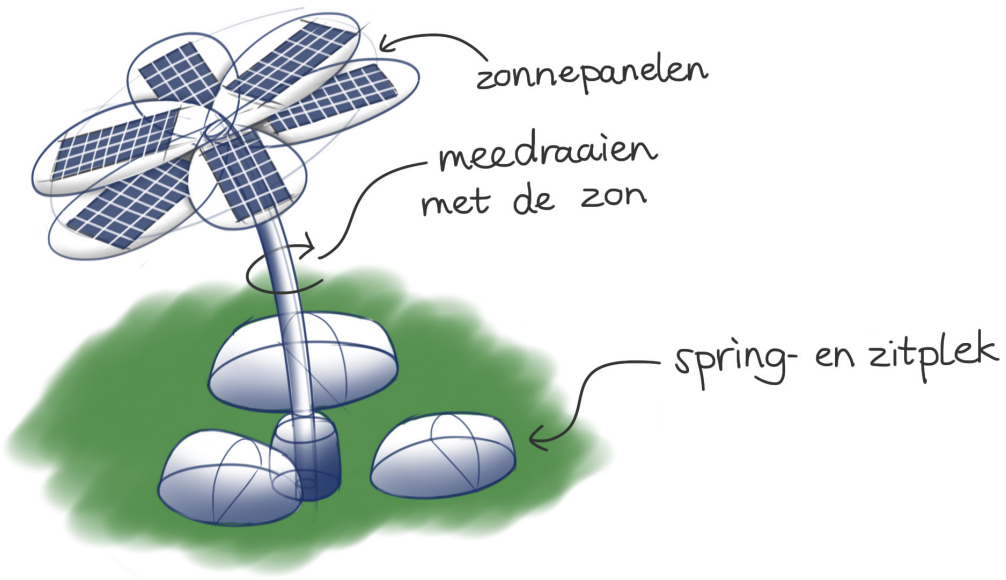
3.4 Ideekeuze

In overleg met de opdrachtgever zijn een drietal ideeën gekozen die verder uitgewerkt gaan worden. Er is gekozen voor drie verschillende richtingen: de schaduwbloem die rond kan draaien, het spel op zonne-energie en een speelhuis. Hieronder zal elk concept worden beschreven.

Er is niet voor een klimtoestel gekozen, omdat de combinatie van een schaduwplek en klimtoestel het product waarschijnlijk niet aantrekkelijker maakt voor scholen. De combinatie met een klimtoestel maakt het product een stuk duurder, omdat er dan een valondergrond nodig is. De valondergrond is vaak net zo duur als de verkoopprijs van het speeltoestel zelf. En het moet regelmatig gecontroleerd en/of vervangen worden. Als scholen een schaduwplek aan willen schaffen, zullen ze waarschijnlijk in eerste instantie kijken naar producten die direct de schaduwfunctie vervullen.

3.4.1 Concept Schaduwbloem

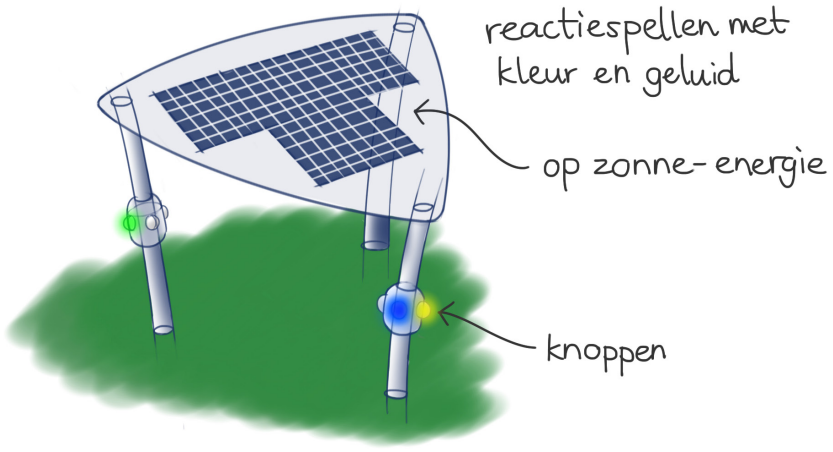
Het voordeel van dit concept is dat de schaduwplek mee kan draaien met de stand van de zon, waardoor er zoveel mogelijk schaduw is gedurende de dag. De bloemvorm zal onder de ideale hoek komen te staan, zodat er zo veel mogelijk schaduw gecreëerd wordt over de dag. Het product zal om de verticale as gedraaid kunnen worden door een motor. Door er bijvoorbeeld een stuur aan te bevestigen, zouden kinderen de schaduwplek zelf kunnen draaien. De zonne-energie kan gebruikt worden om de motor aan te sturen. Onder de bloemvorm kunnen meerdere losse elementen geplaatst worden. Deze kunnen gebruikt worden als zitplek of stapstenen om op te springen. Afhankelijk van het aantal leerlingen kunnen er meer elementen geplaatst worden.



Figuur 3.13 Concept Schaduwbloem

3.4.2 Concept Zonnespel

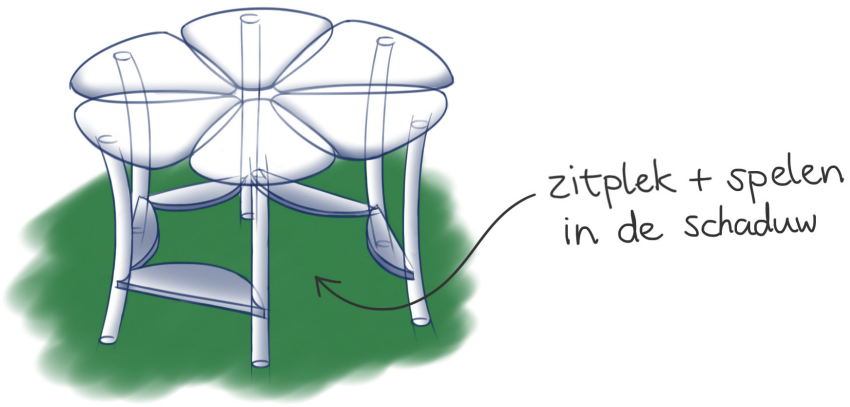
Met dit product kunnen meerdere spellen gespeeld worden. Een voorbeeld van een spel is dat kinderen een bepaalde kleur of kleurencombinatie te horen krijgen. Ze moeten dan zo snel mogelijk op de juiste knop of knoppen drukken. Er kan ook een dierengeluid aan een bepaalde kleur gekoppeld worden. De kinderen krijgen dan een dierengeluid te horen en moeten de juiste kleur er bij kiezen. Er zijn vele mogelijkheden voor spellen, waardoor het voor verschillende leeftijden geschikt is. Daarnaast stimuleert het kinderen om meer te gaan bewegen. Het zonnepaneel zal het product van energie moeten voorzien.



Figuur 3.14 Concept Zonnespel

3.4.3 Concept Speelhuis

Kinderen vinden het leuk om een eigen huisje te hebben. Door het bloemvormige dak ontstaat er een beschutte plek, maar door de open zijkanten blijft het geheel een open speelplek. De kinderen kunnen uitrusten op de bankjes of in het midden een eigen spel spelen. Het product kan voor onderwijs-activiteiten gebruikt worden. Omdat de zittingen in een kring gericht zijn, kan er makkelijk uitleg gegeven worden aan een groep kinderen.



Figuur 3.15 Concept Speelhuis

H4 Concepten

In dit hoofdstuk komt de uitwerking van de drie concepten aan bod. Van elk concept worden de globale afmetingen, de componenten, de materiaalkeuze en de haalbaarheid beschreven. Uiteindelijk zal er één concept gekozen worden dat verder gedetailleerd zal worden.

4.1 Materiaalopties

Omdat de concepten op elkaar lijken qua materiaalgebruik worden eerst verschillende opties voor materialen besproken die voor alle concepten van toepassing zijn. De materiaalkeuze en de onderbouwing volgt bij de uitwerking van de concepten. In figuur 4.1 is een overzicht gegeven van eigenschappen van verschillende opties voor materialen. In de tabel wordt weerbestendigheid en de slijt- en stootvastheid niet weergegeven, omdat dit eisen zijn waaraan het materiaal sowieso moet voldoen. Omdat het product voor openbare ruimtes is, zal deze bestand moeten zijn tegen weersinvloeden en intensief gebruik.

PE (polyethyleen)
Polyethyleen wordt veel gebruikt voor verpakkingen door de goede biologische eigenschappen en omdat er geen weekmakers in zitten. PE is de meest gebruikte kunststof, omdat het goed te bewerken is en een lage kostprijs heeft. [35] De meeste PE soorten zijn goed lasbaar.

HDPE (high density polyethyleen)
HDPE staat voor High Density Polyethylene en wordt veel voor speeltoestellen gebruikt in de vorm van plaatmateriaal. [36] Door de hogere dichtheid is het materiaal sterker dan PE. [37] HDPE wordt net als PE gebruikt voor verpakkingen. Het materiaal is van zichzelf niet goed bestand tegen UV-straling, maar door de toevoeging van koolstofdeeltjes wel. [38] En het is recyclebaar en duurzaam; bij het omsmelten komen er geen giftige gassen vrij. [39]

Volkern HPL (high pressure laminate)
High Pressure Laminate (HPL) platen bestaan uit phenolhars en cellulose en wordt geproduceerd onder hoge druk. Door de hoge dichtheid heeft HPL een hogere sterkte dan HDPE, maar de kostprijs is ook hoger. Het materiaal is weerbestendig en eenvoudig te bewerken. Meestal wordt de plaat afgewerkt met een gekleurde toplaag. Deze beschermt het materiaal tegen UV-straling. [40][41]

Rubbergranulaat
Rubbergranulaat zijn korrels rubber die meestal recyclemateriaal zijn. De kostprijs is daarom zeer laag. Het wordt meestal gebruikt als valondergrond bij speeltoestellen in de vorm van tegels. Maar het kan ook goed gebruikt worden als los speelelement, zoals een stapsteen. Het nadeel is dat het oppervlak niet glad afgewerkt kan worden door de korrel-structuur. Aan de andere kant geeft het wel beter grip door het ruwe oppervlak. [42]

Thermisch verzinkt staal
Thermisch verzinkt staal is een legering die voornamelijk bestaat uit ijzer en met een coating van zink. Het wordt ook gegalvaniseerd staal genoemd. Het staal wordt ondergedompeld in een bad met vloeibare zink van ongeveer 450 °C. Door de zinklaag wordt het staal beschermd tegen corrosie. De zinklaag is goed bestand tegen slijtage en stoten, omdat er tijdens het verzinkproces legeringslagen ontstaan die vaak harder zijn dat het staal zelf. In tegenstelling tot het verven of spuiten van staal, worden bij het verzinken ook alle naden goed bedekt. Hierdoor gaat het langer mee. Na het verzinken kan het staal ook gepoedercoat of afgelakt worden. Dit zorgt voor een nog langere levensduur en wordt een duplex-behandeling genoemd. Deze coating bestaat in verschillende kleuren. [43]

RVS
Roestvrij staal is een legering van ijzer met chromium en nikkel en meestal vier of vijf andere metalen. Het grote voordeel van RVS is dat het zonder bewerking al bestand is tegen corrosie, maar de kostprijs is daarom wel hoger dan staal met een coating, zoals thermisch verzinkt staal. Andere voordelen zijn de hoge sterkte ook bij hogere temperaturen en de lange levensduur. [44] RVS wordt in speeltoestellen meestal gebruikt voor kleinere onderdelen vanwege de hogere kostprijs dan andere metaalsoorten.

Cederhout
Cederhout wordt gebruikt voor buitenmeubilair, omdat het van nature bestand is tegen rotting en insecten. Daarom is er geen chemische behandeling nodig en is het beter voor het milieu. Vaak wordt er toch wel beschermde laag aangebracht; bijvoorbeeld watergedragen beits.[45]

Robinia hout
Robinia hout wordt veel voor speeltoestellen gebruikt, omdat het geschikt is om zonder bewerking te gebruiken. Er worden dus geen planken of balken van gemaakt, maar het hout

wordt in de oorspronkelijke vorm gebruikt. Door de kromme stammen en takken geeft het een natuurlijke uitstraling. Het hout is hierdoor minder geschikt voor maatwerk. Elk speeltoestel van robinia hout is dus anders, waardoor de assemblage- en installatiekosten hoog zullen zijn. [46][47] Robinia is een hardhoutsoort en is slijtvast. Het hout heeft een levensduur van ruim 25 jaar. [48]

Gelamineerd dennenhout
Gelamineerd hout vervormt nauwelijks en heeft daardoor een langere levensduur dan massief hout. Daarnaast is het zeer geschikt voor maatwerk. Daarentegen is het door het impregneren in sommige gevallen niet recyclebaar. [49]

Materiaal	Prijs per kg	Voordelen	Nadelen	Toepassingen
PE (polyethyleen)	€1,40 – 1,54 [50]	Lage kostprijs Goed lasbaar Recyclebaar	Minder sterk dan HDPE	Speeltoestellen en speelgoed Voedselverpakkingen
HDPE (high density polyethyleen)	€1,40 – 1,54 [51]	Lage kostprijs Hoge sterkte Goed lasbaar Recyclebaar	Coating tegen UV-straling	Speeltoestellen en speelgoed Tankbouw en apparatenbouw Voedselverpakkingen
HPL (high pressure laminate)	€4,35 [52]	Hoge sterkte Eenvoudig te bewerken	Hoge kostprijs Coating tegen UV-straling	Speeltoestellen Machinebeplating Gevelbekleding
Rubbergranulaat	€0,95 [53]	Zeer lage kostprijs Gerecycled materiaal Valdempende werking	Ruwe afwerking	Valondergrond speeltoestellen Sportvelden
Thermisch verzinkt staal	€0,51 – 0,57 [54]	Lage kostprijs	Kans op vervormingen	Speeltoestellen Dakbedekking Auto-industrie
RVS	€4,59 – 5,06 [55]	Geen coating nodig	Hoge kostprijs	Speeltoestellen Auto-industrie Voedselverwerkende apparaten
Cederhout	€1,63 – 2,18 [56]	Geen behandeling nodig	Splijting hout	Speeltoestellen Tuinmeubilair
Robinia hout	€1,63 – 2,18 [57]	Geen bewerking nodig Splijting hout	Maatwerk minder geschikt	Speeltoestellen Tuinmeubilair
Gelamineerd dennenhout	€2,51 – 2,73 [58]	Geschikt voor maatwerk Vervormt nauwelijks	Niet altijd recyclebaar	Speeltoestellen Tuinmeubilair

Figuur 4.1 Tabel eigenschappen materialen

4.2 Zonnepanelen

Twee concepten maken gebruik van zonnepanelen, daarom is er literatuuronderzoek gedaan naar de werking van zonnepanelen en de verschillende typen zonnecellen. Daarnaast is er gekeken naar een solar tracking systeem, waarbij het zonnepaneel de zon volgt. De keuze van het soort zonnepaneel is te vinden bij de uitwerking van de concepten.
In bijlage F is meer van het onderzoek naar zonnepanelen te lezen.

Solar tracking

Er zijn twee manieren waarop de zon gevolgd kan worden: rotatie om de horizontale en verticale as. Voor een-assige systemen wordt meestal de verticale rotatie as gebruikt. Hierbij volgt het paneel de baan van de zon, waardoor de opbrengst 16% hoger is dan een gefixeerd paneel. Bij een twee-assig systeem verandert ook de hellingshoek van het paneel mee. Dit levert een verhoogde opbrengst van 25%. [59] [60] Om de baan van de zon te volgen kan een lichtsensor of een algoritme gebruikt worden. De lichtsensor meet waar het felste zonlicht vandaan komt. Met een algoritme kan de stand van de zon berekend worden aan de hand van de coördinaten, de datum en het tijdstip. [61]

Silicium zonnecellen

Er zijn drie soorten silicium die gebruikt worden voor zonnecellen: monokristallijn, polykristallijn en amorf silicium. Monokristallijn silicium bestaat uit één siliciumkristal en heeft het hoogste rendement, maar is relatief duurder. Polykristallijn silicium is goedkoper, maar heeft een lager rendement. Amorf silicium bevat helemaal geen kristallen en heeft het laagste rendement. Het wordt vaak gebruikt in dunne film zonnepanelen. [62]

Dunne-film zonnecellen

Dunne-film zonnecellen worden bijvoorbeeld gebruikt in rekenmachines. De absorberende laag is maar één micrometer dik in plaats van 350 micrometer bij de traditionele zonnecellen, waardoor ze licht en buigzaam zijn. Voor de dunne-film zonnecellen worden zwaardere metalen gebruikt die het zonlicht efficiënter omzetten. Omdat er minder halfgeleider-materiaal nodig is, zijn de productiekosten lager, maar de materiaalkosten zijn wel hoger. [63]

Organische zonnecellen

Naast silicium zonnecellen zijn er ook organische zonnecelen (zie figuur 4.2). Voor organische zonnecellen wordt in plaats van silicium bepaalde polymeren gebruikt. De voordelen van organische zonnecellen zijn de flexibiliteit en de lagere materiaalkosten. Door de flexibilteit van het materiaal zijn ze geschikt voor bijna elk oppervlak. Daarnaast is het materiaal 10 tot 20 keer goedkoper dan silicium. Echter is het rendement maar 3 tot 5%, tegenover een gemiddelde silicium zonnecel met een rendement van 14%. Daarnaast zijn organische zonnecellen erg gevoelig voor UV-straling en oxidatie. Om dit te voorkomen wordt beschermende coating ontwikkeld. Deze techniek wordt nog niet veel commercieel gebruikt, omdat het nog verder geoptimaliseerd moet worden. [64]

Vergelijking zonnecellen

In figuur 4.2 is een overzicht te zien van de verschillende soorten zonnecellen met het rendement en de kosten per watt-piek. Het vermogen van zonnepanelen wordt meestal gegeven in Watt-piek (Wp). Dit is het elektrisch vermogen dat een zonnecel levert bij een instraling van 1000 W/m2 en een celtemperatuur van 25 °C. [65]

Opbrengst

De ideale hoek voor een zonnepaneel in Nederland is 36 graden met een orientatie van 5 graden west ten opzichte van het zuiden. [66] Zonnepanelen hebben meestal een levensduur van 30 tot 35 jaar. [67]

Soort zonnecel	**Rendement**	**Kosten Maart 2012** [69]	**Kosten Sept 2013** [68]
Mono-kristallijn silicium	15 - 20% [68]	€0,81 per Wp	€0,55 per Wp
Poly-kristallijn silicium	13 - 16% [68]	€0,78 per Wp	€0,45 per Wp
Copper Indium Gallium Selenide (CIS/CIGS) (dunne-film)	10 - 12% [68]	-	-
Cadmium Telluride (CdTe) (dunne-film)	9 - 11% [68]	-	-
Amorf sillicium (dunne-film)	6 - 8% [68]	€0,62 per Wp	€0,50 per Wp
Organisch (polymeer)	3 - 5% [64]	-	-

Figuur 4.2 Tabel vergelijking zonnecellen

4.3 Concept Speelhuis

Aan de vormgeving zijn de volgende aanpassingen gedaan: een tweedelig schuin lopend dak en rechte constructiepalen. Het dak zal uit twee delen bestaan in plaats van zes, omdat de productiekosten dan lager zullen zijn vanwege de vermindering van onderdelen. En bij de installatie zijn er minder onderdelen die gemonteerd moeten worden. Het schuine dak maakt de bevestiging van de onderdelen complexer, maar geeft wel aanzienlijk meer schaduw, omdat het 's middags naar de zon gericht is. Daarnaast maakt het klimmen op het toestel een stuk lastiger, waardoor er geen valondergrond nodig is. De constructiepalen zullen in plaats van gebogen recht lopen, omdat dit eenvoudiger te produceren is. Daarnaast maakt het de bevestiging van de zittingen gemakkelijker.

Materiaal

In figuur 4.3 is de materiaalkeuze en vormgeving weergegeven. Het dak en de zittingen zullen van HDPE gemaakt worden, omdat deze kunststofsoort veel wordt gebruikt in speeltoestellen als plaatmateriaal. Het heeft goede eigenschappen voor een lage kostprijs, zoals de lange levensduur en bestendigheid tegen slijtage. Door de hogere dichtheid heeft een hogere sterkte dan PE. Dit maakt het geschikter voor intensief gebruik. Volkern HPL wordt voornamelijk gebruikt voor speeltoestellen waarbij de belasting een grotere rol speelt. Omdat het om een dak gaat, wegen de hogere kosten niet op tegen de verhoogde sterkte van volkern HPL.

Voor de steunpalen is er gekozen voor thermisch verzinkt staal, omdat dit veel gebruikt wordt voor de constructieve delen van speeltoestellen. Het gaat lang mee en heeft een goede prijs-kwaliteit verhouding in vergelijking met RVS. Er is niet voor hout gekozen, omdat de levensduur meestal korter is dan dat van kunststof en metaal en meer onderhoud nodig heeft. De levensduur kan verlengd worden door het hout regelmatig te lakken en/of verven. Dit extra onderhoud is juist een probleem voor scholen vanwege de kosten.

Afmetingen

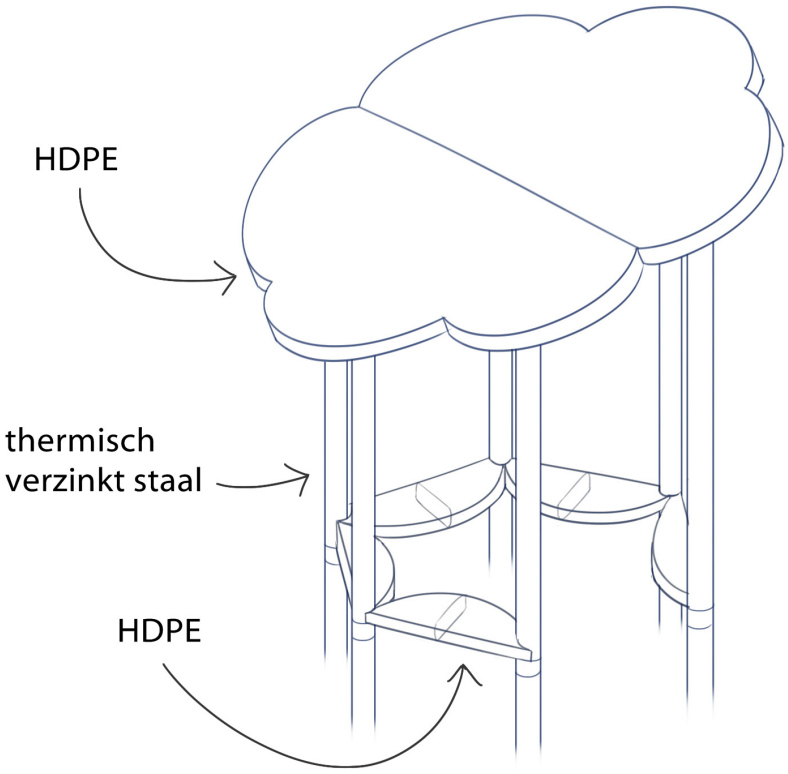
In figuur 4.4 is een maattekening van het concept te zien. Per concept worden alleen de belangrijkste maten aangegeven, omdat de overige maten bij de detaillering bepaald zullen worden. De hoogte tot het laagste punt van het dak wordt 3 meter. Een gemiddelde 12-jarige heeft een lengte van 151 cm en een reikhoogte van 182 cm. [70] Met een hoogte van 3 meter zullen de kinderen niet gemakkelijk kunnen springen en aan de rand gaan hangen. Als de kinderen op het dak zouden kunnen klimmen, moet het dak een hogere belasting aan kunnen en zal er rekening gehouden moeten worden met een valondergrond.

De hoek waaronder de bladvorm staat is 36 graden, omdat dit de ideale hoek is voor zonnepanelen. Dit zorgt ervoor dat er 's middags de meeste schaduw is. Bij de plaatsing is het belangrijk dat het dak naar het zuiden gericht is, zodat het de meeste schaduw geeft. De zittingen zullen op een hoogte van 40 cm zitten. Deze hoogte is bepaald aan de hand van de knieholtehoogte van een gemiddeld basisschoolkind. Deze waarde ligt tussen de 27,9 tot 42,6 cm. [89] Daarnaast is er gekeken naar bestaande bankjes bij speeltoestellen.

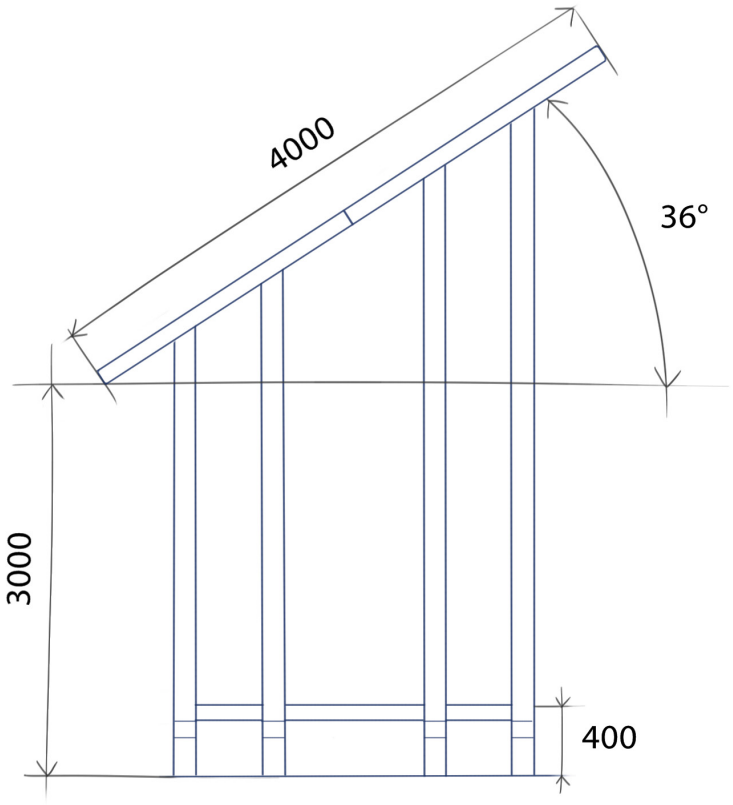
Bij het bepalen van de diameter van het dak is er gekeken naar het schaduwoppervlak en bestaand plaatmateriaal. De afmetingen van HDPE plaatmateriaal zijn maximaal 4 bij 2 m. [71] Hiervan worden twee platen aan elkaar bevestigd. Dit geeft een schaduw van ongeveer 12,5 m^2.

Veiligheid

Het is van belang dat kinderen niet op het dak kunnen klimmen, zodat er geen valondergrond nodig is. Als er een valondergrond nodig is, zal de verkoopprijs en het onderhoud toenemen. De hoek waaronder het dak staat, maakt het lastiger voor kinderen om er op te klimmen. Ook zijn er behalve de zittingen geen steunpunten rond de palen die gebruikt kunnen worden om er in te klimmen. Als een 12-jarig kind op een bankje gaat staan, kan deze nog niet bij de rand. Zelfs als het een kind lukt om er op te klimmen is dit geen probleem, omdat voor producten die niet bedoeld zijn als klimtoestel geldt dat er geen valondergrond nodig is als de leeftijdsgroep zelf het gevaar in kan schatten. Dit is besproken met Rob Tuitert, product manager bij Yalp.



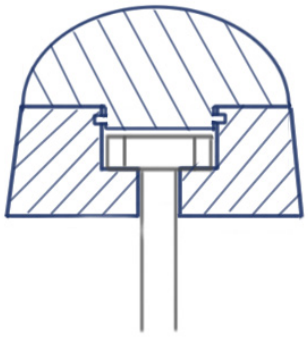
Figuur 4.3 Materiaal speelhuis



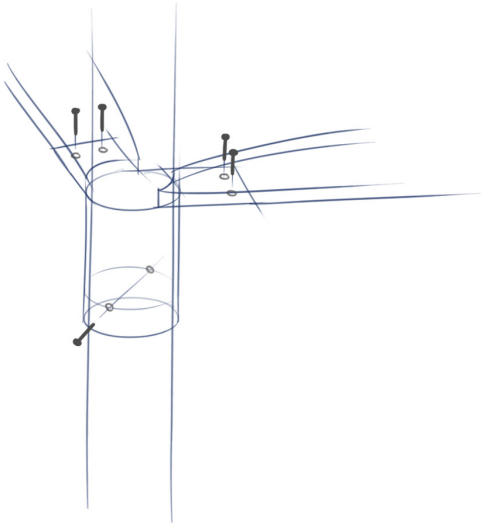
Figuur 4.4 Maten speelhuis

Bevestiging

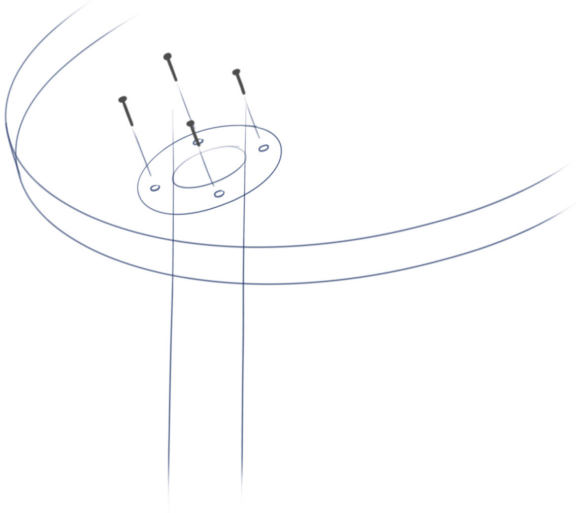
Om de zittingen aan de palen te bevestigen worden er stalen hoekverbindingen gebruikt. Deze zullen gemaakt zijn van gegalvaniseerd staal. De HDPE platen zullen voorgeboord worden. Om het dak aan de palen te bevestigen worden ook bouten en moeren gebruikt. In figuur 4.6 en 4.7 zijn de schetsen van de bevestiging te zien. Het bevestigings-materiaal zal afgedekt worden zoals in figuur 4.5. Dit bestaat uit twee kunststofdelen. Het bovenste dopje wordt er in geslagen, waardoor de pinnen in de gleuf van het onderste deel vallen. Zo is het niet gemakkelijk los te maken.



Figuur 4.5 Afdekking bevestiging



Figuur 4.6 Bevestiging zittingen



Figuur 4.7 Bevestiging bloemvorm

4.4 Concept Zonnespel

Net als bij het concept speelhuis zal het dak schuin geplaatst worden om meer schaduw te krijgen en bij dit concept ook meer zon voor de zonnepanelen.

Materiaal

De materiaalkeuze is gelijk aan het speelhuis, omdat het uit vergelijkbare onderdelen bestaat. Het dak zal daarom ook van HDPE vervaardigd worden en de palen van thermisch verzinkt staal. In figuur 4.8 zijn de materiaalkeuzes aangegeven. De behuizing om de knoppen zal ook van HDPE gemaakt worden, omdat dit materiaal vaker voor behuizingen gebruikt wordt. Daarnaast kan het goed geproduceerd worden met gietprocessen, zoals rotatiegieten.

Afmetingen

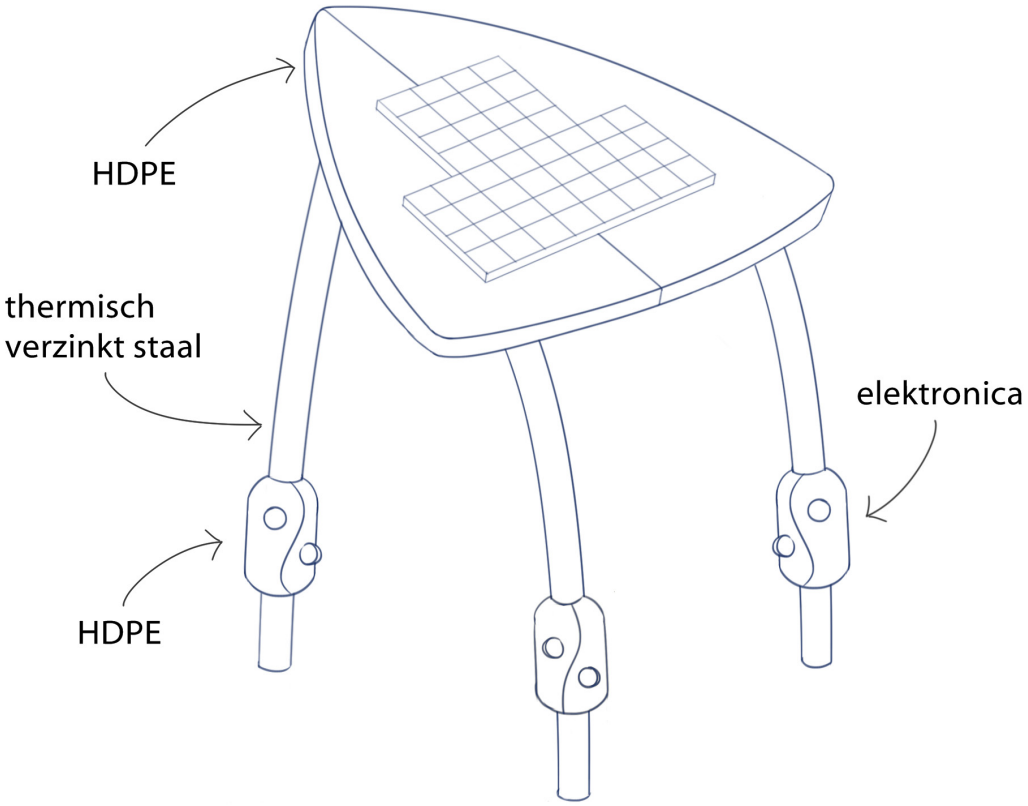
Voor de grootte van het dak en de hoek zijn dezelfde maten aangehouden als concept 1, omdat de kinderen dan niet op het dak kunnen klimmen en het product zoveel mogelijk schaduw levert. Voor de hoogte van de knoppen is gekeken naar de gemiddelde schouderhoogte. Deze is 83,6 tot 122,2 cm bij een gemiddeld basisschoolkind. [70] De knoppen zullen tussen de 70 tot 110 cm hoogte zitten, zodat alle basisschoolkinderen er mee kunnen spelen. De maten zijn te zien in figuur 4.9.

Componenten

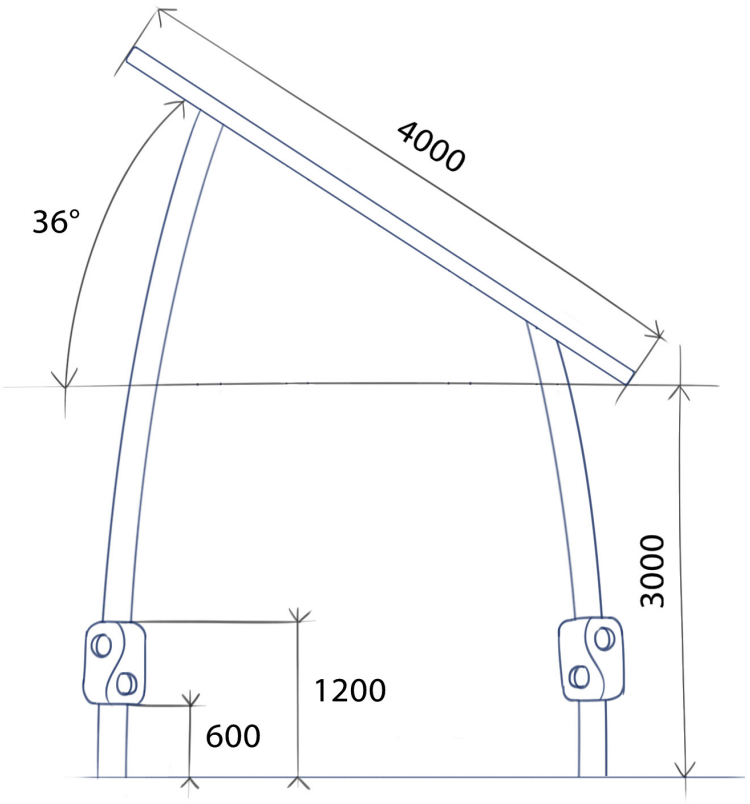
Dit concept zal gebruik maken van een zonnepaneel en accu om energie op te wekken en op te slaan voor het uitvoeren van spellen. Verder zijn de volgende componenten nodig voor de spellen: een micro-processor, knoppen, LED lampjes, speaker en bedrading. De elektronica zal in de behuizing rond de palen geplaatst worden (zie figuur 4.8).

Zonnepaneel

De opgewekte energie zal gebruikt worden voor de elektronica van de spellen. Het zonnepaneel zal bestaan uit polykristallijne zonnecellen, omdat deze het meest gangbaar zijn en lang mee gaan. De dunne-film zonnecellen hebben de laagste kostprijs, maar zijn flexibel en daardoor kwetsbaarder en minder geschikt voor buiten. Het zonnepaneel zal 'hufterproof' moeten zijn, zodat de zonnecellen niet beschadigd raken als er bijvoorbeeld steentjes op het dak worden gegooid. Dit wordt gedaan door het paneel te bedekken met kunststofcoating of gietharslaag. De meeste zonnecellen worden beschermd door een glasplaat, maar dit is natuurlijk breekbaar en zorgt voor een lager rendement omdat het een deel van het licht reflecteert. Dit is ook gedaan bij de Fono van Yalp; een dj-tafel voor buiten. Hier kan gemakkelijk op geklommen worden, daarom moeten de panelen wel vandalismebestendig zijn. Door de kunststofcoating of gietharslaag worden de zonnecellen ook beschermd tegen weersinvloeden. Het nadeel is dat het paneel niet gerepareerd kan worden door de extra laag die er over heen zit. Het zonnepaneel zal daarom vervangen moeten worden als er zonnecellen niet meer werken. Daar tegenover staat dat de levensduur wel verlengd wordt. [72]



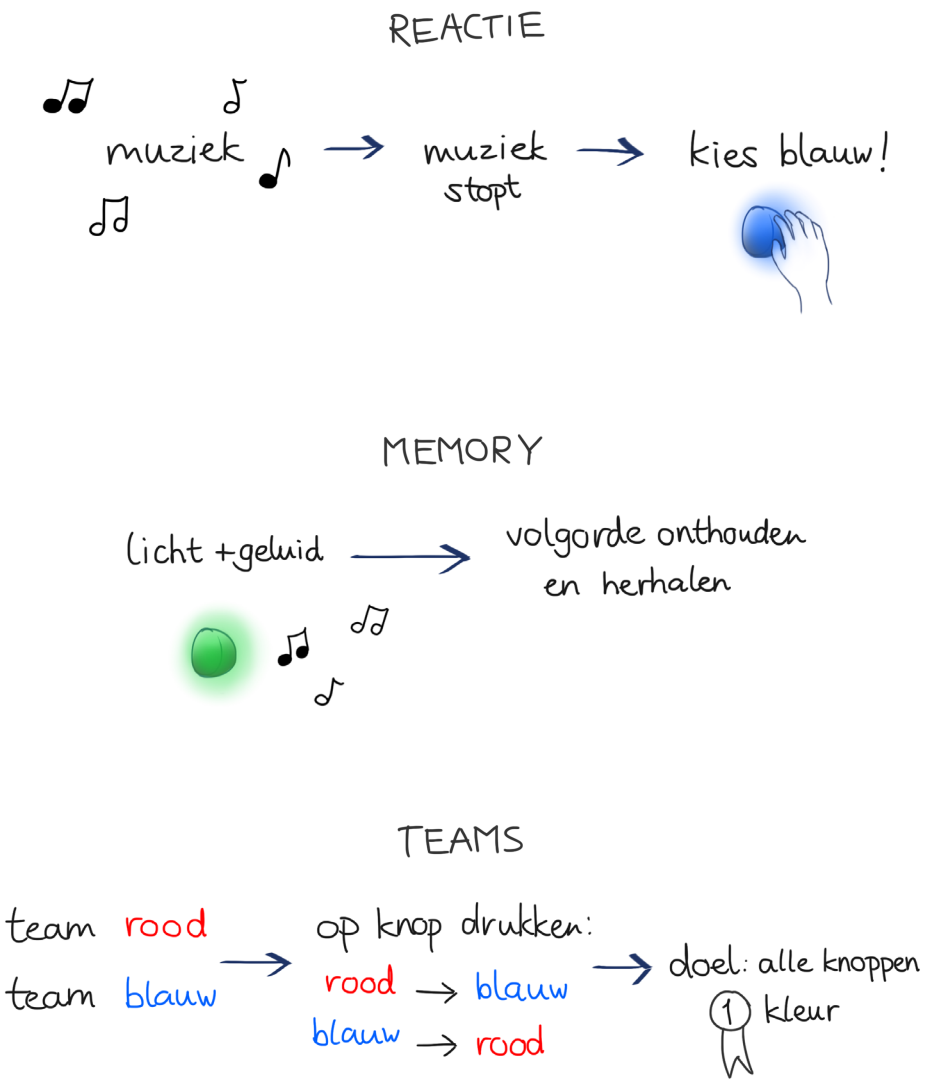
Figuur 4. 8 Materiaal zonnespel



Figuur 4.9 Maten zonnespel

Spellen

In figuur 4.10 zijn drie spellen gevisualiseerd om een beeld te geven van de mogelijkheden. Het eerste is een reactiespel waarbij de kinderen de opdracht krijgen om op een bepaalde kleur knop te drukken. De knoppen kunnen elke kleur krijgen, dus de plek van bijvoorbeeld de blauwe knop ligt niet vast. Zo moeten de kinderen goed op blijven letten en rondrennen om de goede kleur te vinden. De opdrachten zullen steeds sneller achter elkaar gegeven worden. Als er niet snel op de juiste knop gedrukt wordt, zal het spel afgelopen zijn.
Het tweede spel is een geheugenspel met licht en geluid. Een knop met een willekeurige plek licht op en er speelt een geluidje af. Als de goede knop is ingedrukt, komt er één opdracht bij in de reeks. Als de juiste knop niet op tijd ingedrukt wordt, stopt het spel. Het derde spel wordt in twee teams gespeeld. Zodra er twee teams gevormd zijn, kan het spel beginnen. Beide teams moeten proberen alle knoppen in hun eigen kleur te krijgen door er op drukken. Als één van de teams gewonnen heeft, is het spel afgelopen.



Figuur 4.10 Spellen

4.5 Concept Schaduwbloem

De bloemvorm zal uit twee delen bestaan in plaats van zes losse bladeren, omdat de productiekosten dan lager uit zullen vallen. Bovendien is de prijs van een groter zonnepaneel meestal lager dan zes kleinere panelen.

Materiaal

De bloem zal van HDPE gemaakt worden, vanwege de hoge sterkte en lage kostprijs. Het voetstuk waarin de componenten worden geplaatst zal ook van HDPE zijn, omdat dit ook geschikt is voor behuizingen. De paal zal van thermisch verzinkt staal geproduceerd worden. In figuur 4.11 is de materiaalkeuze te zien. De losse speelelementen zullen van rubbergranulaat vervaardigd worden. Dit materiaal kan gemakkelijk geproduceerd worden in verschillende vormen en kleuren en heeft een zeer lage kostprijs vanwege het recycle-materiaal.

Afmetingen

In figuur 4.12 zijn de belangrijkste maten van de schaduwbloem weergegeven. Voor de hoogte en diameter geldt dezelfde redenering als bij de andere concepten.

Solar tracking systeem

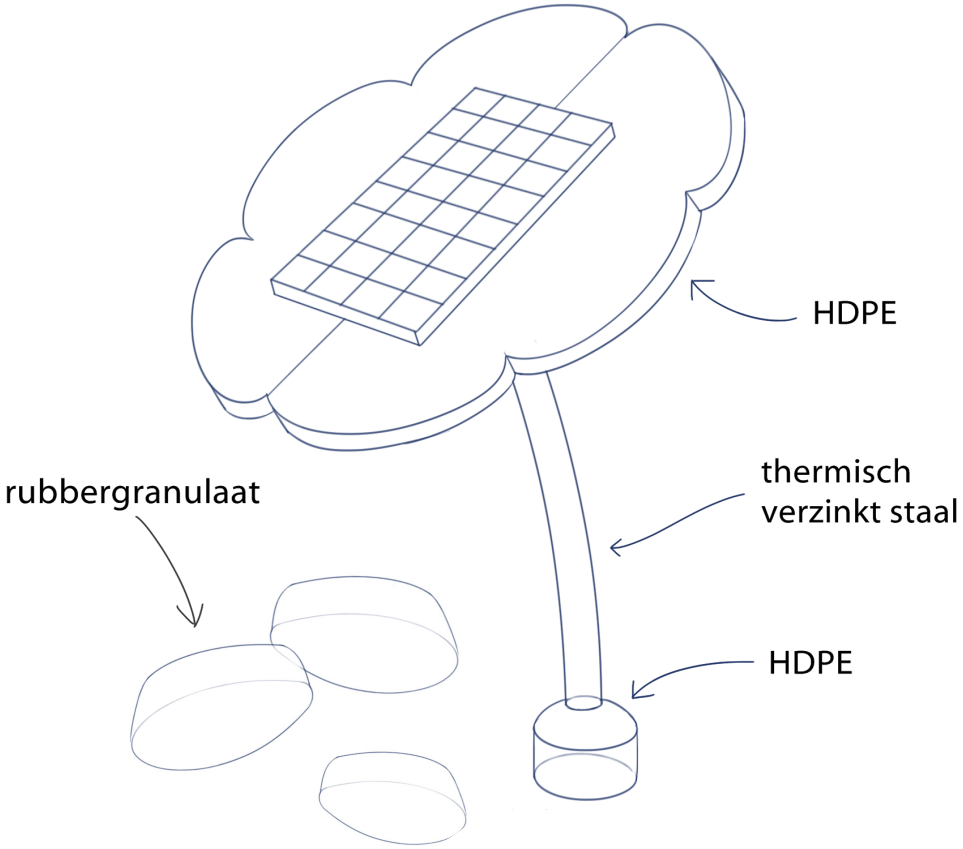
De bladvorm zal met de baan van de zon meedraaien om op elk tijdstip van de dag zoveel mogelijk schaduw te kunnen creëren. Om de bladvorm te laten draaien is een één-assig systeem met oost-west tracking de beste optie. Een één-assig systeem is namelijk minder complex dan een twee-assig systeem, waardoor het goedkoper is en minder onderhoud nodig heeft. Het verhoogde rendement is voor de schaduwplek minder van belang, omdat het zonnepaneel ruim voldoende energie kan leveren voor de motor.

Componenten

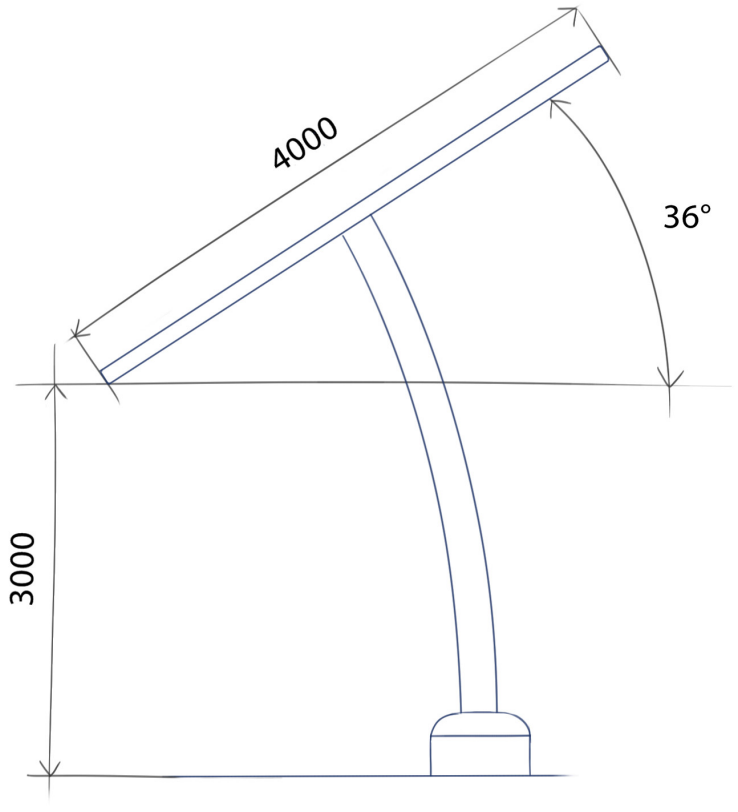
Het solar tracking systeem bestaat uit een zonnepaneel, motor met overbrenging, accu, micro-processor, lager en bedrading. Er is gekozen voor een enkel zonnepaneel in plaats van op elk 'blad' een klein paneel, omdat er dan minder bedrading nodig is en daardoor minder installatie- en onderhoudskosten. Een accu is nodig om de wisselingen in zonlicht op te kunnen vangen. Een zonnepaneel wekt namelijk ook energie op als het bewolkt is, maar wel minder dan op een zonnige dag. Door de accu kan de schaduwplek op bewolkte dagen nog steeds meedraaien met de zon. Bovendien is de schaduwplek door de accu zelfvoorzienend. Het is daarom niet nodig om de panelen aan het net aan te sluiten. De schaduwplek kan daarom op elke gewenste plek op het schoolplein geplaatst worden; zolang de grond geschikt is voor de fundering. De micro-processor wordt gebruikt om de motor aan te sturen aan de hand van een algoritme wat de stand van de zon berekend. Er is niet voor een lichtsensor gekozen, omdat het gevoeliger is voor schade en waarschijnlijk meer onderhoud nodig heeft.

Zonnepaneel

De zonne-energie zal gebruikt worden om de motor aan te sturen. Op de schaduwbloem zal net als bij het zonnespel een paneel van polykristallijne zonnecellen geplaatst worden, omdat deze zonnecellen een goed rendement behalen voor een redelijke prijs. Daarnaast wordt het paneel 'hufterproof' gemaakt door het te bedekken met een kunststofcoating of gietharslaag.

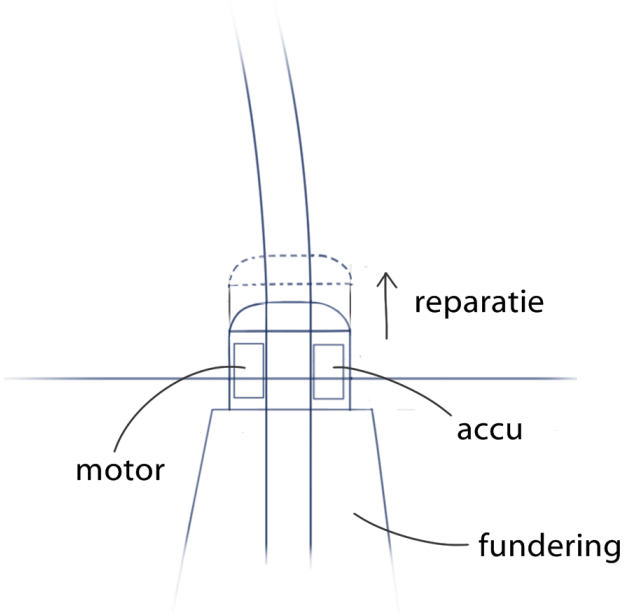


Figuur 4.11 Materiaal schaduwbloem



Figuur 4.12 Maten schaduwbloem

Plaatsing onderdelen
In figuur 4.13 is de plaatsing van een aantal belangrijke onderdelen aangegeven. Het voetstuk zal onder de grond doorlopen met daaraan fundering als tegengewicht van de bloemvorm. In het voetstuk worden de motor, accu en micro-processor geplaatst, omdat het dan gemakkelijk gerepareerd kan worden. Bij reparatie kan een deel van het voetstuk losgeschroefd worden. Het voetstuk zal zand- en waterdicht moeten zijn.



Figuur 4.13 Plaatsing onderdelen

4.6 Conceptkeuze

In figuur 4.14 zijn sterke en zwakke punten van elk concept gegeven. Omdat het speelhuis geen elektronica bevat, zullen de kostprijs en onderhoudskosten van dit product het laagst zijn in vergelijking met de andere concepten. Toch is het speelhuis niet gekozen, omdat het qua functie niet onderscheidend genoeg is. Ook blijkt dat er al meerdere interactieve speeltoestellen met knoppen op de markt zijn. Een voorbeeld hiervan is de Neos 360 van Playground Systems. Vandaar dat het zonnespel ook niet verder uitgewerkt zal worden.

De schaduwbloem zal verder uitgewerkt worden, omdat dit concept het meest onderscheidend is. Door het meedraaien met de zon zal dit product de meeste schaduw geven gedurende de dag, waardoor ook de schaduwfunctie duidelijk zichtbaar is. Door de nadruk te leggen op het creëren van schaduw onderscheidt het product zich van speeltoestellen. Hierdoor zijn speeltoestellen niet directe concurrentie voor de schaduwplek. De schaduwbloem geeft zelf niet een spelaanleiding, maar het speelelement zijn de stapstenen. Door de aparte speelelementen kan de school zelf bepalen hoeveel ze er aanschaffen. De speelelementen kunnen zo geplaatst worden dat ze in de schaduw staan op het warmst van de dag. De speelelementen zullen wel verankerd moeten worden. De beweging van de bloem zorgt voor hogere productie- en onderhoudskosten. Voor de bewegende onderdelen is er een zekere nauwkeurigheid nodig, zodat het water- en zanddicht is. Ook mogen kinderen niet met vingers bekneld kunnen raken bij de bewegende onderdelen. Daarom zal er in de detaillering gekeken worden naar de extra kosten die nodig zijn om het product te kunnen laten draaien.

Concept	Sterke punten	Zwakke punten
Speelhuis	Laagste kostprijs Minimale onderhoudskosten Te gebruiken voor onderwijsactiviteiten	Niet direct een spelaanleiding
Zonnespel	Stimuleert beweging Geschikt voor verschillende leeftijden	Hoge kostprijs Hoge onderhoudskosten Meerdere concurrerende producten
Schaduwbloem	Meeste schaduwoppervlak over de dag Nadruk op het creëren van schaduw Onderscheidend ten opzichte van speeltoestellen Aantal speelelementen aanpasbaar	Hoge kostprijs Hoge onderhoudskosten Hoge nauwkeurigheid noodzakelijk

Figuur 4.14 Tabel vergelijking concepten

H5 Detaillering

In de detailleringsfase wordt de schaduwbloem ontwikkeld tot een ontwerpvoorstel waarin vormgeving, productie en kosten zijn uitgewerkt.

5.1 Varianten schaduwbloem

Er zijn drie varianten bedacht: de gemotoriseerde, de handmatige en de statische schaduwbloem. De gemotoriseerde schaduwbloem zal met zonnepanelen energie opwekken voor de motor. De handmatige schaduwbloem zal enige weerstand moeten geven bij het draaien, zodat alleen volwassenen de bloem rond kunnen draaien. Of het draaien gaat in stappen, waardoor de slijtage beperkt wordt, maar de kinderen wel zelf de bloem kunnen draaien. De handmatige versie zal dus geen zonnepanelen hebben. De statische versie zal gericht zijn op het zuiden, waardoor deze 's middags de meeste schaduw geeft.

5.2 Schaduwanimatie

Om een een beter beeld te krijgen van de verplaatsing en verandering van de schaduw op een dag is er een animatie gemaakt in SketchUp. Hierin is een versimpelde versie van de schaduwbloem gemodelleerd. De diameter van de bladvorm is 4 m. Er zijn vier dagen genomen, uit elk seizoen één, waarvan de schaduw van zonsopgang tot zonsondergang wordt weergegeven. De volgende dagen zijn in de animatie te zien: 15 maart, 15 juni, 15 september en 15 december. Als locatie is er voor de basisschool in Ootmarsum gekozen, omdat daar het idee van de schaduwplekken is ontstaan. Aan de hand van de breedte- en lengtegraad, datum en tijdstip wordt de slagschaduw van het object bepaald. Bij deze vier fragmenten staat de schaduwbloem vast. Daarnaast is er een versie gemaakt waarbij de schaduwbloem meedraait met de zon.

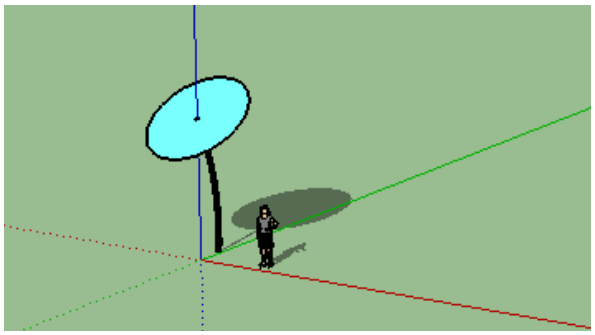
Seizoenen

In figuur 5.1 is van elk seizoen de schaduwstand om 12.00 weergegeven. Hierin te zien dat de schaduw in juni nagenoeg onder de schaduwbloem ligt. In maart en september ligt de slagschaduw ongeveer 1,5 m van de paal af. En in december staat de zon een stuk lager, waardoor de schaduw circa 6 m van het product verwijderd is.

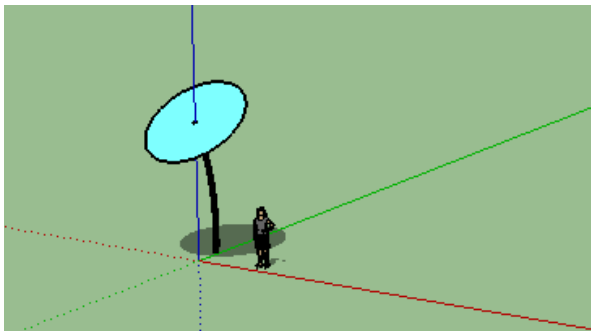
Statisch en dynamisch

Van de schaduwverandering op15 juni is er een statische en dynamische versie gemaakt. Hiervan zijn verschillende tijden op de dag weergeven in figuur 5.2 op de pagina hiernaast. Voornamelijk 's ochtends en 's avonds is het effect van het

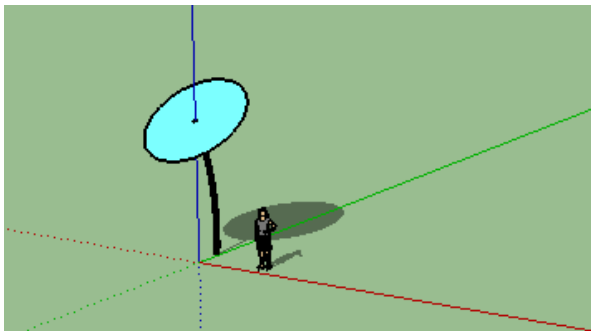
maart



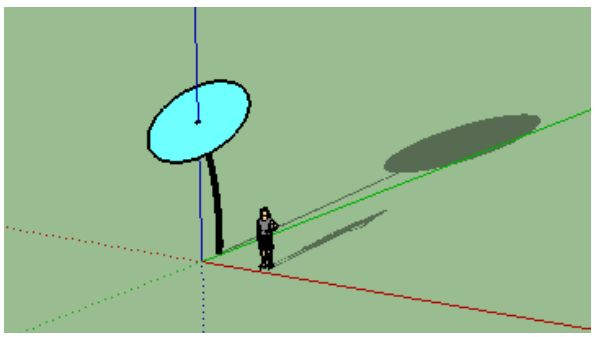
juni



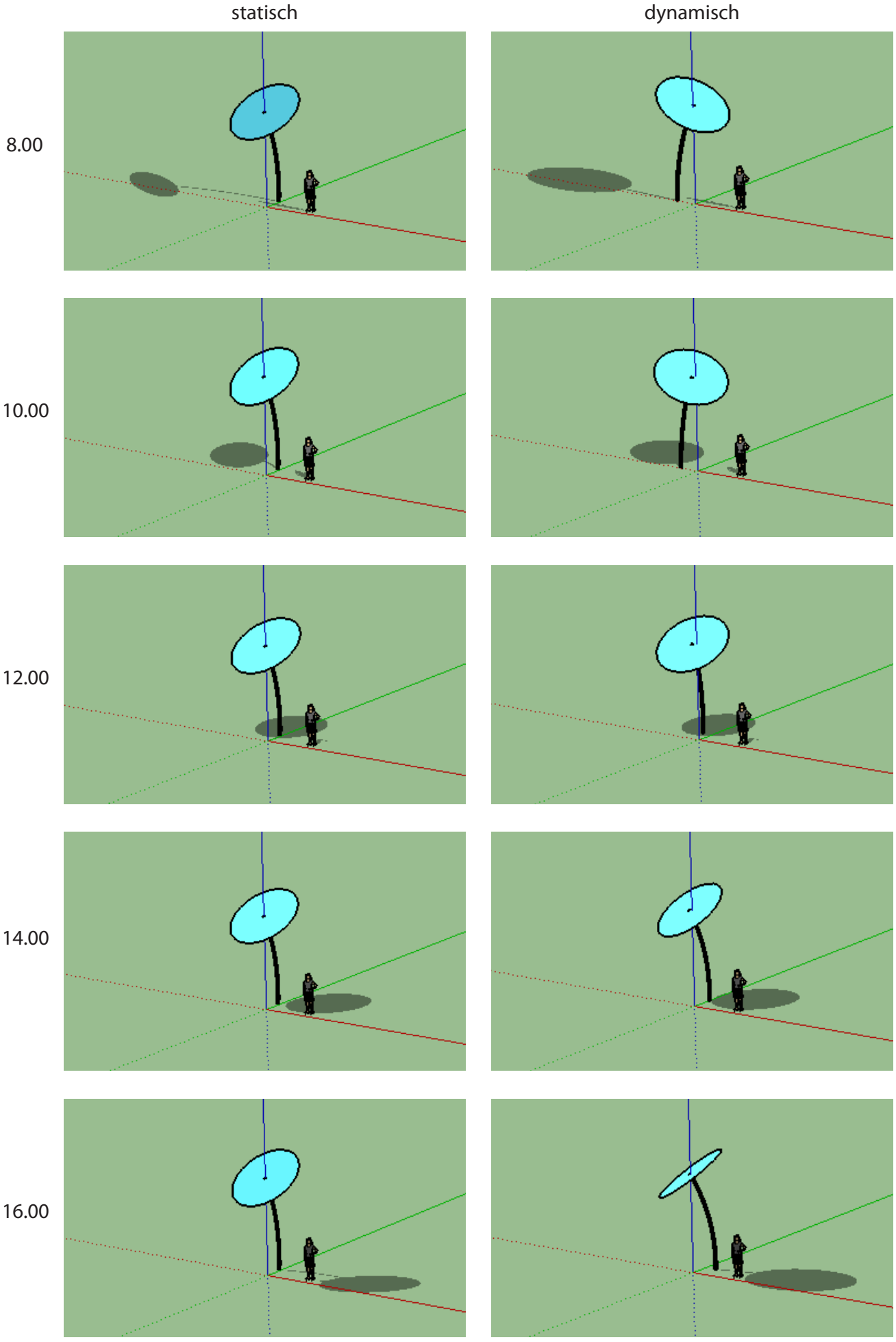
september



december



Figuur 5.1 Vergelijking seizoenen



Figuur 5.2 Vergelijking statisch en dynamisch systeem

meedraaien het grootst, omdat de stand dan het meest verschilt van de statische positie. Tot circa 10.00 en vanaf 16.00 zal de dynamische schaduwbloem aanzienlijk meer schaduw geven. Maar van 10.00 tot en met 16.00 zal het nauwelijks verschillen van de statische schaduwbloem. Van 12.00 tot 15.00 is het in Nederland meestal het warmst van de dag en zal de zon het felst zijn. Juist deze uren is het verschil in schaduw tussen stilstaan en meedraaien minimaal. Daarom zal het waarschijnlijk niet rendabel zijn om de schaduwbloem te laten draaien.

Keuze statische variant
Aan de hand van de schaduwanalyse is er gekozen voor de statische variant, omdat deze haalbaar wordt geschat. De gemotoriseerde en de handmatige variant zullen in aanschaf een stuk duurder zijn vanwege testkosten en het onderhoud. In bijlage G staat de uitwerking van de gemotoriseerde en de handmatige variant. Hierin staan de benodigde componenten en de geschatte kosten voor de extra onderdelen die nodig zijn voor het laten draaien van de bloem.

5.3 Solidworks model
In figuur 5.3 staat een rendering van het solidworks model. De maattekeningen van de onderdelen zijn te vinden in bijlage H.

Vormgeving
Door een vergrote bloem te ontwerpen, wordt er een natuurlijke uitstraling gecreëerd. De speelelementen lijken tevens op natuurlijke stenen. Hier is voor gekozen vanwege de positieve effecten die een natuurlijke uitstraling heeft op kinderen; zoals is gebleken uit de analyse van groene pleinen. Kinderen worden creatiever en gaan meer bewegen door natuurlijke speelelementen. Er is voor groen en paars gekozen om het idee van een vergrote bloem te versterken. De bladvormen kunnen eventueel in andere kleuren geproduceerd worden.

Figuur 5.3 Solidworks model

5.4 Productie

In de volgende deelparagrafen worden de onderdelen van de schaduwbloem behandeld. Daarnaast wordt de assemblage en de installatie toegelicht. De kosten zijn uitgewerkt voor verschillende aantallen, omdat voornamelijk de productiekosten zullen dalen bij grotere aantallen. Allereerst zal er een prototype gemaakt worden. Daarnaast zijn de kosten van een productie van 5 en 20 stuks bepaald. Het product zal in het begin op bestelling geproduceerd worden, omdat de aantallen lastig te voorspellen zijn. Bovendien bestaat het product uit grote en kostbare onderdelen die opgeslagen zullen moeten worden. Later kunnen er enkele producten als voorraad geproduceerd worden.

5.4.1 Bladvorm

In figuur 5.4 is de bladvorm weergeven. Bij nader inzien zal de bloem uit zes losse bladvormen bestaan in tegenstelling tot het concept. Het zal gemakkelijker te assembleren zijn dan twee grotere en zwaardere onderdelen. De vermindering van onderdelen weegt niet op tegen het versimpelen van de installatie. In plaats van plaatmateriaal wordt de bladvorm gegoten, omdat het blad er hierdoor natuurlijker uitziet. Bij gietprocessen is het een stuk complexer om grote afmetingen te produceren dan bij plaatmateriaal. Het produceren van een grotere bladvorm is duurder, omdat er grotere matrijzen en machines nodig zijn. Om het blad te verstevigen worden er bladnerven als verstevigingsribben in het ontwerp aangebracht. De nerven zullen naar onderen gericht zijn, zodat het zichtbaar is voor de kinderen die onder de schaduwbloem spelen. Dit zorgt ervoor dat de schaduwbloem een natuurlijke uitstraling krijgt. Er is een bovenste en onderste laag, beide met drie bladeren, zodat de bladeren elkaar kunnen overlappen.

Versteviging

Elk blad zal van kunststof geproduceerd worden. Van binnen zal het blad hol zijn, zodat het gewicht verlaagd wordt. Om voldoende stijfheid te creëren, zullen er stalen profielen door de bladvorm heen lopen. Deze zullen er voor zorgen dat de kunststofvorm niet ver door zal buigen door wind of bijvoorbeeld sneeuw en voorkomen dat het blad kan breken.

Afmetingen

De lengte en breedte van de bladvorm zijn 2 bij 1,6 m. Met deze afmetingen geeft het ‘s middags 12 m^2 schaduw. Zo kan er een groep kinderen onder de bloem spelen. Na het uitvoeren van een berekening van de doorbuiging blijkt dat deze afmetingen haalbaar zijn. In paragraaf 5.4.3 is hier meer over te lezen. De bovenkant van de bladvorm loopt vlak, zodat de versteviging daaraan bevestigd kan worden.

Rotatiegieten

Er zijn twee productieprocessen onderzocht: vacuümvormen en rotatiegieten. De informatie over de processen is te vinden in bijlage I. De bladvorm zal gemaakt worden met rotatiegieten, omdat dit voornamelijk gebruikt wordt voor producten met grote afmetingen. Bij rotatiegieten wordt er kunststofpoeder of korrels in een verwarmde matrijs geroteerd. Door de rotatie vormt het product zich langs de matrijswand. De bladvorm zal met deze techniek als geheel geproduceerd kunnen worden, waardoor de assemblagetijd lager is dan bij vacuümvormen. Esthetisch gezien is dit ook beter, omdat de deellijn dan minder zichtbaar is. De bladvorm zal van PE gemaakt worden, omdat deze kunststofsoort vaker toegepast wordt als behuizing en het meest gebruikt wordt bij rotatiegieten. Voor de wanddikte is 8 mm genomen. Dit zal verder onderzocht moeten worden aan de hand van sterkte- en spanningsanalyses.

Figuur 5.4 Bladvorm

5.4.2 Paal

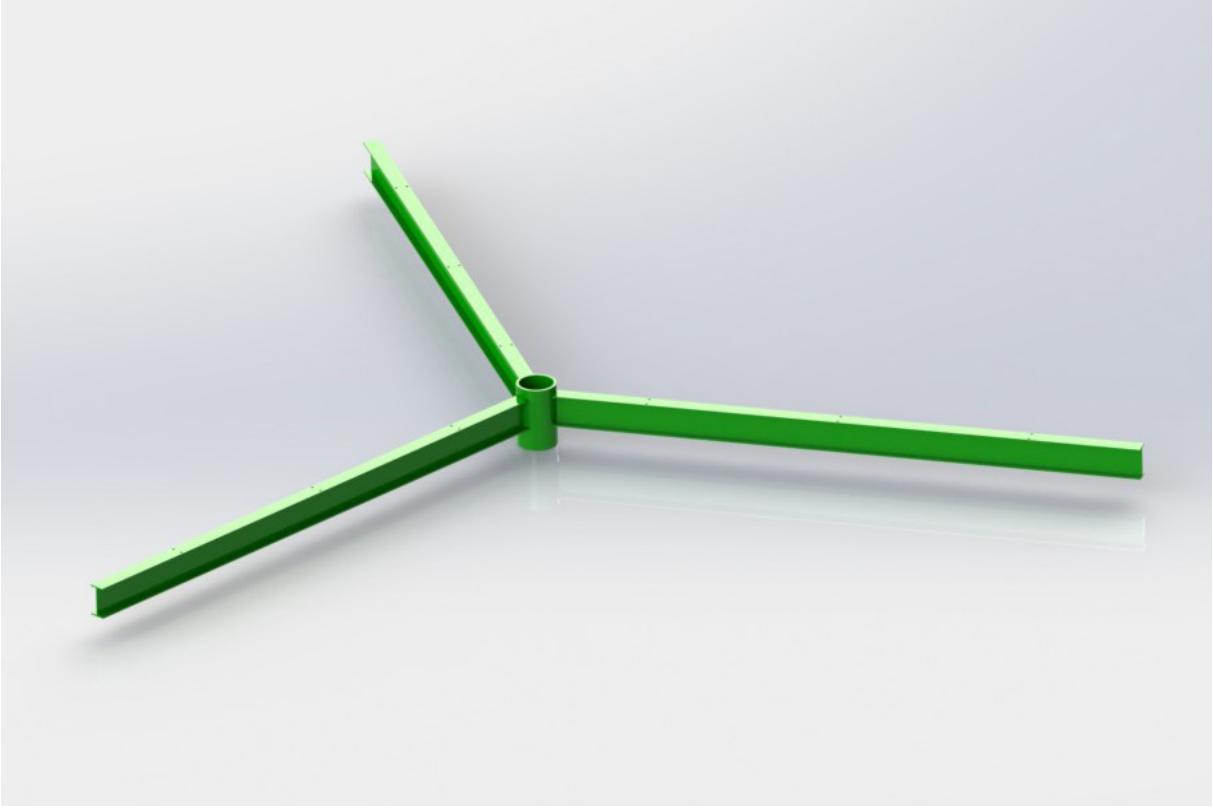
Voor de paal is een diameter van 101,6 mm en een dikte van 3,6 mm genomen. Dit zijn standaard maten. Voor deze afmetingen is er gekeken naar speeltoestellen. De paal zal gebogen worden, zodat de bladeren onder een hoek van 36 graden komen te staan. Boven- en onderaan zal een stuk van de buis nog recht moeten lopen. Bovenaan wordt de bevestiging voor de bladeren over de paal geschoven; dit zou niet kunnen met een gebogen buis. Onderaan zal de paal ook recht zijn, omdat daar de fundering aan bevestigd wordt.

Poedercoaten

Na het thermisch verzinken zal het staal gepoedercoat worden. Op deze manier is het mogelijk het onderdeel een kleur te geven en het geeft extra bescherming tegen corrosie, waardoor de levensduur verlengd wordt. Er is gekozen voor poedercoaten, omdat lakken van nature slechter hechten op verzinkt staal. [73] Voordelen van poedercoaten zijn de hardere slijtvaste laag ten opzichte van lakken en het ontbreken van oplosmiddelen, waardoor coatingsresten hergebruikt kunnen worden. Bij poedercoaten wordt de verf elektrostatisch aangebracht. Het negatief geladen poeder wordt met perslucht op het positief geladen werkstuk gespoten. Daarna wordt het product in een oven verhit, waardoor de coating uitvloeit en vervolgens uithardt. [74]

5.4.3 Versteviging bladvorm

In figuur 5.5 is de versteviging van de bladvorm te zien. In Voor het verstevigen van de bladvorm wordt een I-profiel gebruikt, omdat dit in verhouding met een rechthoekig profiel lichter is en toch sterk. Er zijn berekeningen gemaakt voor een I-profiel en een rechthoekig profiel met gelijke standaard afmetingen en bij gelijke massa. Hierbij is de doorbuiging berekend aan het uiteinde van het profiel voor een puntbelasting en verdeelde belasting. Voor de belasting is de windkracht bij storm genomen en er wordt aangenomen dat het stalen profiel aan één kant is ingeklemd. De berekening is te vinden in bijlage J. Bij gelijke afmetingen geeft het rechthoekige profiel een lagere doorbuiging, maar deze is wel circa 3 kg zwaarder. Met gelijk gewicht is het verschil in doorbuiging 0,5 tot 0,7 mm. Het verschil is minimaal, maar het I-profiel is net iets sterker bij gelijke massa. Bij het I-profiel van 100 x 50 x 5 mm is de doorbuiging 2,9 mm bij een verdeelde belasting en 3,9 mm bij een puntbelasting. Dit is binnen de marges, omdat dit bij een hoge windkracht is en de wind loodrecht op het oppervlak staat. In werkelijkheid zal de wind vaak meer van de zijkant komen en dan is de vorm beter gestroomlijnd.



Figuur 5.5 Versteviging bladvorm

5.4.4 Assemblage

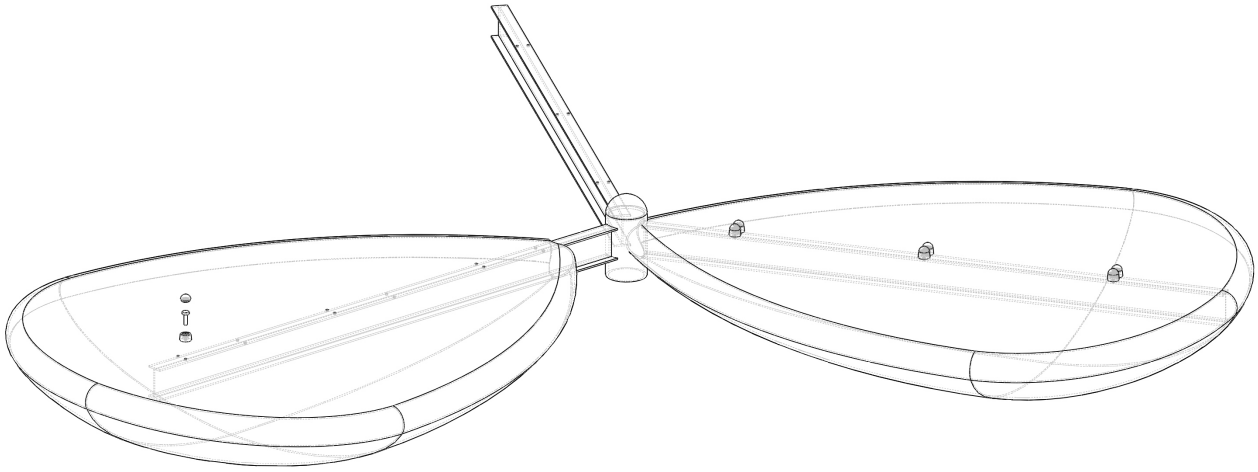
Bij de assemblage horen de stappen die voor de installatie worden uitgevoerd. Hieronder wordt uitgelegd hoe de verschillende onderdelen geassembleerd worden. De versteviging bestaat uit een buis met daaraan drie I-profielen. Deze I-profielen worden aan de buis vastgelast. Vervolgens worden de bladvormen aan de I-profielen bevestigd (zie figuur 5.6). In figuur 5.7 is de bevestiging in detail te zien. In het I-profiel wordt schroefdraad getapt. En in de bladvorm worden gaten geboord. De bladvorm wordt over het I-profiel geschoven en met bouten vastgezet. Dit wordt al bij de assemblage gedaan, omdat dit anders op een hoogte van 3 m uitgevoerd zal moeten worden. In dat geval zou het een stuk complexer worden.

5.4.5 Installatie

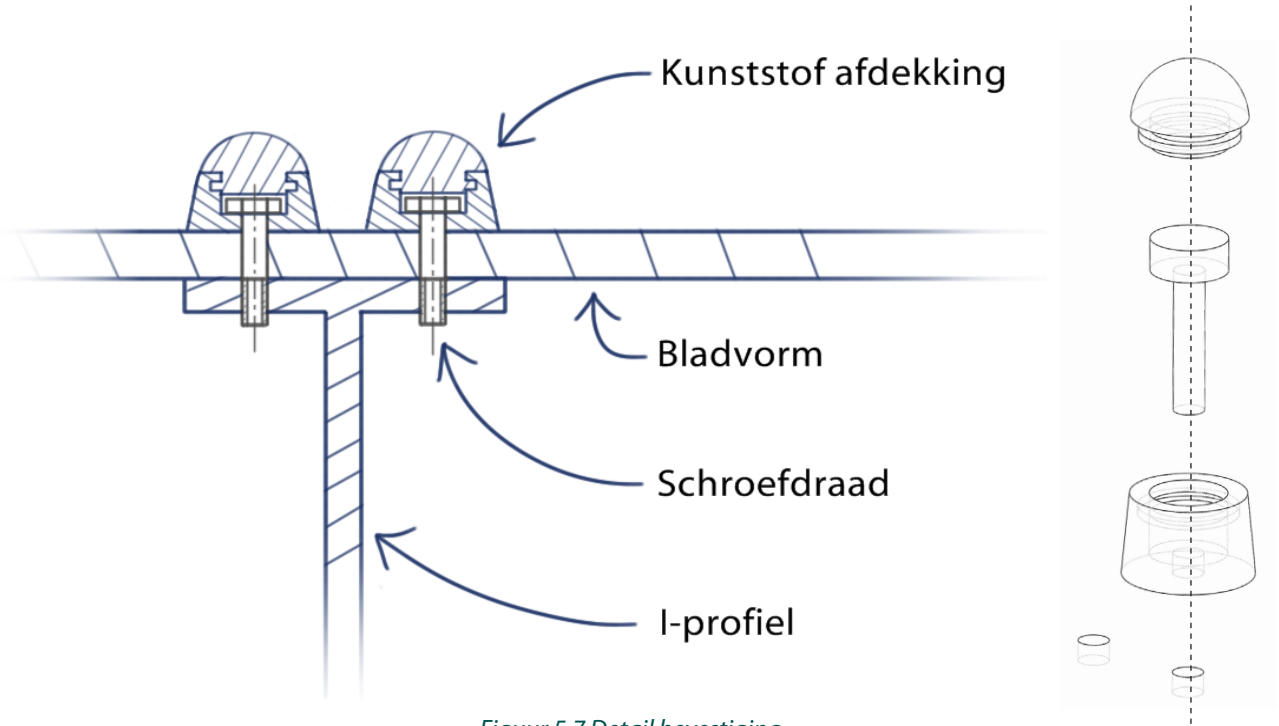
Bij de installatie zal eerst de fundering geplaatst worden. Als de paal aan de fundering is bevestigd en het beton gedroogd is, kan de bladvorm inclusief de verstevigingen op de paal gemonteerd worden met bouten en moeren.

Afdekking paal en bevestiging

De bovenkant van de paal zal afgedekt worden met een kunststof dop, zodat er geen water in kan komen. De bouten op de bladvormen zullen ook afgedekt worden, zodat er minder snel corrosie plaatsvindt.



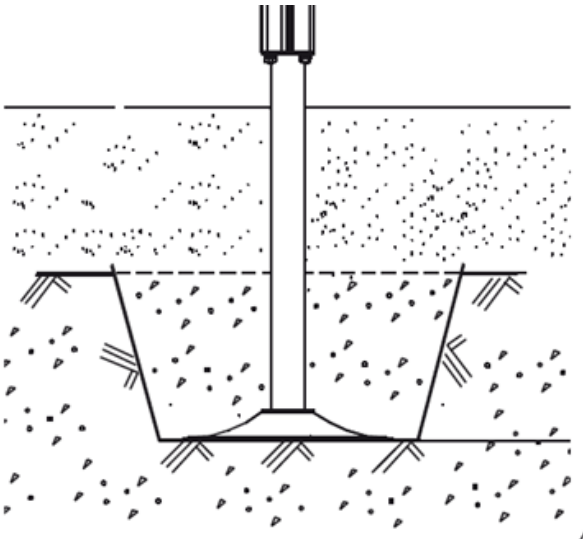
Figuur 5.6 Assemblage



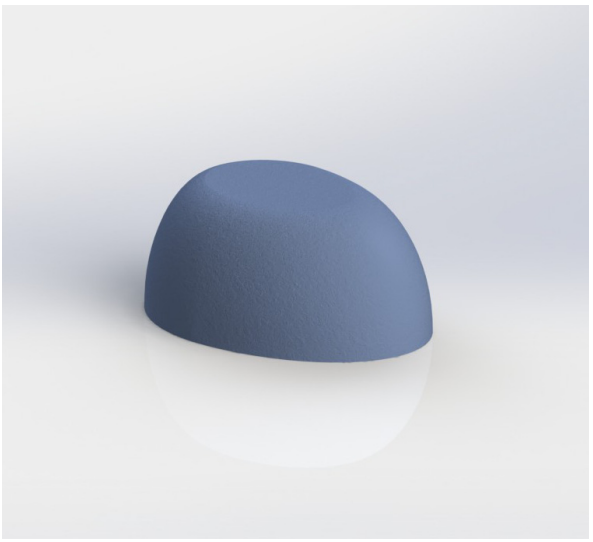
Figuur 5.7 Detail bevestiging

Fundering
Er zal een betonnen fundering gebruikt worden. Eerst zal een frame in de grond ingegraven worden. Hierin wordt het beton gestort. In het beton wordt de paal waterpas gezet, zoals in figuur 5.8. De meeste toestellen worden op 80 cm diepte gefundeerd met een hoogte van 40 cm. Deze ligt meestal 40 cm onder het maaiveld, zodat het geen gevaar op kan leveren. [75][76] Aan de onderkant is het rechte stuk van de paal 100 cm, zodat er voldoende lengte de grond in kan.

5.4.6 Speelelement
In figuur 5.9 is een speelelement te zien. De speelelementen zullen gemaakt worden met compression moulding. Bij dit proces wordt het rubbergranulaat in een verwarmde matrijs geplaatst en daarna wordt deze gesloten. Door de druk verdeelt het materiaal zich tussen de matrijshelften. [77]



Figuur 5.8 Fundering



Figuur 5.9 Speelelement

5.5 Kosten

Om de haalbaarheid van het ontwerp te toetsen is er een kostenschatting gemaakt. Dit wordt onderverdeeld in materiaal, productie, assemblage en installatie. De productiekosten zijn inclusief arbeidsuren en machinekosten. Onder installatie valt de plaatsing van het toestel en de fundering. Als overheadkosten is 20% van de kostprijs genomen. De kosten voor de garantie zijn geschat op 5%. En als bruto winstpercentage is 30% genomen. Dit zal verdeeld worden over de verschillende partijen. Er zijn kostenschattingen gemaakt voor de verschillende varianten en aantallen. Een overzicht is te vinden in bijlage K.

5.5.1 PE rotatiegieten

Bij Pentas Moulding is er een kostenschatting gevraagd voor de matrijs van de bladvorm. Een twee-delige matrijs voor de bladvorm zal tussen de €7500 en €12.500 euro uitkomen. De exacte kosten kunnen bepaald worden als de vorm geoptimaliseerd is en meer details zijn uitgewerkt. De matrijs voor de speelelementen is geschat op €10.000. Verder zijn schattingen gemaakt voor de productie- en machinekosten per bladvorm.

5.5.2 Staalbewerking

Er is een offerte opgevraagd voor de staalbewerking bij Nijhuis Metaal in Ootmarsum; deze is te vinden in bijlage L. De kosten bestaan uit het materiaal, de bewerkingen, het buigen van de paal en het thermisch verzinken van alle onderdelen. De kosten voor een enkel product zijn ongeveer €800. Bij grotere aantallen zal de insteltijd per onderdeel afnemen en de transportkosten worden over meerdere producten verdeeld. Voor de afname van de bewerkingskosten zijn schattingen gemaakt.

5.5.3 Assemblage en installatie

De assemblagetijd voor het bevestigen van de bladvorm aan de versteviging is geschat op 2 uur. Aan de hand van een aantal bestaande speel-toestellen is een schatting gemaakt voor de installatietijd om het product op locatie te plaatsen. In bijlage M zijn een aantal afbeeldingen van speeltoestellen te vinden met bijbehorende installatietijden. De installatietijd is geschat op 4 uur. Dit is inclusief het aanleggen van de fundering. Er zijn een tweetal speeltoestellen gevonden die vergelijkbaar zijn met de speelelementen. Hiervan is de installatietijd voor drie elementen 3 uur inclusief fundering.

Conclusie verkoopprijs

De kostprijs van de verschillende varianten wordt met elkaar vergeleken. In figuur 5.10 zijn de verkoopprijzen weergegeven. De onderbouwing van de kostenschatting van de gemotoriseerde en handmatige variant is te vinden in bijlage G.

De kosten van de prototypes zijn voornamelijk duurder vanwege de matrijskosten en de test- en ontwikkelingskosten van het draaien. Bij een productie van 5 producten ontstaan de verschillen naast de matrijzen en het testen ook vanwege de componenten. De componenten voor het solar tracking systeem zijn in totaal ongeveer €2500 en voor de handmatige versie circa €150, maar de extra kosten zullen vooral in het onderhoud zitten.

Bij een productie van 20 stuks is het verschil tussen de statische en de gemotoriseerde versie ongeveer €7000. De kosten van de gemotoriseerde schaduwbloem zijn dus ruim twee keer zo hoog. Uit een onderzoek blijkt dat een een-assig solar tracking systeem in Nederland een verhoogde opbrengst geeft van circa 16%. [78][79] Dit betekent dat het zonnepaneel ongeveer 16% meer zonlicht vangt en dus ook 16% meer schaduw geeft. Het verschil met de handmatige versie is circa €1800. Er wordt aangenomen dat de extra schaduw die het meedraaien geeft, voor scholen waarschijnlijk niet opweegt tegen de hogere aanschafprijs.
De kostenschatting ondersteunt dus de keuze voor de statische variant. Naast de prijs speelt ook het onderhoud een grote rol. Bij de bewegende varianten zal er vaker een onderdeel vervangen moeten worden. Op bewegende delen van speeltoestellen wordt 2 tot 3 jaar garantie gegeven. [80] [81] Na die tijd zal de school zelf de kosten voor een monteur moeten betalen. En de meeste scholen hebben een zeer beperkt budget.

De speelelementen kosten per set van 3 ongeveer € 1699. Deze prijs komt in de buurt van de vergelijkbare variant van Nijha in bijlage M. De prijs hiervan is € 1200 exclusief installatie. Bij hogere productieaantallen zal de verkoopprijs verder dalen en zal het kunnen concurreren met soortgelijke producten.

	1 stuks	5 stuks	20 stuks
Statisch	€ 30.108	€ 9762	€ 5641
Handmatig	€ 57.132	€ 14.548	€ 7395
Gemotoriseerd	€ 95.483	€ 19.791	€ 12.638
Speelelement	€ 19.231	€ 4587	€ 1699

Figuur 5.10 Kostenvergelijking varianten en aantallen

H6 Conclusie en aanbevelingen

In dit laatste hoofdstuk wordt het ontwerp geëvaludeerd aan de hand van de belangrijkste eisen. Daarnaast worden er aanbevelingen gedaan voor de verdere uitwerking van het product.

6.1 Conclusie

Er is een betaalbaar en effectief ontwerp van een schaduwplek gerealiseerd voor basisscholen. De schaduwbloem creëert 's middags tussen 12 en 15 uur in de zomer ongeveer 12 m^2 schaduw, waardoor een groep kinderen op het warmst van de dag in de schaduw kan spelen. De schaduwbloem zal ongeveer €7500 gaan kosten; hetgeen vergelijkbaar is met de prijs van een schommel inclusief valondergrond. De schaduwbloem heeft in tegenstelling tot bomen nagenoeg geen onderhoud nodig en het is een veilige speelplek. In dit verslag is de werknaam schaduwbloem gebruikt. Als productnaam is Schaduwstek bedacht, omdat het een toepasselijke dubbele betekenis heeft.

Toetsing aan eisen

Het ontwerp voldoet aan de opgestelde eisen. Het ontwerp zal alleen nog getest moeten worden op de veiligheidseisen door een keuringsinstelling. De belangrijkste eisen zijn de hoeveelheid schaduw, de verkoopprijs, het onderhoud en de veiligheid. De toelichting bij de eisen is te vinden in bijlage N.

6.2 Aanbevelingen

Verdere ontwikkeling

De bladvorm kan verder geoptimaliseerd worden. De wanddikte kan wellicht minder aan de hand van sterkte- en spanningsanalyses. Daarnaast moeten de exacte maten van bouten en moeren bepaald worden.

Verbreden van toepassing

De statische schaduwbloem is ook geschikt voor stads- en dorpspleinen. In figuur 6.1 is hiervan een voorbeeld gevisualiseerd. Op pleinen kan een groep schaduwbloemen geplaatst worden. Als blijkt dat de statische variant aanslaat, zou er overwogen kunnen worden om een statische variant met verlichting en zonnepanelen te ontwikkelen. In latere instantie kan overwogen worden om een bewegende variant te ontwikkelen. Met de winst van de statische variant kunnen dan de kosten voor de ontwikkeling en het testen van de bewegende variant gedekt worden.

Figuur 6.1 Toepassing stadsplein

Referenties

[1] http://www.klimaatportaal.nl/pro1/general/start.asp?i=0&j=0&k=0&p=0&itemid=657, geraadpleegd op 7-4-2014
[2] http://www.kwf.nl/preventie/Zon-verstandig/Pages/kinderen-in-de-zon.aspx, geraadpleegd op 9-4-2014
[3] http://www.zonnesteek.net/, geraadpleegd op 23-4-2014
[4] http://www.rivm.nl/Onderwerpen/U/UV_ozonlaag_en_klimaat/Zonkracht/Seizoensvariatie, geraadpleegd op 28-5-2014
[5] http://www.zonnepanelen.wouterlood.com/index.php/richting-invalshoek-zonnepanelen, geraadpleegd op 14-5-2014
[6] http://www.hoe-koop-ik.nl/zonnepanelen/alles_over/basiskennis/checklist-zonnepanelen, geraadpleegd op 14-5-2014
[7] http://www.weerstationuithoorn.nl/Weer/Zonnestand.htm, geraadpleegd op 14-5-2014
[8] http://www.cbs.nl/nlNL/menu/themas/dossiers/jongeren/publicaties/artikelen/archief/2013/2013-3806-wm.htm, geraadpleegd op 7-4-2014
[9] Jantje Beton, Spelen op het schoolplein: Een inventarisatie naar de stand van zaken op Nederlandse schoolpleinen, september 2011
[10] Maas, J. et al., Groene schoolpleinen: Een wetenschappelijk onderzoek naar de effecten voor basisschoolleerlingen, april 2013, Vrije Universiteit Amsterdam, geraadpleegd op 7-4-2014
[11] http://www.groeneschoolpleinen.nl/content/waarom, geraadpleegd op 7-4-2014
[12] http://www.elementree.nl/groene-schoolpleinen1/waarom-een-groen-schoolplein-alle-voordelen-op-een-rij/, geraadpleegd op 7-4-2014
[13] http://www.keurmerk.nl/NL/Spelen/Warenwetbesluit-Attractie-en-speeltoestellen, geraadpleegd op 28-4-2014
[14] http://www.nen.nl/NEN-Shop/Vakgebieden/Consumentenzaken/Speeltoestellen.htm, geraadpleegd op 28-4-2014
[15] http://www.allesoverspelen.nl/csi/spelen.nsf/wwwVwContent/l3was.htm, geraadpleegd op 28-4-2014
[16] http://50tien.nko.nl/ned/basisonderwijs/veiligheid3/in-en-om-de-school/schoolplein-en-speeltoestellen1/hoe-zit-het-met-de-aansprakelijkheid-als-er-een-ongeluk-gebeurt-met-een-speeltoestel-op-het-schoolpl.aspx, geraadpleegd op 21-5-2014
[17] http://wetten.overheid.nl/BWBR0008223/geldigheidsdatum_21-05-2014, geraadpleegd op 21-5-2014
[18] http://www.allesoverspelen.nl/csi/spelen.nsf/wwwAssets/6305C1A69BF085EAC12570AD004E4D47/$file/GoedBeheerSpeeltoestellenWEB.pdf, geraadpleegd op 18-7-2014
[19] http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/schooltijden-en-onderwijstijd/flexibele-schooltijden-basisonderwijs, geraadpleegd op 11-4-2014
[20] http://www.speeltuinwerkgroningen.nl/thema/aansprakelijkheid1.htm, geraadpleegd op 30-4-2014
[21] http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/kinderopvang/kosten-kinderopvang, geraadpleegd op 30-4-2014
[22] http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/kinderopvang/rol-van-gemeenten-en-ggd-bij-kinderopvang, geraadpleegd op 30-4-2014
[23] http://www.cbs.nl/nlNL/menu/themas/gezondheidwelzijn/publicaties/artikelen/archief/2012/2012-3651-wm.htm, geraadpleegd op 10-4-2014
[24] http://www.opvoedinfo.nl/peuter-en-kleuter/motorische-ontwikkeling/grove-en-fijne-motoriek/, geraadpleegd op 29-4-2014
[25] http://plazilla.com/page/4294981478/de-ontwikkeling-van-baby-tot-en-met-basisschoolkind, geraadpleegd op 29-4-2014
[26] http://www.centrumjeugdengezin-maasland.nl/ontwikkeling-basisschoolleeftijd.html, geraadpleegd op 29-4-2014
[27] http://dined.io.tudelft.nl/dined/nl , geraadpleegd op 22-5-2014
[28] http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/financiering-onderwijs/overheidsfinanciering-onderwijs, 7-4-2014
[29] http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/financiering-onderwijs/financiering-primair-onderwijs, 7-4-2014
[30] http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/financieringonderwijs/nieuws/2013/02/08/basisscholen-zelf-verantwoordelijk-voor-onderhoud-gebouw.html, 7-4-2014
[31] http://www.jantjebeton.nl/wat-doen-we/geld-vragen/geld-voor-herinrichting-speelplekken/, geraadpleegd op 14-4-2014
[32] http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/kunst-en-cultuur/kunst-en-cultuur-voor-iedereen, geraadpleegd op 7-4-2014
[33] http://www.cultuurinenschede.nl/kennisbank/financien/subsidiemogelijkheden/, geraadpleegd op 7-4-2014

[34] http://www.politie.nl/onderwerpen/hangjongeren.html, geraadpleegd op 14-4-2014
[35] http://www.kunststoflassen.com/pages/sub/1/Polyethyleen_eigenschappen.html, geraadpleegd op 18-6-2014
[36] http://www.ekon.com/nl/pe-platen, geraadpleegd op 17-6-2014
[37] http://www.leverkunststoftechniek.nl/abc-register/h/hdpe/, geraadpleegd op 11-6-2014
[38] http://www.metaalwinkel.nl/kunststof_platen.kw, geraadpleegd op 11-6-2014
[39] http://www.recycling.nl/recycling/hdpe-plastic-recycling-kunststof/wat-is-hdpe-kunststof.html, geraadpleegd op 11-6-2014
[40] http://www.unaplex.nl/cd/hpl-platen-bij-unaplex.html, geraadpleegd op 19-6-2014
[41] http://www.vinkkunststoffen.nl/nl-NL/Assortiment/Technische-Kunststoffen/HPL-(high-pressure-laminate).aspx , geraadpleegd op 19-6-2014
[42] http://rubberschors.nl/rubbergranulaat, geraadpleegd op 21-6-2014
[43] http://www.buyten.nl/index.php?option=com_content&view=article&id=15&Itemid=15, geraadpleegd op 17-6-2014
[44] http://www.arkstainless.com/why.htm, geraadpleegd op 17-6-2014
[45] http://www.crownpavilions.nl/cedar.php, geraadpleegd op 17-6-2014
[46] http://www.reggehout.nl/houtsoorten/europees-hardhout/robinia, geraadpleegd op 17-6-2014
[47] http://www.dezomereik.nl/Gezaagd-hout.html, geraadpleegd op 17-6-2014
[48] http://www.acaciarobinia.nl/duurzaamheid, geraadpleegd op 17-6-2014
[49] http://www.yalp.nl/fjc_documents/catalogus_lappset_speeltoestellen_part_2.pdf, geraadpleegd op 3-7-2014
[50] CES Edupack 2013: Polyethylene (PE) (level 2)
[51] CES Edupack 2013: PE-HD (high molecular weight) (level 3)
[52] http://www.vinkkunststoffen.nl/nl-NL/Assortiment/Technische-Kunststoffen/HPL-(high-pressure-laminate).aspx, geraadpleegd op 19-6-2014
[53] http://www.granulaatrubber.nl/, geraadpleegd op 21-6-2014
[54] CES Edupack 2013: Coated steel, steel, galvanized (level 3)
[55] CES Edupack 2013: Stainless steel (level 2)
[56] CES Edupack 2013: Cedar (level 3)
[57] CES Edupack 2013: Locust (level 3)
[58] http://www.bunnings.com.au/1800-x-450mm-18mm-clear-laminated-pine-panel_p8490005, geraadpleegd op 3-7-2014
[59] Spruijt, J., Resultaten van de testopstellingen in 2011, december 2011, ACRRES – Wageningen UR
[60] Spruijt, J., Zonneweide resultaten t/m 2013, maart 2013, ACRRES – Wageningen UR
[61] http://www.solartrackingsystem.net/, geraadpleegd op 9-6-2014
[62] http://www.zonnepanelen-info.nl/zonnecellen/, geraadpleegd op 6-6-2014
[63] http://www.zonnepanelen-info.nl/zonnecellen/dunne-film/, geraadpleegd op 6-6-2014
[64] http://www.zonnepanelen-info.nl/zonnecellen/organische-zonnecellen/, geraadpleegd op 6-6-2014
[65] http://www.solarif.nl/alles-over-zonne-energie/overige-informatie/definities, geraadpleegd op 7-6-2014
[66] http://www.solarif.nl/alles-over-zonne-energie/zonne-energie/zonne-energie-nederland, geraadpleegd op 7-6-2014
[67] http://www.solarif.nl/alles-over-zonne-energie/zonnepanelen/wat-de-levensduur-van-een-zonnepaneel, geraadpleegd op 7-6-2014
[68] http://energyinformative.org/solar-cell-comparison-chart-mono-polycrystalline-thin-film/, geraadpleegd op 8-6-2014
[69] http://www.solarbuzz.com/facts-and-figures/retail-price-environment/module-prices, geraadpleegd op 8-6-2014
[70] http://dined.io.tudelft.nl/dined/nl , geraadpleegd op 22-5-2014
[71] http://www.vinkkunststoffen.nl/nl-NL/Assortiment/Technische-Kunststoffen/HD-PE-(high-density-polyethyleen).aspx ,geraadpleegd op 21-6-2014
[72] http://zonnecellen.jouwweb.nl/zonnepanelen1/de-opbouw, geraadpleegd op 20-6-2014
[73] http://www.weertgroep.nl/nl-nl/1/87/poedercoaten-op-verzinkt-staal.aspx, geraadpleegd op 14-7-2014
[74] http://www.poedercoaten.nl/, geraadpleegd op 14-7-2014
[75] http://www.yalp.nl/fjc_documents/catalogus_lappset_speeltoestellen_part_2.pdf, geraadpleegd op 3-7-2014
[76] http://speelprojecten.nl/info/digitale-brochures, geraadpleegd op 3-7-2014
[77] CES Edupack 2013: Compression moulding
[78] Spruijt, J., Resultaten van de testopstellingen in 2011, december 2011, ACRRES – Wageningen UR
[79] Spruijt, J., Zonneweide resultaten t/m 2013, maart 2013, ACRRES – Wageningen UR
[80] http://www.yalp.nl/fjc_documents/lappset_garantie.pdf, geraadpleegd op 14-7-2014
[81] http://www.kompan.nl/producten/kompan-garantie/, geraadpleegd op 14-7-2014

Figuurlijst

Hieronder staan de bronnen van de afbeeldingen in dit verslag. De afbeeldingen bij nummers die hieronder ontbreken zijn door de auteur zelf gemaakt. De bronnen bij de tabellen worden in de bijbehorende tekst genoemd en zijn bij de referenties te vinden.

Figuur 1.1-1.3: Artica jaarboek 2013

Figuur 1.4 Zonkracht in Nederland: http://www.rivm.nl/Onderwerpen/U/UV_ozonlaag_en_klimaat/Zonkracht/Seizoensvariatie, geraadpleegd op 28-5-2014

Figuur 2.1 Schoolpleinen van basisscholen (v.l.n.r.)
http://www.straategie.nl/beeldbank/alle-projecten+kleurrijke-projecten/schoolplein-omgetoverd-tot-zone-parc, geraadpleegd op 8-4-2014
http://www.nijha.nl/referentieplekken/ref_id=38/, geraadpleegd op 8-4-2014
http://www.nijha.nl/themasite-basisonderwijs/speelplein/voorbeelden-schoolplein/, geraadpleegd op 8-4-2014
http://www.destentor.nl/regio/lochem/sint-joseph-terug-in-de-tijd-1.3848761, geraadpleegd op 8-4-2014
Schoolplein van De Alexander in Denekamp
http://vechtdalcollege.nl/dedemsvaart/onderwijs/, geraadpleegd op 8-4-2014
http://www.bsbocholtz.nl/actueel/?newsid=372, geraadpleegd op 8-4-2014
http://www.scholenopdekaart.nl/6253/Openbare-Basisschool-t-Tilletje, geraadpleegd op 8-4-2014
http://www.hoorngids.nl/nw-7951-7-3482952/nieuws/nieuw_schoolplein_jules_verne.html, geraadpleegd op 8-4-2014

Figuur 2.2 Groene schoolpleinen (v.l.n.r.)
http://www.rotterdam.nl/tekst_opdracht_en_verwacht_eindresultaat , geraadpleegd op 8-4-2014
http://www.noordhollandsdagblad.nl/stadstreek/enkhuizen-westfriesland/article11202781.ece , geraadpleegd op 8-4-2014
http://schabergschooltuin2011.weebly.com/inspiratie.html , geraadpleegd op 8-4-2014
http://tobiasdegroot.nl/2013/05/26/groene-schoolpleinen-in-arnhem/ , geraadpleegd op 8-4-2014
http://www.duic.nl/nieuws/24794/inspiratiemiddag-groene-schoolpleinen-2/ , geraadpleegd op 8-4-2014
http://www.allesinbeweging.net/mei-2012 , geraadpleegd op 8-4-2014
http://www.duinoordschool.nl/actueel-nieuws/subsidie-groen-schoolplein-toegeken/ , geraadpleegd op 8-4-2014
http://www.louisvdmeijden.nl/projecten/17_groen_schoolplein , geraadpleegd op 8-4-2014

Figuur 2.5 Speeltoestellen (v.l.n.r.)
http://www.kinderlandspeeltoestellen.nl/speeltoestellen/Schommelen,%20zwaaien%20en%20zweven/kalotta-schommel-en-vogelnest-schommel.html ,geraadpleegd op 9-4-2014
http://www.yalp.nl/729-Camping_van_het_jaar_2013_heeft_interactief_speeltoestel.html ,geraadpleegd op 9-4-2014
Schoolplein van de Nutsschool in Oldenzaal
http://www.vondelweb.nl/index.php?page=94&navpath=,27&contents=37,40,90,98,104,102,38,100,105,106,91,103,41&section=1&category=&ID=37&gallerypage=1 ,geraadpleegd op 9-4-2014
http://www.kompan.nl/producten/wippen/Robinia-veerwip-voor-2-personen-NRO105 ,geraadpleegd op 9-4-2014
Schoolplein van De Alexander in Denkamp
http://www.nijha.nl/actueel/tips-sportaccommodaties/rekstokinstallatie-in-gymzaal/ ,geraadpleegd op 9-4-2014

Figuur 2.9 Bestaande schaduwplekken (v.l.n.r.)
http://www.tuvie.com/structurelab-s1-sunshade-system/ , geraadpleegd op 10-4-2014
http://www.decovipleblog.com/parasol-mania/ , geraadpleegd op 10-4-2014
http://www.decovipleblog.com/parasol-mania/ , geraadpleegd op 10-4-2014
http://www.gharexpert.com/articles/Exterior-1770/Decorate-your-Veranda_0.aspx, geraadpleegd op 22-5-2014
http://www.huffingtonpost.com/rick-steves/sevilla--getting-up-to-da_b_3468278.html, geraadpleegd op

22-5-2014
http://www.yelp.com/biz/palapas-by-tropical-shade-imports-san-diego, geraadpleegd op 22-5-2014
http://www.yelp.com/biz/palapas-by-tropical-shade-imports-san-diego, geraadpleegd op 22-5-2014
http://sustainablecitiescollective.com/big-city/35672/three-ideas-creating-livable-cities, geraadpleegd op 22-5-2014

Figuur 2.10 Pingpongtafel als schaduwplek: Schoolplein van de Nutsschool in Oldenzaal

Figuur 2.11 Zandbak: Schoolplein van de Nutsschool in Oldenzaal

Figuur 3.1 Natuurlijke speelplekken (v.l.n.r.)
http://puppylovepreschool.blogspot.nl/2010_07_01_archive.html, geraadpleegd op 9-5-2014
http://www.samson.nl/node/376, geraadpleegd op 9-5-2014
http://puppylovepreschool.blogspot.nl/2010_07_01_archive.html, geraadpleegd op 9-5-2014
http://puppylovepreschool.blogspot.nl/2010_07_01_archive.html, geraadpleegd op 9-5-2014
http://www.skywab.com/en/news/729-skywalker-ropes-course-design-has-got-a-new-name, geraadpleegd op 9-5-2014
http://puppylovepreschool.blogspot.nl/2010_07_01_archive.html, geraadpleegd op 9-5-2014

Figuur 3.2 Natuurlijke elementen (v.l.n.r.)
http://www.dailytech.com/HybridHeavy+Windows+8+Intel+Tablet+Lineup+to+Land+in+November/article24672.htm , geraadpleegd op 10-4-2014
http://www.volkerballueder.com/buddhist-thoughts-tree/ , geraadpleegd op 10-4-2014
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Passion_Flower_Osaka.jpg , geraadpleegd op 10-4-2014
http://www.nbcdfw.com/weather/stories/Free-Shade-Trees-for-North-Texas-Oncor-Customers-220254681.html , geraadpleegd op 10-4-2014
http://www.hermann-uwe.de/taxonomy/term/645?page=3 , geraadpleegd op 10-4-2014
http://wanderlustaddictedchick.wordpress.com/2012/08/15/200/ , geraadpleegd op 10-4-2014
http://www.photo-dictionary.com/phrase/5061/monstera-leaf.html , geraadpleegd op 10-4-2014
http://wallpapersoo.com/flowers-wallpaper-nature-with-resolution/ , geraadpleegd op 10-4-2014
http://www.scenicreflections.com/download/391848/Stones_in_the_water_Wallpaper/ , geraadpleegd op 10-4-2014

Figuur 3.3 Zonnebloem van Fix: http://www.ontwerpbureaufix.nl/speeltoestellen/zonnebloem/, geraadpleegd op 18-4-2014

Figuur 3.4 Fono van Yalp: http://www.yalp.nl/656-Ontmoetingsplek.html, geraadpleegd op 18-4-2014

Figuur 3.5 Klimtoestellen (v.l.n.r.)
http://www.yalp.nl/sport/klimwanden/bouldering-kubus-l/detail/96/959, geraadpleegd op 30-4-2014
http://www.yalp.nl/speeltoestellen/klimtoestellen/oxygen/detail/44/189, geraadpleegd op 1-5-2014
http://www.yalp.nl/speeltoestellen/ruimtenetten/spacecraft-f-hoog-34-meter/detail/46/865, geraadpleegd op 1-5-2014
http://www.vaneespeeltoestellen.nl/Klimtoestellen_171/619/Klimtoestel+Explorer.html, geraadpleegd op 30-4-2014
http://www.houtplezier.nl/producten/klimmen/klimtoestel-lennard, geraadpleegd op 30-4-2014
http://www.ijreka.nl/index.php?product=IJ2027-300&foto=2#prettyPhoto, geraadpleegd op 30-4-2014

Figuur 3.6 Jongeren ontmoetingsplekken (v.l.n.r.)
http://www.maakonsland.nl/nieuws/vrijetijd/_pid/maakons-content/_rp_maakons-content_elementId/1_479131 , geraadpleegd op 15-4-2014
http://www.boerplay.nl/NL/producten/3-straatmeubilair/productoverzicht/8614-mobiele-jop-ral-6009, geraadpleegd op 15-4-2014
http://www.eibe.nl/nl_NL/actuele-zaken/nieuws/detail/article/jongerenontmoetingsplaats-jop-in-schiedam/ , geraadpleegd op 15-4-2014
http://www.soest.nl/eCache/DEF/28/312.html , geraadpleegd op 15-4-2014
http://architectuur.nl/nieuws/bouwnetwerk-ontwerpt-twee-hangplekken/ , geraadpleegd op 15-4-2014

Figuur 5.8 Fundering: http://www.yalp.nl/fjc_documents/catalogus_lappset_speeltoestellen_part_2.pdf, geraadpleegd op 3-7-2014

Schaduwplek voor schoolpleinen

Bijlages

Liza van Tol

juli 2014

Inhoudsopgave

Bijlages

A. Probleemomschrijving 4-5
B. Speeltoestellen 6-14
C. Interviews 15-17
D. Klimtoestellen 18-23
E. Zonne-energie gebruik 24-26
F. Zonnepanelen 27-29
G. Uitwerking draaisysteem 30-31
H. Maattekeningen 32-35
I. Productieprocessen 36
J. Berekening doorbuiging 37-41
K. Kostenschattingen 42-54
L. Offerte metaalbewerking 55
M. Installatie speeltoestellen 56-57
N. Toelichting eisen 58

A. Probleemomschrijving

In deze bijlage staat een uitgebreider onderzoek naar de gevolgen van overmatige blootstelling aan de zon. Hierin komen UV-straling en een zonnesteek aan bod.

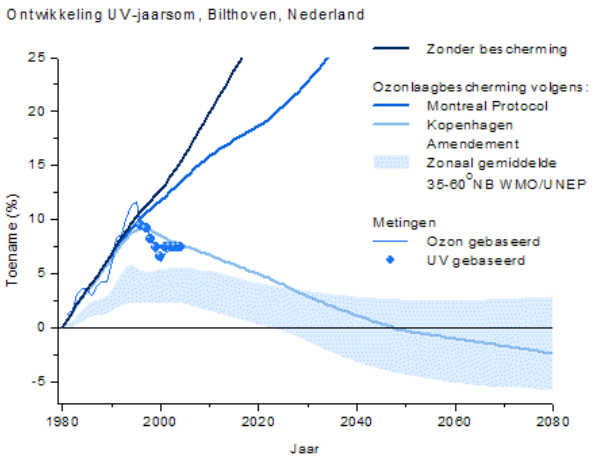
Twee gevolgen van teveel zon zijn oververhitting en UV-straling. Kinderen zijn hier kwetsbaarder voor, omdat ze in de groei zijn en het zenuwstelsel nog niet volledig ontwikkeld is. Uit gegevens van het weerstation van Wageningen Universiteit blijkt dat de zon ruim één uur per dag langer schijnt dan 80 jaar geleden. Daarnaast neemt de intensiteit met 2% toe per decennium. [1] Het gevaar van meer zonuren en een hogere intensiteit is dat de UV-straling toeneemt en teveel straling is schadelijk. De huid kan verbranden en de straling veroorzaakt ook een hoger risico op huidkanker. Voor kinderen is UV-straling extra schadelijk, omdat de huidcellen kwetsbaarder zijn. Door de groei van kinderen gaat de celdeling te snel om alle beschadigde huidcellen te herstellen voordat ze zich weer gaan delen. [2]

UV-straling

's Zomers staat de zon hoger, waardoor het UV-licht tien keer sterker is dan in de winter. De ozonlaag kent net als het klimaat seizoenen: in de lente is de laag het dikst en in de herfst het dunst. [3] De hoeveelheid UV-straling die de aarde bereikt wordt steeds hoger door het gat in de ozonlaag. Het ozon in de ozonlaag houdt het meeste UV-licht tegen, maar het wordt afgebroken door CFK's (chloor-fluorkoolstoffen) die werden gebruikt als koelmiddel in koel-, vries- en airconditioninginstallaties. In 1987 is er een internationaal verdrag opgesteld dat het gebruik van CFK's verbiedt, maar de regel-geving wat betreft het verwerken van gebruikte installaties is niet in alle landen even streng. Daarnaast heeft de ozonlaag tientallen jaren nodig om zich te kunnen herstellen. [4] Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu onderzoekt de invloed van klimaatverandering en ozonafbrekende stoffen op de UV-straling. Zij voorspellen dat de ozonlaag zich zal herstellen en dat de UV-straling na 2050 af zal nemen (zie figuur A.1). [5]

Zonnesteek

Naast het gevaar van UV-straling is er kans op een zonnesteek bij langdurige blootstelling aan hoge temperaturen. Als de lichaamstemperatuur 40 °C of hoger is, dan is er sprake van een zonnesteek. De symptomen van een zonnesteek zijn onder andere hoofdpijn, een rode huid en een snelle ademhaling en hartslag. De oververhitting kan ook zorgen voor misselijkheid, duizeligheid en flauwvallen. Als de lichaamstemperatuur blijft stijgen kan dit leiden tot ernstige schade aan de hersenen, het hart, de nieren en spieren. Een zonnesteek ontstaat meestal door intensieve beweging bij warm weer. Kinderen spelen veel buiten tijdens de warmste delen van de dag. Omdat het centrale zenuwstelsel van jonge kinderen nog niet volledig ontwikkeld is, kan het lichaam zich minder goed aanpassen aan temperatuurs-veranderingen in de omgeving. Daarom bestaat er een hoger risico dat ze een zonnesteek oplopen. Een zonnesteek kan onder andere voorkomen worden door het dragen van losse en lichtgekleurde kleding en ventilatie, omdat hierdoor het lichaam beter af kan koelen. [6]

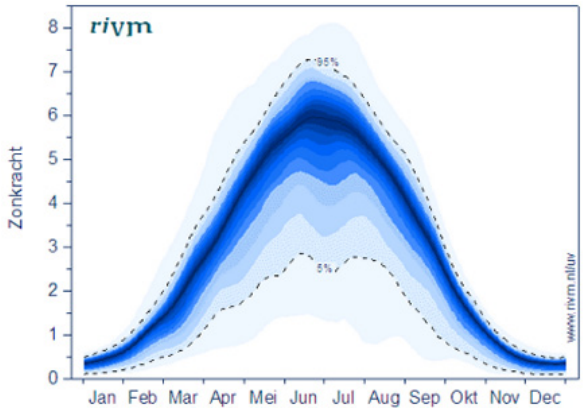


Figuur A.1 Voorspelling van ontwikkeling UV-straling

Schaduwbehoefte

Op zomerse dagen is er behoefte aan schaduw op schoolpleinen. Voornamelijk op de basisscholen, omdat de kinderen buitenspelen in de middaguren waarop de UV-straling en de temperatuur het hoogst is. In mei zijn er de meeste zonuren en in juni is de zon het felst. [1] In juni en juli wordt door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu de hoogste zonkracht gemeten. In figuur A.2 is de zonkracht per maand weergegeven. Hiervoor zijn metingen van 1996 tot 2006 gebruikt. De donkerste tint geeft de mediane waarde voor de zonkracht aan. [7] De zonkracht is een maat voor intensiteit van de UV-straling en geeft aan hoe lang de huid aan zon blootgesteld kan worden zonder rood te worden. In figuur A.3 is de zonkracht met bijbehorende

maximale blootstelling weergegeven. [8] In de maanden mei, juni en juli is er dus de meeste behoefte aan een schaduwplek.



Figuur A.2 Zonkracht in Nederland

Zonkracht	Omschrijving	Roodkleuring huid na x minuten
1 - 2	vrijwel geen	100 - 50
3 - 4	zwak	35 - 25
5 - 6	matig	25 - 15
7 - 8	sterk	15 - 10
9 - 10 en hoger	zeer sterk	minder dan 10

Figuur A.3 Tabel zonkracht

[1] http://www.klimaatportaal.nl/pro1/general/start.asp?i=0&j=0&k=0&p=0&itemid=657, geraadpleegd op 7-4-2014
[2] http://www.kwf.nl/preventie/Zon-verstandig/Pages/kinderen-in-de-zon.aspx, geraadpleegd op 9-4-2014
[3] http://www.knmi.nl/cms/content/27871/uv-zonlicht, geraadpleegd op 9-4-2014
[4] http://www.knmi.nl/cms/content/26097/ozon_in_de_broeikas, geraadpleegd op 9-4-2014
[5]http://www.rivm.nl/Onderwerpen/U/UV_ozonlaag_en_klimaat/Scenario%E2%80%99s_en_risico%E2%80%99s, geraadpleegd op 28-5-2014
[6] http://www.zonnesteek.net/, geraadpleegd op 23-4-2014
[7] http://www.rivm.nl/Onderwerpen/U/UV_ozonlaag_en_klimaat/Zonkracht/Seizoensvariatie, geraadpleegd op 28-5-2014
[8] http://www.knmi.nl/weer/weer_en_gezondheid/zonkracht.html, geraadpleegd op 28-5-2014

Figuur A.1 Voorspelling van ontwikkeling UV-straling
http://www.rivm.nl/Onderwerpen/U/UV_ozonlaag_en_klimaat/Scenario%E2%80%99s_en_risico%E2%80%99s, geraadpleegd op 28-5-2014

Figuur A.2 Zonkracht in Nederland
http://www.rivm.nl/Onderwerpen/U/UV_ozonlaag_en_klimaat/Zonkracht/Seizoensvariatie, geraadpleegd op 28-5-2014

Figuur A.3 Tabel zonkracht
http://www.knmi.nl/weer/weer_en_gezondheid/zonkracht.html, geraadpleegd op 28-5-2014

B. Speeltoestellen

Deze bijlage geeft een overzicht van de verschillende soorten speeltoestellen die er op de markt zijn. Per speeltoestel worden de specificaties gegeven. Hierin komen een aantal begrippen voor die eerst uitgelegd zullen worden. Daarnaast worden een aantal algemene veiligheidseisen voor speeltoestellen gegeven.

Algemene veiligheidseisen

Hieronder volgen een aantal algemene veiligheidsregels uit het Warenwetbesluit Attractie- en Speeltoestellen.

De bodem moet voldoende schokdempend zijn, zeker onder hoge toestellen.

Bewegende toestellen moeten worden afgeschermd, zodat kinderen er niet per ongeluk tegenaan kunnen lopen.

Tussen de verschillende toestellen moet genoeg ruimte zijn, zodat er royaal tussendoor gelopen kan worden.

Speeltuinen en speelplaatsen moeten voortdurend goed onderhouden worden. Zodat alle toestellen en bodemmaterialen steeds in goede conditie zijn.

In een speeltuin horen geen toestellen waarbij de hulp van volwassenen nodig is om er veilig mee en op te kunnen spelen.

Alle toestellen moeten stabiel en onbeweeglijk zijn verankerd.

De hoeken, randen en punten van toestellen mogen niet scherp zijn. En houten toestellen en onderdelen moeten splintervrij zijn.

Alle speeltoestellen geplaatst na maart 1997 moeten voorzien zijn van een certificaat van goedkeuring volgens het WAS.

http://www.keurmerk.nl/NL/Speelgelegenheden/Checklist-speeltuinen, geraadpleegd op 28-4-2014

Begrippen

Voor speeltoestellen zijn er een aantal begrippen die van belang zijn voor de veiligheid van het toestel. Deze worden hieronder weergegeven.

Vrije valhoogte
Grootste verticale afstand tussen een punt dat bedoeld is als steun van het lichaam en het eronder gelegen opvangzone of deel van het toestel. Als een steunpunt alleen met de handen gebruikt kan worden om aan te hangen of pakken mag van deze maat 1000 mm afgetrokken worden.

Valruimte
Ruimte in, op of rond het toestel waarin een gebruiker zich kan bevinden als deze van een toestel valt. De valruimte begint bij de vrije valhoogte.

Opvangzone
Bodem van de valruimte.

Vrije ruimte
Ruimte in, op of rond het toestel waarin een gebruiker zich kan bevinden als die een beweging ondergaat die door het toestel wordt veroorzaakt (bv. glijden, schommelen, wippen). Deze beweging is niet makkelijk te stoppen. Het doel van een vrije ruimte is de bewegende gebruiker te beschermen tegen botsingen met andere gebruikers of obstakels.

Minimumruimte
Vereiste ruimte voor het veilig gebruik van het toestel. Bestaat uit de ruimte die het toestel inneemt + de valruimte + de eventuele vrije ruimte.

http://www.allesoverspelen.nl/csi/spelen.nsf/wwwVwContent/l3definitiesvanruimtes.htm, geraadpleegd op 28-4-2014

Klimcombinatie

Prijs	€ 10810 excl. BTW
Prijs fundering	€ 500 excl. BTW
Leeftijd	vanaf 6 jaar
Aantal gebruikers	10
Lengte	256 cm
Breedte	256 cm
Hoogte	252 cm
Vrije valhoogte	249 cm
Opvangzone	44 cm
Min. vrije ruimte lengte	690 cm
Min. vrije ruimte breedte	690 cm

http://www.yalp.nl/speeltoestellen/klimtoestellen/klimcombinatie/detail/44/184, geraadpleegd op 8-4-2014

Spider Cage M

Prijs	€ 10040 excl. BTW
Prijs fundering	€ 150 excl. BTW
Leeftijd	vanaf 6 jaar
Lengte	352 cm
Breedte	352 cm
Hoogte	260 cm
Vrije valhoogte	253 cm
Opvangzone	45,4 cm
Min. vrije ruimte lengte	775 cm
Min. vrije ruimte breedte	707 cm

http://www.yalp.nl/speeltoestellen/parkour/spider-cage-m/detail/146/791, geraadpleegd op 8-4-2014

Net Jumper

Prijs	€ 9400 excl. BTW
Prijs fundering	€ 700 excl. BTW
Leeftijd	6 - 12 jaar
Aantal gebruikers	17
Lengte	750 cm
Breedte	750 cm
Hoogte	156 cm
Vrije valhoogte	150 cm
Opvangzone	11 cm
Min. vrije ruimte lengte	1050 cm
Min. vrije ruimte breedte	1050 cm

http://www.yalp.nl/speeltoestellen/ruimtenetten/net-jumper-hoog-15-meter-200225-220225/detail/46/854, geraadpleegd op 8-4-2014

Toren

Prijs	€ 26705 excl. BTW
Leeftijd	vanaf 3 jaar
Aantal gebruikers	26
Lengte	684 cm
Breedte	710 cm
Hoogte	618 cm
Grootste onderdeel	401 cm
Zwaarste onderdeel	83,9 kg
Vrije valhoogte	207 cm
Opvangzone	60 cm
Min. vrije ruimte lengte	960 cm
Min. vrije ruimte hoogte	618 cm
Min. vrije ruimte breedte	1022 cm

http://www.yalp.nl/speeltoestellen/combinatietoestellen/toren-p1-w1/detail/39/213, geraadpleegd op 8-4-2014

Klim- en glijtoren

Prijs	€ 9170 excl. BTW
Leeftijd	vanaf 1 jaar
Aantal gebruikers	11
Lengte	449 cm
Breedte	382 cm
Hoogte	314 cm
Grootste onderdeel	225 cm
Zwaarste onderdeel	33,52 kg
Vrije valhoogte	147 cm
Opvangzone	35 cm
Min. vrije ruimte lengte	763 cm
Min. vrije ruimte hoogte	318 cm
Min. vrije ruimte breedte	660 cm

http://www.yalp.nl/speeltoestellen/combinatietoestellen/klim-en-glijtoren-r1-p1-w1/detail/39/232, geraadpleegd op 8-4-2014

Speelcentrum met glijbaan

Prijs	€ 6965 excl. BTW
Leeftijd	vanaf 1 jaar
Lengte	486 cm
Breedte	272 cm
Hoogte	270 cm
Vrije valhoogte	87 cm
Opvangzone	19 cm
Minimale vrije ruimte	604 x 401 cm

http://www.yalp.nl/speeltoestellen/combinatietoestellen/speelcentrum-met-glijbaan/detail/39/589, geraadpleegd op 8-4-2014

Houston

Prijs	€ 5450 excl. BTW
Leeftijd	3 – 10 jaar
Lengte	334 cm
Breedte	290 cm
Hoogte	280 cm
Vrije valhoogte	120 cm
Minimale vrije ruimte	634 x 640 cm

http://www.arkemaspeelvoorzieningen.nl/product/houston/, geraadpleegd op 21-4-2014

Speeltoren met dak en glijbuizen

Prijs	€ 2940 excl. BTW
Leeftijd	4 – 12 jaar
Lengte	430 cm
Breedte	220 cm
Hoogte	340 cm
Vrije valhoogte	140 cm
Minimale vrije ruimte	488 x 730 cm

http://www.arkemaspeelvoorzieningen.nl/product/speeltoren-met-dak-en-glijbaan/, geraadpleegd op 21-4-2014

Speelstructuur Giant

Prijs	€ 11643 excl. BTW
Prijs fundering	€ 350
Aantal gebruikers	15
Leeftijd	5 - 12 jaar
Lengte	482 cm
Breedte	480 cm
Hoogte	298 cm
Minimale vrije ruimte	818 x 749 cm
Vrije valhoogte	277 cm
Ondergrond	56,7 m^2

http://www.nijha.nl/speeltoestellen/speelstructuren//pagina=1/id=719740-1358/, geraadpleegd op 21-4-2014

Sierra Nevada

Prijs	€ 7208
Leeftijd	1 - 8 jaar
Hoogte	265 cm
Vrije valhoogte	42 cm
Minimale valdemping	bestrating
Minimale vrije ruimte	33 m^2
Plaatmateriaal	volkern HDPE, 15-19 mm, UV-gestabiliseerd
Constructieve delen	staalversterkt en/of volkern polyethyleen
Wanden	HDPE plaatmateriaal

http://www.flexibilo.nl/speelhuisjes-/-zandbakken/141-sierra-nevada.html, geraadpleegd op 8-4-2014

Speelhuisje Utloo

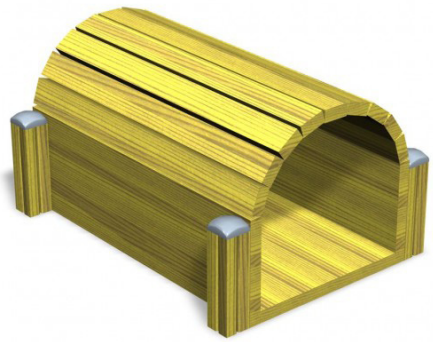
Prijs	€ 2790 excl. BTW
Prijs fundering	€ 112 excl. BTW
Aantal gebruikers	4
Leeftijd	3 - 8 jaar
Lengte	189 cm
Breedte	166 cm
Hoogte	204 cm
Veiligheidsgebied	489 x 458 cm
Vrije valhoogte	60 cm
Ondergrond	22,4 m^2

http://www.nijha.nl/speeltoestellen/speelhuisjes/id=772097/, geraadpleegd op 21-4-2014

Boshut

Prijs	€ 2905 excl. BTW
Leeftijd	vanaf 1 jaar
Lengte	176 cm
Breedte	170 cm
Hoogte	227 cm
Vrije valhoogte	27 cm
Opvangzone	16,1 cm
Min. vrije ruimte lengte	425 cm
Min. vrije ruimte breedte	425 cm

http://www.yalp.nl/natuurlijk-spelen/basic/boshut/detail/53/1010, geraadpleegd op 8-4-2014



Tunnel

Prijs	€ 665 excl. BTW
Leeftijd	vanaf 3 jaar
Lengte	120 cm
Breedte	89,5 cm
Hoogte	66 cm
Vrije valhoogte	66 cm
Opvangzone	13 cm

http://www.yalp.nl/natuurlijk-spelen/basic/tunnel/detail/53/774, geraadpleegd op 8-4-2014

Topy Tipi

Prijs	€ 2055
Leeftijd	1 - 8 jaar
Hoogte	205 cm
Vrije valhoogte	145 cm
Minimale valdemping	gras
Minimale vrije ruimte	18,5 m^2

Plaatmateriaal	volkern HDPE, 15-19 mm, UV-gestabiliseerd

http://www.flexibilo.nl/speelhuisjes-/-zandbakken/130-topy-tipi.html, geraadpleegd op 8-4-2014

Speel en klimhuis

Prijs	€ 1985 excl. BTW
Leeftijd	vanaf 3 jaar
Lengte	155 cm
Breedte	212 cm
Hoogte	138 cm
Vrije valhoogte	113 cm
Minimale vrije ruimte	455 x 512 cm

http://www.arkemaspeelvoorzieningen.nl/product/speel-en-klimhuis/, geraadpleegd op 21-4-2014

Vierpersoons carrousel

Prijs	€ 1380 excl. BTW
Leeftijd	vanaf 1 jaar
Lengte	54 cm
Breedte	54 cm
Hoogte	81cm
Vrije valhoogte	100 cm
Opvangzone	23 cm

http://www.yalp.nl/speeltoestellen/duikel-en-draai/vierpersoons-carrousel/detail/41/1313, geraadpleegd op 8-4-2014

Dansende Bloem

Prijs	€1163 excl. BTW
Leeftijd	4 – 8 jaar
Breedte	50 cm
Hoogte	120 cm
Vrije valhoogte	17 cm
Minimale vrije ruimte	Ø 353 cm

http://www.arkemaspeelvoorzieningen.nl/product/dansende-bloem/, geraadpleegd op 21-4-2014

Lucky Libel

Prijs	€ 832 incl. grondanker
Leeftijd	2 - 8 jaar
Aantal gebruikers	4
Hoogte	64 cm
Vrije valhoogte	52 cm
Minimale valdemping	gras
Minimale vrije ruimte	7 m^2

Plaatmateriaal	volkern HDPE, 15-19 mm UV-gestabiliseerd
Montagedragers	gegalvaniseerd staal, in kleur geëpoxeerd
Buizen	RVS, metaalkleurig

http://www.flexibilo.nl/flexibilo-veertoestellen/148-lucky-libel.html, geraadpleegd op 8-4-2014

Bird Hopper

Prijs	€ 3468
Leeftijd	alle leeftijden
Hoogte	250 cm
Vrije valhoogte	175 cm
Minimale valdemping	ondergrond
Minimale vrije ruimte	20 m^2
Plaatmateriaal	volkern HDPE, 15-19 mm, UV-gestabiliseerd
Constructieve delen:	staalversterkt en/of volkern polyethyleen
Schommelbalk	gegalvaniseerd staal met tweelaags poedercoating

http://www.flexibilo.nl/flexibilo-schommels/272-bird-hopper.html, geraadpleegd op 8-4-2014

Speelpaneel Mike

Prijs	€ 6571excl. BTW
Prijs fundering	€ 170
Aantal gebruikers	10
Leeftijd	3 - 8 jaar
Lengte	359 cm
Breedte	163 cm
Hoogte	93 cm
Minimale vrije ruimte	463 x 659 cm
Ondergrond	30 m^2

http://www.nijha.nl/speeltoestellen/speelhuisjes/id=772097/, geraadpleegd op 21-4-2014

Duikelrek 3-delig

Prijs	€ 590 excl. BTW
Leeftijd	3 -12 jaar
Lengte	370 cm
Breedte	10 cm
Hoogte	148 cm
Vrije valhoogte	143 cm
Opvangzone	15 cm
Min. vrije ruimte lengte	470 cm
Min. vrije ruimte breedte	310 cm

http://www.yalp.nl/speeltoestellen/duikel-en-draai/duikelrek-3-delig-tot-14-meter-hoog/detail/41/351, geraadpleegd op 8-4-2014

Easy Slide 90

Prijs	€ 2572
Leeftijd	2 - 8 jaar
Hoogte	158 cm
Vrije valhoogte	90 cm
Minimale valdemping	gras
Minimale vrije ruimte	20 m^2
Plaatmateriaal	volkern HDPE, 15-19 mm, UV-gestabiliseerd
Constructieve delen	staalversterkt en/of volkern polyethyleen
Vloer	MDPE flexiplex plaat met anti-slip
Buizen	RVS, metaalkleurig
Glijgoot	RVS

http://www.flexibilo.nl/glijbanen/110-easy-slide-90.html, geraadpleegd op 8-4-2014

Sahara

Prijs	€ 3060
Leeftijd	1 - 8 jaar
Hoogte	34 cm
Vrije valhoogte	34 cm
Minimale valdemping	bestrating
Minimale vrije ruimte	38,5 m^2
Plaatmateriaal	volkern HDPE, 15-19 mm, UV-gestabiliseerd
Constructieve delen	staalversterkt en/of volkern polyethyleen
Wanden	recycle PE flexiplex plaat

http://www.flexibilo.nl/speelhuisjes-/-zandbakken/144-sahara.html, geraadpleegd op 8-4-2014

Tafeltennistafel beton – afgeronde hoek

Prijs	€ 1298 excl. BTW
Lengte	272 cm
Breedte	152 cm
Hoogte	76 cm
Gewicht	1400 kg

http://www.arkemaspeelvoorzieningen.nl/product/tafeltennistafel-beton-afgeronde-hoek/, geraadpleegd op 21-4-2014

C. Interviews

Er zijn een aantal interviews uitgevoerd om informatie te krijgen over het gebruik en de inrichting van schoolpleinen. Er zijn drie scholen bezocht, waarvan één in Denekamp en twee in Oldenzaal. Daarnaast zijn de kinderen geobserveerd tijdens het buitenspelen. Hieronder is een uitgebreider overzicht te vinden van de interviews inclusief de conclusies die ook te vinden zijn in het hoofdverslag.

De Alexander in Denekamp

Schaduw op plein
Er is een bezoek gebracht aan De Alexander in Denekamp. Daar is gesproken met de directrice; tevens directrice van De Veldkamp. De Alexander is een katholieke basisschool met ongeveer 100 leerlingen. Op het plein van De Alexander zijn onlangs twee oude eiken gekapt vanwege de veiligheid. Door de ouderdom van deze bomen ontstond er het gevaar dat grote takken af zouden breken. Een eis voor de kapvergunning was dat er nieuwe bomen geplant zouden worden. Op de plek waar de eiken stonden zijn nieuwe bomen geplant, maar geen eiken vanwege de processierups. De jonge bomen geven nauwelijks schaduw en de aanwezige speeltoestellen ook maar weinig. Er is daarom behoefte aan een nieuwe schaduwplek.

Buitenspelen
Op dinsdag en donderdag wordt er tussenschoolse opvang (overblijven) aangeboden. Bijna alle leerlingen blijven dan op school. 's Ochtends is er een kwartier pauze en voor de kinderen die overblijven 's middags nog een half uur. Voor het buitenspelen wordt er dan speelgoed mee naar buiten genomen, zoals ballen, stelten en hoepels. Vanaf volgend schooljaar zal er een continurooster zijn, waardoor er elke middag een half uur is om buiten te spelen. Omdat de kinderen dan langer buiten zijn, is er meer behoefte aan een schaduwplek in combinatie met een zitplek. Er wordt van ouders verwacht dat ze hun kinderen 's ochtends insmeren als het nodig is. Anders is er ook nog zonnebrand aanwezig in de klas.

Gebruik
Als er zitplek is voor een hele klas zou dit ook voor onderwijsactiviteiten gebruikt kunnen worden. Dit was een wens die naar voren kwam tijdens het gesprek. Op het plein zijn voornamelijk speeltoestellen aanwezig die voor de jongere kinderen geschikt zijn, zoals een wipwap, een zandbak en een klein klimtoestel. Voor de kinderen van 10 tot 12 jaar is er minder uitdaging op het plein. Verder is het van belang dat het toestel door meerdere kinderen tegelijk gebruikt kan worden. Op dit moment is er klimtoestel dat maar door 3 tot 4 kinderen gebruikt kan worden. Het beste is als een toestel weinig ruimte in neemt, maar toch door meerdere kinderen tegelijk gebruikt kan worden, zoals een pingpongtafel.

Speeltoestellen
Voor het onderhoud en inrichting van het plein is er een commissie. Deze bestaat uit ouders en leerkrachten. Omdat het een gesloten plein is, wordt het niet gefinancierd door de gemeente. De commissie zorgt voor onderhoud aan het plein en doet voorstellen voor de aanschaf van nieuwe speeltoestellen. Bij de aanschaf van een nieuw speeltoestel wordt er gekeken naar de leeftijdsgroep, de hoeveelheid uitdaging en de veiligheidseisen. Voor de financiering van een nieuw speeltoestel wordt soms een actie of sponsorloop gehouden. Het onderhoud verschilt per soort toestel. Er is het meeste onderhoud nodig aan schommels en het vernieuwen van een valondergrond bij speeltoestellen. Bijna elk jaar wordt er een schakel van een schommel gerepareerd. Een ijzeren glijbaan heeft bijvoorbeeld bijna nooit onderhoud nodig. De schoolplein commissie zorgt gedeeltelijk voor het onderhoud. Zij voeren taken uit, zoals het (her)schilderen van houten toestellen, het verversen van zand in de zandbak en het vervangen of herleggen van tegels. De meeste toestellen gaan 10 tot 15 jaar mee en worden in termijnen betaald.

Jongeren ontmoetingsplek
Na het weekend wordt er regelmatig afval op het plein van De Alexander gevonden. Het plein is eigenlijk niet toegankelijk na schooltijd, maar toch gebeurt dit wel. In tegenstelling tot De Alexander is het plein van De Veldkamp wel openbaar. Dit is een openbare buurtspeelplaats. Op het plein van De Veldkamp zijn er 's avonds regelmatig jongeren die rondhangen. Hier zijn veel minder problemen met afval en vernieling. Het plein is van alle kanten bereikbaar en aan beide kanten zijn woonhuizen. Omdat er meer zicht is op het plein zijn er waarschijnlijk minder problemen. Op het plein van De Alexander is weinig toezicht, omdat het achter het schoolgebouw ligt.

De Esch in Oldenzaal

Schaduw op plein
Bij de Esch is er gesproken met een docent van groep 8. De Esch (katholiek) zit samen met De Linde (openbaar) en De Klimop (protestants) in één schoolgebouw. Ze hebben een gezamelijk schoolplein. De Esch heeft ongeveer 320 leerlingen, De Linde 100 leerlingen en De Klimop 60 leerlingen. Er zijn meerdere bomen op het plein aanwezig, daarom is er niet direct behoefte aan een nieuwe schaduwplek. Daarnaast geeft het gebouw zelf ook schaduw.

Buitenspelen
Vanaf dit schooljaar is er een continurooster, omdat veel ouders aangaven dit belangrijk te vinden. Per dag staat er twee keer één kwartier voor buiten-spelen. De kinderen van de verschillende scholen spelen op verschillende tijden buiten, omdat er niet genoeg ruimte is voor alle kinderen tegelijk. Als de kinderen samen spelen, spelen ze meestal in groepjes van 5 tot 6 kinderen. Dit geldt voor de klimtoestellen. Bij de pingpongtafel, de zandbak en het voetbalveld spelen er rond de 20 kinderen tegelijk. Bij de pingpongtafel wordt er gespeeld met een grote bal en de kinderen rennen rond de tafel, hierdoor kunnen er meer kinderen mee doen.

Gebruik
Het plein wordt gebruikt voor onderwijsactiviteiten, zoals een sportdag en een verkeersdag. Voor groep 3, 4 en 5 is er af en toe een verkeersdag waarbij verkeerssituaties worden nagebootst met stoplichten en verkeersborden. Groep 1 en 2 hebben vaker gymles buiten dan de andere groepen. Als er buiten les wordt gegeven, is de uitleg meestal binnen in het lokaal. Daarna gaan de kinderen naar buiten. Op dit moment is er weinig zitplek op het plein. Omdat het plein nog meer een buurtspeelplaats moet worden, zal er langer op het plein gespeeld worden en is er meer behoefte aan een zitmogelijkheid. Dit zal niet alleen voor de kinderen zijn, maar ook voor ouders die de kinderen in de gaten houden.

Speeltoestellen
Er is een werkgroep die verantwoordelijk is voor de inrichting van het plein. Deze bestaat uit de directie, de ouderraad en buurtbewoners. Zij komen met voorstellen voor nieuwe speeltoestellen. De gemeente denkt ook mee over de inrichting van het plein, maar de financiële bijdrage is minimaal. Er zijn veel ideeën voor een nieuwe inrichting van het plein, maar veel plannen kunnen niet doorgaan vanwege geldgebrek. De toestellen worden jaarlijks gecontroleerd door de gemeente. Elk speeltoestel beschikt over een chip waarop het jaartal, de gebruiksstaat en de onderhoudsbeurten staan.

De meeste houten toestellen gaan maximaal 7 jaar mee. Het hout gaat dan splijten, waardoor het toestel niet veilig meer is. De meeste ijzeren speeltoestellen gaan langer mee, omdat ze nauwelijks slijten. De klimtoestellen die aanwezig zijn, staan er 10 jaar en gaan waarschijnlijk nog jaren mee.

Bij de aanschaf van nieuwe toestellen is het belangrijk dat het kindvriendelijk is en bestand is tegen vandalisme. Daarnaast wordt er gelet op de hoeveelheid uitdaging die het biedt. Er moet op meerdere manieren mee gespeeld kunnen worden, waardoor het niet snel gaat vervelen.

Jongeren ontmoetingsplek
Het plein is openbaar en wordt daarom als buurtspeelplaats gebruikt. 's Avonds zijn er jongeren die gebruik maken van het plein. Het komt regelmatig voor dat er speeltoestellen vernield worden en er afval achtergelaten wordt. Op een gegeven moment is er videobewaking aangeschaft door de gemeente. Dit is ook weer weggehaald vanwege de kosten. In de periode dat er videobewaking was, was er minder overlast en jongeren zijn aangesproken door de politie. Vlak bij de school is een stadspark waar een container is als jongeren ontmoetingsplek. Deze wordt intensief gebruikt.

Nutsschool in Oldenzaal

Schaduw op plein
Op de Nutsschool is er ook gesproken met een docent van groep 8. De Nutsschool is een openbare school met ongeveer 270 leerlingen. Er is niet direct behoefte aan meer schaduw op het plein, omdat er meerdere bomen zijn. Er is wel last van de wortels die de tegels naar boven duwen. Ongeveer elke 5 jaar is het nodig om de tegels weer goed te leggen. Het plein ligt om het schoolgebouw heen, waardoor er ook in de buurt van de muren schaduw is.

Groen plein
Een probleem van een groen plein is dat het niet lang mee gaat. Takken van een klimboom zullen bijvoorbeeld afbreken of gaan splijten. Natuurlijke elementen zijn niet slijtvast zoals ijzeren speeltoestellen. Het zal daarom lastig zijn een groen plein te creëren dat bestand is tegen intensief gebruik. Daarnaast is de kans groot dat jongeren het plein vernielen door bijvoorbeeld takken en bomen in brand te steken. Het is daarom noodzakelijk om hoge hekken te plaatsen. En dit past dan niet bij de rest van het plein.

Buitenspelen
De ouders kunnen er voor kiezen om hun kind over te laten blijven. Per dag zijn er 50-80 leerlingen die overblijven. Dit zijn voornamelijk kinderen uit groep 1 en 2. De oudere kinderen gaan bijvoorbeeld naar vriendjes of vriendinnetjes toe of mogen alleen thuis blijven. Per dag staat er twee keer één kwartier voor buitenspelen.

Gebruik
Het plein wordt gebruikt om les te geven. Er wordt bijvoorbeeld les gegeven over oppervlaktes en verhoudingen. Er wordt dan met krijt op het plein getekend. Daarnaast wordt het plein ook gebruikt voor gym- en tekenles. Vaak wordt er speelgoed mee naar buiten genomen, zoals ballen, stepjes en fietsjes. Er is een rooster voor het spelen met verschillende speeltoestellen, omdat dan niet iedere keer dezelfde kinderen op hetzelfde toestel spelen. Per groep zijn er elke pauze een aantal speeltoestellen waar ze mee mogen spelen. Dit kan bijvoorbeeld het voetbalveld of de pingpongtafel zijn. Rond een aantal bomen staan bankjes. Deze worden vrij weinig gebruikt.

Speeltoestellen
Het plein is openbaar, daarom is de gemeente verantwoordelijk voor de aanschaf en het onderhoud van de speeltoestellen. Na 10 jaar worden speeltoestellen weggehaald door de gemeente. De toestellen gaan waarschijnlijk langer mee, maar de gemeente is aansprakelijk voor eventuele ongelukken. De gemeente wil dit risico niet lopen, daarom worden de speeltoestellen na 10 jaar vervangen. De school krijgt dan een budget van €8500 om een nieuw speeltoestel uit te zoeken. Om extra geld in te zamelen, worden er sponsor-acties gehouden. Voor de keuze van speeltoestellen is de uitdaging, de veiligheid en de duurzaamheid van belang. Omdat het een openbaar plein is, is het belangrijk dat het bestand is tegen vandalisme.

Jongeren ontmoetingsplek
Er is een gedeelte van het plein dat afgesloten kan worden. Dit gedeelte is tot stand gekomen door een buurtproject. De school heeft geen invloed op de inrichting van dit deel. Jongeren komen naar de buurtspeelplaats, maar zorgen af en toe voor problemen. Ze klimmen bijvoorbeeld op het dak van de school en vernielen toestellen. Bij de keus van toestellen wordt hier rekening mee gehouden.

D. Klimtoestellen

Deze bijlage geeft een overzicht van de verschillende soorten klimtoestellen die er zijn. Er zijn bijvoorbeeld klimrekken, klimnetten, klimtouwen en klimwanden. Per speeltoestel worden de specificaties gegeven.

Klimpaal Koen

Lengte	35 cm
Breedte	75 cm
Hoogte	250 cm
Vrije valhoogte	250 cm
Minimale vrije ruimte	465 x 505 cm

Staander	Bilinga hardhout
Klimgrepen	Nylon
Glijstang	RVS

http://www.houtplezier.nl/producten/klimmen/klimpaal-koen?fadd=235, geraadpleegd op 30-4-2014

Obinia Klimpaal

Prijs	€ 321 excl. BTW
Leeftijd	4 -12 jaar
Hoogte	300 cm
Vrije valhoogte	300 cm
Minimale vrije ruimte	522 x 522 cm

http://www.ijreka.nl/index.php?product=IJ2027-300&foto=2#prettyPhoto, geraadpleegd op 30-4-2014
http://www.speelactief.nl/professioneel/speel-toestellen/robinia--natuurlijk-spelen/klimpaal-met-kepen-h-300-cm/, geraadpleegd op 30-4-2014

Spacecraft F

Prijs	€ 10025 excl. BTW
Leeftijd	6 -12 jaar
Aantal gebruikers	37
Lengte	330 cm
Breedte	330 cm
Hoogte	343 cm
Vrije valhoogte	240 cm
Opvangzone	86,5 cm
Min. vrije ruimte lengte	930 cm
Min. vrije ruimte breedte	930 cm

http://www.yalp.nl/speeltoestellen/ruimtenetten/spacecraft-f-hoog-34-meter/detail/46/865, geraadpleegd op 1-5-2014

Afrodite

Prijs	€ 5385 excl. BTW
Prijs fundering	€ 400 excl. BTW
Leeftijd	vanaf 6 jaar
Aantal gebruikers	4
Lengte	252 cm
Breedte	252 cm
Hoogte	246 cm
Grootste onderdeel	290 cm
Zwaarste onderdeel	69 kg
Vrije valhoogte	245 cm
Opvangzone	32,7 cm
Min. vrije ruimte lengte	679 cm
Min. vrije ruimte breedte	679 cm

http://www.yalp.nl/speeltoestellen/klimtoestellen/afrodite/detail/44/150, geraadpleegd op 30-4-2014

Oxygen

Prijs	€ 6330 excl. BTW
Prijs fundering	€ 80 excl. BTW
Leeftijd	vanaf 6 jaar
Aantal gebruikers	15
Lengte	541 cm
Breedte	243 cm
Hoogte	210 cm
Grootste onderdeel	104 cm
Zwaarste onderdeel	6
Vrije valhoogte	2100 cm
Opvangzone	37,7 cm
Minimale vrije ruimte	842 x 390 x 551 cm

http://www.yalp.nl/speeltoestellen/klimtoestellen/oxygen/detail/44/189, geraadpleegd op 1-5-2014

Klimnet raket

Prijs	€ 10295 incl. BTW
Leeftijd	vanaf 5 jaar
Lengte	520 cm
Breedte	601 cm
Hoogte	376 cm
Vrije valhoogte	99 cm
Minimale vrije ruimte	770 x 696 cm
Minimale valdemping	30 cm speelzand/ boomshors of 4,5 cm rubber tegels

http://www.clavus-speeltoestellen.nl/klimnet-raket.html, geraadpleegd op 1-5-2014

Zonnekoepel

Lengte	200 cm
Breedte	200 cm
Hoogte	185 cm
Vrije valhoogte	185 cm
Minimale vrije ruimte	500 cm
Materiaal	staal gecoat met zinkstof

http://www.speeltoestellen.nl/producten/speel-toestellen/klimtoestellen/details/product/ijzersterk-zonnekoepel/, geraadpleegd op 1-5-2014

Klimboom

Prijs	€ 645 excl. BTW
Prijs fundering	€ 120 excl. BTW
Leeftijd	3 - 8 jaar
Aantal gebruikers	3
Lengte	153 cm
Breedte	153 cm
Hoogte	180 cm
Vrije valhoogte	165 cm
Minimale vrije ruimte	473 cm
Ondergrond	17,6 m^2

http://www.nijha.nl/speeltoestellen/klimtoestellen/id=741188-40/, geraadpleegd op 1-5-2014

Klimboog

Prijs	€ 1279 excl. BTW
Prijs fundering	€ 120 excl. BTW
Leeftijd	5 - 12 jaar
Aantal gebruikers	5
Lengte	396 cm
Breedte	184 cm
Hoogte	196 cm
Vrije valhoogte	196 cm
Minimale vrije ruimte	545 x 758 cm
Ondergrond	41,3 m^2

http://www.nijha.nl/speeltoestellen/klimtoestellen/id=741094-13/, geraadpleegd op 30-4-2014

Klimtoestel Lennard

Lengte	210 cm
Breedte	296 cm
Hoogte	250 cm
Vrije valhoogte	250 cm
Min. vrije ruimte lengte	644 cm
Min. vrije ruimte breedte	663cm

http://www.houtplezier.nl/producten/klimmen/klimtoestel-lennard, geraadpleegd op 30-4-2014

Apenboom P1

Prijs	€ 2520 excl. BTW
Leeftijd	vanaf 3 jaar
Aantal gebruikers	8
Lengte	130 cm
Breedte	200 cm
Hoogte	231 cm
Vrije valhoogte	215 cm
Opvangzone	20,3 cm
Min. vrije ruimte lengte	511 cm
Min. vrije ruimte breedte	470 cm

http://www.yalp.nl/speeltoestellen/klimtoestellen/apenboom-p1/detail/44/256, geraadpleegd op 30-4-2014

Klimtoestel "Dolfijn"

Prijs	€ 5974 incl.BTW
Leeftijd	vanaf 3 jaar
Lengte	336 cm
Breedte	336 cm
Hoogte	206 cm
Vrije valhoogte	192 cm
Minimale vrije ruimte	681 x 681 cm
Minimale valdemping	3 cm speelzand/ boomschors of 6,5 cm rubberen vloer

http://www.clavus-speeltoestellen.nl/openbare-speeltoestellen/metalen-speeltoestellen/klimtoestellen-metaal/klimtoestel-dolfijn.html, geraadpleegd op 1-5-2014

Klimtoestel Explorer

Leeftijd	6 - 15 jaar
Vrije valhoogte	262 cm
Lengte	155 cm
Breedte	380 cm
Hoogte	210 cm

http://www.vaneespeeltoestellen.nl/Klimtoestellen_171/619/Klimtoestel+Explorer.html, geraadpleegd op 30-4-2014

Wall-Holla M

Prijs	op aanvraag
Lengte	805 cm
Breedte	115 cm
Hoogte	490 cm

http://www.yalp.nl/speeltoestellen/klimtoestellen/wall-holla-m/detail/44/1337, geraadpleegd op 30-4-2014

Speelstructuur Sijpestein

Prijs	€ 22102 excl. BTW
Prijs fundering	€ 620 excl. BTW
Leeftijd	5 -12 jaar
Aantal gebruikers	20
Lengte	828 cm
Breedte	579 cm
Hoogte	345 cm
Vrije valhoogte	240 cm
Minimale vrije ruimte	1128 x 929 cm
Ondergrond	74,1 m^2

http://www.nijha.nl/speeltoestellen/klimtoestellen//pagina=1/id=772121-1358/, geraadpleegd op 1-5-2014

Klimpyramide met klimwand

Prijs	€ 5990 excl. BTW
Leeftijd	vanaf 6 jaar
Lengte	403 cm
Breedte	350 cm
Hoogte	200 cm
Vrije valhoogte	190 cm
Minimale vrije ruimte	Ø 700 cm

http://www.arkemaspeelvoorzieningen.nl/product/klimpyramide-2/, geraadpleegd op 30-4-2014

Bouldering Kubus L

Prijs	€ 12925 excl. BTW
Prijs fundering	€ 150 excl. BTW
Lengte	321 cm
Breedte	282 cm
Hoogte	292 cm
Vrije valhoogte	282 cm
Opvangzone	26,2 cm
Min. vrije ruimte lengte	612 cm
Min. vrije ruimte breedte	578 cm

http://www.yalp.nl/sport/klimwanden/bouldering-kubus-l/detail/96/959, geraadpleegd op 30-4-2014

Klimtoren

Prijs	€ 3639 excl. BTW
Prijs fundering	€ 354 excl. BTW
Leeftijd	5 - 65 jaar
Aantal gebruikers	8
Lengte	147 cm
Breedte	116 cm
Hoogte	300 cm
Vrije valhoogte	300 cm
Minimale vrije ruimte	647 x 616 cm
Ondergrond	31 m^2

http://www.nijha.nl/speeltoestellen/klimtoestellen/id=741210/, geraadpleegd op 1-5-2014

E. Zonne-energie gebruik

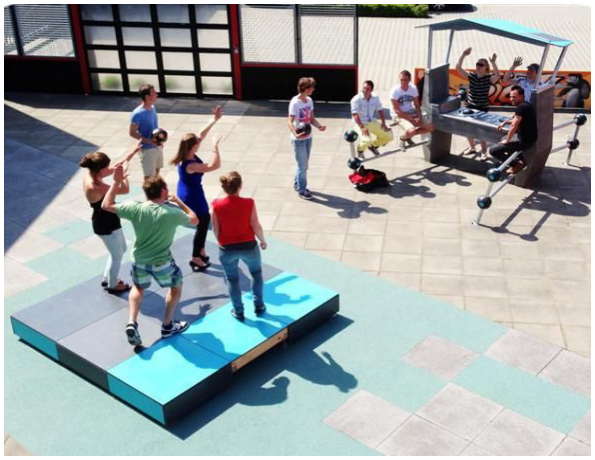
In deze bijlage is een verzameling van verschillende producten te vinden die gebruik maken van zonne-energie.

Zonnebloem van Fix
Bij het ontwerpbureau Fix is een houten zonnebloem ontworpen die voorzien is van zonnepanelen. Het speeltoestel kan om de verticale as gedraaid worden en kan zo naar de zon gericht worden. Met de zonne-energie wordt een motor aangestuurd die ervoor zorgt dat de bloem gaat draaien. Hierdoor kunnen kinderen ervaren hoe zonne-energie werkt. De kinderen kunnen bijvoorbeeld voor de zonnepanelen gaan staan; de bloem zal dan langzamer gaan draaien.

http://www.ontwerpbureaufix.nl/speeltoestellen/zonnebloem/, geraadpleegd op 18-4-2014

DJ-Tafel Fono van Yalp
De Fono is een jongeren ontmoetingsplek met een DJ-tafel die werkt op zonne-energie. Met de Fono kan muziek geluisterd en gedeeld worden. Om muziek af te spelen, wordt er een telefoon op de tafel gelegd. De Fono versterkt het geluid en het wordt live afgespeeld. Het is mogelijk om twee nummers te mixen door twee telefoons te gebruiken. En er kunnen verschillende effecten toegepast worden, zoals een echo of scratch (heen en weer bewegen van de plaat).

http://www.yalp.nl/653-DJtafel_Fono.html, geraadpleegd op 18-4-2014
http://www.yalp.nl/871-Yalp_wint_internationale_Red_Dot_award_met_Fono.html, geraadpleegd op 18-4-2014



Solar tree door Ross Lovegrove
De solar tree is ontworpen door Ross Lovegrove. Op elk 'blad' van de boom zitten zonnepanelen. De energie wordt gebruikt voor LED-verlichting die 's avonds automatisch aan gaat. De energie kan ook teruggegeven worden aan het net. Zonder nieuwe zonne-energie werkt de verlichting nog 3 dagen.

http://www.rosslovegrove.com/index.php/solar-tree-clerkenwell-design-week/, geraadpleegd op 18-4-2014

Verlichting Nicolaasplein in Denekamp
Deze verlichting staat op het Nicolaasplein in Denekamp. Op de bovenkant van de bladvormen zitten de zonnepanelen. De verlichting is gericht op de onderkant van de bladvormen. Deze bladvormen hebben aan de onderkant een spiegelend oppervlak, waardoor er een diffuus licht ontstaat.

Wi-Fi Flowers
Naast de Solar Bench bestaat er meer straat-meubilair dat gebruik maakt van zonne-energie. Deze bloemen horen bij een campagne van Toyota. Op de achterkant van de bloemblaadjes zitten zonnepanelen. Telefoons, tablets en pc's kunnen opgeladen worden door de zonne-energie.

http://www.mymodernmet.com/profiles/blogs/toyota-plants-solar-powered, geraadpleegd op 22-4-2014

Solar Bench van Fix
Deze bank voor de openbare ruimte beschikt over geïntegreerde zonnepanelen in het zitvlak. De opgewekte elektriciteit is te gebruiken voor het opladen van telefoon, tablets, notebooks of elektrische fietsen. Daarnaast kan het gebruikt worden voor het aansturen van verlichting of fonteinen. Er zijn verschillende opties die geïnstalleerd kunnen worden naast de zonnepanelen die standaard in de bank zitten. Er kunnen bijvoorbeeld ook geluidsboxen in de bank verwerkt worden. Hierdoor kunnen er muziek en verhalen afgespeeld worden. Daarnaast is het mogelijk om de Solar Bench te besturen met een app. De gebruiker kan hiermee bijvoorbeeld de kleur van de verlichting aanpassen. Voor deze toepassing is een GPRS module nodig. Deze module zorgt voor de overdracht van data tussen de mobiele telefoon en de bank.

http://www.ontwerpbureaufix.nl/buitenmeubilair/solar-bench/, geraadpleegd op 22-4-2014

Eclipse en Kosmos van Ombrellone Solare
Beide parasollen beschikken over organische fotovoltaïsche zonnecellen. Deze zonnecellen zijn gemaakt van dun en lichtgewicht film. De energie is te gebruiken voor verschillende toepassingen, zoals het opladen van telefoons en latops. De Kosmos heeft ook LED verlichting.

http://freshome.com/2012/05/14/photovoltaic-parasols-charging-devices-of-resting-visitors-at-milan-design-week/, geraadpleegd op 22-4-2014

F. Zonnepanelen

In deze bijlage is meer van het onderzoek naar zonnepanelen te lezen. Er worden verschillende technieken behandeld om zonne-energie op te vangen. Verder worden verschillende soorten zonnecellen besproken en algemene informatie over zonnepanelen, zoals plaatsing en onderhoud.

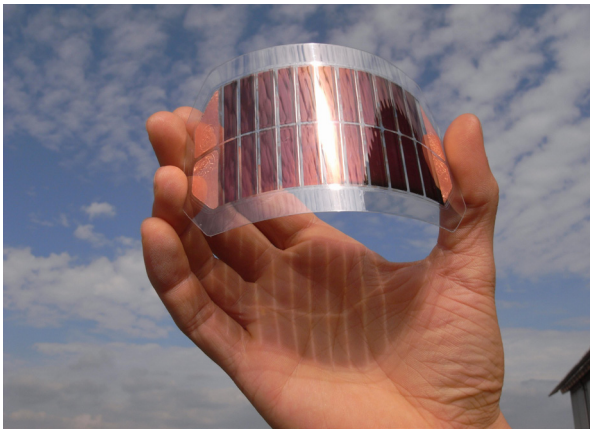
Twee concepten maken gebruik van zonnepanelen, daarom is er literatuuronderzoek gedaan naar de werking van zonnepanelen en de verschillende typen zonnecellen.

Zonne-energie
Er zijn drie technieken om zonne-energie op te vangen: Photovoltaic (PV), Concentrated Photovoltaic (CPV) en Concentrated Solar Power (CSP). Fotovoltaïsche zonnecellen worden het meest gebruikt. Deze zonnecellen zetten zonne-energie direct om in elektriciteit en zijn meestal gemaakt van silicium. Bij 'Concentrated Photovoltaic' worden dezelfde zonnecellen gebruikt, maar het licht wordt door lenzen geconcentreerd op de zonnecel. Hierdoor is het rendement van de zonnecel hoger. Maar het is wel noodzakelijk dat de zonnepanelen de zon volgen; dit wordt solar tracking genoemd. Bij de derde techniek, Concentrated Solar Power, wordt het zonlicht indirect gebruikt om elektriciteit te produ-ceren. Bij deze techniek wordt zonlicht door spiegels geconcentreerd op een klein oppervlak. De warmte die ontstaat, wordt gebruikt om een turbine te laten draaien. De beweging van de turbine wordt door een generator omgezet in elektriciteit. [9] Voor de schaduwplek zijn zonnepanelen met fotovoltaïsche zonnecellen het meest geschikt, om-dat deze panelen voldoende energie kunnen leveren en meestal goedkoper en compacter zijn dan de andere varianten. Binnen de fotovoltaïsche zonnecellen bestaan er verschillende technieken die in de volgende pagina's behandeld zullen worden.

Solar tracking
Er zijn twee manieren waarop de zon gevolgd kan worden: rotatie om de horizontale en verticale as. Voor een-assige systemen wordt meestal de verticale rotatie as gebruikt. Hierbij volgt het paneel de baan van de zon, waardoor de opbrengst 16% hoger is dan een gefixeerd paneel. Bij een twee-assig systeem verandert ook de hellingshoek van het paneel mee. Dit levert een verhoogde opbrengst van 25%. [10] [11] Om de baan van de zon te volgen kan een lichtsensor of een algoritme gebruikt worden. De lichtsensor meet waar het felste zonlicht vandaan komt. Met een algoritme kan de stand van de zon berekend worden aan de hand van de coördinaten, de datum en het tijdstip. [12]

Zonnecel
Een zonnecel bestaat uit verschillende materialen die samen een halfgeleider vormen; dit is meestal silicium met aan de bovenkant een laag fosfor en aan de onderkant een laag borium. Door het zonlicht komen er elektronen vrij en bijbehorende positief geladen 'gaten'. Door de ongelijke ladingsverdeling ontstaat er een elektrisch veld op het grensvlak en ontstaat er een negatief en positief geladen zijde. Door de boven- en onderkant aan elkaar te verbinden met een draad gaat er een stroom lopen. De spanning over een zonnecel is maar een 0,5 V. Daarom worden er meerdere zonnecellen aan elkaar gekoppeld op een zonnepaneel. De spanning van een zonnepaneel is meestal 12 V of 24 V gelijkstroom. Als de energie teruggeleverd moet worden aan het net is er een omvormer nodig. Deze zet de gelijkstroom om in wisselstroom. [13] [14]

Silicium zonnecellen
Er zijn drie soorten silicium die gebruikt worden voor zonnecellen: monokristallijn, polykristallijn en amorf silicium. Monokristallijn silicium bestaat uit één siliciumkristal en heeft het hoogste rendement, maar zijn relatief duurder. Bij het vormen van polykristallijn silicium wordt vloeibaar silicium in een vierkante vorm gegoten. Tijdens het afkoelen ontstaan meerdere kristallen. Het is goedkoper, maar heeft een lager rendement. Amorf silicium bevat helemaal geen kristallen en heeft het laagste rendement. Het wordt vaak gebruikt in dunne film zonnepanelen. [13]



Figuur F.1 Organische zonnecel

Dunne-film zonnecellen
Dunne-film zonnecellen worden bijvoorbeeld gebruikt in rekenmachines. De absorberende laag is maar één micrometer dik in plaats van 350 micro-meter bij de traditionele zonnecellen, waardoor ze licht en buigzaam zijn. Voor de dunne-film zonnecellen worden zwaardere metalen gebruikt die het zonlicht efficiënter omzetten. Omdat er minder halfgeleider-materiaal nodig is, zijn de productiekosten lager, maar de materiaalkosten zijn wel hoger. De dunne-film zonnecellen bestaan uit glas of folie met een dunne laag halfgeleidende inkt en een trans-parante beschermingslaag. [15]

Organische zonnecellen
Naast silicium zonnecellen zijn er ook organische zonnecelen (zie figuur F.1). Voor organische zonnecellen wordt in plaats van silicium bepaalde polymeren gebruikt. De voordelen van organische zonnecellen zijn de flexibiliteit en de lagere materiaalkosten. Door de flexibilteit van het materiaal zijn ze geschikt voor bijna elk oppvervlak. Daarnaast is het materiaal 10 tot 20 keer goedkoper dan silicium. Echter is het rendement maar 3 tot 5%, tegenover een gemiddelde silicium zonnecel met een rendement van 14%. Daarnaast zijn organische zonnecellen erg gevoelig voor UV-straling en oxidatie. Om dit te voorkomen wordt beschermende coating ontwikkeld. Deze techniek wordt nog niet veel commercieel gebruikt, omdat het nog verder geoptimaliseerd moet worden. [16]

Rendement
Er zijn wel technieken die het rendement kunnen verhogen tot rond de 40%. Hierbij worden verschillende lagen halfgeleidend materiaal gebruikt om meer golflengtes van het zonlicht te kunnen absorberen. Daarnaast wordt het rendement ook bepaald door de mate van reflectie van het materiaal. Deze technieken worden voornamelijk in de ruimtevaart gebruikt, omdat de kosten erg hoog zijn. [13]

Vergelijking zonnecellen
In figuur F.2 is een overzicht te zien van de verschillende soorten zonnecellen met het rendement en de kosten per Watt-piek. Het vermogen van zonnepanelen wordt meestal gegeven in Watt-piek (Wp). Dit is het elektrisch vermogen dat een zonnecel levert bij een instraling van 1000 W/m2 en een celtemperatuur van 25 °C. [17]

Opbrengst
Het vermogen in Watt-piek wordt gemeten onder ideale omstandigheden. Het werkelijke vermogen is meestal lager, omdat er minder zonlicht is en de celtemperatuur hoger is. In tegenstelling tot wat veel mensen denken is warmte niet goed voor zonnepanelen, omdat de efficiëntie dan lager is. Op een warme zomerdag kunnen zonncellen wel 65 °C worden, waardoor de opbrengst met 20% daalt. Het is daarom belangrijk om voldoende ventilatieruimte rond de panelen te laten, omdat de zonnecellen hun warmte kwijt moeten kunnen. De zonnepanelen kunnen actief gekoeld worden door een ventilator of passief door wind langs de panelen te laten waaien. [20]

Een zonnepaneel van 1000 Wp levert in Nederland ongeveer 800 kWh per jaar bij gunstige plaatsing. De ideale hoek voor een zonnepaneel in Nederland is 36 graden met een orientatie van 5 graden west ten opzichte van het zuiden. [21] Zonnepanelen hebben meestal een levensduur van 30 tot 35 jaar. Meestal wordt er garantie gegeven dat de opbrengst na 25 jaar tenminste 80% is van de oorspronkelijke opbrengst. [22] Door vervuiling wordt het rendement per jaar gemiddeld 2 tot 3% lager. Het is daarom verstandig om zonnepanelen elk jaar te reinigen met osmosewater. Dit is water waar verontreinigingen, zoals bacterien, kalk, chloor, zouten en metalen uitgefilterd zijn. Afhankelijk van de locatie zal dit minder vaak nodig zijn. [23] [24]

Soort zonnecel	**Rendement**	**Kosten Maart 2012** [19]	**Kosten Sept 2013** [18]
Mono-kristallijn silicium	15 - 20% [18]	€0,81 per Wp	€0,55 per Wp
Poly-kristallijn silicium	13 - 16% [18]	€0,78 per Wp	€0,45 per Wp
Copper Indium Gallium Selenide (CIS/CIGS) (dunne-film)	10 - 12% [18]	-	-
Cadmium Telluride (CdTe) (dunne-film)	9 - 11% [18]	-	-
Amorf sillicium (dunne-film)	6 - 8% [18]	€0,62 per Wp	€0,50 per Wp
Organisch (polymeer)	3 - 5% [16]	-	-

Figuur F.2 Tabel vergelijking zonnecellen

[9] http://www.solar-tracking.com/?page=SolarTechnologies, geraadpleegd op 5-6-2014
[10] Spruijt, J., Resultaten van de testopstellingen in 2011, december 2011, ACRRES – Wageningen UR
[11] Spruijt, J., Zonneweide resultaten t/m 2013, maart 2013, ACRRES – Wageningen UR
[12] http://www.solartrackingsystem.net/, geraadpleegd op 9-6-2014
[13] http://www.zonnepanelen-info.nl/zonnecellen/, geraadpleegd op 6-6-2014
[14] http://www.solarif.nl/alles-over-zonne-energie/zonnecellen/hoe-werkt-een-zonnecel, geraadpleegd op 6-6-2014
[15] http://www.zonnepanelen-info.nl/zonnecellen/dunne-film/, geraadpleegd op 6-6-2014
[16] http://www.zonnepanelen-info.nl/zonnecellen/organische-zonnecellen/, geraadpleegd op 6-6-2014
[17] http://www.solarif.nl/alles-over-zonne-energie/overige-informatie/definities, geraadpleegd op 7-6-2014
[18] http://energyinformative.org/solar-cell-comparison-chart-mono-polycrystalline-thin-film/, geraadpleegd op 8-6-2014
[19] http://www.solarbuzz.com/facts-and-figures/retail-price-environment/module-prices, geraadpleegd op 8-6-2014
[20] http://www.zonnepanelen-info.nl/zonnepanelen/rendement-zonnepanelen/, geraadpleegd op 7-6-2014
[21] http://www.solarif.nl/alles-over-zonne-energie/zonne-energie/zonne-energie-nederland, geraadpleegd op 7-6-2014
[22] http://www.solarif.nl/alles-over-zonne-energie/zonnepanelen/wat-de-levensduur-van-een-zonnepaneel, geraadpleegd op 7-6-2014
[23] http://www.solarif.nl/alles-over-zonne-energie/zonnepanelen/moeten-zonnepanelen-worden-gereinigd, geraadpleegd op 7-6-2014
[24] http://www.osmoseapparaat.nl/toepassingen-osmosewater, geraadpleegd op 7-6-2014

Figuur F.1 Organische zonnecel
http://www.koreaittimes.com/story/14103/gold-used-cheap-electrodes-organic-solar-cells, geraadpleegd op 6-6-2014

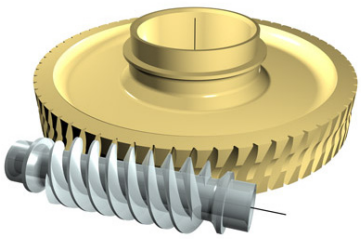
G. Uitwerking draaisysteem

Voor het draaien zijn er twee varianten: de gemotoriseerde en de handmatige schaduwbloem. Van de componenten zijn globale kosten bepaald om de varianten te kunnen vergelijken. In deze bijlage worden alleen de extra onderdelen en componenten behandeld.

Componenten solar tracking systeem
Voor het solar tracking systeem zijn de volgende componenten nodig: een motor met reductor, micro-processor, encoder, accu, lager, zonnepanelen en bedrading. Voor de keuze van de motor zijn onder andere het vermogen, koppel en de snelheid van belang. Het vermogen wordt bepaald aan de hand van het koppel en de hoeksnelheid. De meeste motors hebben een hoge snelheid en een laag koppel. De schaduwbloem zal langzaam met de zon mee draaien. Dit betekent dat er een hoog koppel nodig is om de massa in beweging te brengen. Een reductor, bestaande uit een aantal tandwielen, zorgt ervoor dat de juiste verhouding tussen de hoeksnelheid en het koppel geregeld kan worden. Voor de overbrenging wordt een worm tandwiel gebruikt. Deze overbrenging wordt vaker voor solar tracking systemen gebruikt, omdat de motor hierdoor loodrecht op de constructie paal geplaatst kan worden.[25] Een voorbeeld van een worm tandwiel is te zien in figuur G.1. Om de draaiing te regelen is er een micro-processor nodig met een algoritme dat elk uur het aantal graden verdraaing bepaald. Voor de terug-koppeling wordt een encoder gebruikt; deze stuurt een signaal met de positie en hoeksnelheid naar de processor.

Kosten gemotoriseerde versie
Voor de componenten zijn de globale kosten bepaald. De zonnepanelen leveren gelijkstroom, daarom is er met een DC motor geen converter nodig. Een DC motor met reductor is ongeveer €400. [26] Een micro-processor voor een één-assig systeem is circa €60. [27] Er wordt gebruik gemaakt een een magnetische encoder, omdat deze beter bestand is tegen weersomstandigheden dan een optische encoder. [28] De kosten hiervoor zijn circa €80. [29] Voor de opslag van energie wordt een AGM (Absorptive Glass Microfibre) accu gebruikt. Dit type accu is bestand tegen diepontlading en laadt sneller bij dan een lood-cadmium accu. [30] De kosten hiervoor zijn ongeveer €360. [31] De kosten voor de lager zijn geschat op maximaal €50. [32] Voor de zonnepanelen is €500 per stuk gerekend. De Fono van Yalp maakt gebruik van hufterproof zonnepanelen die ongeveer €500 per stuk zijn. De bedrading zal door de paal heen lopen en wordt geschat op €30.

Kosten handmatige versie
Voor de handmatige versie zijn twee componenten nodig. Voor het draaien is een lager nodig. Om het draaien in stappen te laten verlopen, wordt gebruikt gemaakt van tandwielen. Het systeem met de tandwielen en weerstand tegen het draaien wordt geschat op max. €100.



Figuur G.1 Worm tandwiel

[25] Kenyon, T., Jiang, Y., Spence, A., Mechanical / Electrical / Software Team Design and Prototyping for a Sun Tracking Solar Energy Collector System , augustus 2010
[26] http://nl.rs-online.com/web/c/automation-control-gear/electric-motors-motor-controllers-peripherals/dc-geared-motors/?searchTerm=DC+engine+gear+box&sort-by=P_breakPrice1&sort-order=asc&pn=3, geraadpleegd op 4-7-2014
[27] http://www.solar-motors.com/gb/solar-positioner-single-axis-modul-27e-w-usb-rs485-i299.shtml, geraadpleegd op 4-7-2014
[28] http://www.dynapar.com/technology/optical-encoders/, geraadpleegd op 4-7-2014
[29] http://www.avagotech.com/pages/en/motion_control_encoder_products/magnetic_encoders/aeat-6600-t16/, geraadpleegd op 4-7-2014
[30] http://www.intercel.nl/accu-producten/agm-accus.html, geraadpleegd op 4-7-2014
[31] http://www.amperewinkel.nl/zonne-energiesystemen-12v-24v-recreatie/solar-accu-s, geraadpleegd op 4-7-2014
[32] http://www.conrad.nl/ce/nl/Search.html;jsessionid=4B9550879ADAF4DA18CF43BD7661F56B.ASTPCEN20?search=lager+axiaal, geraadpleegd op 4-7-2014
Figuur G.1 Worm tandwiel: http://www.zakgear.com/Worm_Gear_software.html, geraadpleegd op 4-7-2014

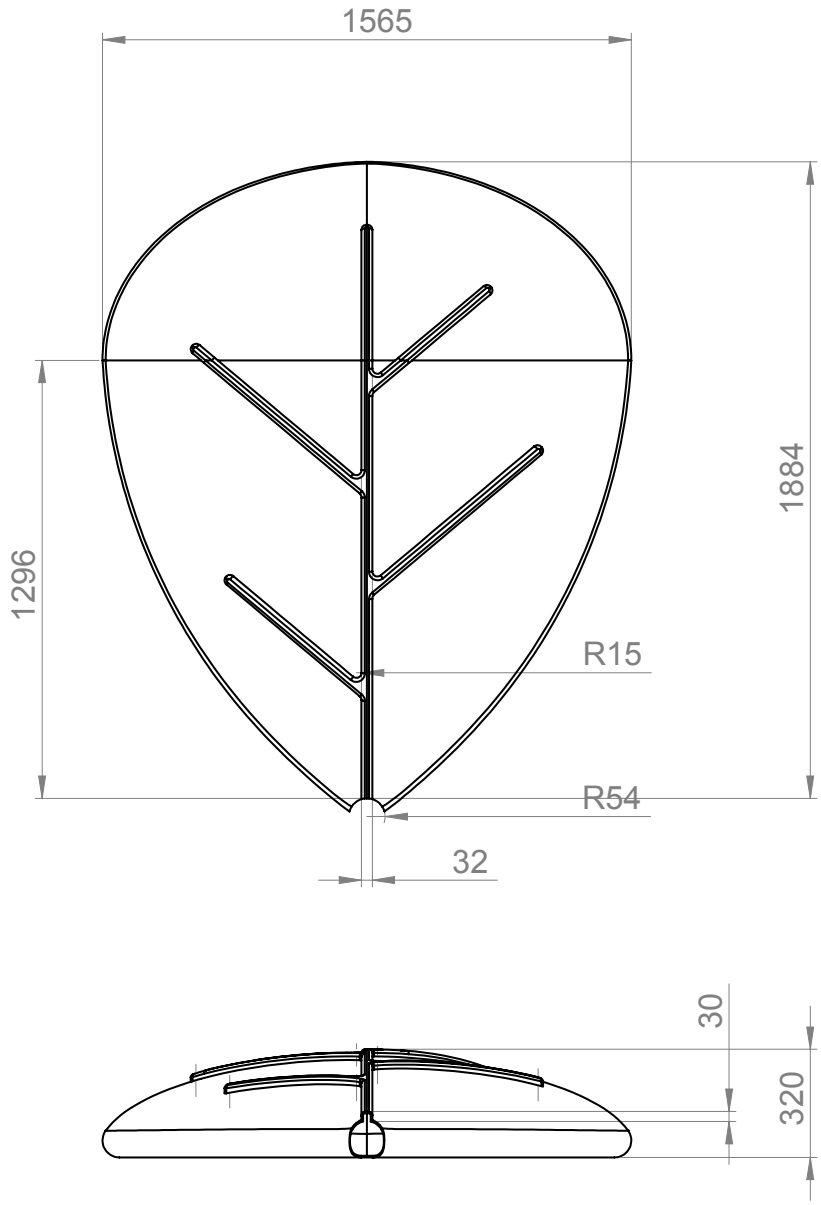
Matrijs voetstuk
Bij Pentas Moulding is er een kostenschatting gevraagd voor de matrijs van de bladvorm. Een twee-delige matrijs voor de bladvorm zal tussen de €7500 en €12.500 euro uitkomen. Het voetstuk is kleiner van formaat en heeft een simpelere vorm dan de bladvorm, maar bestaat wel uit twee delen. Naar verwachting zal de matrijs hiervoor rond de €10.000 uitkomen. Voor de statische variant is het voetstuk niet nodig, omdat het dient als behuizing voor het componenten van het draaistysteem.

Installatie
Aan de hand van een aantal bestaande speeltoestellen zijn schattingen gemaakt voor de assemblagetijd om het product op locatie te plaatsen. In bijlage M zijn een aantal afbeeldingen van speeltoestellen te vinden met bijbehorende assemblagetijden. Om de gemotoriseerde variant van de schaduwbloem te plaatsen zal ongeveer 8 uur nodig zijn. Dit is inclusief het aanleggen van de fundering. Voor de handmatige versie is de tijd geschat op 5 uur, omdat er minder componenten geplaatst worden.

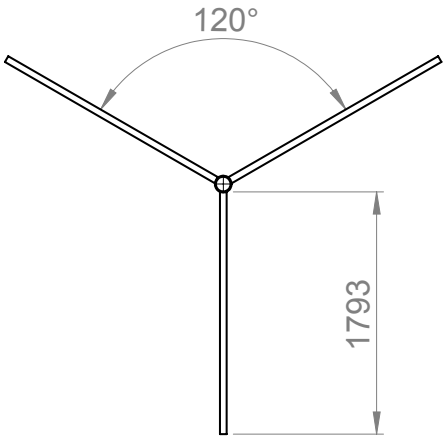
Assemblage en testen
Voor de gemotoriseerde variant is er een assemblagetijd van 8 uur genomen voor het voorbereiden van de installatie. De bedrading zal op maat gemaakt moeten worden en van plugs worden voorzien. Verder zijn er bij de prototypes van de gemotoriseerde en handmatige variant testkosten opgenomen. Voor de gemotoriseerde variant zullen berekeningen gemaakt moeten worden om de specificaties van de componenten te bepalen. Verder zal de micro-processor geprogrammeerd moeten worden. Daarna zal het draaien een aantal dagen getest worden. Deze verdere ontwikkelingstijd wordt geschat op 3 weken. Bij de handmatige versie zal de juiste lagering en tandwielen bepaald moeten worden en de weerstand op het draaien zal getest moeten worden. Hiervoor wordt 1 week gerekend.

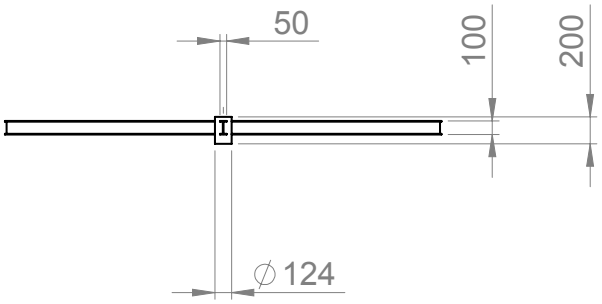
H. Maattekeningen

In deze bijlage staan de maattekeningen van de bladvorm, de paal, de versteviging van de bladvorm en het speelelement. Hierin zijn de globale afmetingen weergegeven.

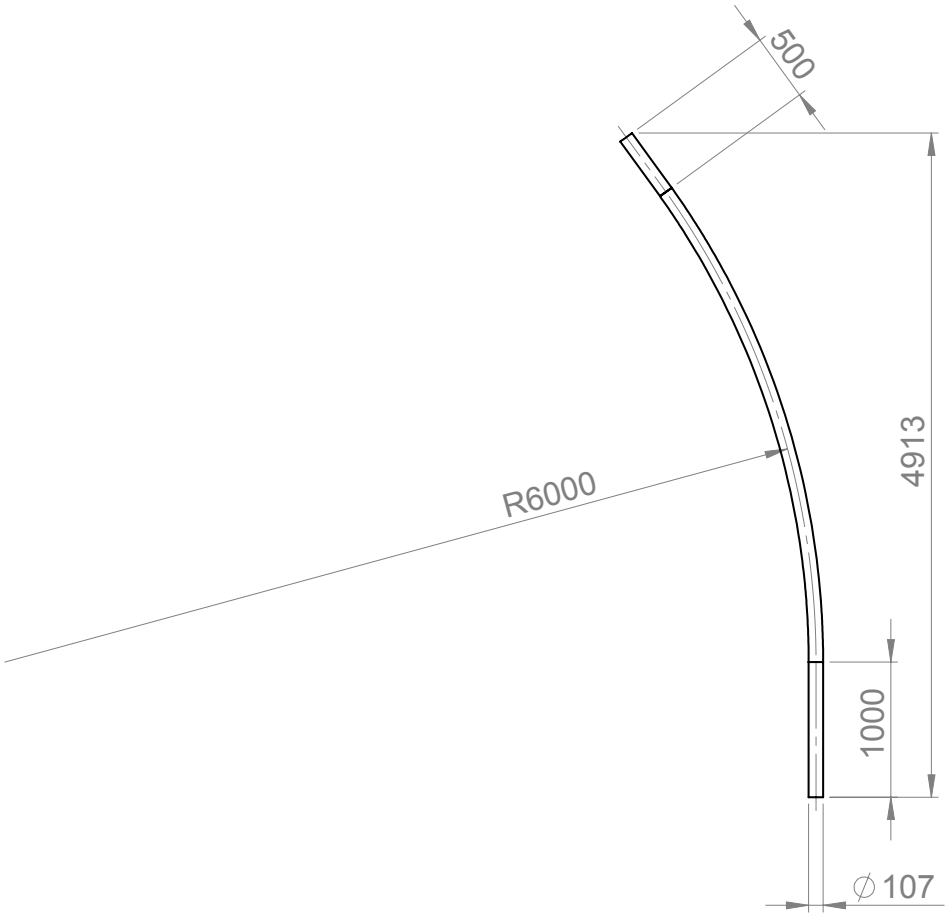


PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Liza van Tol	DATE	10-7-2014
		CHECKED	--	SCALE	1:20
UNIVERSITEIT TWENTE.	MATERIAL: PE --	TITLE: Bladvorm			REV. 01
	SURFACE FINISH: --	DRAWING NO.: --			A4
		FILE / PART NAME: maattekening bladvorm			
FACULTY OF ENGINEERING	DIMENSIONS IN MILLIMETERS			SHEET 1 OF 1	





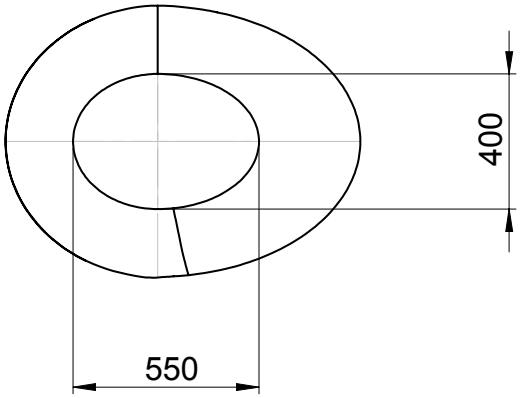
PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Liza van Tol	DATE	10-7-2014
		CHECKED	--	SCALE	1:50
UNIVERSITEIT TWENTE.	MATERIAL: thermisch verzinkt staal --	TITLE: Bevestiging bladvorm			REV.: 01
		DRAWING NO.: --			
	SURFACE FINISH: thermisch verzinken en poedercoaten	FILE / PART NAME: maattekening bevestiging			A4
FACULTY OF ENGINEERING	DIMENSIONS IN MILLIMETERS			SHEET 1 OF 1	

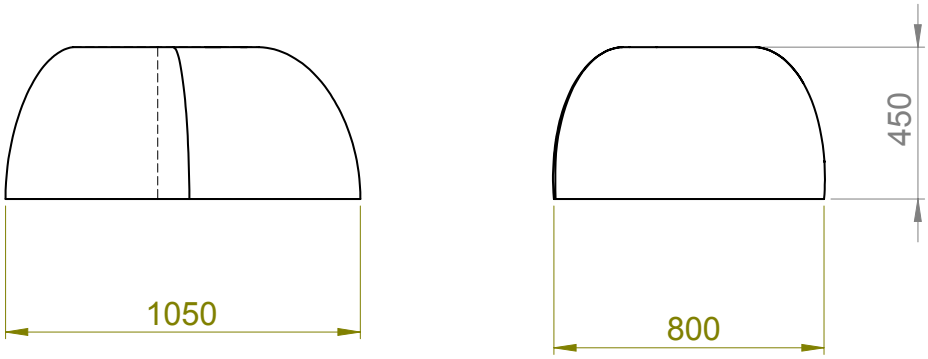


PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Liza van Tol	DATE	10-7-2014
		CHECKED	--	SCALE	1:50

UNIVERSITEIT TWENTE.	MATERIAL: thermisch verzinkt staal / --	TITLE: paal	REV.: 01
	SURFACE FINISH: thermisch verzinken en poedercoaten	DRAWING NO.: --	A4
		FILE / PART NAME: maattekening paal	

FACULTY OF ENGINEERING	DIMENSIONS IN MILLIMETERS	SHEET 1 OF 1





PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Liza van Tol	DATE	15-7-2014
		CHECKED	--	SCALE	1:20
UNIVERSITEIT TWENTE.	MATERIAL: Rubbergranulaat --	TITLE: Speelelement			REV. 01
	SURFACE FINISH: --	DRAWING NO.: --			A4
		FILE / PART NAME: maattekening speelelement			
FACULTY OF ENGINEERING	DIMENSIONS IN MILLIMETERS			SHEET 1 OF 1	

I. Productieprocessen

Er zijn twee productieprocessen onderzocht: vacuümvormen en rotatiegieten. Van deze processen wordt de werking en de voor- en nadelen beschreven. Daarnaast worden er ontwerpregels gegeven voor de gekozen techniek: het rotatiegieten.

Vacuümvormen
Bij vacuümvormen wordt kunststof plaatmateriaal verhit en door middel van vacuüm over een matrijs getrokken. Het plaatmateriaal komt in de rubbertoestand, waardoor het de vorm van de matrijs aanneemt. Na afkoeling kan het product van de matrijs worden genomen. Vacuümvormen wordt gebruikt voor verpakkingen en wegwerpartikelen, zoals koffiebekertjes. Verder worden er producten met een relatief groot oppervlak geproduceerd, zoals aanrechtbladen en panelen van douchecabines. Het voordeel van vacuümvormen is dat het geschikt is voor enkele stuks vanwege de relatief goedkope matrijs. De matrijs is relatief goedkoop, omdat er relatief lage krachten op de matrijs komen in vergelijking met spuitgieten. Een nadeel is dat er ongelijke wanddiktes in het product ontstaan, waardoor er kans is op vervorming. [33][34] Met het vacuümvormen zal het blad uit twee delen moeten bestaan, waardoor er meer onderdelen geassembleerd moeten worden. Een overzicht van de voor- en nadelen van beide processen staat in figuur I.1.

Rotatiegieten
Bij rotatiegieten wordt er kunststofpoeder of korrels in een verwarmde matrijs geroteerd. Door de rotatie vormt het product zich langs de matrijswand. Na afkoeling kan het product uit de matrijs worden genomen. Rotatiegieten is geschikt voor kleine series van producten met relatief grote afmetingen. Rotatiegieten wordt bijvoorbeeld gebruikt voor vuilnisbakken, containers en behuizingen. De matrijskosten zullen hoger zijn, maar gaan wel langer mee dan bij vacuümvormen. De seriegroottes bij rotatiegieten zijn vanaf 100 stuks. [35][36]

Ontwerp en matrijs
Voor het ontwerp van de matrijs is er informatie gevraagd bij Pentas Moulding te Almelo. Er zijn een aantal ontwerpregels voor rotatiegieten die van belang zijn bij het ontwerp van de bladvorm.Tijdens de koelfase zal het product onregelmatig krimpen, omdat de wanddiktes niet uniform zijn. Voor PE geldt een krimppercentage van circa 3%. Grote rechte vlakken zullen kromtrekken; dit wordt warpage genoemd. Door ribben toe te voegen aan het ontwerp kan dit voorkomen worden. Voor holle ribben geldt dat de breedte van één van de ribben minimaal vier maal de wanddikte van het product moet zijn. Bij rotatiegieten variëren de wanddiktes meestal van 1,6 tot 12,5 mm. Bij rotatiegieten is een lossingshoek op de buitenwanden niet noodzakelijk, maar in het ideale geval is deze 2 graden. Voor interne wanden geldt een lossingshoek van 5 graden als het meest ideaal. Er kunnen inserts, zoals schroefdraad, meegeroteerd worden. Hiermee kunnen de bladvormen aan de stalen profielen bevestigd worden.

Productieproces	Voordelen	Nadelen
Vacuümvormen	Relatief goedkope matrijs Seriegroottes vanaf 10 stuks	Kans op vervorming Bladvorm twee-delig
Rotatiegieten	Geschikt voor grote producten Blad één geheel	Seriegroottes vanaf 100 stuks

Figuur I.1 Vergelijking productieprocessen

[33] Kals, H.J.J. (2011) Industriële productie: het voortbrengen van mechanische producten, Den Haag, Sdu Uitgevers bv
[34] CES Edupack 2013: Thermoforming
[35] CES Edupack 2013: Rotational molding
[36] http://www.pentas.nl/productie/rotatiegiet-proces/, geraadpleegd op 1-7-2014

J. Berekening doorbuiging

Aan de hand van een berekening zijn een rechthoekig en een I-profiel vergeleken. Van beide profielen is de doorbuiging bepaald bij een punt- en verdeelde belasting. Er is gekozen voor een I-profiel vanwege de hoge sterkte bij een lager gewicht.

De windkracht wordt berekend met de volgende formule:

$$F_{wind} = \frac{1}{2}\rho \cdot v^2 \cdot C_D \cdot A$$

In de windindustrie wordt de luchtdichtheid bij een temperatuur van 15 ° C gebruikt als standaardwaarde.

$\rho = 1{,}225\ kg/m^3$ [i]

In januari is de windkracht in Nederland gemiddeld het hoogst.[ii] De maximale windkracht is aan de kust dan ongeveer 17,1 m/s (windkracht 7 op de schaal van Beaufort). [iii]

$v = 17{,}1\ m/s$

C_D is de drag coefficient en geeft aan wat de mate van luchtweerstand is voor een bepaalde vorm. Hoe lager het getal, hoe beter de vorm gestroomlijnd is. Voor deze factor is een halve bol genomen als uitgangspunt.

$C_D = 1{,}17$[iv]

A is het frontaal oppervlak. Hiervoor is 2 m^2 genomen.

$A = 2\ m^2$

De waardes invullen geeft de volgende uitkomsten:

$$F_{wind} = \frac{1}{2}\rho \cdot {v_1}^2 \cdot C_D \cdot A = \frac{1}{2} \cdot 1{,}225 \cdot 17{,}1^2 \cdot 1{,}17 \cdot 2 \approx 419\ N$$

De formules voor de doorbuiging bij een verdeelde belasting en een puntbelasting zijn:

$$\delta = \frac{qL^4}{8EI}$$

$$\delta = \frac{PL^3}{3EI}$$

Voor de belasting wordt de windkracht gebruikt.

$q = P = 419\ N$

Dit is de lengte van een bladvorm:

$L = 2\ m$

De elasticiteitsmodulus van thermisch verzinkt staal is:

$E = 200\ GPa = 2 \cdot 10^{11}\ Pa$[v]

Eerst wordt het opppervlaktetraagheidsmoment van een massieve balk berekend. Omdat het profiel hol is, wordt van dit traagheidsmoment een balk met de binnenste afmetingen afgetrokken. Dit is dan de hoogte en breedte min de dikte van het profiel.

$I_{rechthoekig\ profiel} = \frac{1}{12}bh^3 - \frac{1}{12}(b-2d)(h-2d)^3$

$h = 100\ mm = 0{,}1\ m$

$b = 50\ mm = 0{,}05\ m$

$d = 2\ mm = 0{,}002\ m$

$I_{rechthoekig\ profiel} = \frac{1}{12}0{,}05 \cdot 0{,}1^3 - \frac{1}{12}(0{,}05 - 2 \cdot 0{,}002)(0{,}1 - 2 \cdot 0{,}002)^3 \approx 7{,}75 \cdot 10^{-7}\ m^4$

Oppervlaktetraaheidsmoment van een I-profiel:

$I_{I-profiel} = \frac{1}{12}bh^3 - \frac{1}{12}(b-d)(h-2d)^3$

$h = 100\ mm = 0{,}1\ m$

$b = 50\ mm = 0{,}05\ m$

$d = 2\ mm = 0{,}002\ m$

$I_{I-profiel} = \frac{1}{12}0{,}05 \cdot 0{,}1^3 - \frac{1}{12}(0{,}05 - 0{,}002)(0{,}1 - 2 \cdot 0{,}002)^3 \approx 6{,}28 \cdot 10^{-7}\ m^4$

De waardes invullen geeft de volgende doorbuiging bij een verdeelde belasting:

$$\delta = \frac{qL^4}{8EI_{rechthoekig\ profiel}} = \frac{419 \cdot 2^4}{8 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 7{,}75 \cdot 10^{-7}} \approx 0{,}00541\ m \approx 5{,}4\ mm$$

$$\delta = \frac{qL^4}{8EI_{I-profiel}} = \frac{419 \cdot 2^4}{8 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 6{,}28 \cdot 10^{-7}} \approx 0{,}00667\ m \approx 6{,}7\ mm$$

Voor de puntbelasting geldt de volgende doorbuiging:

$$\delta = \frac{PL^3}{3EI_{rechthoekig\ profiel}} = \frac{419 \cdot 2^3}{3 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 7{,}75 \cdot 10^{-7}} \approx 0{,}00721\ m \approx 7{,}2\ mm$$

$$\delta = \frac{PL^3}{3EI_{I-profiel}} = \frac{419 \cdot 2^3}{3 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 6{,}28 \cdot 10^{-7}} \approx 0{,}00890\ m \approx 8{,}9\ mm$$

Om de twee profielen te kunnen vergelijken is de massa van beide profielen berekend.

$$A_{rechthoekig\ profiel} = 0{,}1 \cdot 0{,}05 - 0{,}096 \cdot 0{,}046 \approx 5{,}84 \cdot 10^{-4}\ m^2$$

$$V_{rechthoekig\ profiel} = A_{rechthoekig\ profiel} \cdot lengte\ \approx 5{,}84 \cdot 10^{-4}\ \cdot 2 \approx 11{,}68 \cdot 10^{-4}\ m^3$$

$$A_{I-\ profiel} = 0{,}1 \cdot 0{,}05 - 2(0{,}096 \cdot 0{,}024) \approx 3{,}92 \cdot 10^{-4}\ m^2$$

$$V_{I-profiel} = A_{I-profiel} \cdot lengte\ \approx 3{,}92 \cdot 10^{-4}\ \cdot 2 \approx 7{,}84 \cdot 10^{-4}\ m^3$$

$$\rho_{verzinkt\ staal} = 7900\ kg/m^3$$

$$m_{rechthoekig\ profiel} = V_{rechthoekig\ profiel} \cdot\ \rho_{verzinkt\ staal} \approx 11{,}68 \cdot 10^{-4} \cdot 7900 \approx\ 9{,}2\ kg$$

$$m_{I-\ profiel} = V_{I-profiel} \cdot\ \rho_{verzinkt\ staal} \approx 7{,}84 \cdot 10^{-4} \cdot 7900 \approx\ 6{,}2\ kg$$

Het rechthoekige profiel is dus sterker dan een I-profiel met gelijke afmetingen, maar wel ongeveer 3 kg zwaarder. Daarom zijn er ook berekeningen uitgevoerd bij gelijke massa.

[i] http://users.belgacom.net/gc009046/documenten/referenties/referentie3.htm, geraadpleegd op 4-7-2014
[ii] http://www.klimaatatlas.nl/klimaatatlas.php, geraadpleegd op 8-7-2014
[iii] http://nl.windfinder.com/wind/windspeed.htm, geraadpleegd op 4-7-2014
[iv] http://www.aerospaceweb.org/question/aerodynamics/q0231.shtml, geraadpleegd op 4-7-2014
[v] CES Edupack 2013: Coated steel, steel, galvanized (level 3)

Omdat de dikte van het profiel in verhouding klein was, is ook een I-profiel met een dikte van 5 mm berekend.

$$I_{I-profiel} = \frac{1}{12}bh^3 - \frac{1}{12}(b-d)(h-2d)^3$$

$$h = 100\ mm = 0{,}1\ m$$

$$b = 50\ mm = 0{,}05\ m$$

$$d = 5\ mm = 0{,}005\ m$$

$$I_{I-profiel} = \frac{1}{12}0{,}05 \cdot 0{,}1^3 - \frac{1}{12}(0{,}05 - 0{,}005)(0{,}1 - 2 \cdot 0{,}005)^3 \approx 1{,}43 \cdot 10^{-6}\ m^4$$

$$\delta = \frac{qL^4}{8EI_{I-profiel}} = \frac{419 \cdot 2^4}{8 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 1{,}43 \cdot 10^{-6}} \approx 0{,}00292\ m \approx 2{,}9\ mm$$

$$\delta = \frac{PL^3}{3EI_{I-profiel}} = \frac{419 \cdot 2^3}{3 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 1{,}43 \cdot 10^{-6}} \approx 0{,}00390\ m \approx 3{,}9\ mm$$

De massa van dit I-profiel van 5 mm is ongeveer 15 kg.

$$A_{I-profiel} = 0{,}1 \cdot 0{,}05 - 2(0{,}09 \cdot 0{,}0225) \approx 9{,}5 \cdot 10^{-4}\ m^2$$

$$V_{I-profiel} = A_{I-profiel} \cdot lengte\ \approx 9{,}5 \cdot 10^{-4}\ \cdot 2 \approx 0{,}0019\ m^3$$

$$m_{I-\ profiel} = I_{I-profiel} \cdot\ \rho_{verzinkt\ staal} \approx 0{,}0019 \cdot 7900 \approx 15{,}0\ kg$$

Er is een dikte van 3,3 mm nodig voor een rechthoekig profiel met gelijke massa.

$$A_{rechthoekig\ profiel} = 0{,}1 \cdot 0{,}05 - 0{,}0934 \cdot 0{,}0434 \approx 9{,}5 \cdot 10^{-4}\ m^2$$

$$V_{rechthoekig\ profiel} = A_{rechthoekig\ profiel} \cdot lengte\ \approx 9{,}5 \cdot 10^{-4}\ \cdot 2 \approx 0{,}0019\ m^3$$

$$m_{rechthoekig\ profiel} = V_{rechthoekig\ profiel} \cdot\ \rho_{verzinkt\ staal} \approx 0{,}0019 \cdot 7900 \approx\ 15{,}0\ kg$$

Doorbuiging met rechthoekig profiel bij gelijke massa I-profiel:

$$I_{rechthoekig\ profiel} = \frac{1}{12}bh^3 - \frac{1}{12}(b-2d)(h-2d)^3$$

$h = 100\ mm = 0{,}1\ m$

$b = 50\ mm = 0{,}05\ m$

$d = 3{,}3\ mm = 0{,}0033\ m$

$$I_{rechthoekig\ profiel} = \frac{1}{12}0{,}05 \cdot 0{,}1^3 - \frac{1}{12}(0{,}05 - 2 \cdot 0{,}0033)(0{,}1 - 2 \cdot 0{,}0033)^3 \approx 12{,}2 \cdot 10^{-7}\ m^4$$

$$\delta = \frac{qL^4}{8EI_{rechthoekig\ profiel}} = \frac{419 \cdot 2^4}{8 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 12{,}2 \cdot 10^{-7}} \approx 0{,}00343\ m \approx 3{,}4\ mm$$

$$\delta = \frac{PL^3}{3EI_{rechthoekig\ profiel}} = \frac{419 \cdot 2^3}{3 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 12{,}2 \cdot 10^{-7}} \approx 0{,}00458\ m \approx 4{,}6\ mm$$

Bij de verdeelde belasting is de doorbuiging bij een rechthoekig profiel circa 0,5 mm groter dan een I-profiel met gelijke massa. Bij de puntbelasting is het verschil ongeveer 0,7 mm.

Belasting	**Profiel**	**Afmetingen (hxbxd)**	**Doorbuiging**
Gelijke afmetingen (100x50x2 mm)			
Verdeelde belasting	Rechthoekig profiel	100 x 50 x 2 mm	5,4 mm
Puntbelasting	Rechthoekig profiel	100 x 50 x 2 mm	7,2 mm
Verdeelde belasting	I-profiel	100 x 50 x 2 mm	6,7 mm
Puntbelasting	I-profiel	100 x 50 x 2 mm	8,9 mm
Gelijke massa (15 kg)			
Verdeelde belasting	I-profiel	100 x 50 x 5 mm	2,9 mm
Puntbelasting	I-profiel	100 x 50 x 5 mm	3,9 mm
Verdeelde belasting	Rechthoekig profiel	100 x 50 x 3,3 mm	3,4 mm
Puntbelasting	Rechthoekig profiel	100 x 50 x 3,3 mm	4,6 mm

K. Kostenschattingen

In deze bijlage staan de kostenschattingen van de verschillende varianten: statisch, handmatig en gemotoriseerd voor verschillende aantallen: 1 (prototype) , 5 en 20 producten. De kostenschatting voor de speelelementen wordt apart weergegeven.

Kostenschatting statisch 1 stuks

Materiaal			**Prijs**
Stalen paal	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	1	€ 48,68	€ 48,68
Stalen bevestiging bladeren	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	2	€ 5,99	€ 11,98
Stalen versteviging blad	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	6	€ 9,18	€ 55,08
Bevestigingsmateriaal			€ 30
Productie			
Matrijs bladvorm	*Aantal producten*	*Matrijs*	
	1	€ 12500	€ 12500
Bladvorm	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	6	€ 200	€ 1200
Stalen onderdelen	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
Zagen	1	€ 35	€ 35
Lassen	6	€ 35	€ 210
Boren /tappen	1	€ 35	€ 35
Paal buigen incl. transport			€ 80
Thermisch verzinken			€ 75
	Aantal producten	*Per retour*	
Transport thermisch verzinken	1	€ 160	€ 160
Poedercoaten			€ 200
Fundering			€ 100
Assemblage	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
	2	€ 45	€ 90
Installatie			
Plaatsing	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
Plaatsing schaduwbloem	4	€ 45	€ 180
Transport	4	€ 45	€ 180

Totaal	
Kostprijs excl. BTW	€ 15.191
Overheadkosten (20%)	€ 18.229
Garantie (5%)	€ 19.140
Winstpercentage (30%)	€ 24.882
Verkoopprijs incl. BTW (21%)	€ 30.108

Kostenschatting statisch 5 stuks

Materiaal			**Prijs**
Stalen paal	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	1	€ 48,68	€ 48,68
Stalen bevestiging bladeren	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	2	€ 5,99	€ 11,98
Stalen versteviging blad	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	6	€ 9,18	€ 55,08
Bevestigingsmateriaal			€ 30
Productie			
Matrijs bladvorm	*Aantal producten*	*Matrijs*	
	5	€ 12500	€ 2500
Bladvorm	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	6	€ 180	€ 1080
Stalen onderdelen	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
Zagen	0,75	€ 35	€ 26,25
Lassen	6	€ 35	€ 210
Boren /tappen	0,75	€ 35	€ 26,25
Paal buigen incl. transport			€ 80
Thermisch verzinken			€ 75
	Aantal producten	*Per retour*	
Transport thermisch verzinken	5	€ 160	€ 32
Poedercoaten			€ 200
Fundering			€ 100
Assemblage	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
	2	€ 45	€ 90
Installatie			
Plaatsing	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
Plaatsing schaduwbloem	4	€ 45	€ 180
Transport	4	€ 45	€ 180
	Totaal		
	Kostprijs excl. BTW		€ 4925
	Overheadkosten (20%)		€ 5910
	Garantie (5%)		€ 6206
	Winstpercentage (30%)		€ 8068
	Verkoopprijs incl. BTW (21%)		€ 9762

Kostenschatting statisch 20 stuks

Materiaal			**Prijs**
Stalen paal	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	1	€ 48,68	€ 48,68
Stalen bevestiging bladeren	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	2	€ 5,99	€ 11,98
Stalen versteviging blad	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	6	€ 9,18	€ 55,08
Bevestigingsmateriaal			€ 30
Productie			
Matrijs bladvorm	*Aantal producten*	*Matrijs*	
	20	€ 12500	€ 625
Bladvorm	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	6	€ 150	€ 900
Stalen onderdelen	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
Zagen	0,75	€ 35	€ 26,25
Lassen	6	€ 35	€ 210
Boren /tappen	0,75	€ 35	€ 26,25
Paal buigen incl. transport			€ 80
Thermisch verzinken			€ 75
	Aantal producten	*Per retour*	
Transport thermisch verzinken	20	€ 160	€ 8
Poedercoaten			€ 200
Fundering			€ 100
Assemblage	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
	2	€ 45	€ 90
Installatie			
Plaatsing	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
Plaatsing schaduwbloem	4	€ 45	€ 180
Transport	4	€ 45	€ 180

Totaal	
Kostprijs excl. BTW	€ 2846
Overheadkosten (20%)	€ 3415
Garantie (5%)	€ 3586
Winstpercentage (30%)	€ 4662
Verkoopprijs incl. BTW (21%)	€ 5641

Kostenschatting handmatig 1 stuks

Materiaal			**Prijs**
Stalen paal	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	1	€ 48,68	€ 48,68
Stalen bevestiging bladeren	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	2	€ 5,99	€ 11,98
Stalen versteviging blad	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	6	€ 9,18	€ 55,08
Bevestigingsmateriaal			€ 30
Productie			
Matrijs bladvorm	*Aantal producten*	*Matrijs*	
	1	€ 12500	€ 12500
Matrijs voetstuk	*Aantal producten*	*Matrijs*	
	1	€ 10000	€ 10000
Bladvorm	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	6	€ 200	€ 1200
Voetstuk	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	1	€ 150	€ 150
Stalen onderdelen	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
Zagen	1	€ 35	€ 35
Lassen	6	€ 35	€ 210
Boren /tappen	1	€ 35	€ 35
Paal buigen incl. transport			€ 80
Thermisch verzinken			€ 75
	Aantal producten	*Per retour*	
Transport thermisch verzinken	1	€ 160	€ 160
Poedercoaten			€ 200
Fundering			€ 100
Componenten			
Tandwielen			€ 100
Lager			€ 50
Testen	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
	40	€ 80	€ 3200
Assemblage	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
	4	€ 45	€180
Installatie			
Plaatsing	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
Plaatsing schaduwbloem	5	€ 45	€ 225
Transport	4	€ 45	€ 180

Totaal	
Kostprijs excl. BTW	€ 28.826
Overheadkosten (20%)	€ 34.591
Garantie (5%)	€ 36.320
Winstpercentage (30%)	€ 47.217
Verkoopprijs incl. BTW (21%)	€ 57.132

Kostenschatting handmatig 5 stuks

Materiaal			**Prijs**
Stalen paal	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	1	€ 48,68	€ 48,68
Stalen bevestiging bladeren	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	2	€ 5,99	€ 11,98
Stalen versteviging blad	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	6	€ 9,18	€ 55,08
Bevestigingsmateriaal			€ 30
Productie			
Matrijs bladvorm	*Aantal producten*	*Matrijs*	
	5	€ 12500	€ 2500
Matrijs voetstuk	*Aantal producten*	*Matrijs*	
	5	€ 10000	€ 2000
Bladvorm	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	6	€ 180	€ 1080
Voetstuk	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	1	€ 130	€ 130
Stalen onderdelen	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
Zagen	0,75	€ 35	€ 26,25
Lassen	6	€ 35	€ 210
Boren /tappen	0,75	€ 35	€ 26,25
Paal buigen incl. transport			€ 80
Thermisch verzinken			€ 75
	Aantal producten	*Per retour*	
Transport thermisch verzinken	5	€ 160	€ 32
Poedercoaten			€ 200
Fundering			€ 100
Componenten			
Tandwielen			€ 100
Lager			€ 50
Assemblage	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
	4	€ 45	€180
Installatie			
Plaatsing	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
Plaatsing schaduwbloem	5	€ 45	€ 225
Transport	4	€ 45	€ 180

Totaal	
Kostprijs excl. BTW	€ 7340
Overheadkosten (20%)	€ 8808
Garantie (5%)	€ 9249
Winstpercentage (30%)	€ 12.023
Verkoopprijs incl. BTW (21%)	€ 14.548

Kostenschatting handmatig 20 stuks

Materiaal			**Prijs**
Stalen paal	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	1	€ 48,68	€ 48,68
Stalen bevestiging bladeren	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	2	€ 5,99	€ 11,98
Stalen versteviging blad	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	6	€ 9,18	€ 55,08
Bevestigingsmateriaal			€ 30
Productie			
Matrijs bladvorm	*Aantal producten*	*Matrijs*	
	20	€ 12500	€ 625
Matrijs voetstuk	*Aantal producten*	*Matrijs*	
	20	€ 10000	€ 500
Bladvorm	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	6	€ 150	€ 900
Voetstuk	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	1	€ 100	€ 100
Stalen onderdelen	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
Zagen	0,75	€ 35	€ 26,25
Lassen	6	€ 35	€ 210
Boren /tappen	0,75	€ 35	€ 26,25
Paal buigen incl. transport			€ 80
Thermisch verzinken			€ 75
	Aantal producten	*Per retour*	
Transport thermisch verzinken	20	€ 160	€ 8
Poedercoaten			€ 200
Fundering			€ 100
Componenten			
Tandwielen			€ 100
Lager			€ 50
Assemblage	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
	4	€ 45	€180
Installatie			
Plaatsing	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
Plaatsing schaduwbloem	5	€ 45	€ 225
Transport	4	€ 45	€ 180

Totaal	
Kostprijs excl. BTW	€ 3731
Overheadkosten (20%)	€ 4477
Garantie (5%)	€ 4701
Winstpercentage (30%)	€ 6112
Verkoopprijs incl. BTW (21%)	€ 7395

Kostenschatting gemotoriseerd 1 stuks

Materiaal			**Prijs**
Stalen paal	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	1	€ 48,68	€ 48,68
Stalen bevestiging bladeren	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	2	€ 5,99	€ 11,98
Stalen versteviging blad	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	6	€ 9,18	€ 55,08
Bevestigingsmateriaal			€ 30
Productie			
Matrijs bladvorm	*Aantal producten*	*Matrijs*	
	1	€ 12500	€ 12500
Matrijs voetstuk	*Aantal producten*	*Matrijs*	
	1	€ 10000	€ 10000
Bladvorm	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	6	€ 200	€ 1200
Voetstuk	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	1	€ 150	€ 150
Stalen onderdelen	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
Zagen	1	€ 35	€ 35
Lassen	6	€ 35	€ 210
Boren /tappen	1	€ 35	€ 35
Paal buigen incl. transport			€ 80
Thermisch verzinken			€ 75
	Aantal producten	*Per retour*	
Transport thermisch verzinken	1	€ 160	€ 160
Poedercoaten			€ 200
Fundering			€ 100
Componenten			
Zonnepaneel	*Aantal*	*Per component*	
	3	€ 500	€ 1500
Motor met reductor	*Aantal*	*Per component*	
	1	400	€ 400
Accu	*Aantal*	*Per component*	
	1	€ 360	€ 360
Encoder	*Aantal*	*Per component*	
	1	€ 80	€ 80
Micro-processor	*Aantal*	*Per component*	
	1	€ 60	€ 60
Lager	*Aantal*	*Per component*	
	1	€ 50	€ 50
Bedrading	*Lengte*	*Per meter*	
	3	€ 10	€ 30
Testen	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
	120	€ 80	9600
Assemblage	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
	8	€ 45	360

Installatie

Plaatsing	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
Plaatsing schaduwbloem	8	€ 45	€ 360
Transport	4	€ 45	€ 180

Totaal

Kostprijs excl. BTW	€ 37.871
Overheadkosten (20%)	€ 45.445
Garantie (5%)	€ 47.717
Winstpercentage (30%)	€ 62.032
Verkoopprijs incl. BTW (21%)	€ 75.059

Kostenschatting gemotoriseerd 5 stuks

Materiaal			**Prijs**
Stalen paal	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	1	€ 48,68	€ 48,68
Stalen bevestiging bladeren	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	2	€ 5,99	€ 11,98
Stalen versteviging blad	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	6	€ 9,18	€ 55,08
Bevestigingsmateriaal			€ 30
Productie			
Matrijs bladvorm	*Aantal producten*	*Matrijs*	
	5	€ 12500	€ 2500
Matrijs voetstuk	*Aantal producten*	*Matrijs*	
	5	€ 10000	€ 2000
Bladvorm	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	6	€ 180	€ 1080
Voetstuk	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	1	€ 130	€ 130
Stalen onderdelen	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
Zagen	0,75	€ 35	€ 26,25
Lassen	6	€ 35	€ 210
Boren /tappen	0,75	€ 35	€ 26,25
Paal buigen incl. transport			€ 80
Thermisch verzinken			€ 75
	Aantal producten	*Per retour*	
Transport thermisch verzinken	5	€ 160	€ 32
Poedercoaten			€ 200
Fundering			€ 100
Componenten			
Zonnepaneel	*Aantal*	*Per component*	
	3	€ 500	€ 1500
Motor met reductor	*Aantal*	*Per component*	
	1	400	€ 400
Accu	*Aantal*	*Per component*	
	1	€ 360	€ 360
Encoder	*Aantal*	*Per component*	
	1	€ 80	€ 80
Micro-processor	*Aantal*	*Per component*	
	1	€ 60	€ 60
Lager	*Aantal*	*Per component*	
	1	€ 50	€ 50
Bedrading	*Lengte*	*Per meter*	
	3	€ 10	€ 30
Assemblage	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
	8	€ 45	360

Installatie

Plaatsing	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
Plaatsing schaduwbloem	8	€ 45	€ 360
Transport	4	€ 45	€ 180

Totaal

Kostprijs excl. BTW	€ 9985
Overheadkosten (20%)	€ 11.982
Garantie (5%)	€ 12.581
Winstpercentage (30%)	€ 16.356
Verkoopprijs incl. BTW (21%)	€ 19.791

Kostenschatting gemotoriseerd 20 stuks

Materiaal			**Prijs**
Stalen paal	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	1	€ 48,68	€ 48,68
Stalen bevestiging bladeren	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	2	€ 5,99	€ 11,98
Stalen versteviging blad	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	6	€ 9,18	€ 55,08
Bevestigingsmateriaal			€ 30
Productie			
Matrijs bladvorm	*Aantal producten*	*Matrijs*	
	20	€ 12500	€ 625
Matrijs voetstuk	*Aantal producten*	*Matrijs*	
	20	€ 10000	€ 500
Bladvorm	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	6	€ 150	€ 900
Voetstuk	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	1	€ 100	€ 100
Stalen onderdelen	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
Zagen	0,75	€ 35	€ 26,25
Lassen	6	€ 35	€ 210
Boren /tappen	0,75	€ 35	€ 26,25
Paal buigen incl. transport			€ 80
Thermisch verzinken			€ 75
	Aantal producten	*Per retour*	
Transport thermisch verzinken	20	€ 160	€ 8
Poedercoaten			€ 200
Fundering			€ 100
Componenten			
Zonnepaneel	*Aantal*	*Per component*	
	3	€ 500	€ 1500
Motor met reductor	*Aantal*	*Per component*	
	1	400	€ 400
Accu	*Aantal*	*Per component*	
	1	€ 360	€ 360
Encoder	*Aantal*	*Per component*	
	1	€ 80	€ 80
Micro-processor	*Aantal*	*Per component*	
	1	€ 60	€ 60
Lager	*Aantal*	*Per component*	
	1	€ 50	€ 50
Bedrading	*Lengte*	*Per meter*	
	3	€ 10	€ 30
Assemblage	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
	8	€ 45	360

Installatie

Plaatsing	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
Plaatsing schaduwbloem	8	€ 45	€ 360
Transport	4	€ 45	€ 180

Totaal

Kostprijs excl. BTW	€ 6376
Overheadkosten (20%)	€ 7651
Garantie (5%)	€ 8034
Winstpercentage (30%)	€ 10.444
Verkoopprijs incl. BTW (21%)	€ 12.638

Kostenschatting speelelement 1 stuks

Productie			**Prijs**
Matrijs speelement	*Aantal producten*	*Matrijs*	
	1	€ 10000	€ 10000
Speelelement	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	3	€ 100	€ 300
Fundering	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	3	€ 50	€ 150
Installatie			
Plaatsing speelelement	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
per 3 stuks	3	€ 45	€ 135

Totaal

Kostprijs excl. BTW	€ 10.585
Overheadkosten (10%)	€ 11.644
Garantie (5%)	€ 12.226
Winstpercentage (30%)	€ 15.893
Verkoopprijs incl. BTW (21%)	€ 19.231

Kostenschatting speelelement 5 stuks

Productie			**Prijs**
Matrijs speelement	*Aantal producten*	*Matrijs*	
	5	€ 10000	€ 2000
Speelelement	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	3	€ 80	€ 240
Fundering	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	3	€ 50	€ 150
Installatie			
Plaatsing speelelement	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
per 3 stuks	3	€ 45	€ 135

Totaal

Kostprijs excl. BTW	€ 2525
Overheadkosten (10%)	€ 2778
Garantie (5%)	€ 2916
Winstpercentage (30%)	€ 3791
Verkoopprijs incl. BTW (21%)	€ 4587

Kostenschatting speelelement 20 stuks

Productie			**Prijs**
Matrijs speelement	*Aantal producten*	*Matrijs*	
	20	€ 10000	€ 500
Speelelement	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	3	€ 50	€ 150
Fundering	*Aantal*	*Per onderdeel*	
	3	€ 50	€ 150
Installatie			
Plaatsing speelelement	*Arbeidsuren*	*Uurloon*	
per 3 stuks	3	€ 45	€ 135

Totaal

Kostprijs excl. BTW	€ 935
Overheadkosten (10%)	€ 1029
Garantie (5%)	€ 1080
Winstpercentage (30%)	€ 1404
Verkoopprijs incl. BTW (21%)	€ 1699

L. Offerte metaalbewerking

Deze offerte is van Nijhuis Metaal in Ootmarsum en bestaat uit materiaal, bewerking en uitbestedingen. De kosten voor de metaalbewerking voor een product zijn ongeveer €800.

De paal, buis en profielen zullen op de juiste lengte afgezaagd worden. Hier wordt één uur voor gerekend. Voor het lassen van de profielen aan de buizen is ongeveer 6 uur nodig. En daarna zullen in één uur gaten geboord en getapt worden in de paal en de buizen, zodat deze aan elkaar bevestigd kunnen worden. Dit betekent dat het produceren van de stalen onderdelen 1 dag werk is (8 arbeidsuren). Daarbij komt nog het buigen van de paal en het thermisch verzinken van de onderdelen. Deze bewerkingen worden uitbesteed aan andere bedrijven, omdat het bij Nijhuis niet mogelijk is. De kosten voor het buigen zijn geschat op €80 inclusief het transport. De prijs voor het thermisch verzinken wordt berekend aan de hand van de massa. Voor het transport van het staal wordt standaard €160 gerekend.

Prijsopbouw

				Serie	Per/Best.
Materiaalnr	: 2025000022	Instelkosten	€	0,00	0,00
Productienummer	:	Cycluskosten	€	280,00	280,00
Tekeningnummer	:	Instel+Cyclus	€	280,00	280,00
Revisie	:	Materialen	€	127,49	127,49
Seriegrootte	: 1,0000	Uitbestedingen	€	315,00	315,00
Geproduceerd	: 0,0000				
Bestelhoeveelheid	: 1,0000				
Leveraantal	: 0,0000	Subtotaal	€	722,49	722,49
Minder geleverd	: 0,0000	Eenmalige kosten	€	0,00	0,00
Leverdatum	:				
Extern ordernummer	:	Totale kosten	€	722,49	722,49
Projectnummer	:	Factuurprijs	€	794,74	794,74
Artikelnummer	: 2025000022				
Afmetingen	:	Kosten inclusief eindtoeslagen			
Productienorm	:	Voorcalculatie inclusief deel-toeslagen			
Status	:				
Klantnaam	: Artica BV				
Omschrijving	: Schaduw bloem	Gemaakt door Walter			
Locatie	:	Geprint door Walter Nijhuis op 30-6-2014 13:12:53			

Interne Bewerkingsplaatsen

Pos	Code	Omschrijving	IT (min.)	CT (min.)	Uren	Instel (€)	Cyclus (€)	Totaal (€)	€/Stuk
010	CON001	Constructie algemeen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
020	ZAG001	Zagen	0,00	60,00	1,00	0,00	35,00	35,00	35,00
030	LAS001	Lassen	0,00	360,00	6,00	0,00	210,00	210,00	210,00
050	BOR001	Boren/tappen	0,00	60,00	1,00	0,00	35,00	35,00	35,00
					8,00			280,00	280,00

Externe Bewerkingsplaatsen / Eenmalige kosten

Pos	Code	Omschrijving	Leverancier	Instel (€)	Cyclus (€)	Totaal (€)	€/Stuk
040	520	Kantwerk vennegoor	Vennegoor kleinmetaal	0,00	80,00	80,00	80,00
060	VER001	Volbad galvanisch	Zincoat b.v.	160,00	75,00	235,00	235,00
						315,00	315,00

Materialen

Pos	Code	T	Omschrijving	Ehd.	St.	Verbruik	€/Eenh.	Totaal (€)	€/Stuk
0001	44311147	M	114.3x8 DW-buis S355	m	2,0	0,2000	26,95	11,98	11,98
0002	36P1005020	M	PR EN10219 S235JRH 100 X 50	m	6,0	1,8000	5,10	55,08	55,08
0003	36P0505020	M	PR EN10219 S235JRH 50 X 50 X	m	6,0	0,7000	2,80	11,76	11,76
0004	406BGK101636	M	101.6x3.6 Gelaste buis	m	1,0	5,5000	8,85	48,68	48,68
								127,49	127,49

M. Installatie speeltoestellen

In deze bijlage zijn een aantal speeltoestellen met de installatietijd weergeven om een schatting te maken voor installatie van de schaduwbloem.

Installatie: **3 uur**

http://www.nijha.nl/speeltoestellen/balanceren/id=758157/, geraadpleegd op 25-6-2014

Installatie: **3 uur**

http://www.nijha.nl/speeltoestellen/springen/id=747003-55/, geraadpleegd op 25-6-2014

Installatie: **3 uur**

http://www.nijha.nl/speeltoestellen/duikelrekken/id=721243-13/, geraadpleegd op 25-6-2014

Installatie: **4 uur**

http://www.nijha.nl/speeltoestellen/draaitoestellen/id=772701/, geraadpleegd op 25-6-2014

Installatie: **5 uur**

http://www.nijha.nl/speeltoestellen/draaitoestellen/id=765944-1358/, geraadpleegd op 25-6-2014

Installatie: **5 uur**

http://www.nijha.nl/speeltoestellen/draaitoestellen/id=749570-1358/, geraadpleegd op 25-6-2014

Installatie: **22 uur**

http://www.nijha.nl/speeltoestellen/speelstructuren/id=772103-1358/, geraadpleegd op 25-6-2014

N. Toelichting eisen

Het ontwerp wordt getoetst aan het programma van eisen. Alle eisen worden hieronder besproken.

Minimaal 3 m^2 schaduw
De schaduwbloem zal in de zomer 's middags ongeveer 12 m^2 schaduw geven. Voor het schaduwoppervlak is als uitgangspunt een cirkel genomen. De waarde is naar beneden afgerond vanwege de inkepingen in de cirkel door de bladvorm.

Maximale oppervlakte van product 15 m^2
Het grootste oppervlak zijn de bladvormen zelf. Deze hebben bij elkaar dus een oppervlak van 12 m^2.

Verkoopprijs maximaal €15.000
Deze eis is gehaald, want de verkoopprijs van de schaduwbloem inclusief 3 speelelementen is bij 20 stuks €7340.

Maximaal 1 keer per jaar een onderhoudsbeurt
Elk speeltoestel wordt elk jaar gecontroleerd op de veiligheid. Omdat het product geen bewegende delen of elektronica bevat, zal het onderhoud minimaal zijn.

Voldoen aan de veiligheidseisen uit het Warenwetbesluit Attractie- en Speeltoestellen
Het ontwerp zal getest moeten worden op de veiligheidseisen door een keuringsinstelling.

Natuurlijke uitstraling
Door een vergrote bloem te ontwerpen, wordt er een natuurlijke uitstraling gecreëerd. De stapstenen lijken tevens op natuurlijke stenen.

Open constructie
Vanwege de hoogte van de bloem zal het product het zicht op het plein niet belemmeren.

Bestand tegen vandalisme, weersinvloeden en intensief gebruik
Er is gebruik gemaakt van materialen die vaker toegepast worden bij speeltoestellen vanwege de lange levensduur en bestendigheid tegen vandalisme. Het thermisch verzinkt staal met coating maakt het zeer geschikt voor buiten en is krasbestendig.

Levensduur minimaal 10 jaar
Het thermisch verzinkt staal zal zeker 10 jaar meegaan. Bij speeltoestellen wordt hier namelijk meestal 10 jaar garantie op gegeven. [37] [38] Door het poedercoaten zal het langer meegaan dan staal dat alleen verzinkt is. Op kunststof onderdelen wordt slechts 5 jaar garantie gegeven. [37] [38] Bij het geven van garantie zal er met een bepaalde marge worden gerekend, dus de levensduur zal langer zijn dan de lengte van de garantie.

Afmetingen geschikt voor basisschoolkinderen
De hoogte van de bloem is zo gekozen dat de kinderen er niet zo maar op kunnen klimmen. Bij de speelelementen is rekening gehouden met de zithoogte van basisschoolkinderen.

Passend bij de interesses van de doelgroep
Het product is meer gericht op het creëren van schaduw, daarom is er niet voor een specifieke doelgroep gekozen. De stapstenen spreken de kleuters waarschijnlijk het meest aan, omdat deze leeftijdsgroep bezig is met het ontwikkelen van de motorische vaardigheden. Maar de elementen kunnen ook gebruikt worden als zitplek of voor fantasiespellen van de oudere basisschoolkinderen.

Mobiele schaduwplek
Omdat er uiteindelijk gekozen is voor de statische variant, wordt deze wens niet vervuld.

Modulair systeem
De speelelementen kunnen per set van 3 besteld worden. Er zouden ook meerdere schaduwbloemen geplaatst kunnen worden in verschillende kleuren.

[37] http://www.yalp.nl/fjc_documents/lappset_garantie.pdf, geraadpleegd op 14-7-2014
[38] http://www.kompan.nl/producten/kompan-garantie/, geraadpleegd op 14-7-2014