

Afstudeer rapportage

Priscilla C.C. de Hoogh & Sanne J. van Haasteren

Duurzaamheid in de vorm van Natuurbehoud



Voorwoord

Deze architectonische rapportage is het resultaat van het afstudeerproject genaamd ‘Duurzaamheid in de vorm van natuurbehoud’. Dit project valt onder het uitstroomprofiel architectuur van de opleiding Bouwkunde op de Avans Hogeschool te Tilburg. Het onderwerp ‘duurzaamheid in de vorm van natuurbehoud’ is ontstaan uit eigen interesses en liefde voor de natuur. Tijdens het onderzoek is er gefocust op het Earthship principe of het Nederlandse principe ‘aardehuizen’. Een Earthship is een goedkope woning die gebruik maakt van afval als bouwmaterialen. De woning is niet aangesloten op de nutsvoorzieningen; ‘geen elektriciteit, geen gas, geen aansluiting op de riolering. Alles wordt zo veel mogelijk installatieloos uitgevoerd en waar nodig zelf energie opgewekt zonder het gebruik van moderne installaties zoals zonnepanelen’ en het gebouw voorziet de bewoners van de 6 levensbehoeftes ([1] wind- en zonne-energie, [2] voedselproductie, [3] bouwen met natuurlijke en gerecyclede materialen, [4] waterwinning, [5] thermische zonne-energie verwarming en koeling en [6] gecontroleerde rioolwaterzuivering). De Nederlandse variant houdt rekening met het Nederlandse regenklimaat. De aardehuizen zijn interessant omdat de woning gebruik maakt van LowTech installatie principes, duurzame materialen en los staat van de nutsvoorzieningen. De architectuur van een Earthship laat veel te wensen over en het idee om een goedkope woning te realiseren past ook niet binnen dit afstudeerproject. De aardehuizen zijn dus vooral als inspiratie gebruik voor de relevante installatie principes (zie levensbehoefte 1,3,4,5 en 6).Deze levensbehoeftes zijn aangepast op de eisen van een educatieruimte en wild-observatorium.

Deze architectonische rapportage is interessant voor geïnteresseerden van duurzaamheid in gebouwen met de nadruk op ecologie, LowTech en circulaire installatie principes. Ook is het interessant voor geïnteresseerden van architectuur en integratie.

Om te beginnen, willen we I. Westerveen en J. Deneke van Avans Hogeschool Tilburg en K. Rulens van Marquart Architecten B.V. bedanken voor de begeleiding van dit afstudeerproject. Daarnaast willen we ook G. van Schaik van Avans Hogeschool Tilburg bedanken voor de benodigde informatie over de bouwfysica van het project en N. van der Zanden voor de benodigde informatie over de constructie van het project. Ten slotte willen we D. van Leeuwen bedanken voor het advies over brandveiligheid.



Afstudeerproject

Ruimtelijke ontwikkeling 1

Een casus-ontwerp van een duurzaam gebouw met als doel om bezoekers van het Nationaal Park de Hoge Veluwe bij elkaar te brengen en bewust te maken van de belangen van de natuur. Het gebouw laat de natuur in haar waarde door drie ontwerpaspecten; [1] integratie van het ontwerp in de natuurlijke omgeving, [2] Ecologisch bouwen (Low-Tech en materialen uit de omgeving) en [3] de functie die mensen kennis bijbrengt over de omliggende natuur en de werking van het gebouw.

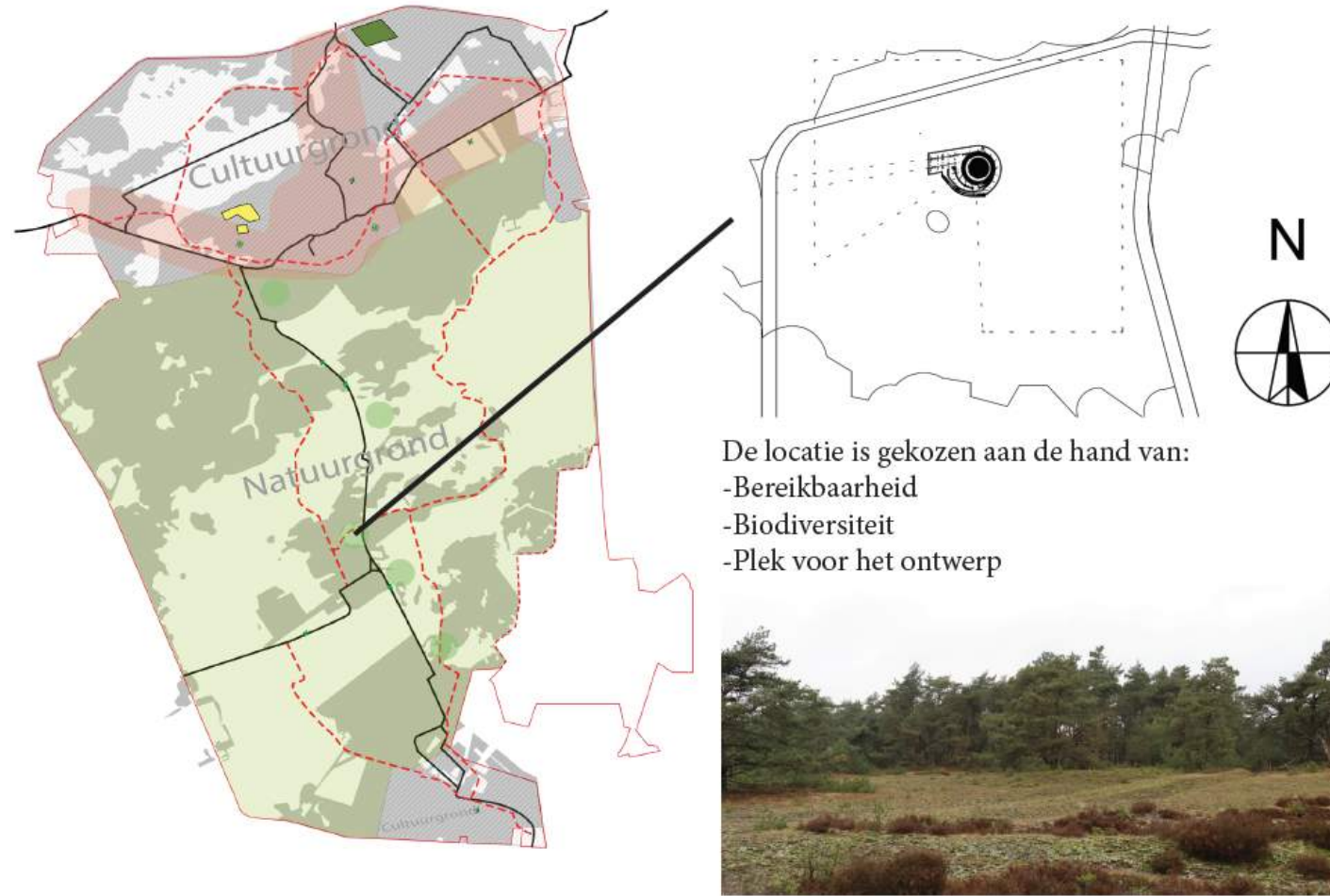
Project:	Afstudeeronderzoek/uitwerking casus	
Onderwerp:	Educatiecentrum met observatie-toren (duurzaam in de vorm van natuurbehoud)	
Auteurs:	Priscilla C.C. de Hoogh & Sanne J. van Haasteren	
Inleverdatum:	14 Juni 2018	
Locatie:	Avans Hogeschool Tilburg Faculteit Bouw & Infra Professor Cobbenhagenlaan 13 5037 DA Tilburg	
Afstudeerbegeleiders:	ir. I. Westerveen	Avans Hogeschool Tilburg
	ir. J. Deneke	Avans Hogeschool Tilburg
	K. Rulens	Marquart Architecten B.V.

avans
hogeschool

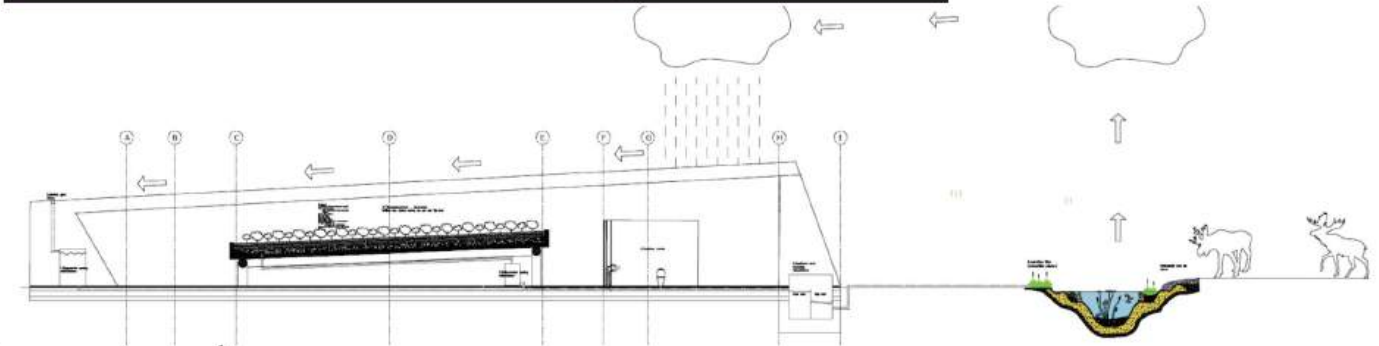
Marquart
ARCHITECTEN


Architects

Nationaal Park De Hoge Veluwe



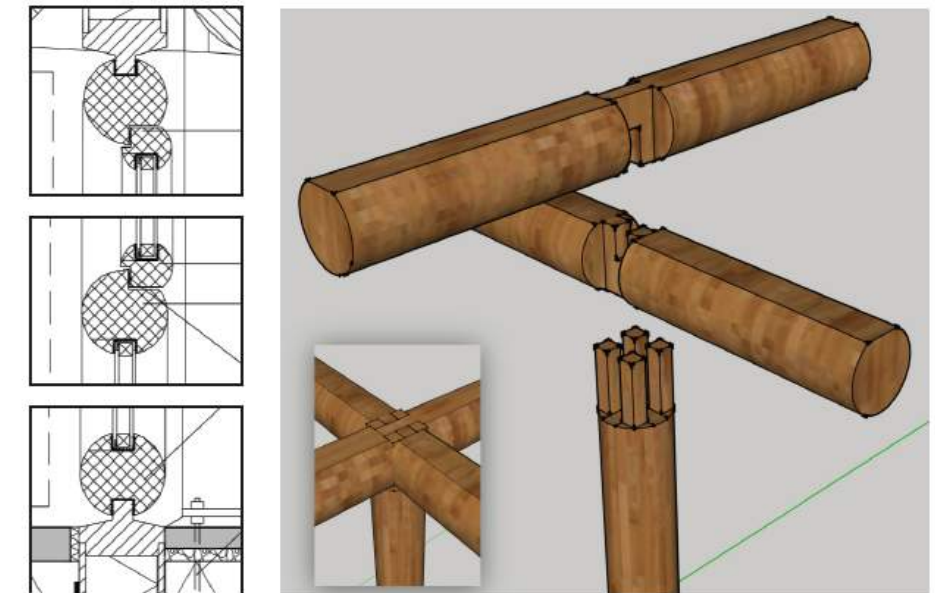
Circulaire waterwinning



- Het regenwater wordt opgevangen.
- Doormiddel van planten-wortels wordt regenwater gefilterd.
- Algen halen de nitraten uit het zwarte en grijze water.
- Het water wordt weer afgegeven aan de natuur en door moerasfilterplanten drinkbaar gemaakt.

Lokale materialen

Houtverbindingen zonder staal in de kozijnen en constructie
Japanse houtverbindingen & pen en gat verbindingen



De mens en natuur herenigen

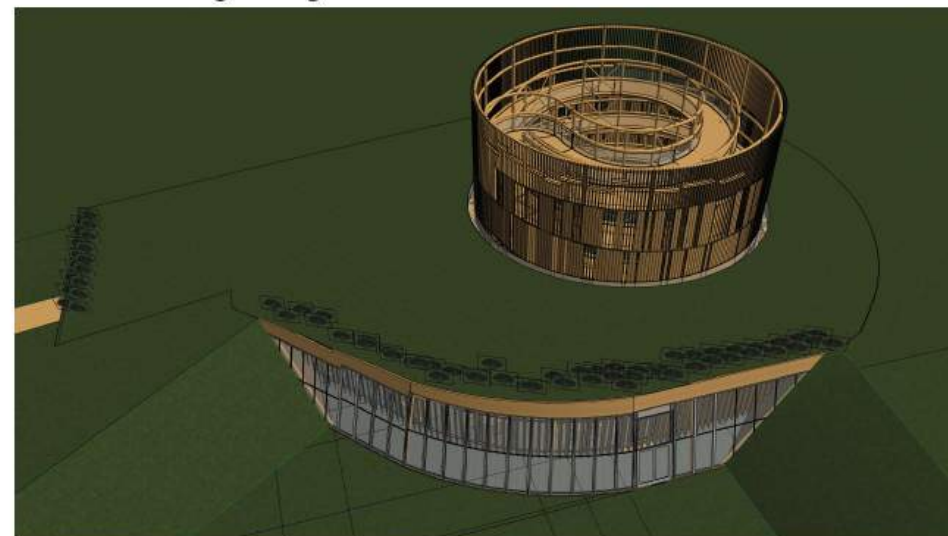
- Integratie (samenwerking flora, fauna en architectuur)
- Duurzaamheid & Ecologie --> Lowtech bouwen & locale materialen
- Bewustwording belangen natuur --> Educatie en observatie functie

LOWTECH

EDUCATIE

ORGANISCH

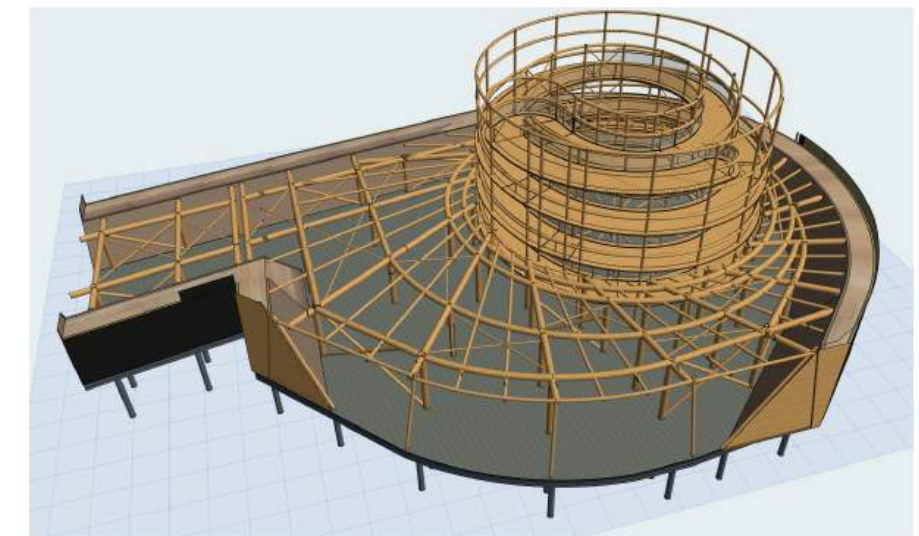
ECOLOGISCH



3D model -- exterieur



3D model -- interieur



3D model -- constructie

Samenvatting

De natuur verdwijnt steeds meer om plaats te maken voor infrastructuur. Dit heeft het gevolg dat biodiversiteit verdwijnt en de flora en fauna afneemt. Natuur heeft een positieve invloed op het welzijn van de mens en levert daarbij dus ook een positieve bijdrage aan onze leefomgeving. Het is daarom jammer dat wij als mens niet in harmonie met de natuur samenleven, maar in plaats daarvan het vernietigen om plaats te maken voor onze eigen bouwwerken.

Met deze rapportage willen wij als afstudeerders bewijzen dat het mogelijk is om bouwwerken te realiseren die de natuur op esthetisch gebied en duurzaamheid in haar waarde laten. Om dit aan te tonen is er als casus een gebouw ontworpen in het beschermde natuurgebied 'Het Nationaal Park de Hoge Veluwe' met als uitgangspunt om de belangstellenden (professionals) aan te moedigen om in de toekomst te bouwen met duurzame materialen, duurzame bouwmethoden (LowTech) en bovenal met natuurbehoud.

Bij het onderzoek hoort de hoofdvraag: Wat is het meest optimale architectonisch ontwerp voor het nationaal park 'De Hoge Veluwe', dat ervoor zorgt dat de natuur in haar waarde behouden blijft en daarbij innovatieve oplossingen biedt voor bouwen met natuurbehoud?

Het doel van het project is het ontwerpen van een duurzaam gebouw die de natuur in haar waarde laat door drie ontwerpaspecten centraal te stellen. [1] De architectuur die het gebouw in de omgeving laat op gaan door lokale kleuren, vormen, structuren en materialen te gebruiken. [2] Ecologisch bouwen door duurzame en lokale materialen te gebruiken, LowTech te bouwen (installatieloos) en, zoals dat bij een aardehuis wordt gedaan, het gebouw gebruik te laten maken van circulaire en natuurlijke processen (zie de levensbehoeftes in het voorwoord).[3] Door het gebouw de functie van een educatieruimte en observatie mogelijkheid over het natuurgebied De Hoge Veluwe te geven. Krijgen de bezoekers kennis over de duurzame werking van het gebouw en het belang van de omliggende natuur.

Aan de hand van deze ambities heeft het ontwerpproces geleid tot een voorbeeld-casus van duurzaam bouwen met natuurbehoud. Het ontwerp wijkt in grote mate af van een aardhuis (Earthship) ondanks dat dit in het afstudeerproject een kernonderzoek is. De aspecten waarin het afstudeerproject en een aardehuizen met elkaar verschillen, zijn vooral de ambitie en de architectuur; Bij een aardehuis is de ambitie om goedkope woningen te realiseren m.b.v. hergebruik van onbewerkte afvalmaterialen, lokale materialen (die vaak goedkoper zijn) en gebruik van natuurlijke en circulaire processen. Bij ons project ligt de ambitie heel anders. Bij ons staat het duurzaam bouwen en behouden van de natuur centraal. Dit doen wij door LowTech (installatieloos) te bouwen en gebruik te maken van ecologische materialen. De principes van aardehuizen zijn door ons in combinatie met duurzaam bouwen meegenomen in de onderzoeken. Een aantal relevante onderdelen komen terug in het afstudeerontwerp maar dan met onderbouwing van onze eigen ambitie.

Er kan geconcludeerd worden dat het ontwerp voldoet aan de drie centraalgestelde ontwerpaspecten en hiermee voldoet aan de gestelde ambities en doelen. Op verschillende aspecten is het ontwerp duurzamer en moderner dan een earthship. De behaalde doelen en ambities maken het ontwerp uniek en een voorbeeld voor bedrijven om te zien hoe een gebouw 'leeft' op een installatieloos principe. Naar onze mening is dit project een nieuwe ontwikkeling voor het installatieloos bouwen waarbij veel ecologische en natuurlijke materialen gebruikt worden en is het hopelijk een aanmoediging om meer te bouwen met respect voor de natuur.

De kosten van het ontwerp zijn in dit onderzoek niet meegenomen.

Summary

As nature diminishes due to the building of new infrastructure, consequences arise as biodiversity reduces and flora and fauna disappear. Nature has a positive effect on the health and wellbeing of a person as well as having a positive effect on the environment. Therefore, it is unfortunate that we as humans are seemingly not capable to live in harmony with our surroundings. Instead we demolish forests and habitats to make room for human created constructions.

We as graduates want to prove through this thesis, that it is indeed possible to realize architectural structures that respect nature in esthetical and sustainable terms. To demonstrate the possibility of such an architectural structure, a case building has been designed. This structure is located in 'Het Nationaal Park De Hoge Veluwe'. With as a key point to encourage the professionals to build with sustainable materials, sustainable construction methods (LowTech) and nature conservation in the future.

The main question in this thesis is: What is an optimal architectural design for 'Het Nationaal Park De Hoge Veluwe', to ensure that nature is maintained in its value while offering innovative solutions for buildings while conserving nature?

The core of the project is to design a sustainable building that can be seen as a case as an example structure that values nature by focusing on three design aspects. [1] The architecture that integrates the building with its surroundings by using local colours, shapes, structures and materials. [2] Ecological design by using sustainable and local materials, LowTech building principles (without installation) as done with an earth house, making the building use circular and natural processes (using plants and organisms within the process). [3] This building functions as a wild-observatory and an education centrum, the design brings awareness to its visitors. During the visit, visitors gain knowledge about the importance of nature and learn more about the buildings functionalities.

These ambitions are the foundation of the design process and have led to an example of a case of sustainable building that conserves nature. The design deviates to a large extent from an earth house (Earthship). Despite the fact that the LowTech function in Earthships is the main study in the graduation project, the graduation project and an earth house differ within the ambition and architecture from one and other. In the case of an earth house, the ambition is to realize low-cost housing by reusing unprocessed waste materials and by using local materials (which are often cheaper) and natural and circular processes. With the graduation project the ambition is very different. The sustainable building and preservation of nature is at the core of this graduation project. It can be defined in LowTech (without installation) and using ecological materials. The principles of an earthship and building sustainable are included within this research. A number of relevant parts can be found in the graduation design, but then with the substantiation of our own ambition.

It can be concluded that the design, and here with the three designaspects meet the ambitions and goals. Certain aspects find themselves in a more modern way. The achieved goals and ambitions make the design unique and an example for professionals to see a working building on installation-free bases. In our opinion, this project is a new development for installation-free construction, where many ecological and natural materials are used. Hopefully it encourages designers to design with respect for nature in mind.

The finance of the design are not concluded in this research.

INHOUDSOPGAVE

HOOFDSTUK	PAGINA
1. INTRODUCTIE	8.
MOTIVATIE	10.
PROBLEEMSTELLING	10.
HOOFDVRAAG	11.
DEELVRAGEN	11.
ONTWERPDOELEN	12.
VERDUIDELIJING	13.
GEKOZEN METHODEN	13.
2. ONTWERPPROCES	14.
ONDERZOEKEN	15.
INSPIRATIE	20.
VARIANTEN	21.
TRANSFORMATIE	22.
VERKORT PVE	23.
3. HET ONTWERP	24.
HET DEFINITIEF ONTWERP	25.
EDUCATIE	26.
OBSERVATIE-TOREN	27.

HOOFDSTUK

PAGINA

CONSTRUCTIE	28.
HOUTBOUW ZONDER STAAL	29.
ECOLOGIE & DUURZAAMHEID	30.
CIRCULAIRE WATERWINNING	32.
ENERGIE EN WARMTE WINNING	33.
SOLAR ZONNE WARMING & KOELING (VENTILATIE CONCEPT)	34.
MATERIALEN & STRUCTUREN	36.
BRANDVEILIGHEID	38.
ALGEMENE INFORMATIE	40.
RESULTATEN	42.

BIJLAGELIJST	44.
--------------	-----

1. Introductie

Dit hoofdstuk is verdeeld in vier paragrafen. In de eerste paragraaf wordt de motivatie van het onderzoek verduidelijkt. In de tweede paragraaf wordt de probleemstelling beschreven. De ontwerpdoelen zijn gerelateerd aan de motivatie en omschreven in de derde paragraaf. Uiteindelijk worden de gekozen methoden omschreven





Motivatie

Tijdens de bachelor bouwkunde op de Avans Hogeschool te Tilburg ging er veel aandacht naar de duurzaamheid in de bouw. Dit heeft ervoor gezorgd dat er bij ons een fascinatie voor duurzaam bouwen ontstond. Ook is duurzaamheid een actueel belang en dit was daarom zeker een punt dat we in dit afstudeeronderzoek mee wilde nemen. Voor het project van architectuurgeschiedenis hebben wij het werk ‘Falling Waters’ door ‘Frank Lloyd Wright’ onderzocht. Hierdoor is er bij ons beiden een fascinatie ontstaan voor architectuur die de natuur in haar waarde laat. Ook hebben wij altijd al een liefde voor de natuur gehad. Deze twee aspecten waren de basis voor ons afstudeeronderzoek.

De eerste keer dat we hoorden over een Earthship was tijdens de afstudeerperiode. Een gebouw gemaakt van onbewerkte afvalmaterialen die de bewoners voorziet van de 6 levensbehoeften trok onze aandacht. Desondanks was de esthetica van een Earthship niet iets wat ons aantrok. Maar gaat het om de mooie uitstraling, of een goed concept? Naar onze mening gaat het uiteindelijk om een doordacht concept dat ook esthetisch te verantwoorden is. Opgevangen regenwater gebruiken om energie op te wekken en daarnaast ook te filteren om een circulair proces te vormen in het gebouw, zonder aangesloten te zijn op de nutsvoorzieningen; dát is wat ons aanspreekt. Ook past het bij de ambitie die wij voor dit afstudeeronderzoek hebben. Er zijn veel positieve dingen te benoemen over Earthships en een duurzame en ecologische bouwwijze, maar dat is niet de reden dat dit onderwerp voor het project is ontstaan. Leven in en met de natuur betekent aanpassing. Luxe maakt geen deel uit van zo’n concept. Is dat belangrijk? Als een gezonde en comfortabele omgeving luxe is, dan is het onderdeel van een natuur integrerend ontwerp. In het geval van moderniteit met de hoeveelheid ruimte en privacy is dit niet het geval. Ook psychologische aspecten spelen een rol; het bewustzijn van het leven tussen afval(materialen). Het besef dat gezuiverd water uit de wastafel wordt gebruikt om het een en ander mee schoon te maken kan zorgen voor een ongemakkelijk gevoel; ook al is er niks mis met de waterkwaliteit. Om deze reden zeggen mensen al snel nee tegen een Earthship-gerelateerd bouwconcept. Om comfortabel de dag te kunnen doorbrengen in een bouwconcept met deze belangrijke aspecten, is aanpassing nodig. We willen mensen aansporen te kunnen zien hoe een installatieloos bouwprincipe in elkaar steekt en dat het voor hen ook een leer methode is; dat is een uitdaging voor ons om hiervoor een ontwerp neer te zetten. Ook moet het gebruik van lokale (afval) materialen vaker toegepast worden. Natuur is het belangrijkste uitgangspunt bij het afstudeerproject waarbij deze waarde intact gelaten wordt. We willen men bewust maken dat de natuur een belangrijk aspect is dat het niet zomaar aan de kant gezet moet worden.

Om comfortabel de dag te kunnen doorbrengen in een bouwconcept met deze belangrijke aspecten, is aanpassing nodig. We willen mensen aansporen te kunnen zien hoe een installatieloos bouwprincipe in elkaar steekt en dat het voor hen ook een leer methode is; dat is een uitdaging voor ons om hiervoor een ontwerp neer te zetten. Ook moet het gebruik van lokale (afval) materialen vaker toegepast worden. Natuur is het belangrijkste uitgangspunt bij het afstudeerproject waarbij deze waarde intact gelaten wordt. We willen men bewust maken dat de natuur een belangrijk aspect is dat het niet zomaar aan de kant gezet moet worden. Om deze redenen en motivatie is er gekozen om het onderwerp ‘Duurzaamheid in de vorm van natuurbehoud’ te kiezen bij het afstudeeratelier ‘Ruimtelijk ontwerpen 1’. Zie ook bijlage: [I. Persoonlijke motivatie]

Probleemstelling

De natuur is een breed begrip, er is een verschil aanwezig tussen de Nederlandse natuur en natuur zoals bekend is als een tropisch regenwoud. De algemene term natuur omvat het heelal, het geheel van planten en dieren zoals dat door de natuurwetenschappen waargenomen wordt. De mens wordt echter niet beschouwd als onderdeel van de natuur. De mening van wat mensen verstaan onder natuur verschilt per persoon. De ecosystemen en bodem- en grondsoorten behoren wel tot het begrip natuur.

Men spreekt van natuur als er sprake is van een toestand die niet of minimaal beïnvloed is door menselijke activiteit. In zulke gebieden zijn de samenstelling, structuur en andere kwaliteiten van bodem, water en lucht niet door mensen veranderd. Als er menselijke ingrepen hebben plaatsgevonden zoals ontwatering, percelering of ontsluiting dan is er geen sprake van officiële natuur. Ook kan er bij geen officiële natuur gedacht worden aan infrastructuur, zoals (spoor)wegen of (hoogspanning) leidingen. In West-Europa zijn zulke gebieden van grote afmeting afwezig, omdat elk gebied wel in cultuur is genomen.

Ofwel: Natuur is grond, water, lucht en alles daarop en daarin voor zover niet door mensen geproduceerd.

De natuur in Nederland is door de mens aangebrachte bebossing. Er is in Nederland dus geen sprake van officiële natuur. Het grootste deel van de bevolking van Nederland spreekt van natuur als ze het hebben over de Hoge Veluwe of de Biesbosch.

Puur gekeken naar Nederland, zijn dit wel de gebieden met het meeste groen, de meeste bebossing met heide en grasvlakten.

Deze beschermde gebieden zijn het staatsbeeld van Nederland en men ziet dit graag als trotse natuur van Nederland.

Net als al het leven op aarde blijft de mens afhankelijk van planten, andere dieren en processen in de natuur. Planten en dieren leveren ons voedsel, bijvoorbeeld vruchten, groenten en dranken. Dieren en planten voorzien ons daarnaast ook van brandstoffen, kledingstoffen zoals katoen en wol, medicijnen en materialen die we gebruiken om onze gebouwen en wegen aan te leggen. De processen in de natuur zijn belangrijk voor ons voortbestaan. Een voorbeeld hiervan is het produceren van zuurstof door planten. Zonder zuurstof bestaat er geen leven op aarde.

Bomen spelen een belangrijke rol in de waterhuishouding. Ze nemen namelijk water op, kunnen het vasthouden en geven dit ook langzaam weer af. Daardoor zijn bomen een belangrijke factor voor het in standhouden van het klimaat. Zonder bomen zal er uiteindelijk een droger klimaat ontstaan. Dit leidt weer tot een droge bodem. Bomen houden daarnaast ook de bodemerosie tegen. Zonder bomen hebben wind en regen vrij spel waardoor de vruchtbare laag van de grond wordt weggespoeld. Deze vruchtbare laag is essentieel voor de groei van nieuwe planten.

In het kort is de natuur dus onmisbaar en zorgt het voor onze essentiële levensbehoeften. De natuur is dus iets wat niet zomaar mag verdwijnen.

De hoofdvraag en deelvragen die vanuit deze probleemstelling en motivatie zijn ontstaan zijn te vinden op de pagina hiernaast.



Hoofdvraag

Wat is het meest optimale architectonisch ontwerp voor het nationaal park 'De Hoge Veluwe', dat er voor zorgt dat de natuur in haar waarde behouden blijft en daarbij innovatieve oplossingen biedt voor bouwen met natuurbehoud?

Deelvragen

SOCIAAL

1. Wat voor effect heeft de natuur op de mens en de samenleving?
2. Hoe draagt de natuur bij in de sociale cohesie?

BALANS NATUUR EN STAD

3. Hoe nemen wij de natuur waar, welke kenmerken zijn essentieel voor het herkennen van de natuur? En hoe onderscheid dit zich van de stedelijke omgeving?

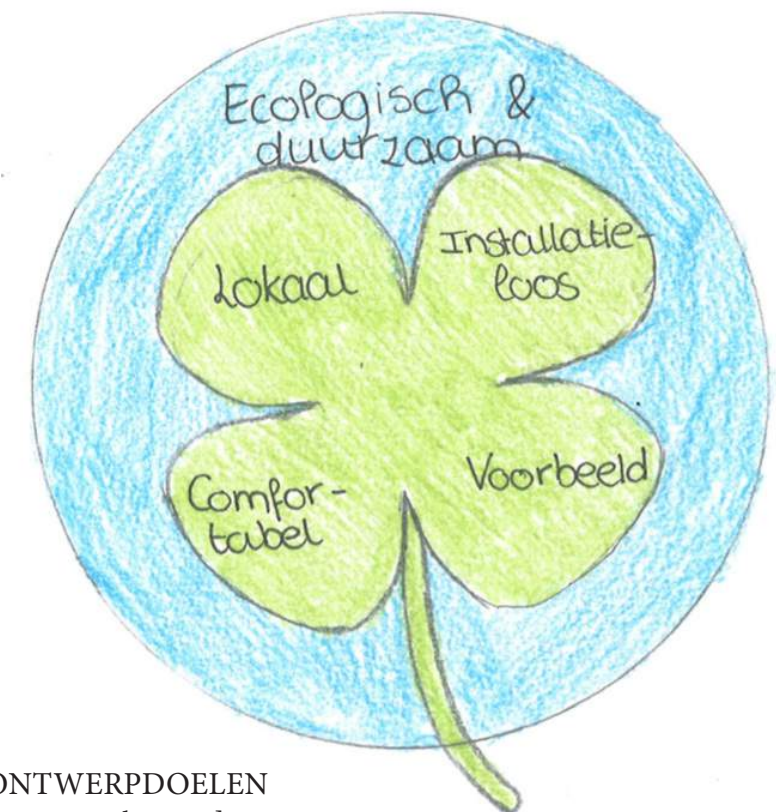
ONTWERP

4. Welke aspecten uit het beschermde gebied 'de Veluwe' dienen terug te komen in het ontwerp en waarom?
5. Wat is het optimale ontwerp dat integreert in dit natuurgebied?

Ontwerpdoelen

Heel belangrijk	Belangrijk	Streven	Wenselijk	Minst belangrijk
<u>Circulair waterproces</u> Er moet voldoende water worden verzameld om te voorkomen dat het ontwerp water uit het net moet gebruiken. Het afvalwater moet worden gezuiverd, hergebruikt en uiteindelijk in de bodem worden geïnfiltreerd.	<u>Impressie van binnenuit</u> Het avontuurlijke karakter van het gebouw moet worden gehandhaafd. De natuur en gehele constructie worden in het zicht gelaten om een aantrekkingskracht te creëren.	<u>Energieconsumptie</u> Het gebruik van energie moet zo veel mogelijk worden beperkt en het streven is een maximaal toelaatbaar energieverbruik van een passiefhuis. Voor verwarming is dit max. 15 kWh/m ² . In het ontwerp wordt ook de vloer geïsoleerd.	<u>Leven</u> Geluidsoverlast moet zo veel mogelijk worden beperkt. Het is voor de bezoekers ook wenselijk om een goed zicht te hebben op de dierendrinkplek aan de zuidkant van het gebouw. Hoe hoger de positie van dit uitzicht, hoe beter het zicht over De Veluwe.	<u>Netaansluiting</u> In het geval van energie is een verbinding met enig netwerk toegestaan; een volledig autarkisch (zelfvoorzienend) systeem heeft echter de voorkeur.
<u>Gebruik van lokale en ecologische materialen</u> Het is belangrijk dat lokaal gevonden (ecologische) materialen zo veel mogelijk worden gebruikt (60-70%) en daarnaast dat het gebouw uit duurzame materialen bestaat.	<u>Impressie van buitenaf</u> Het gebouw moet laten zien dat het aan de ene kant door de mens is ontworpen en anderzijds door de aarde (natuur) wordt omsloten. <u>Bouwmethode</u> De bouwmethode moet eenvoudig worden gehouden. Het doel is om de druksterkte van de materialen zo veel mogelijk te gebruiken.	<u>Zichtbaarheid</u> Verschillende elementen met betrekking tot het waterzuiveringsproces moeten transparant zijn. <u>Iconisch voorbeeld</u> Het streven is om een iconisch voorbeeld te bedenken voor zowel de bouwstructuur als het waterzuiveringsproces.	<u>Zones</u> Gebieden die tot een bepaalde zone behoren (bijvoorbeeld privacygebieden, gemeenschappelijke ruimtes of andere gebieden) moeten bij elkaar worden gehouden.	<u>Low Tech</u> Low Tech heeft in alle gevallen de voorkeur; Hightech is echter wel toegestaan om een gesloten waterkringloop te bereiken.

Het doel van dit project is om een comfortabele, openbare educatie-ruimte met observatie te ontwerpen in Gelderland op de locatie Het Nationaal Park De Hoge Veluwe. Het gebied wordt verder beschreven in bijlage IV: 'Gebiedsonderzoek'. De belangrijkste en meest gunstige concepten van het Earthship-principe worden toegepast en omgezet naar eigen hand in het ontwerp. Het is heel belangrijk dat het ontwerp aantrekkelijk is voor mensen die normaal gesproken geen comfortabel gevoel hebben als ze in een gebouw lopen dat voornamelijk uit aarde bestaat. Naar onze mening moet het gebouw vriendelijk en deels comfortabel 'genoeg' zijn, terwijl het ook een voorbeeld is van een ecologisch gebouw in Nederland. Daarnaast streven we ernaar om andere bedrijven aan te moedigen om in de toekomst te werken met aarde. Het doel is om mensen bewust te maken dat natuur een belangrijk onderdeel is van Nederland en daarnaast toegepast kan worden in de gebouwde omgeving. Het is belangrijk om het regenwater op te vangen en te gebruiken voor niet-drinkbare doeleinden. Dit is samen met water en het gebruik van ecologische materialen (minimaal 60 tot 70 procent uit de locatie) een van de belangrijkste ambities voor het ontwerp. Alle geformuleerde ambities en doelen zijn in tabel 1 weergegeven en gerangschikt naar mate van belangrijkheid.



ONTWERPDOELEN
[Eigen werk, 2018]

Verduidelijking

Het eindproduct van het project is een ontwerp voor het installatieloos-bouwen principe, waarin verschillende aspecten worden uitgewerkt en verduidelijkt in dit rapport. Zoals reeds beschreven, wordt de bovenstaande methode gebruikt als ruwe richtlijn in dit project.

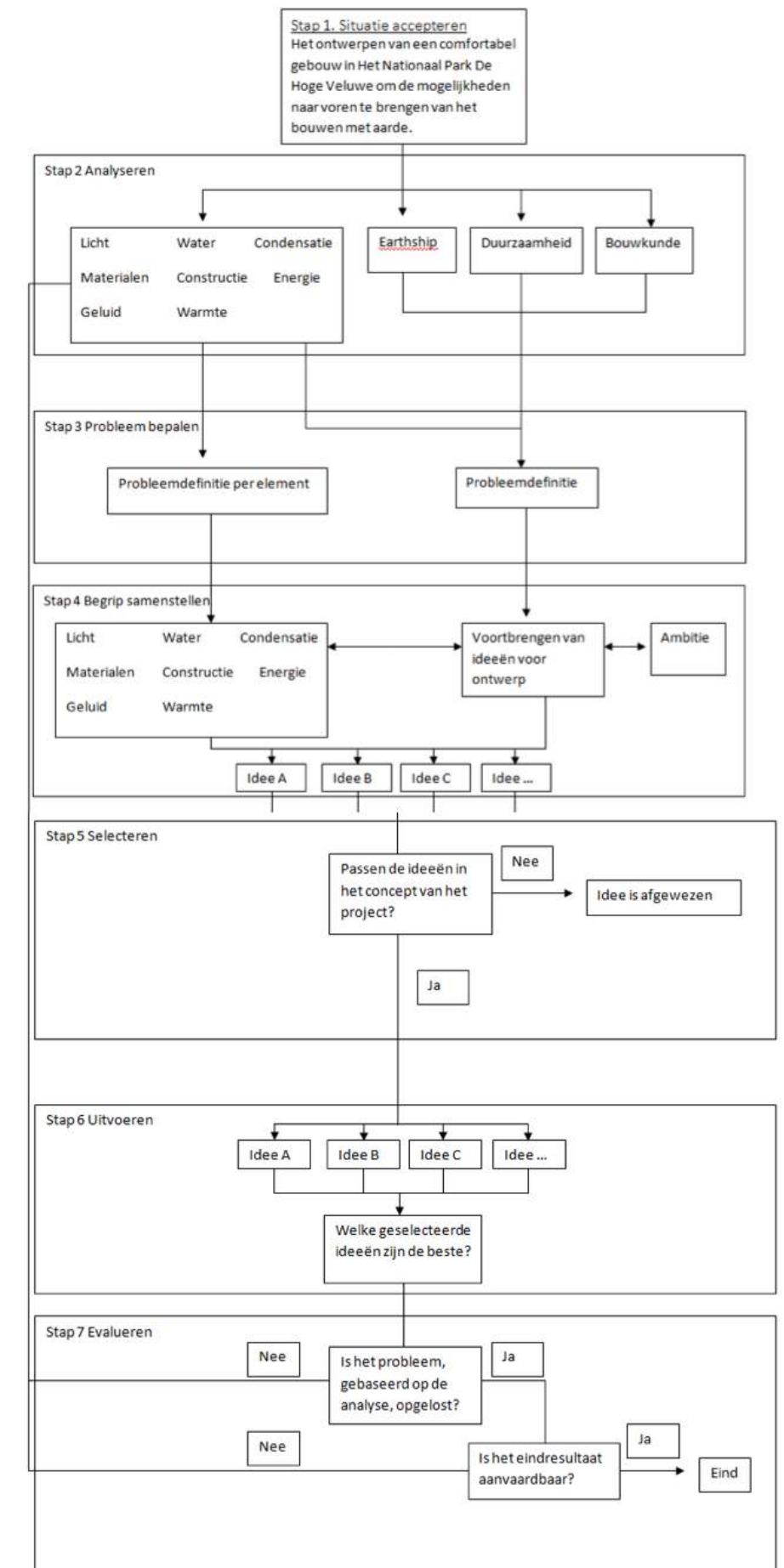
Het figuur hiernaast bevat een schema van de gehele ontwerpmethode. In de eerste fase wordt de situatie omschreven en gekeken naar de begrenzing van het afstudeerproject. Daarnaast is een onderdeel van de methode om te analyseren. Op basis van deze analyse vormt de probleemdefinitie. Op basis van deze probleemdefinitie moeten ideeën worden gegenereerd voor het schetsontwerp. Deze ideeën moeten rekening houden met de eerder beschreven doelen en ambities. Daarnaast wordt ook rekening gehouden met de eerder beschreven elementen licht, water, thermische eigenschappen, condensatie, materialen, constructie, energie en geluid. Deze elementen kunnen alleen worden opgenomen in het schetsontwerp wanneer ze van tevoren worden geanalyseerd. Voor elk element moeten verschillende criteria worden getrokken, waarop de ideeën worden beoordeeld. In het geval van het gebruik van materialen en structuren moet een inventaris van verschillende toepassingen worden gemaakt. Als het probleem niet is opgelost of als het eindresultaat niet bevredigend is, moet de analyse verder uitgebreid worden en een betere probleemdefinitie worden opgesteld. Het project is voltooid wanneer beide laatste twee vragen van de fase 'Evalueren' met 'ja' kunnen worden beantwoord.

Omdat het een integraal project betreft, waarbij naast technische aspecten ook architecturale en bouwkundige aspecten worden meegenomen, worden alleen basisberekeningen gemaakt met betrekking tot deze aspecten. Omdat water een hoge prioriteit heeft, wordt een uitgebreid proces van verschillende stappen gebruikt voor de waterbalans.

Gekozen methoden

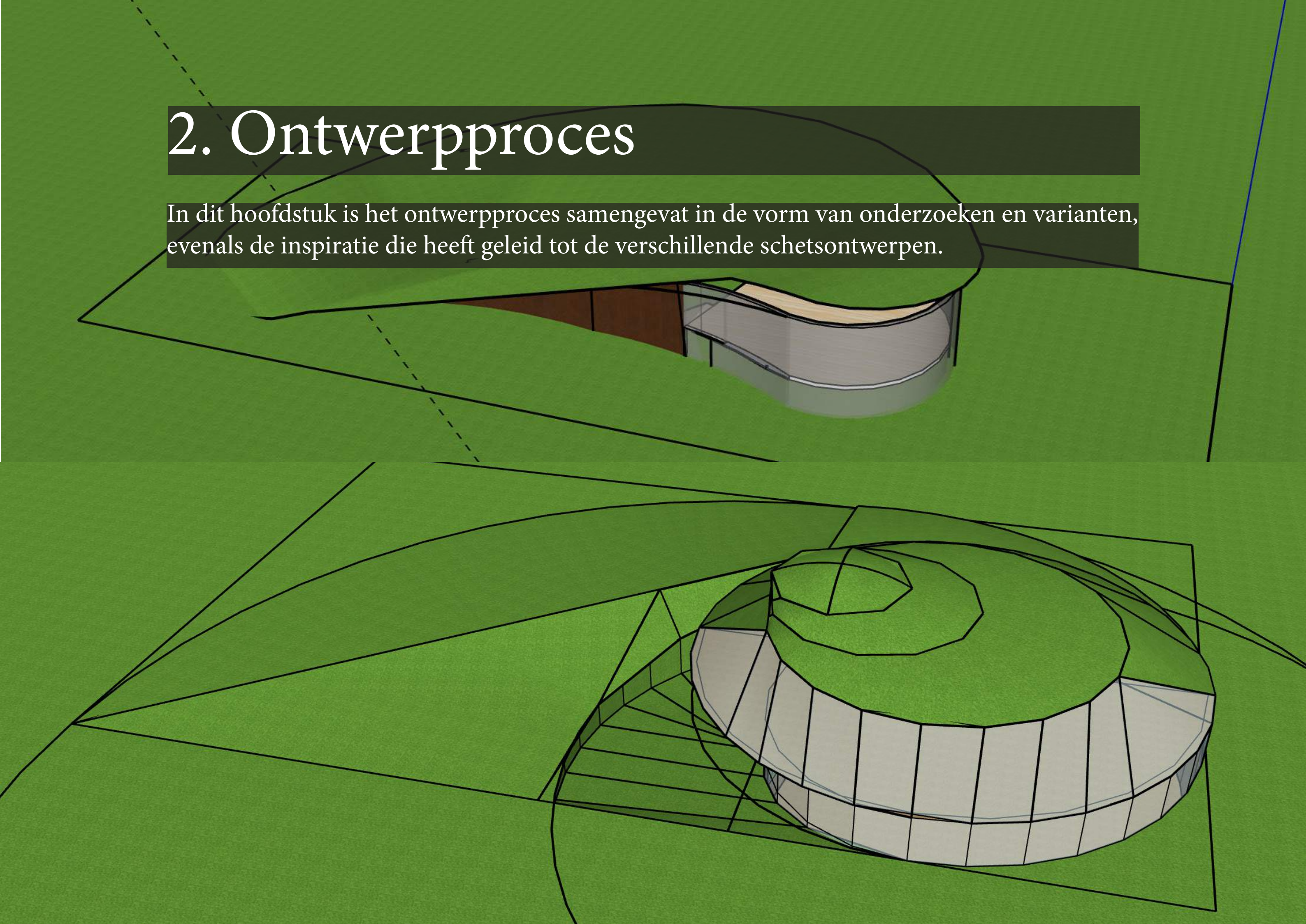
Een duidelijke ontwerpmethode is van groot belang voor elk ontwerpproces. Sommige analyse delen zijn ook gebaseerd op een probleemoplossingsproces. Een voorbeeld is de daglicht analyse, een van de vele belangrijke aspecten waarmee rekening moet worden gehouden bij het ontwerp. De eerste stap is de acceptatie van de situatie. Zonder acceptatie worden geen problemen gevonden die moeten worden opgelost om problemen tijdens bezoeking te voorkomen. Nadat de situatie is geaccepteerd, moet het onderwerp worden geanalyseerd. Een voorbeeld is het feit dat sommige ruimtes in het ontwerp niet voldoende daglicht krijgen. Dit is de definitie van het probleem (stap 3). Om dit probleem op te lossen, moeten ideeën worden gegenereerd. Ideeën zoals het gebruik van kunstlicht, het aanbrengen van grotere ramen of het gebruik van reflecterende materialen. Sommige van deze ideeën kunnen worden geselecteerd, zoals het gebruik van kunstlichten en het ontwerpen van grotere ramen. Het gebruik van reflecterende materialen is daarbij geen optie, wat betekent dat dit idee niet als geïmplementeerd wordt beschouwd. Bij het beoordelen van de geselecteerde ideeën is bijvoorbeeld geconcludeerd dat grotere vensters structureel niet mogelijk zijn. Als het resterende idee nog steeds na de beoordeling staat, zal deze in het ontwerp worden 'geïmplementeerd'. In de evaluatie moet worden geconcludeerd of het eerder beschreven probleem al dan niet is opgelost en of het resultaat al dan niet acceptabel is. Het betekent dat het project eigenlijk steeds een terugkerende zoektocht is naar het beste ontwerp met de meest geschikte materialen.

De analysefase kan in twee aspecten worden verdeeld; feitelijk en controversieel. De analyse met betrekking tot licht is meer feitelijk en de analyse met betrekking tot het ontwerp is meer controversieel. Een punt van aandacht is om te bepalen of er al dan niet betere ideeën zijn dan de (tevreden) ideeën die al zijn gegenereerd. In sommige gevallen is het vrij duidelijk wanneer er geen ideeën meer zijn om te genereren. Bij het maken van ideeën om meer licht in het ontwerp te krijgen, is het heel moeilijk om te weten wanneer je als ontwerper moet zeggen: "Er zijn geen ideeën meer om het probleem op te lossen dan de ideeën die er al zijn". Niet alleen voor licht, maar ook voor andere aspecten geldt dit.



2. Ontwerpproces

In dit hoofdstuk is het ontwerpproces samengevat in de vorm van onderzoeken en varianten, evenals de inspiratie die heeft geleid tot de verschillende schetsontwerpen.



Onderzoeken

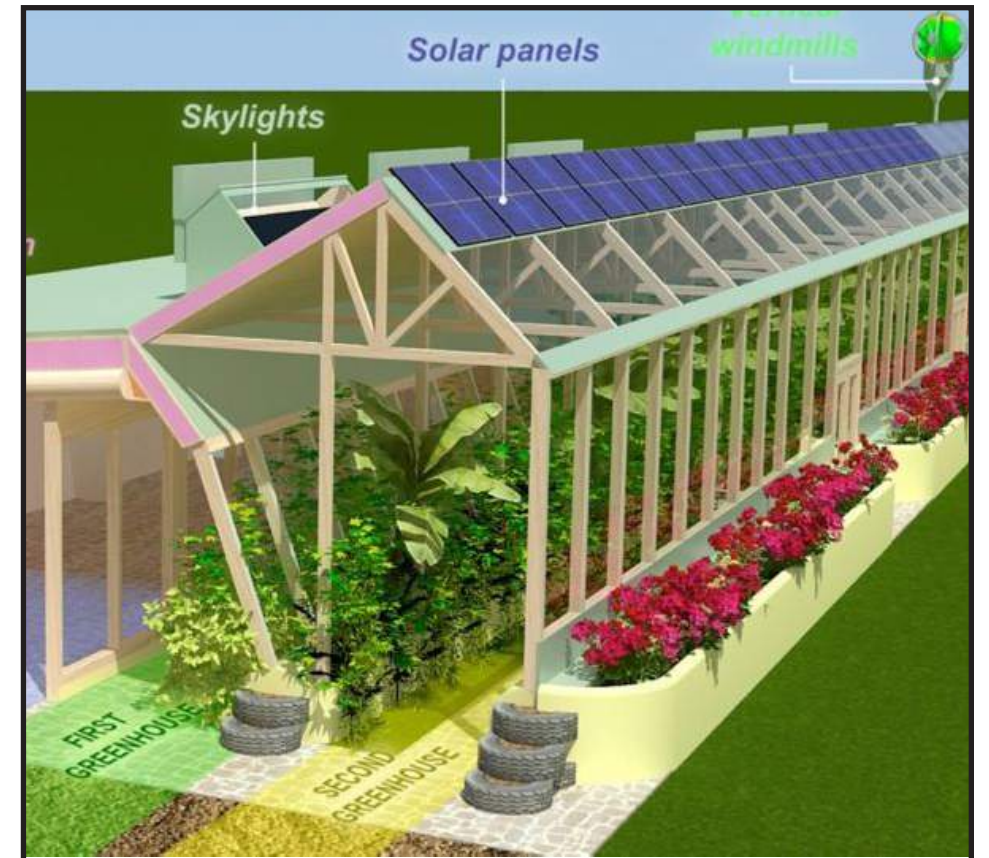
-LOCATIE

-FUNCTIE

-INSTALLATIELOOS BOUWEN

-ECOLOGIE

-EARTHSHIPS



Locatie

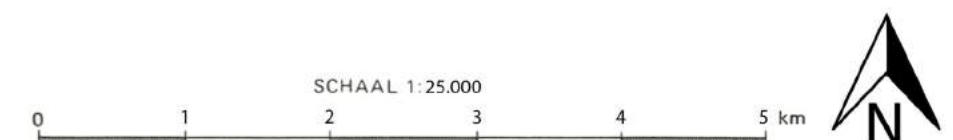
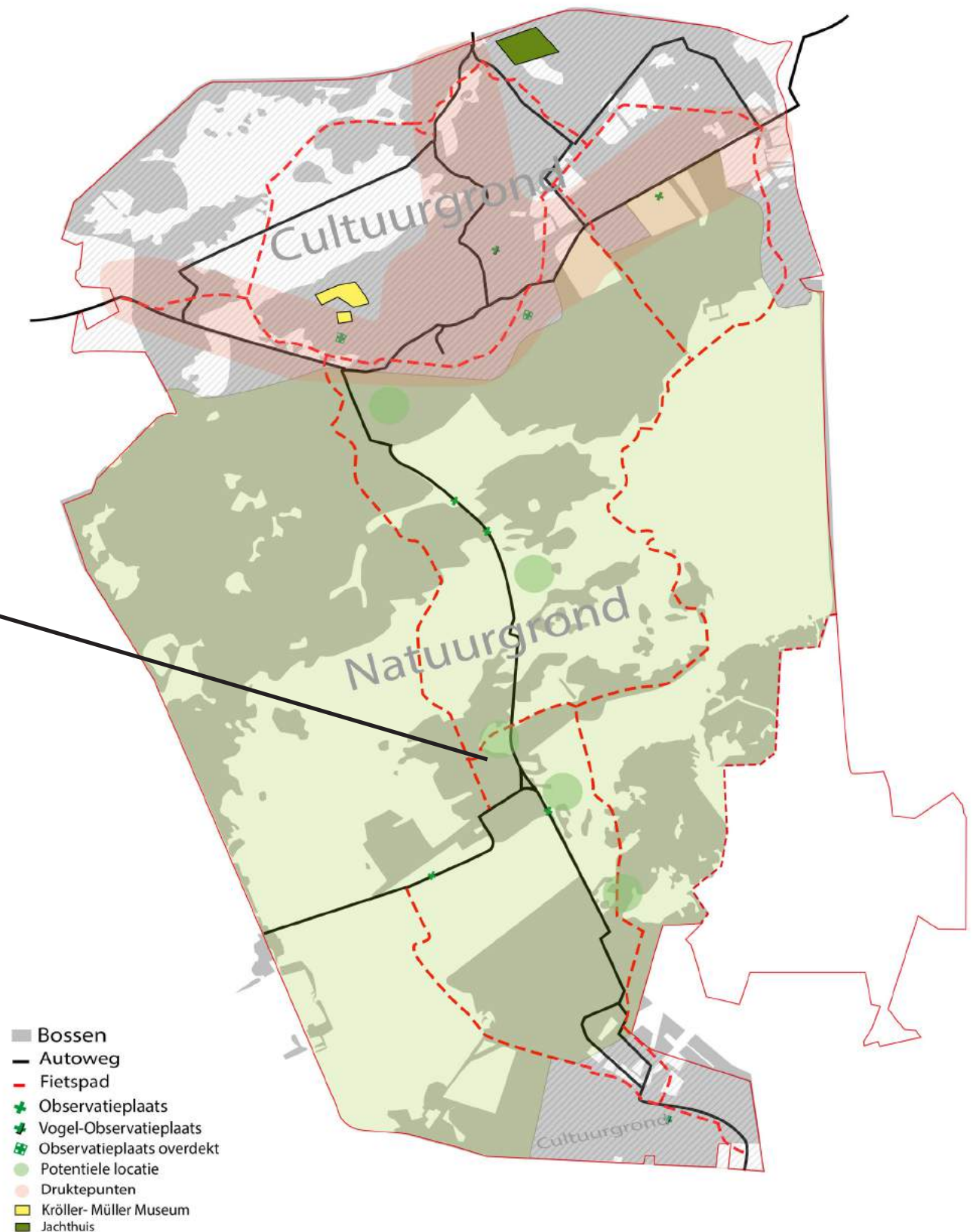
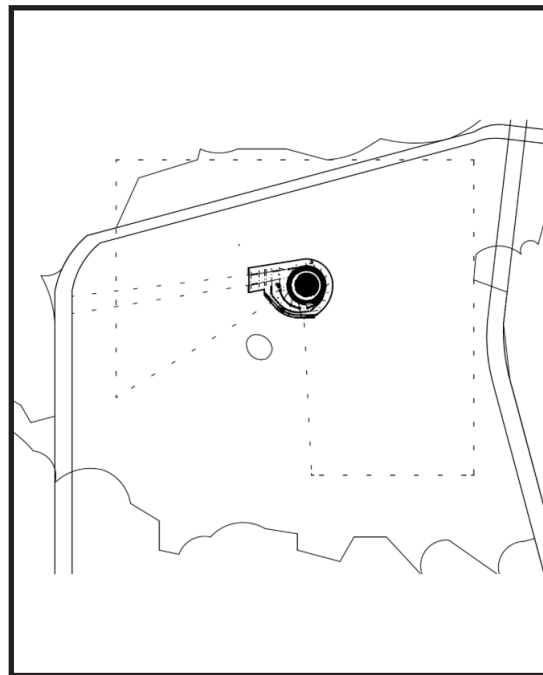
De locatie is gekozen aan de hand van een locatiebezoek en de volgende eisen:

- Goed bereikbaar (langs een weg of pad), zodat er geen extra wegen aangelegd dienen te worden, die de natuur doorbreken.
- Niet in een te grote open vlakte, zodat het ontwerp kan integreren in de omliggende begroeiing.
- Een plek groot genoeg om te bouwen zonder de natuur te moeten aantasten of afbreken.
- Op een plek waar verschillende landschapstypen bijeenkomen, zodat er diversiteit is in het observeren van de natuur.
- Vlak bij de leefomgeving van het lokale wild.

Aan de hand van het locatiebezoek en de gestelde eisen zijn er meerdere potentiële locaties aangegeven, deze zijn te zien in 'afbeelding: Totaalkaart De Hoge Veluwe'.

Het volledige locatieonderzoek is te vinden in bijlage: IV 'Gebiedsonderzoek'.

Uit deze potentiële locaties is een afweging gemaakt voor een juiste locatie voor het eindontwerp die voldoet aan de bovengenoemde eisen. De locatie zoals te zien in onderstaande foto is gekozen.



AFBEELDING: 'Totaal kaart De Hoge Veluwe'
[Eigen werk, 2018]

Functie

Een observatiepost zorgt ervoor dat men de natuur vanuit eigen ogen kan beschouwen. Zo kan de aangereikte informatie over de natuur gekoppeld worden aan een echte situatie, waardoor het belang van de natuur sneller wordt begrepen. Zo kan men zien wat voor invloed de natuur op het wild heeft, waardoor ook duidelijk wordt wat voor invloed de natuur op de mens kan hebben. Een observatiepost is wat betreft de functie dus perfect te koppelen aan de ambitie om de mens bewust te maken van het belang van de natuur.

In het Nationaal Park zijn meerdere observatieposten te vinden. Al deze posten zijn eenvoudige staanplaatsen voor de auto. Er zijn enkele overdekte posten. Deze zijn opgebouwd uit een houten constructie. De wand is bijna in zijn geheel dicht getimmerd, zodat het wild niet afschrikt van onverwachte bewegingen van de bezoekers.

Dit heeft ermee te maken dat de bezoekers op gelijke hoogte met het wild staan. In het afstudeerontwerp is de ambitie om het wild vanuit verschillende oogpunten te zien. Zo is het van belang dat er ook de lucht in kan worden gegaan.

Om mensen bewust te maken van de belangen van de natuur zijn educatie en voorlichting belangrijke speerpunten bij het ontwikkelen van het project. Ook is dit een aanvulling op de functie als wild-observatorium. Zonder informatie is er niks dat aan een echte situatie gekoppeld kan worden, waardoor er geen bewustwording plaatsvindt. Het is daarom essentieel dat het ontwerp ook een educatieve functie krijgt. In het deel van het educatiecentrum zijn informatiefolders en educatiemiddelen te vinden over het onderwerp natuur en wat specifiek gericht op de lokale flora en fauna van het Park De Hoge Veluwe. Ook is er informatie over de duurzame werking van het gebouw te vinden.

Om ervoor te zorgen dat het gebouw bezoekers bij elkaar brengt, waardoor de bezoekers kennis met elkaar delen, krijgt het gebouw ook een bijeenkomstfunctie. Deze functie zou ervoor moeten zorgen dat bezoekers van het Park het gebouw willen bezoeken. De bijeenkomstfunctie die hierbij het beste aansluit, is een educatief-centrum waar kinderen en volwassenen op interactieve manier over de natuur leren. Ook sluit dit goed aan bij de ambitie om de mens bewust te maken van de belangen van de natuur. De interactieve activiteiten voor jong en oud door middel van spellen, boeken, tijdschriften en speurtochten.

De functie als observatiecentrum is dus als hoofdfunctie gekozen, omdat de bewustwording van het belang van de natuur en het respecteren van de natuur bovenaan staan. Daarnaast krijgt het ontwerp de functie als educatiecentrum om informatie aan te reiken wat als onderlegger dient voor de bewustwording van het belang van de natuur. Deze informatie kan gekoppeld worden aan een situatie die men met eigen ogen ziet. Deze functie zorgt ervoor dat mensen bij elkaar komen en de opgedane wijsheid met elkaar delen. Ook geeft het dit gebouw een bijeenkomstfunctie waardoor bezoekers tot het gebouw aangetrokken worden. Tegelijkertijd vult het de ambitie aan, om mensen te scholen.

Het volledige functieonderzoek is te vinden in bijlage IV: 'Gebiedsonderzoek'.



Ecologie

De gemiddelde Nederlander brengt 85 tot 90% van zijn tijd binnen door. Een goed binnenmilieu is van groot belang voor de gezondheid. Een ecologisch huis is een goed voorbeeld van een gebouw met een goed binnenmilieu. Ecologische architectuur is een manier van bouwen waarbij gedurende het hele proces van bouwen, winning, gebruik en sloop de ecologische effecten voorop staan. Dus de materialen zelf, de winning ervan en het energieverbruik kunnen worden hergebruikt of afbreekbaar zijn.

Ecologisch bouwen is het bouwen van een gezond gebouw in een gezonde leefomgeving. Enkele begrippen die hierbij passen zijn duurzaamheid, energiezuinigheid en materiaalkringloop. Ook kan er gedacht worden aan een gunstige situering van gebouwen ten opzichte van de zon, het gebruik van zonnepanelen, hout, leem, baksteen, groendaken, warmtepompen. De voordelen van ecologisch bouwen zijn dat (1) het milieu minder belast wordt, (2) gebruikte bouwmaterialen een langere levensduur hebben en (3) het energie bespaart.

Bij ecologisch bouwen staan de ecologische effecten constant voorop gedurende het hele proces. Een betere vorm van ecologisch bouwen is bio-ecologisch bouwen. Het doel hiervan is te komen tot een gezonde geest in een gezond lichaam in een gezond huis in een gezonde leefomgeving. (Livios, z.j.)

Bio-ecologisch bouwen bestaat uit vier factoren: materialen, energie, water en ruimte.

Bij de materialen gebruikt men onuitputtelijke natuurlijke grondstoffen. Ze belasten het milieu zo min mogelijk. Voor water en energie geldt; zo veel mogelijk besparen. Maak gebruik van regenwater, kleinschalige waterzuivering, doorgedreven ventilatie en isolatie. Aandacht voor het milieu komt ook naar voren in het ruimtegebruik. De ligging van het gebouw is van groot belang.

Een ecologisch gebouw heeft vaak compacte, natuurlijke vormen en maakt optimaal gebruik van zon, wind, licht, lucht, water en aarde.

Dit zijn uitgangspunten die in het afstudeerontwerp volledig worden toegepast. Deze uitgangspunten passen ook bij het concept van Aardhuizen.

Installatieloos

bouwen

Bij het installatieloos bouwen is er onderzoek gedaan naar de volgende factoren:

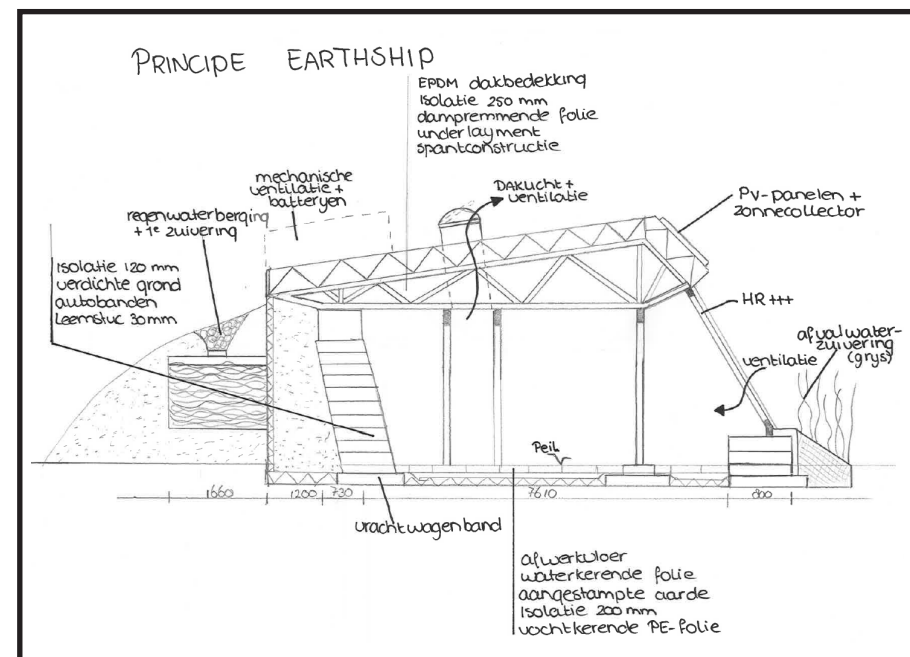
- Wind- en zonne-energie
- Waterwinning
- Thermische zonne-energie verwarming en koeling
- Gecontroleerd rioolwaterzuiveringssysteem

Om installatieloos te bouwen dient het gebouw dus in een bepaalde vorm, oriëntatie en met bepaalde aspecten te worden gebouwd. Zo dient er natuurlijke ventilatie te zijn. Zo kan er ook door middel van natuurlijke trek warmte door het gebouw geleid worden. Zie ook hoofdstuk 2: 'Solar zonne-warming en koeling'. In dat hoofdstuk wordt er uitgelegd hoe dit in het afstudeerontwerp is toegepast.

Het volledige onderzoek van installatieloos bouwen is te vinden in bijlage VII 'Installatieloos bouwen-onderzoek'.

EARTHSHIP

Al snel is er onderzoek gedaan naar het earthship principe. In deze paragraaf wordt de werking en het doel van een earthship uitgelegd. Een earthship sluit aan op het installatieloos bouwen en is een goede onderlegger geweest voor het ontwerpen van het afstudeerontwerp.



Een Earthship is een duurzaam en ecologisch gebouwd huis dat volledig onafhankelijk is van energie- en watervoorzieningen van buitenaf. Het is geheel zelfvoorzienend, waardoor de impact van de mens op de aarde behoorlijk wordt verminderd. Een Earthship wordt opgebouwd uit duurzame materialen en afvalmaterialen zoals autobanden, blikjes, flessen en andere gebruikte en afgedankte bouwmaterialen. Voor het afstudeerproject gaat de voorkeur uit naar ecologische en daarbij lokale materialen.

Om energie op te wekken, wordt er gebruik gemaakt van duurzame energiebronnen zoals zonnepanelen, windmolens en andere ingeburgerde 'alternatieve' energiebronnen. Voor het afstudeerproject wordt er gezocht naar 'alternatieve' energiebronnen die voldoen aan de ambitie om lokale materialen te gebruiken. Overschot van energie kan worden afgedragen aan een energiebedrijf. Zo kan het opwekken van eigen energie een positieve bijdragen hebben.

Menselijke afvalstoffen worden op een biologische en hygiënische wijze verwerkt. Hierdoor is aansluiting op de riolering niet nodig.

Het concept van een Earthship richt zich kort op:

- De autonomie van de bewoners en daarbij dus de eisen die nodig zijn om het gebouw comfortabel te maken voor de bewoners.
- Het goedkoop realiseren van een woning in een woestijnklimaat
- Het toepassen van duurzame technologie.
- Het hergebruik van afgedankte producten.

De manier waarop het concept in het afstudeerontwerp kan worden toegepast is:

-De functie van het afstudeerontwerp is geen woning maar een educatie/observatiecentrum, waardoor de eisen wat betreft de autonomie van de bewoners of in dit geval bezoekers minder streng zijn. De ruimte dient tijdens de openingstijden van Het Nationaal Park De Hoge Veluwe comfortabel te zijn. Indien kunnen er uitzonderingen gemaakt worden voor de herfst en de winter. Bijvoorbeeld dat het niet erg is als de bezoekers in deze jaargetijden hun jas aan moeten houden.

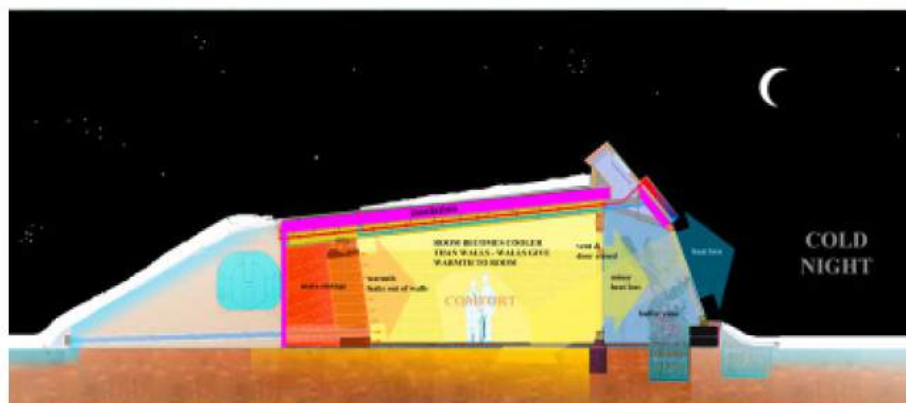
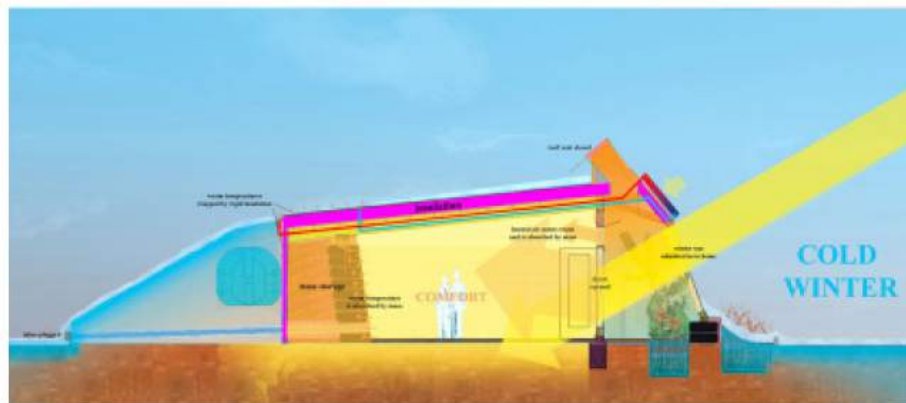
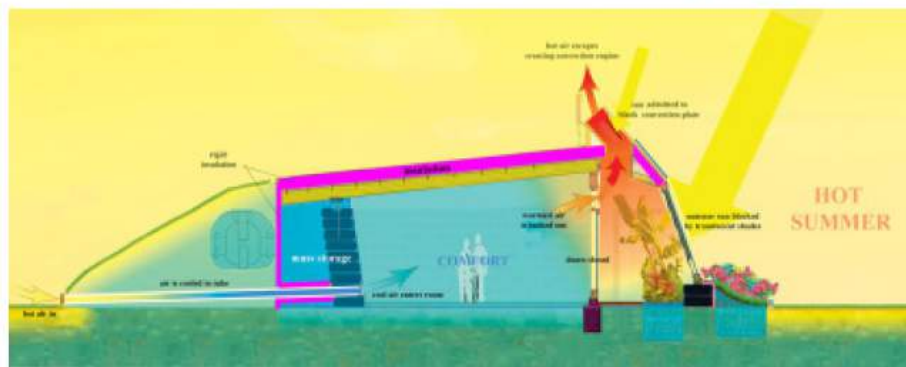
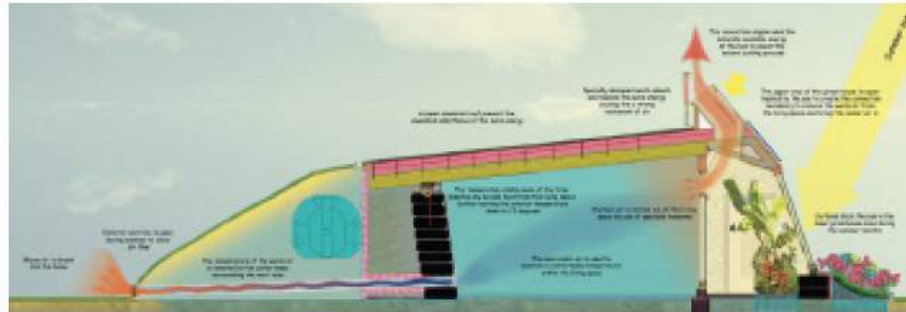
-Het toepassen van duurzame technologie is bij het afstudeerontwerp een belangrijk punt. Er wordt gestreefd naar een zoveel mogelijk installatieloos gebouw. Wanneer dit niet haalbaar is, worden er duurzame installaties toegepast, zoals bij het concept van Earthships. Echter worden deze technologieën aangepast aan het Nederlandse klimaat. Dit brengt het onderzoek meer richting de Nederlandse vorm van een Earthship, genaamd Aardhuizen.

-Wat betreft het concept van hergebruik van afgedankte producten wordt er gestreefd naar een ontwerp dat volledig is opgebouwd uit lokale ecologisch verantwoorde materialen. Voor toepassingen waarbij deze materialen uit de omgeving niet voldoen, worden biobased of afgedankte materialen gebruikt.

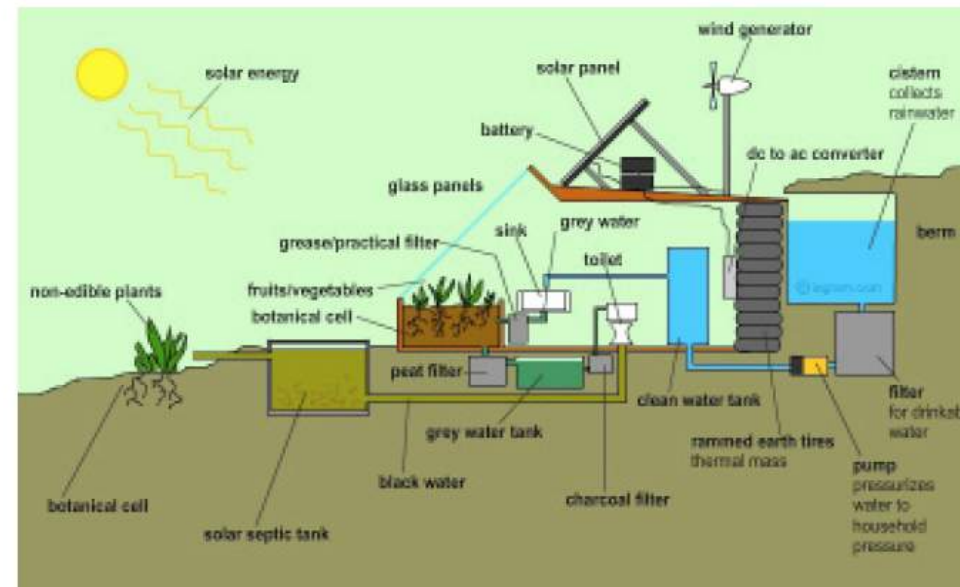
Het volledige onderzoek naar earthships is te vinden in bijlage: V' Ecologisch bouwen- onderzoek'.

6 LEVENSBEOEFTES VERWERKT IN HET GEBOUW

- Wind- en zonne-energie
- Voedsel productie
- Bouwen met natuurlijke en gerecyclede materialen
- Water winning
- Thermische zonneenergie verwarming en koeling
- Gecontroleerd rioolwateringssysteem zuivering



Earthships



VOORDELEN VAN EARTHSHIP:

- Installatieloos bouwen (niet aangesloten op NUTS voorzieningen)
- Optimale energie uit de natuur halen (zon en wind)
- Zorgt voor de 6 levensbehoeftes
- Ecologische materialen en onbewerkte afvalmaterialen
- Alles wordt benut (circulaire doorstroom; bv van het water en uitwerpselen)
- Het gebouw ademt wanneer damp open uitgevoerd.

EARTHSHIP NADER TE ONDERZOEKEN:

- Vast aan ruimtelijke indeling -> vormstudie passend in de omgeving
- Zonnepanelen -> variant op zoeken
- Zonder beton de grond in.
- onbewerkte afvalmaterialen zo veel mogelijk vervangen door materialen uit de omgeving; autobanden door houten waterkeerwand, blikjes door zonsteen.



BERM:

Dient als isolatielaag boven de watertank. Het water en een zijde van het gebouw worden zo op temperatuur gehouden.

MASSSTORAGE:

Dient als thermische massa. Overdag neemt het de warmte van de zon op en 's nachts straalt deze massa de warmte af aan de ruimte. Vaak wordt dit uitgevoerd in beton of als autobanden gevuld met aange-stampde aarde. Dit zijn geen ecologische materialen en er dient daarom een alternatief gezocht te worden. Denk hierbij aan houten water keer-wanden met aangestampde aarde (met bijvoorbeeld stenenbrokstukken).

WATERCIRCULATIE (WATERTANK):

De watertank slaat het opgevangen regenwater op (via het dak). Vervol-gens wordt dit water gefilterd tot drinkwater. Het drinkwater wordt in de wasbak opgevangen en doorgestuurd naar de kassen om de plantjes water te geven. Het water dat de planten niet opdrinken, wordt dan weer opgevangen en gefilterd om het toilet mee door te spoelen. Alles wat door het toilet wordt gespoeld, wordt weer opgeslagen in een septic tank en gebruikt om de planten buiten mee te voeden.

ZONNEPANELEN EN WIND GENERATOR:

Dit zorgt voor het opwekken van stroom. Het observatiecentrum heeft alleen energie nodig voor bijvoorbeeld het filteren van water. Zonne-panels kunnen niet uitgevoerd worden in natuurlijke materialen en dienen daarom vermeden te worden.

SECOND GREENHOUSE & FIRST GREENHOUSE:

Dit zorgt ervoor dat de warmte van de zon optimaal wordt benut. Ook werkt het deels als zonnewering. De groenten en het fruit die verbouwt worden in het greenhouse zorgen voor 1 van de 6 basisbehoeften.

VENTILATIE:

Dit gebeurt door een ventilatiebuis te plaatsen aan de onderkant van het gebouw en in het dak van het gebouw. De warme lucht stijgt op en verdwijnt door het dak, het trekt de koude lucht die door de onderkant van het gebouw binnen kan komen aan en zo wordt de comfort zone gekoeld.

DAK:

Het dak dient heel goed geïsoleerd te zijn zodat de warmte niet op een andere manier dan de kassen het gebouw binnen kan dringen. Ook heeft het dak een wateropvangende functie. Er schijnen plantsoorten te bestaan die water al goed zuiveren. Een vegetatiedak is daarom ook niet uitgesloten. In het dak zitten daglichten in het deel van het first greenhouse die zorgen dat er licht geleidelijk door de rest van de ruimte verspreidt.

Inspiratie



Bovenin zijn drie afbeeldingen te zien die als inspiratie hebben gediend voor de architectuur van het onder de grond bouwen.



Bovenin staan inspiratie afbeeldingen voor het binnenbrengen van de natuur in een gebouw, of terwijl een binnentuin.

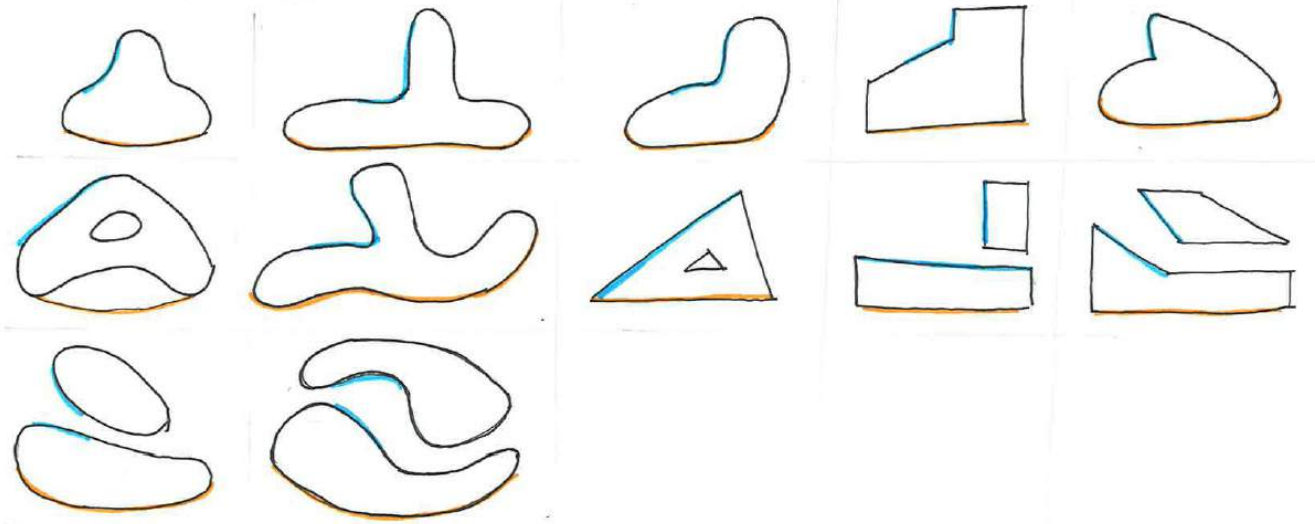
Rechts staat een inspiratie afbeelding voor de lamellen die directe zonnewarmte in de zomer buiten houden.



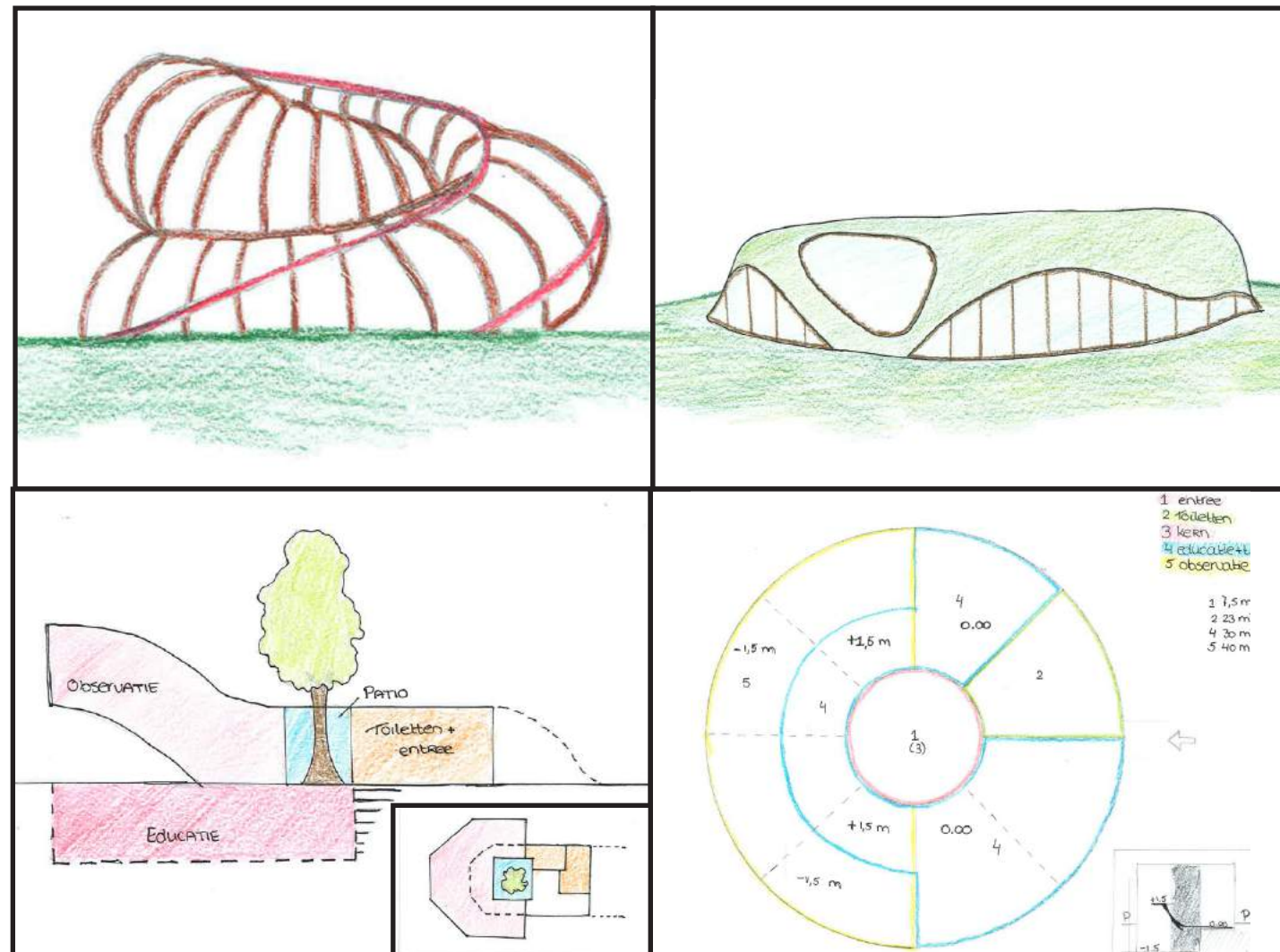
Bovenin staan inspiratie afbeeldingen voor het ontwerpen van een uitkijktoren midden in de natuur. Het spiraal is een grote inspiratiebron geweest, met name ook omdat dit eenvoudig rolstoelvriendelijk uit te voeren is en het bij de vorm van het ontwerp past.

Varianten

VORMEN STUDIE

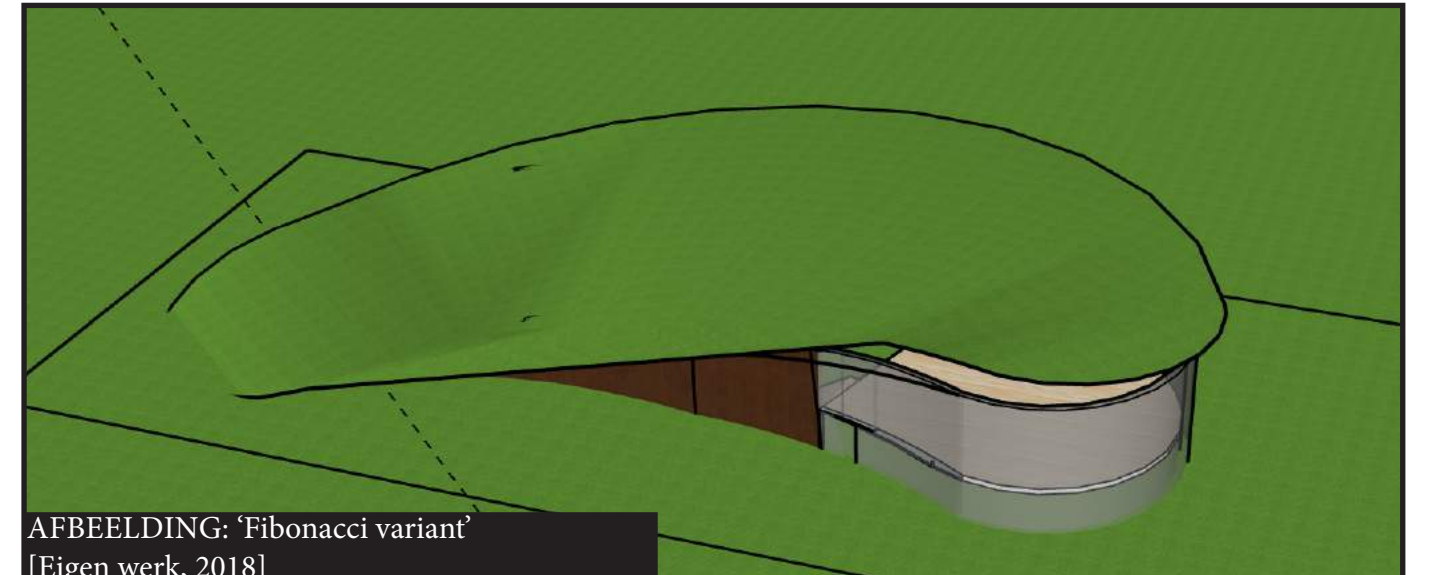


SCHETSEN VARIANTEN STUDIES



KIDNEY BEAN VARIANT

In dit ontwerp is uitgegaan van een glooiende vorm die vloeiend vanuit de grond omhoog 'gevormd' wordt. Hierbij is rekening gehouden met hoogteverschillen binnen het gebouw; de bovengeschikte functie (observatieruimte en deels educatieruimte) zijn boven het maaiveld gesitueerd om een ruimtelijk gevoel te creëren. De nevenschikte functies (sanitaire ruimten, installatieruimten etc.) zijn juist beneden maaiveld gesitueerd. Niet alleen omdat dit minder belangrijke functies zijn, maar deze indeling is ook zo gemaakt waarbij gekeken werd naar daglichteisen. Het dak van het gebouw krijgt een dubbele functie; het dient als vegetatiedak en ook als beloopbaar gedeelte van de observatie functie.

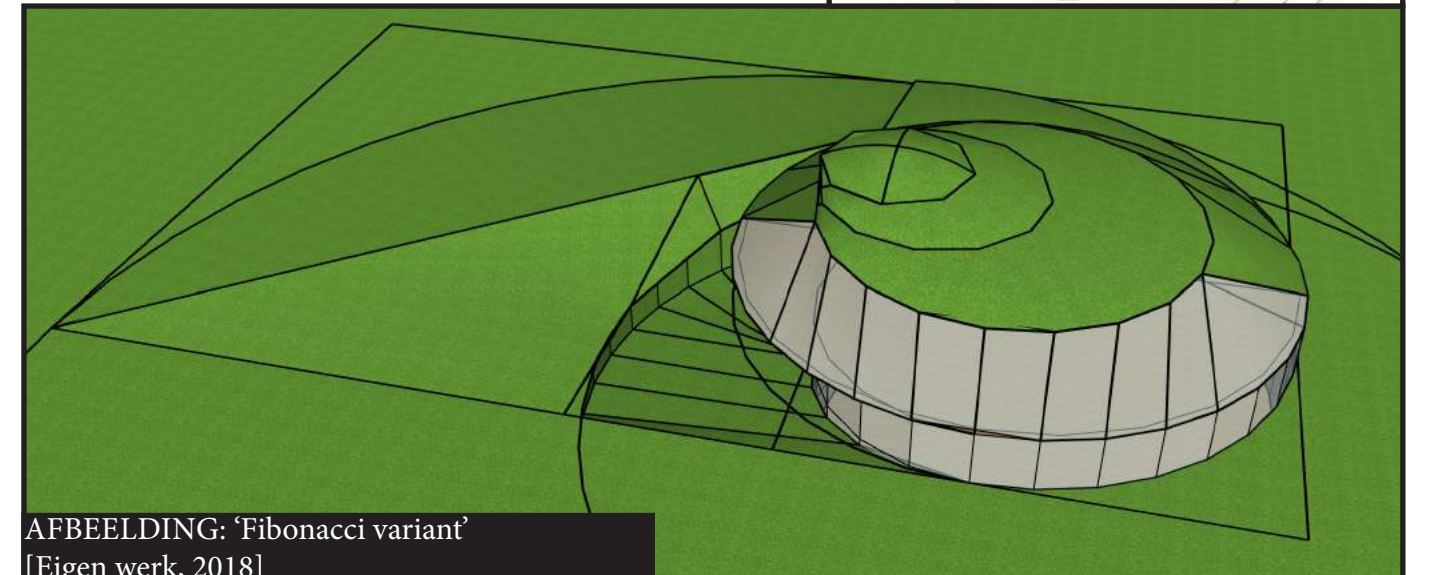
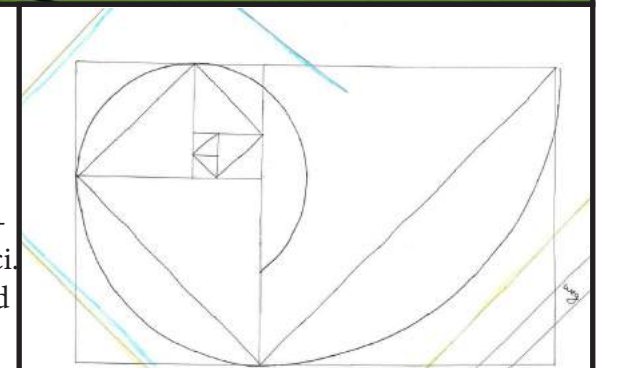


AFBEELDING: 'Fibonacci variant'

[Eigen werk, 2018]

FIBONACCI VARIANT

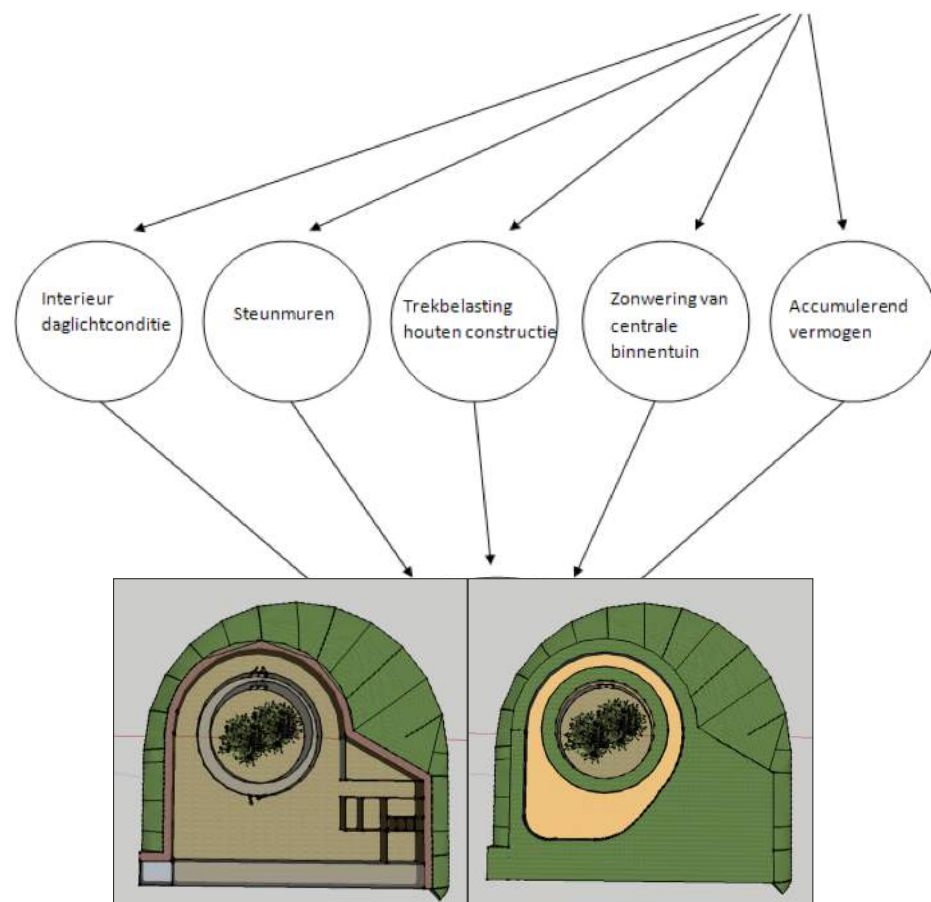
De ontwerpeisen zijn bij dit ontwerp hetzelfde als bij die van de 'KIDNEY BEAN' variant. De ontwerpen lijken met deze reden aardig op elkaar. Het grootste verschil is dat er bij de variant 'FIBONACCI' rekening is gehouden met het natuurlijke maatverhouding-systeem van (de titel zegt het al) Fibonacci. De looproute evenals de plattegrond en hoogtes zijn gebaseerd op het maatsysteem.



AFBEELDING: 'Fibonacci variant'

[Eigen werk, 2018]

Transformatie



In de afbeelding links zijn enkele schetsontwerpen te zien. Een overzicht van alle schetsontwerpen zijn in bijlage XXI 'Schetsontwerpen' te vinden. De gekozen ontwerpen zijn nog geïmplementeerd. Normaal is dat niet gebruikelijk, maar de ontwerpen bevatten allemaal iets unieks, waardoor het beter is om deze te combineren. In onderstaande figuur is een schematische weergave te zien van de schetsfase tot aan het definitief kiezen van een ontwerp.

Feedback op het definitief gekozen ontwerp (zoals te zien in de afbeelding links onderaan):

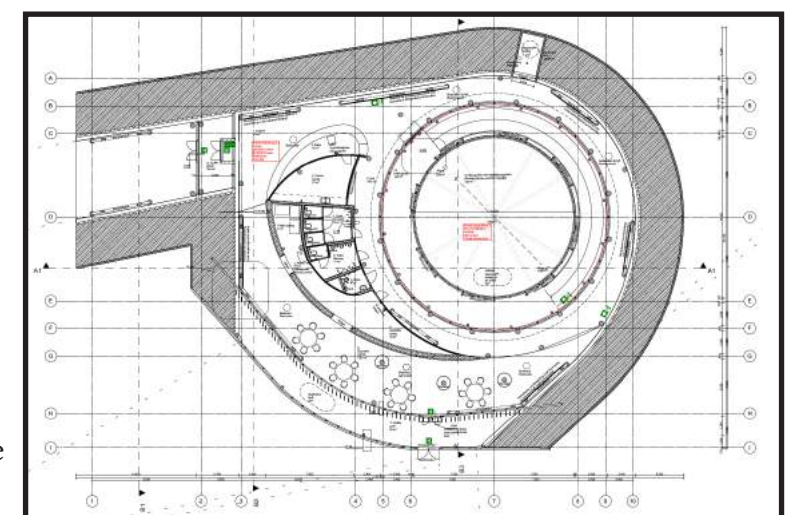
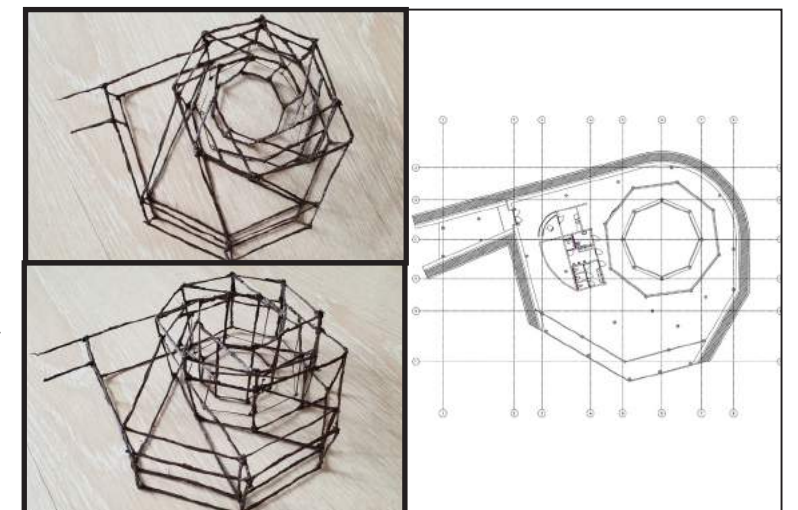
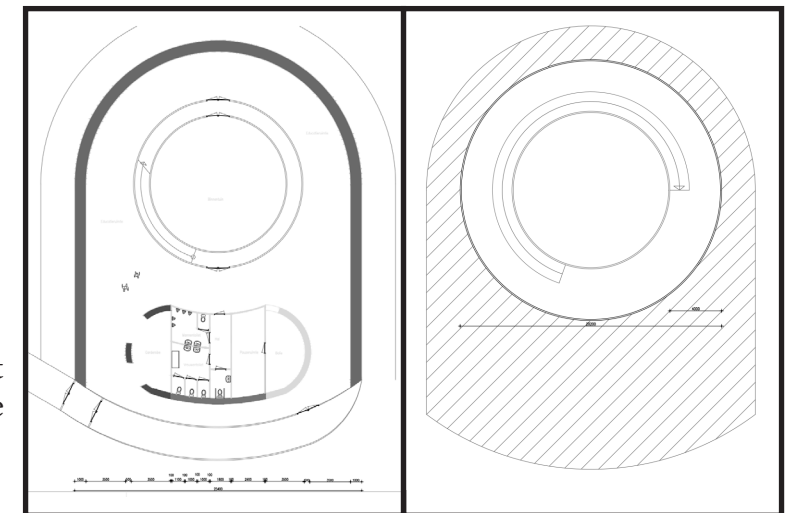
- De sanitaire ruimtes zijn er nu zomaar aangeplakt, zet die als een object in een ruimte en maak daar een organische vorm van.
- De hellingen kunnen ook over bijvoorbeeld 50 meter aflopen (dan verdwijnt bijna het hele gebouw in de omgeving).
- De U vorm in het ontwerp is heel puur.
- De observatie hoeft niet buiten te zijn, je kunt dit ook binnen houden en er een spel van maken door met open en dichte delen in de wand te spelen.

Het ontwerp, zoals rechts in de foto's te zien, is het ontwerp zoals dat is gepresenteerd in week 8, tijdens de tussentijdse presentaties. In dit ontwerp is er nog geen rekening gehouden met het definitieve vlekkenplan (zoals te zien op de rechterpagina). Wel is het ontwerp al geïnspireerd op de installatieloos bouwen principes van een earthship. Het solar warmte en koelen principe door middel van een bufferruimte en natuurlijke trek is al meegenomen in dit ontwerp. Ook dient de binnentuin in dit ontwerp niet alleen voor het binnenbrengen van de natuur, maar als een tweede bufferruimte die tegelijkertijd dient als helling naar de observatiepost.

Dit ontwerp is ontstaan na de verwerking van het feedback van de tussentijdse presentatie. De belangrijkste punten van deze feedback waren:

- Hoe kan de constructie gerealiseerd en geïntegreerd worden in het ontwerp?
 - Is het mogelijk de entree te verleggen zodat de bezoekers niet meer door een warme bufferruimte hoeven om binnen te komen?
 - Maak de installatie een nog meer zichtbaar ontwerp --> De installatie principes zijn in een vlekkenplan weergegeven.
- Deze punten van feedback zijn in het model rechts verwerkt.

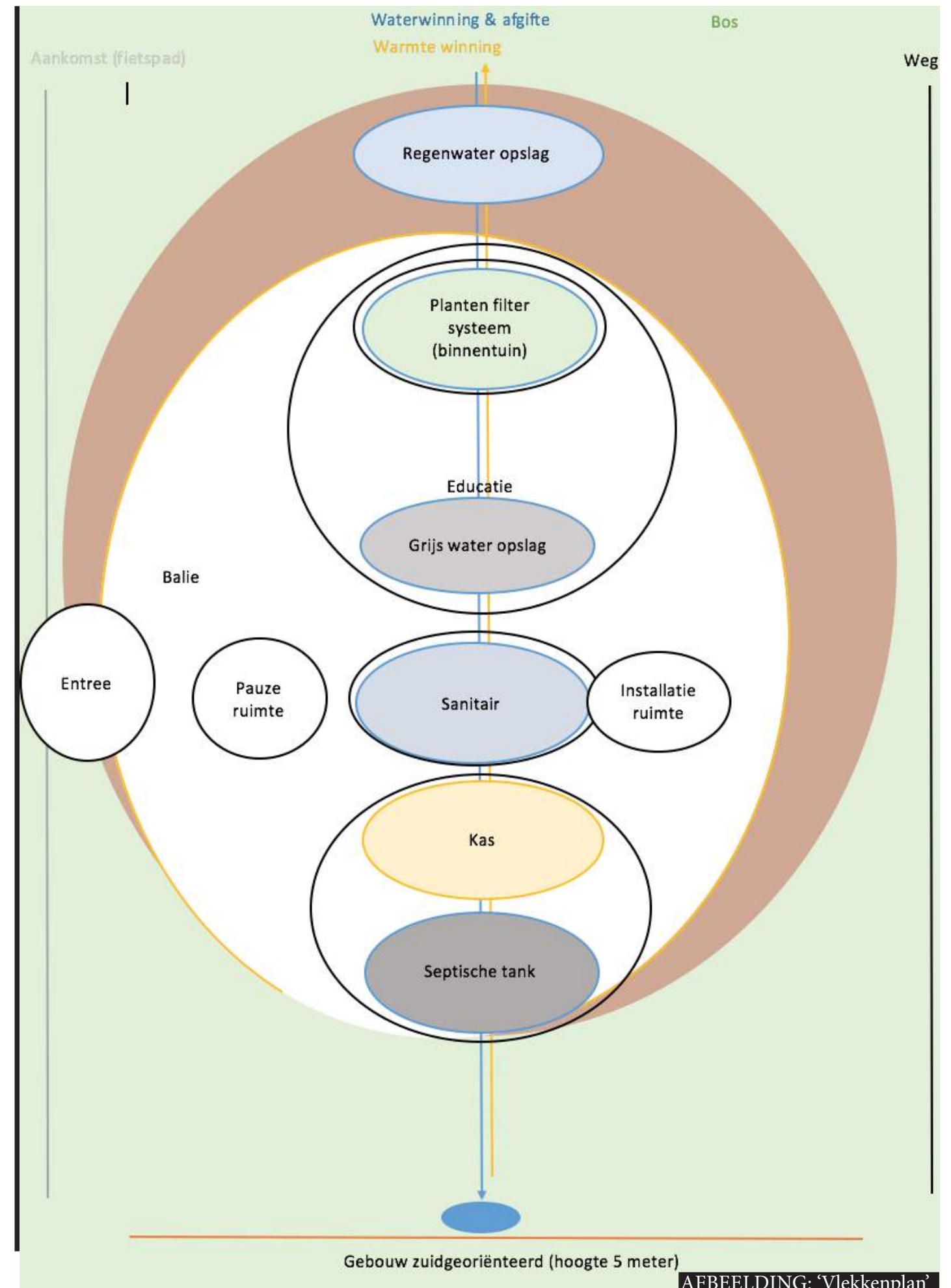
Een groot aandachtspunt was de hoekigheid van het vorige model. In het definitief model is alles zo organisch mogelijk gemaakt. De constructie van het ontwerp is aangepast om de ronde vormen terug te brengen in het ontwerp. Ook mochten de binnenruimtes iets vloeiender. De entree was goed opgelost op deze manier en die is dus ook zo gebleven. De observatie was maar 1 verdieping hoog, wat ervoor zorgt dat het zicht niet veel anders is van wanneer je op het dak staat. In het definitieve ontwerp steekt de observatieruimte met 5,5m boven het dak uit. Wat zorgt voor een totale hoogte van 10,5 meter.



Een overzicht van alle schetsontwerpen zijn in bijlage XXIII: 'Schetsontwerpen' te vinden

Verkort PVE

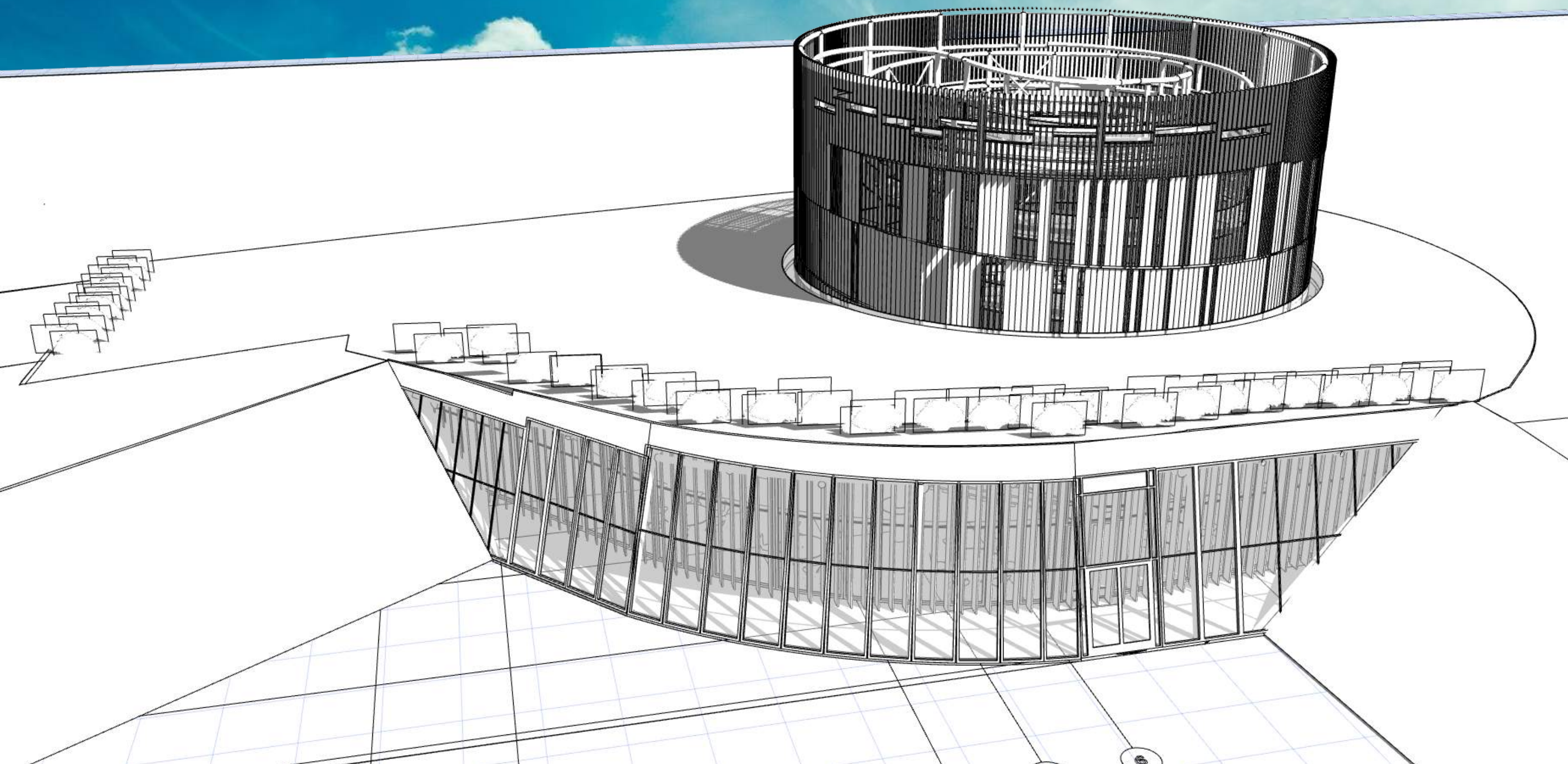
Doel:	Duurzaamheid in de vorm van natuurbehoud Natuur respecteren
Visie:	Mensen bewust te maken van de belangen van de natuur Mensen bij elkaar te brengen
Functie:	Observatiepost, Educatiecentrum & informatiecentrum voor jong en oud
Kernbegrippen:	Duurzaamheid Ecologisch Integratie in de natuur
Duurzaamheid	Circulaire economie, Cradle to cradle (optioneel wanneer bepaalde materialen niet alleen vanuit het park gerealiseerd kunnen worden)
Ecologisch:	-De Hoge Veluwe wordt beschouwd als 'de hele wereld', het gebied waarbinnen alles verwezenlijkt moet kunnen worden. -De materialen worden uit de omgeving gehaald. (Zover dit mogelijk is, 60 tot 70% lokale materialen wordt nagestreefd). -Het gebouw is zelfvoorzienend (alle energie en water die worden gebruikt worden teruggewonnen). -De natuur wordt niet tot weinig aangetast; wanneer bomen worden gekapt voor hout, worden er bomen voor in de plaats geplant.
Integratie:	-Vormen, structuren en kleuren uit de omgevingen worden gebruikt als inspiratie. -Geen scheiding tussen binnen en buiten. (De mens moet zich omringt voelen door de natuur).
Arch. Concepten:	Openheid ← observatiepost Binnen buiten ← Integratie Eenheid ← Integratie
Eisen:	Kindvriendelijk, Rolstoelvriendelijk
Aantal bezoekers:	60 max (2 klassen)
Ruimtes:	Overige ruimtes → Entree, balie, pauzeruimte, installatieruimte, toiletten MIVA Educatieruimte → informatie doeken, tafels en zitplekken, Observatieruimte → staplekken
Grens:	Het Nationaal Park De Hoge Veluwe (Het natuurpark) In het functieonderzoek wordt er een definitieve locatie gekozen. Het PVE is te vinden in bijlage: VIII: 'PVE'



AFBEELDING: 'Vlekkenplan'

3. Het ontwerp

In dit hoofdstuk wordt het ontwerp beschreven.



ALGEMEEN

Het definitieve ontwerp kenmerkt zich door zijn gewelfde vormen die deel uitmaken van de constructie. De bovenste verdieping bevindt zich op 10.5 meter boven het grondoppervlak, wat betekent dat de lagere verdieping bedekt is door grond. De bovenste en de onderste verdieping worden afzonderlijk beschreven.

BENEDENVERDIEPING (BEGANE GROND)

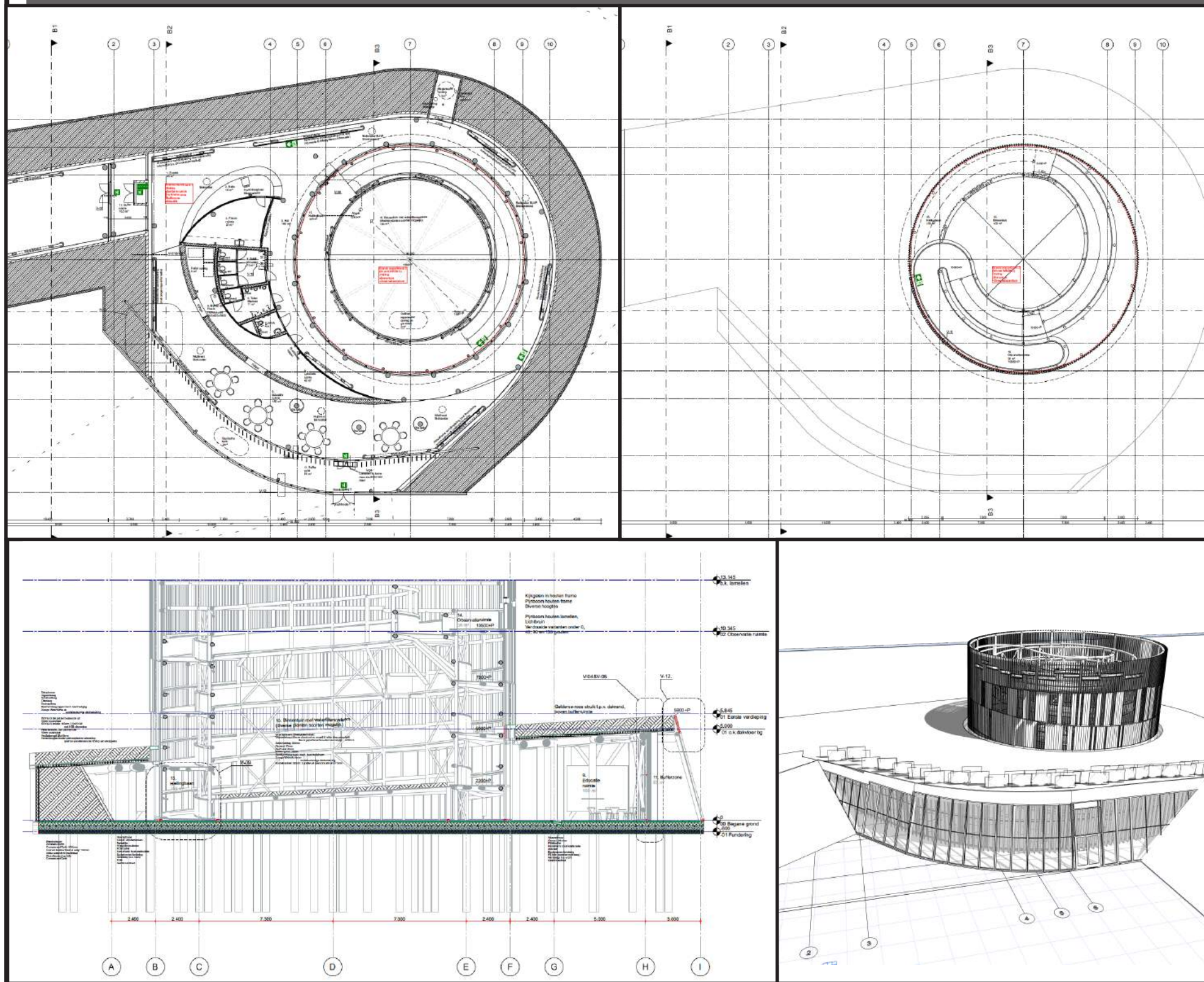
De benedenverdieping is uitgerust met een hoofdingang en een deur naar de kas aan de zuidzijde van het ontwerp. De hoofdingang bevindt zich aan de westzijde van het ontwerp, waar ook de hellende berg als tunnel zich bevindt. Bij het uitwerken van het ontwerp lijkt de rest van het gebouw als een mysterie, omdat er geen ruimtes direct zichtbaar zijn. Door middel van de grote raampartijen aan de zuidzijde is de educatieruimte wel zichtbaar. Midden in de binnentuin bevindt zich de helling die naar de bovenverdieping leidt. Na binnenkomst wordt men direct geleid naar de balie, waarnaast zich de sanitaire ruimten en pauzeruimtes van het personeel zich bevindt, deze ruimten zijn allen verborgen in een complexe vorm. De toiletruimten en pauzeruimte bevinden zich dicht bij elkaar, om de lengte van de leidingen te verminderen. Hiernaast bevindt zich ook de technische ruimte. De binnentuin is wat hoger gelegen, zodat de werking van het waterfiltersysteem in zicht gebracht kan worden. Het is moeilijk om door een raam naar de buitenlucht te kijken. In dit geval zijn het kijkgaten. Ten slotte is er een nooduitgang op de benedenverdieping bij de kas. De deur maakt deel uit van de transparante gevel.

BOVENVERDIEPING

Er is geen ruimte voor auto's of fietsen geïmplementeerd, omdat er te veel ruimte voor nodig is. De fietsen kunnen bij het fietspad geplaatst worden in de daarvoor bestemde fietsen standplaats. Wanneer de bezoekers de helling naar boven nemen, komen ze onderweg kijkgaten tegen. Hoe verder men naar boven komt, hoe meer kijkgaten er zullen zijn. Dit wekt een mysterieus gevoel op; men wil graag naar boven om te zien wat er daar prijsgegeven wordt. Bovendien voelt het op deze helling alsof je buiten bent. Dit komt doordat er geen dak boven zit en men aan de binnenkant kijkt op de binnentuin.

De plattegronden, doorsneden en aanzichten van het definitieve ontwerp zijn bijgevoegd als bijlage XI, XII en XIII.

Het definitief ontwerp



Educatie



AFBEELDING: 'Binnenruimte met regenwater filtersysteem'



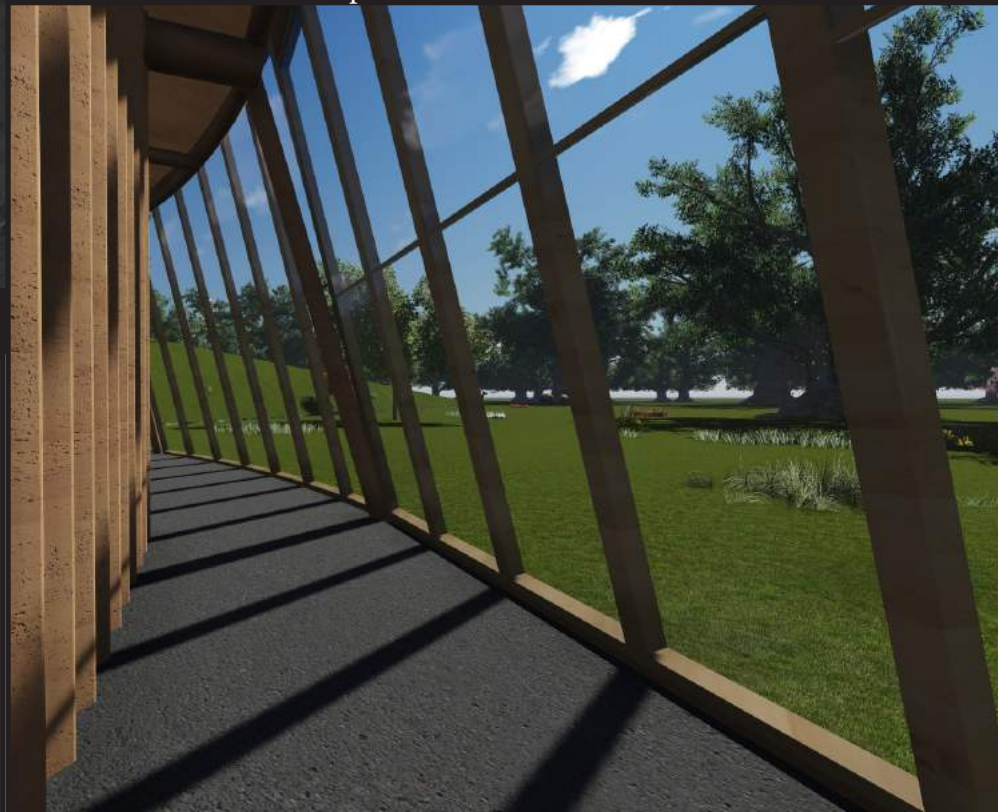
AFBEELDING: 'Kijkgat richting installatieruimte (pelletkachel)'



AFBEELDING: 'Informatie borden bij de balie'



AFBEELDING: 'De educatie ruimte met ronde tafels en stoelen gemaakt van boomstammen, en het aflopende dak van de installatieruimte'



AFBEELDING: 'Bufferruimte met plaatselijk een septische tank (ontbreekt op deze afbeelding)'

De educatieruimte begint bij de entree en eindigt waar het gebouw verlaten wordt. De educatieruimte is het grootste gedeelte van het architectonische ontwerp. Het wordt gezien als een losstaand object van de observatietoren. In de functie van de educatie is het belangrijk dat de bezoekers zichzelf voorzien van informatie over de omgeving, de natuur in het algemeen en vooral de LowTech werking van het gebouw. Met deze reden is er in de educatieruimte overal zicht op de werking van het gebouw. Behalve dat de materialen onbewerkt en puur zijn, de constructie knopen in het zicht zijn en het benodigde staal is weggewerkt, zijn er kijkgaten aangebracht die zicht geven op de installatie principes. De factoren die meespelen bij de werking van het gebouw en die dus in het zicht gelaten zijn staan hieronder weergegeven:

1. CIRCULAIRE WATERWINNING

- a) Regenwateropvang: Deze bevindt zich in de wand om verdamping van het water tegen te gaan. Door middel van een kijkgat kan deze opslag bezichtigd worden.
- b) De binnentuin: Dit is een centraal punt binnen het ontwerp. Het haalt niet alleen de natuur letterlijk naar binnen, het zorgt er ook voor dat het water gefilterd wordt. Dit is door de glazen scheidingswand van binnenuit te bezichtigen.
- c) Opslag schoon water: Deze bevindt zich onder de binnentuin. Het is ook een van de grootste redenen waarom de filter-tuin richting de educatieruimte verhoogd is.
- d) septische tank: Deze steekt voor praktische reden uit de vloer in de bufferruimte maar dit zorgt er ook voor dat de bezoekers door de lamellen heen de werking van de septische tank kunnen zien.
- e) wild drink plaats: Dit is de laatste schakel van het circulaire proces. Het is vanuit de educatieruimte te bezichtigen. Door de moerasfilter planten is het niet alleen een schakel voor het filtersysteem maar zorgt het er ook voor dat het gedronken kan worden. Zo trekt het wild aan en valt dit dus mooi samen met de functie van observatie.

In hoofdstuk XV 'Waterzuivering concept + circulaire waterwinning schema' is de uitleg van het waterwinning systeem te vinden.

2. SOLAR ZONNE WARMING EN KOELING

- a) De bufferruimte: De bufferruimtes in het gebouw zijn de belangrijkste delen die ervoor zorgen dat warmte niet binnen dringt of naar binnen kan worden gelaten.
 - b) Lamellen: De lamellen kunnen in de winter volledig open gedraaid worden voor zonnewarmte en in de winter kunnen ze handmatig onder een hoek gezet worden.
 - c) De materialen: Er is een overgang te zien tussen het steenachtige materiaal dat in de educatieruimte direct achter de bufferzone ligt (die warmte accumulerend werkt in combinatie met de onderliggende PCM-buffer) en de houten vlonderplanken die door de rest van het gebouw liggen. Ook zijn de wanden anders opgebouwd.
- In hoofdstuk: XIII 'Ventilatie doorsneden & Plattegronden' is het ventilatieprincipe te vinden.

3. INSTALLATIE

- a) De installatieruimte: De installatie is te bezichtigen door kijkgaten. In deze ruimte bevindt zich een pelletkachel en pellet opslag.
- b) energiewinning door middel van water: Dit bevindt zich in de wand naast de regenwateropslag en kan dus ook door dat zelfde kijkgat bezichtigd worden.

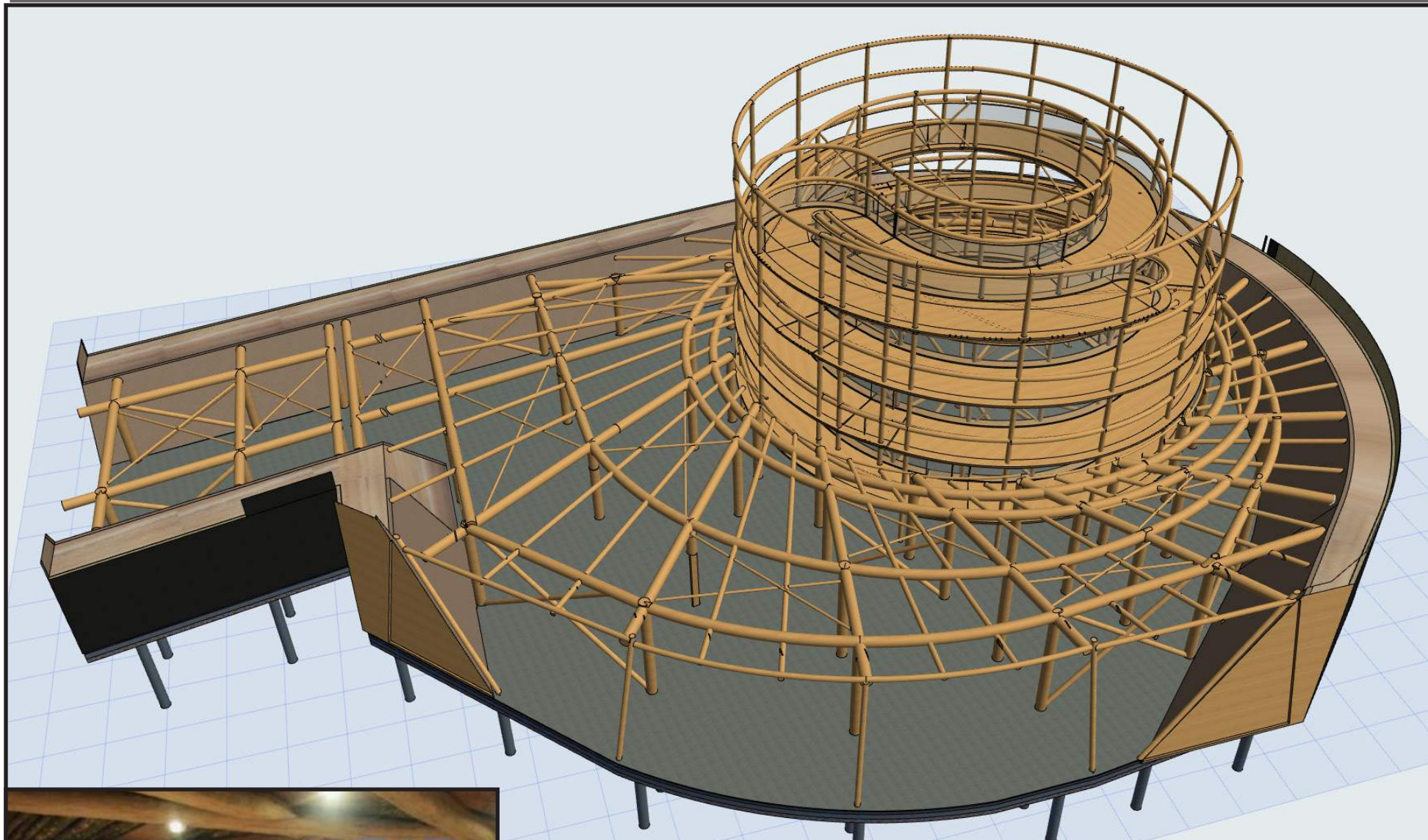
De werking van elk onderdeel staat op het dichtstbijzijnde informatiedoek uitgelegd.

De observatie-toren is een losstaand object van de educatieruimte, die zich visueel scheidt door een beloopbaar glazen dakdeel (te zien in details V02 en V03.1). De observatie ruimte is, in tegenstelling tot de educatieruimte, een object dat gelijk in het zicht valt en zich niet verscholen onder de grond bevindt. Het object is een houten helling die uit houtverbindingen zonder staal is opgebouwd en om het toegankelijk voor iedereen te maken geheel rolstoelvriendelijk is. De helling loopt in een spiraal om de binnentuin heen. Zo is de binnentuin met het regenwaterfilter systeem, de planten en insecten van onder en bovenaf te zien. De gevel van de observatietoren is afgewerkt met vaste houten lamellen. De lamellen in de gevel worden des te hoger ze zich op de helling bevinden steeds meer opengedraaid. In deze gevel worden om en om een aantal lamellen onder een hoek van 45 graden, 90 graden en 135 graden verdraaid. De hoek van verdraaiing hangt af van de locatie op de helling. De openingen die gecreëerd worden door deze verdraaiingen richten zich namelijk allemaal de drinkplek voor de dieren. Eenmaal boven angekommen, is er een plateau die zich richt op het zuid -westen. Ondanks dat de lamel-gevel hier volledig open staat, zijn er panorama kijkgaten in de gevel aangebracht. Deze kijkgaten bevinden zich op verschillende hoogtes en zorgen ervoor dat de bezoekers, jong en oud een vrij zicht krijgen op de natuur en de drinkplek voor het wild. Te zien in de afbeeldingen hiernaast.

De drinkplek van de dieren is vanuit het observatiecentrum dus goed te zien. Deze drinkplek is deel van het circulaire waterzuiveringsproces en trekt dus ook gelijk wild naar de locatie. Ook is er aan deze zijde van het gebouw een valbeveiliging aanwezig die in de winter vogels aantrekt.

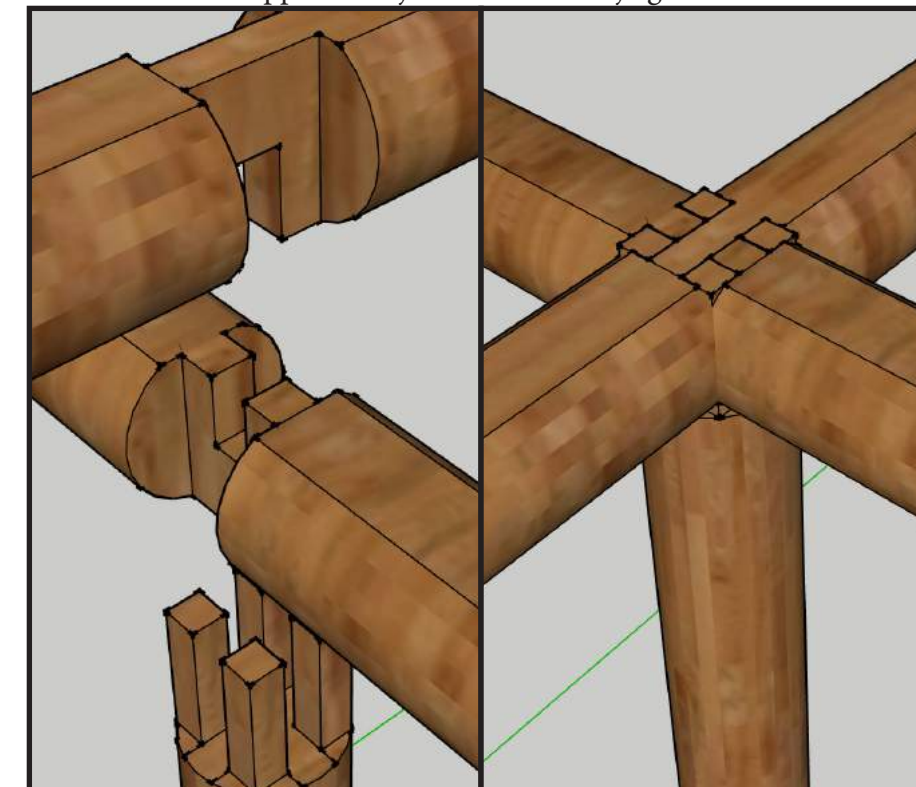


Constructie



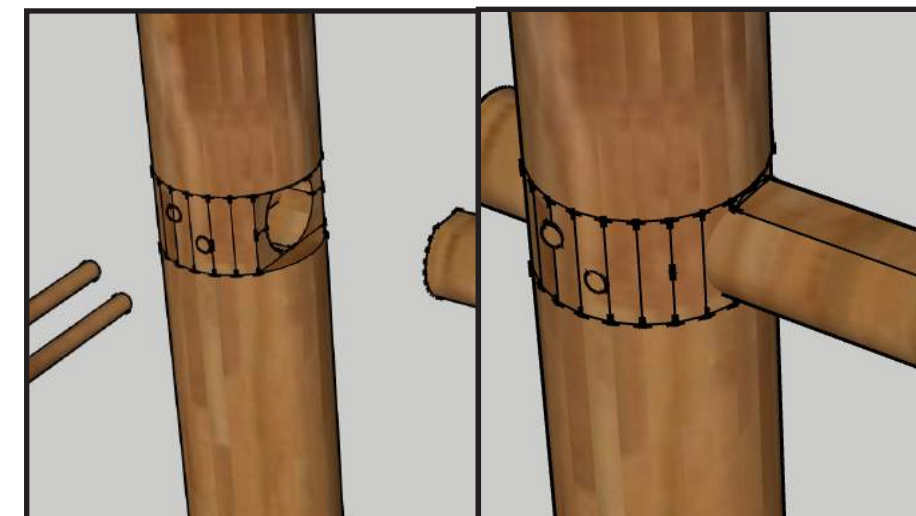
De constructie is volledig opgebouwd uit hardhouten (van de inlandse eik) liggers en kolommen. Deze liggers en kolommen hebben een ronde vorm en zijn zo min mogelijk bewerkte boomstammen uit de omgeving van het gebouw. Dit zorgt ervoor dat de kolommen van onder naar boven steeds smaller worden. Om deze reden zijn de liggers en kolommen overgedimensioneerd naar een maat van 400 mm. Deze maat is ook gekozen omdat dit de gemiddelde dikte is van de stam van een boom uit de omgeving. De liggers zijn in een spiraal geplaatst zoals te zien in de afbeelding links. Dit zorgt ervoor dat er een draaiing in de plattegrond van het gebouw zit. Deze draaiing loopt mee met de looproute langs het waterfiltersysteem. De constructie wordt geheel in het zicht gelaten, waardoor deze draaiende beweging ook zichtbaar is voor de bezoekers. Om de ambitie zo ver mogelijk na te streven, zijn er houtverbindingen zonder staal gebruikt om de constructie te koppelen. Dit is te zien in de afbeeldingen hiernaast. De constructieberekening is te vinden in bijlage XIX Globale constructieberekeningen.

In onderstaande afbeelding is de japanse houtverbinding te zien. Dit is een van de drie verschillende soorten knooppunten die als japanse houtverbinding aanwezig is binnen het gebouw. Zoals onder in de afbeelding te zien, de 3 knooppunt (2 liggers op een kolom). De andere twee soorten die voorkomen zijn: ligger op ligger en enkele ligger op kolom. Deze knooppunten zijn te vinden in bijlage XVII Detailboek.



AFBEELDING: 'Japanse houtverbinding'
Eigen werk (sketchup)

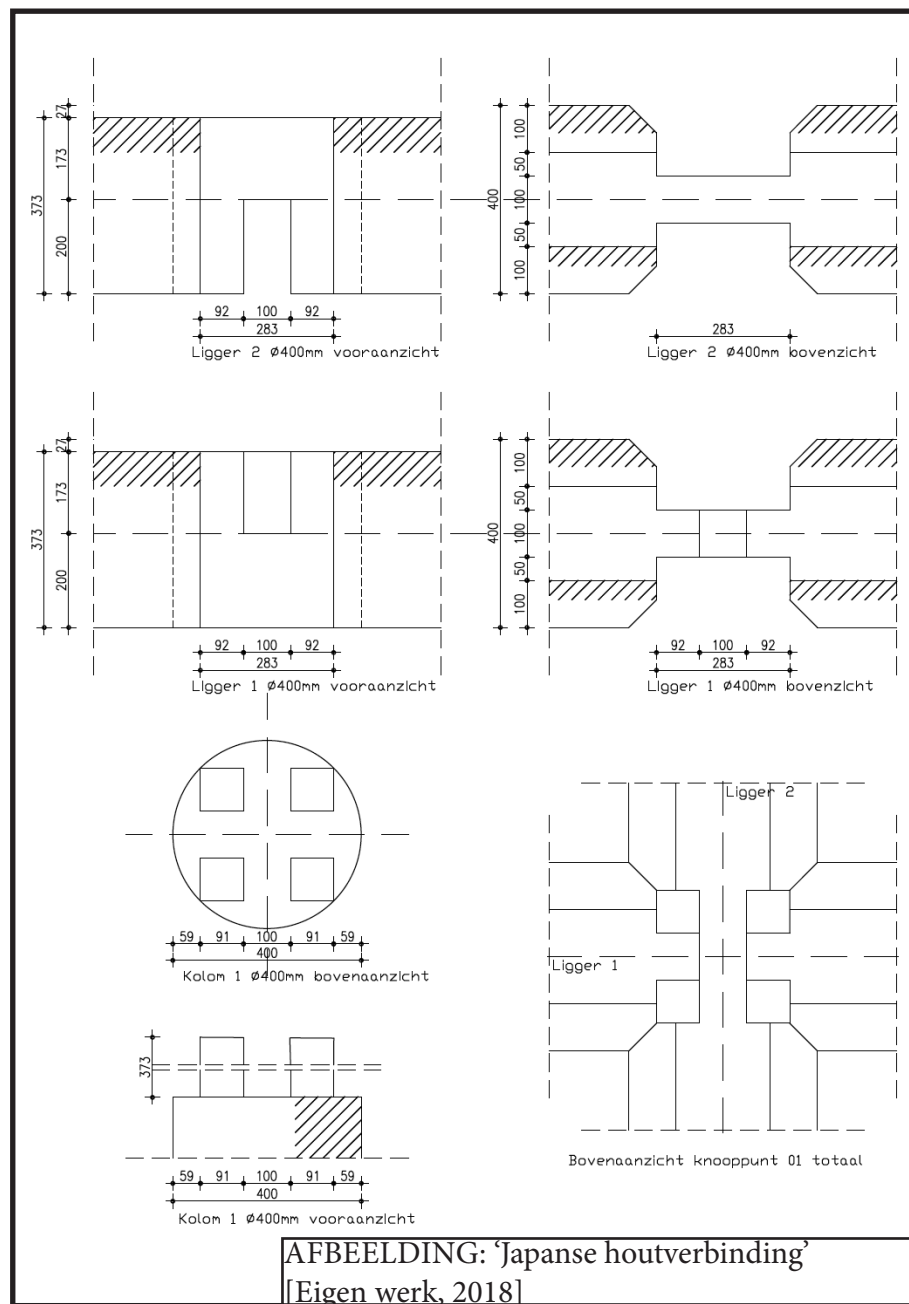
In onderstaande afbeeldingen is een andere soort houtverbinding weergegeven, de slag en pin verbinding. Deze verbinding komt in het gebouw alleen voor op de plekken waar windverbanden zitten.



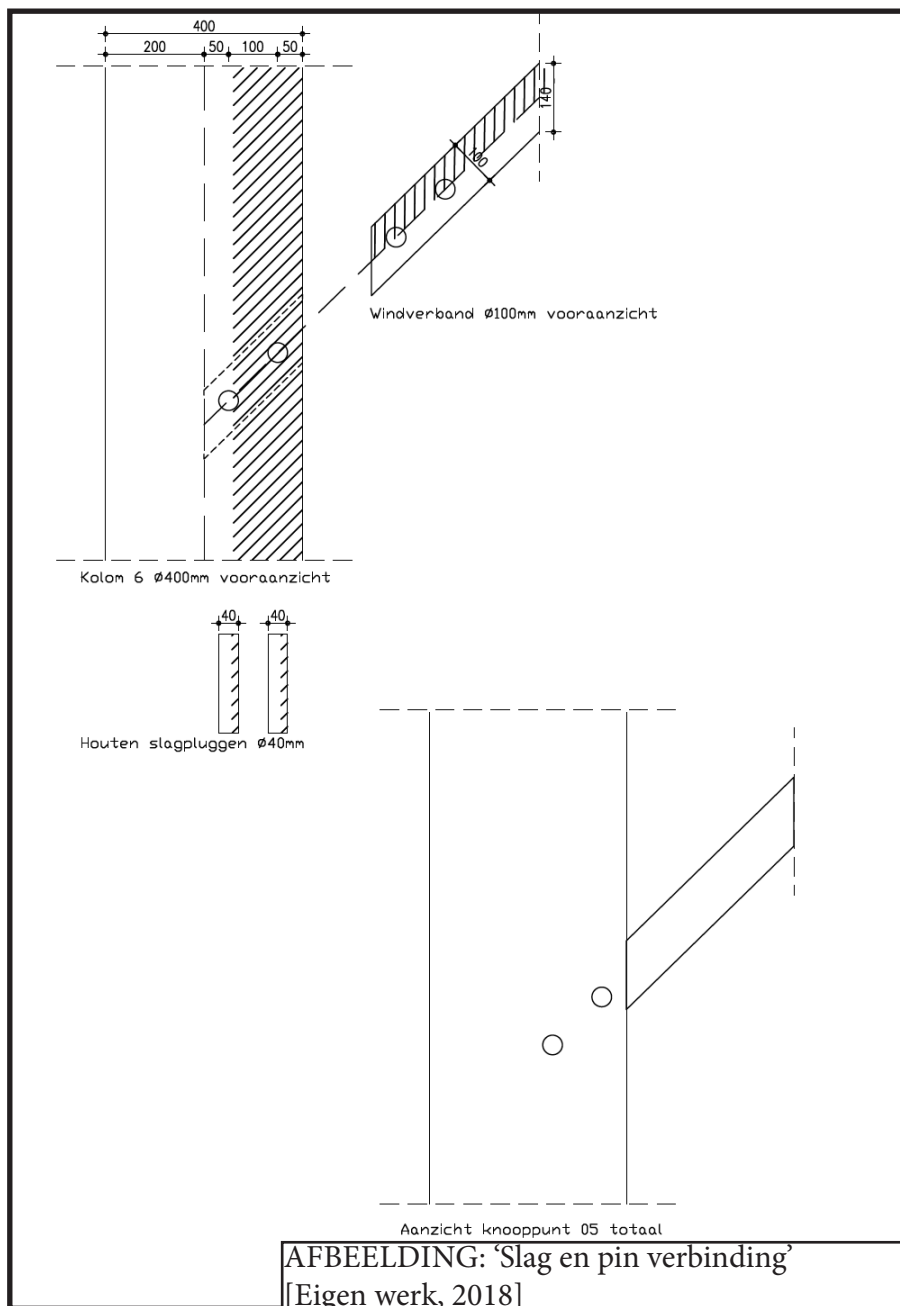
AFBEELDING: 'Slag en pin verbinding'
Eigen werk (sketchup)

Houtbouw zonder staal

In onderstaande afbeelding is de japanse houtverbinding ‘2 liggers op kolom’ als blueprint te zien. De knooppunten die gevormd zijn met de japanse houtverbinding dienen als scharnierend knooppunt gezien te worden. De keuze is gemaakt om zo min mogelijk staal in het ontwerp toe te passen en daarom ook niet het dakpakket op de constructie te verankeren. Dit is echter alleen mogelijk omdat het dakpakket met de vegetatielaag zwaar genoeg is. Wel dienen er dan windverbanden in het dak te zitten om de scharnierende krachten van deze verbinding op te vangen.



In onderstaande afbeelding is de slagpen verbinding te zien. Deze verbinding kan als een moment vast knooppunt worden gezien. De slagpennen nemen namelijk de scharnierende kracht op. Met deze reden wordt deze soort verbinding bij de windverbanden toegepast. Het japanse houtverbandingen principe wordt bij de kozijnen ook toegepast (Referentie 'Ligger op ligger' knooppunt). De kozijnen zijn echter afgeschaafd om een vaste glas maat te kunnen hanteren. De houtverbandingen en de kozijndetails zijn te vinden in bijlage: XVII Detailboek.



KOZIJN PROCES:

In de onderstaande afbeeldingen is er te zien hoe de zelf ontworpen kozijnen tijdens het ontwerpproces zijn getransformeerd. De aansluitingen van de kozijnen zijn hetzelfde principe als bij de constructie.

STAP 1:

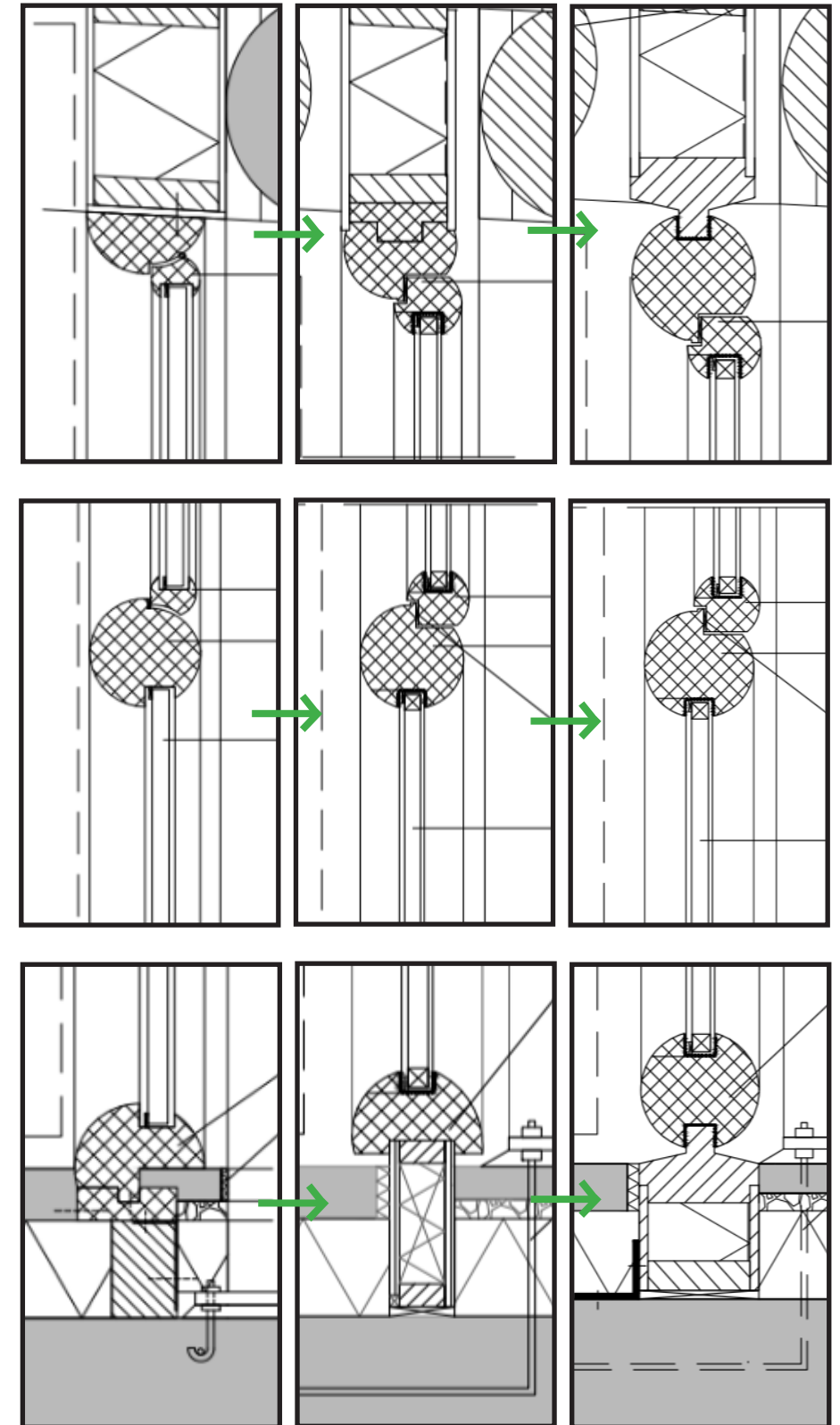
Opzet ronde kozijnen

STAP 2:

Vocht bestendig

STAP 3:

Volledige cirkel



Ecologie & Duurzaamheid

Ecologie en duurzaamheid moet overal in het gebouw terug te vinden zijn; het ontwerp zelf m.b.t. materiaalgebruik en installatieprincipe, de afwerking van het gebouw m.b.t. de valbeveiliging en zelfs de planten die er voor zorgen dat er een circulair proces plaatsvindt.



AFBEELDING: 'Totaal ontwerp'

Om zo ecologisch mogelijk om te gaan met installaties, wordt het grootste natuurlijke proces dat met ons gebouw in aanmerking komt, opgevangen. Dat is namelijk het regenwater. Dit regenwater wordt opgevangen, gefilterd door middel van plantenwortels in de binnentuin, gebruikt voor de toiletten en wasbakken, weer gefilterd en uiteindelijk afgegeven aan de natuur. Er wordt op een duurzame manier omgegaan met natuurlijke processen, zonder daarbij het milieu extra te belasten.

Nadat het water de toiletten en wasbakken verlaat, wordt dit opgeslagen in een septische tank. Deze tank zorgt weer voor een extra ecologische bijdrage aan de natuur, omdat de warmte er voor zorgt dat algen kunnen groeien in deze tank. Deze 'voeden' zichzelf met de nitraten die zich in dit water bevinden. Op deze manier wordt het water gefilterd en kan aan de natuur worden afgegeven in de vorm van een drinkplaats. De uitgebreide uitleg is te lezen in hoofdstuk: 'Circulaire waterwinning'.

Naast de installatie speelt ook de esthetiek en duurzaamheid van materialen van het gebouw een belangrijke rol bij de ecologie en duurzaamheid; dit is namelijk wat men direct ziet bij binnenkomst. De materiaalkeuzes zijn voornamelijk gebaseerd op de eis om materialen uit de omgeving te gebruiken.

Naast de houten constructie die in het zicht gelaten is, moeten ook de andere materialen aansluiten bij dit uitgangspunt. Bij binnenkomst is de vloer al direct afgewerkt met houten vlinderplanken; dit geeft een mooie aansluiting op de constructie. Voor in het gebouw is de vloer afgewerkt met een eco cementdekvloer, om de warmte van de zon op te vangen. De wanden van de binnenruimtes zijn aan de ene kant voorzien van aangestampte aarde met zonsteen, wat ook een natuurlijk materiaal is. Aan de andere kant is dit afgewerkt met hout. De binnenwanden van de muuropbouw zijn ook gemaakt van leemsteen, dit geeft een mooi natuurlijk effect. Ten slotte komt duurzaamheid terug in de sanitaire ruimten; deze zijn namelijk afgewerkt met lesteentegels.

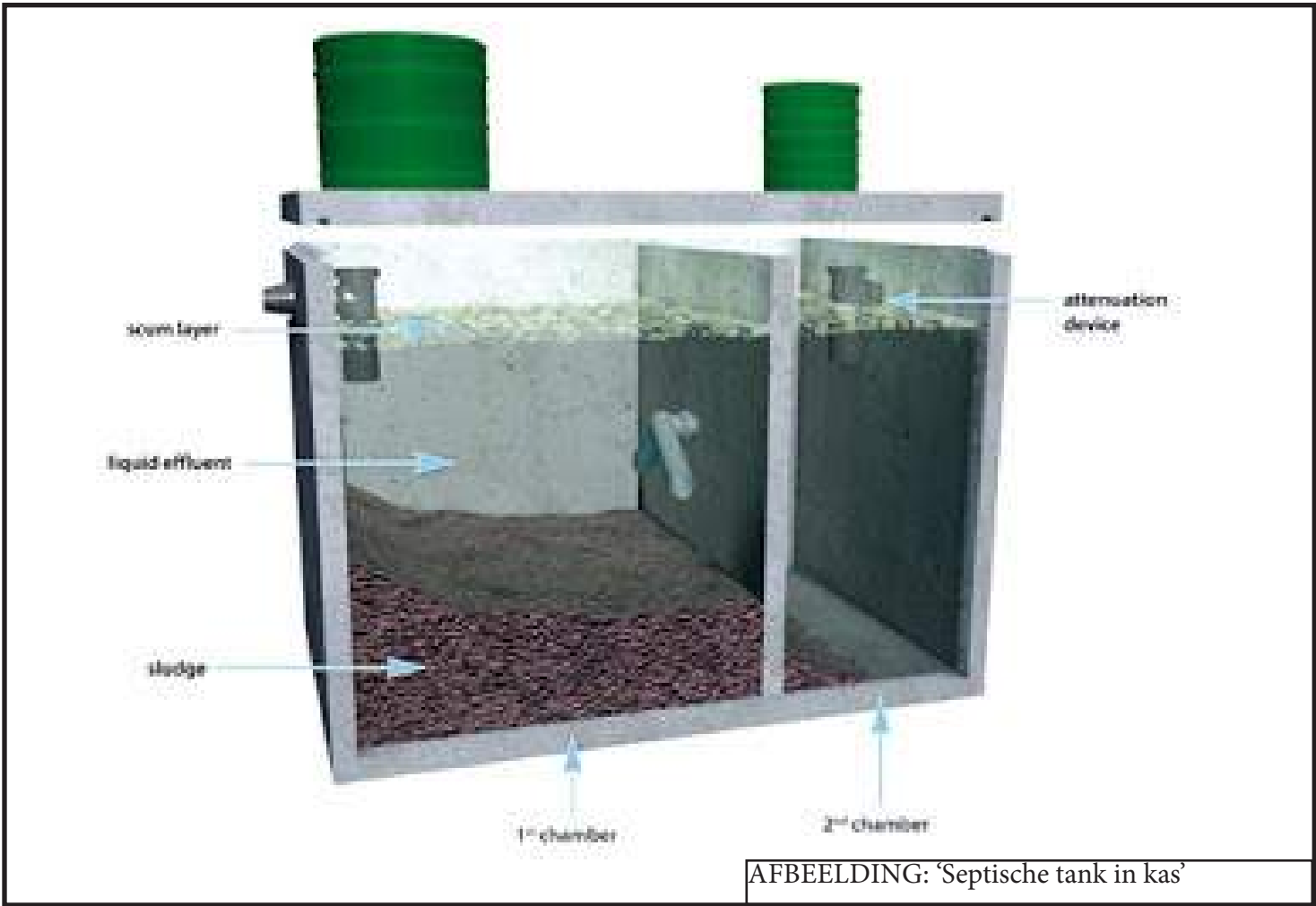
Het gebouw is gegroeid vanuit een heuvel. Bij de entree en de kas eindigt de heuvel recht en wordt afgewerkt met een glazen gevel. Er wordt veel waarde gehecht aan de veiligheid en het gebouw moet daarom voorzien zijn van valbeveiliging. Ook dit wordt op een ecologische wijze gekozen. Er is gekozen voor de Gelderse roos. Deze biedt voedsel aan de vogels in de winter. De niet giftige bessen worden door de wrang zure smaak niet als eerste keuze opgegeten en blijven hangen tot het laatst. Als er in de winter dus weinig voedsel is, wordt dit gegeten en trekt vogels tot het observatiecentrum. Voor het onderzoek naar de struiken voor de valbeveiliging wordt verwezen naar bijlage: VI 'Materialen & Bouwmethode onderzoek'.



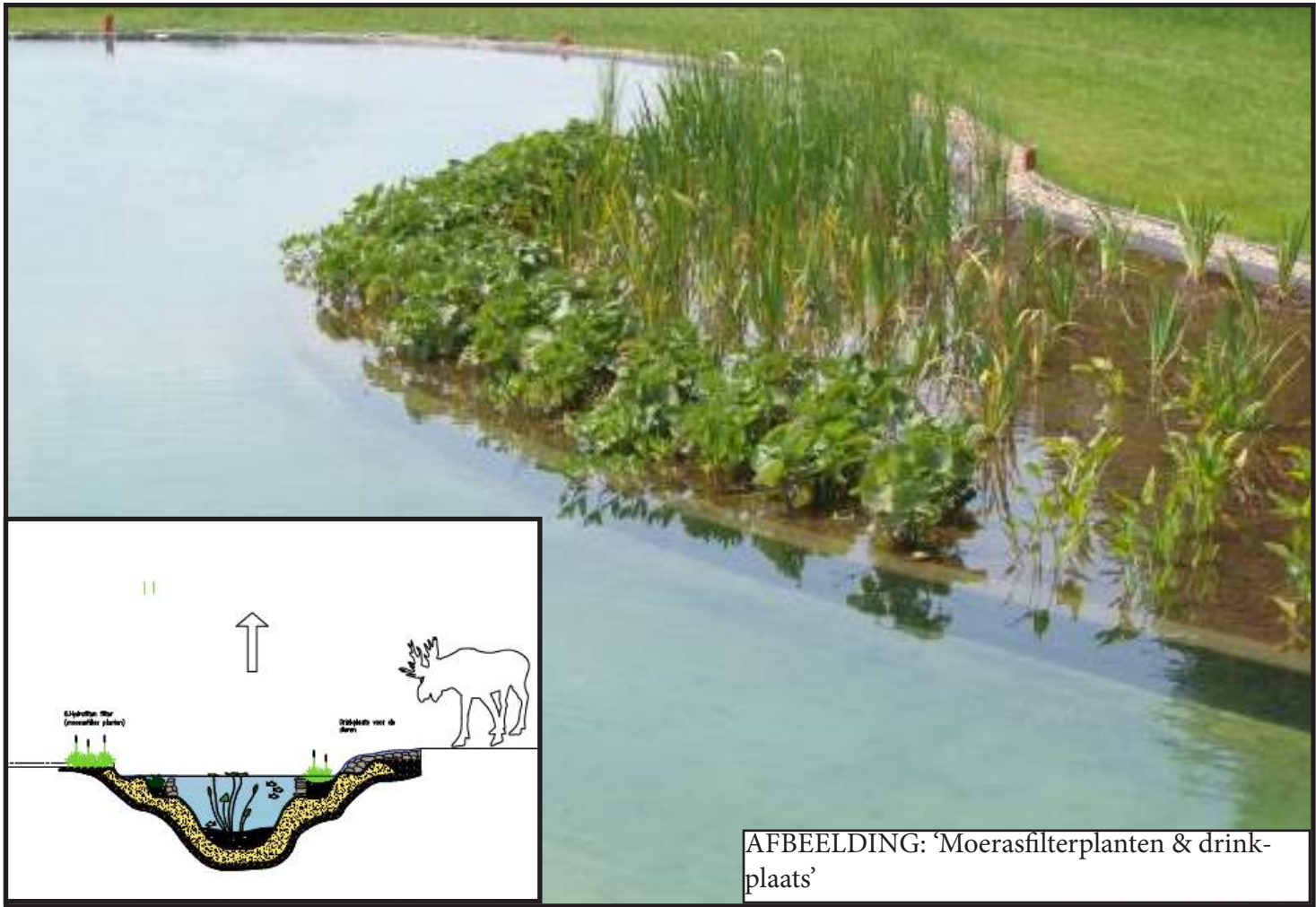
AFBEELDING: 'Planten wortel filtersysteem' (Zoals toegepast in de binnentuin)



AFBEELDING: 'Gelderse roosstruik'



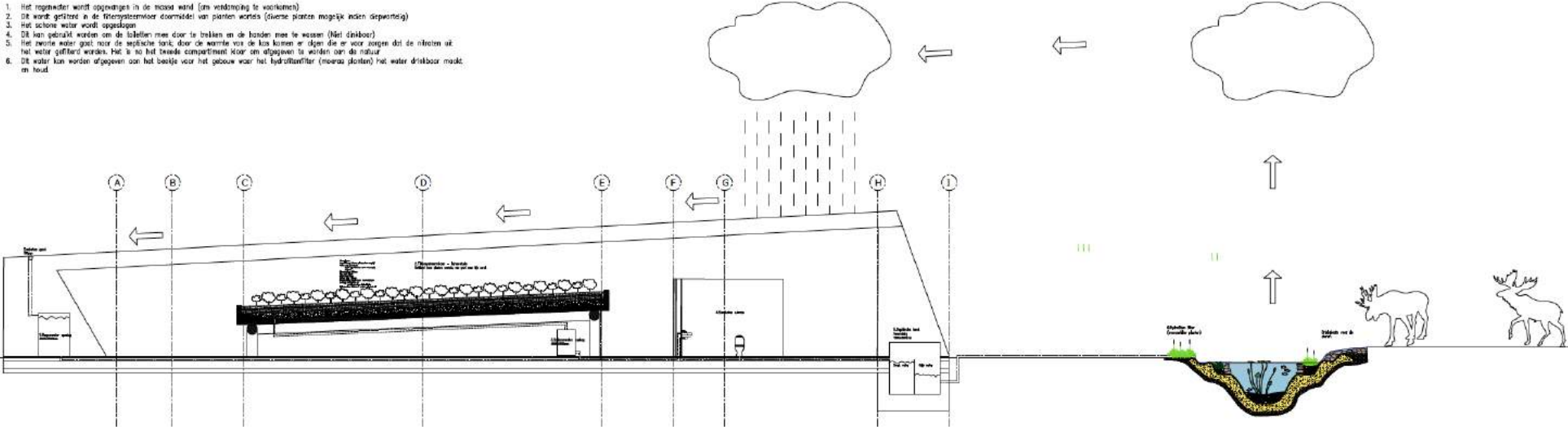
AFBEELDING: 'Septische tank in kas'



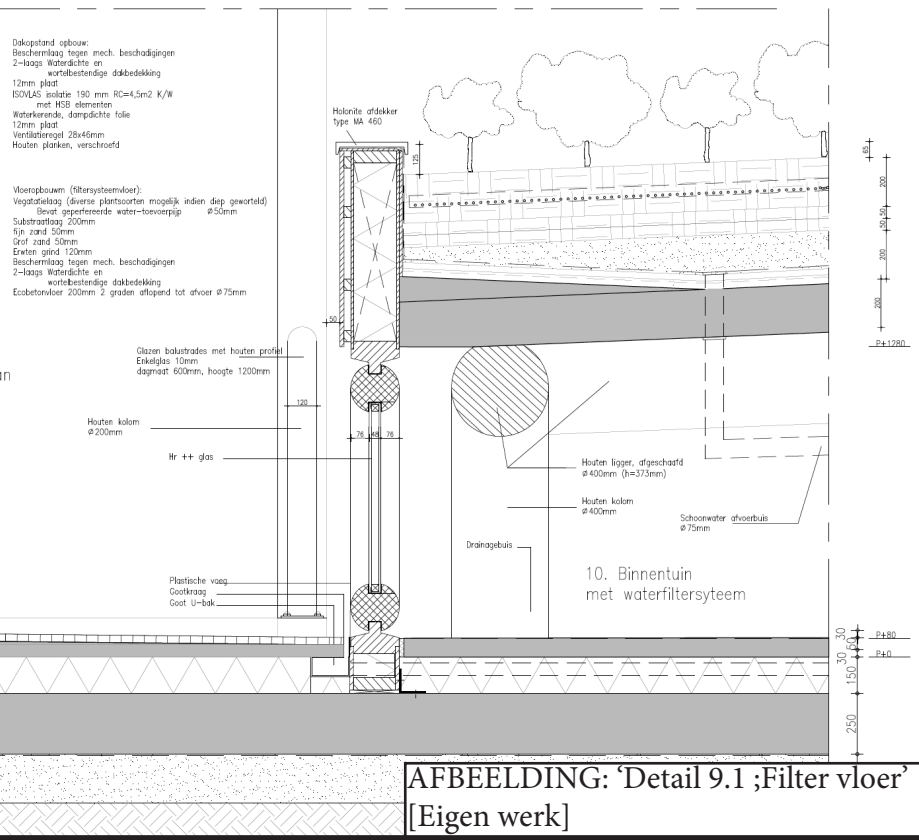
AFBEELDING: 'Moerasfilterplanten & drinkplaats'

Circulaire waterwinning

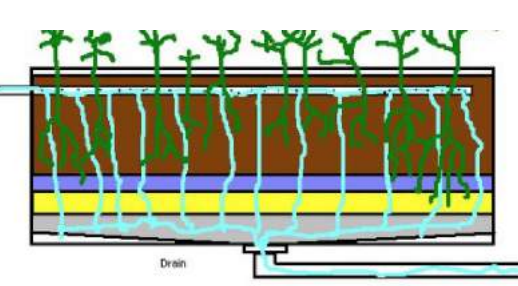
1. Het regenwater wordt opvangen in de massa wand (om verdamping te voorkomen)
2. Dit wordt gefilterd in de filtersysteemvloer doormiddel van planten wortels (diverse planten mogelijk indien diepwortelig)
3. Het schone water wordt opgeslagen
4. Dit kan gebruikt worden om de toiletten mee door te trekken en de handen mee te wassen (Niet drinkbaar)
5. Het zwarte water gaat naar de septische tank, door de warmte van de kas komen er dgen die er voor zorgen dat de nitraten uit het water gefilterd worden. Het is nu het tweede compartiment waar om afgevoerd te worden naar de natuur
6. Dit water kan worden afgegeven aan het beekje voor het gebouw waar het hydrofilter (moeras planten) het water drinkbaar maakt en houdt



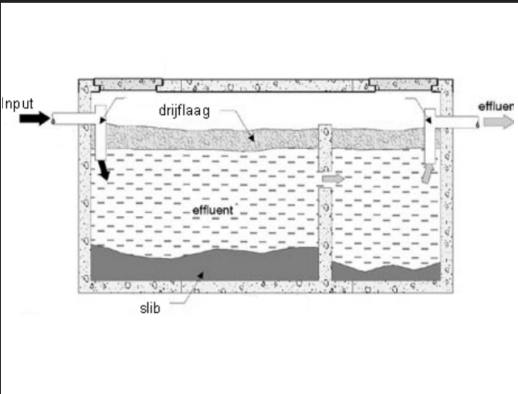
AFBEELDING: ‘Regenwater filter schema’
[Eigen werk, 2018]



AFBEELDING: ‘Detail 9.1 ;Filter vloer’
[Eigen werk]



AFBEELDING: ‘Filter vloer’



AFBEELDING: ‘Septische tank’



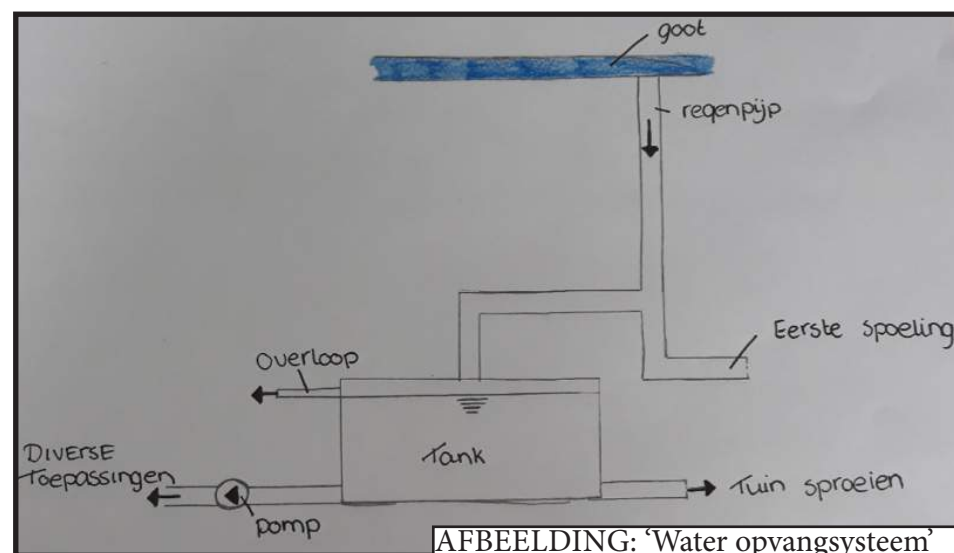
AFBEELDING: ‘Moerasfilter planten’

1. Water opvangen via het dak
2. Het water wordt opgeslagen in de massawand (tegen het verdampen van het water)
3. Het water wordt via leidingen naar de binnentuin geleid.
4. In de binnentuin wordt het water gefilterd door middel van plantenwortels. Diverse planten zijn mogelijk, zolang deze planten diep geworteld zijn en veel vraag naar water hebben (dus geen vet planten). De binnentuin staat onder een hoek waardoor het water afgevoerd kan worden. De binnentuin is aan de kant van de entree op het laagst (1 meter) en aan de kant van de educatieruimte op het hoogst (1,5 meter). Dit zorgt ervoor dat er vanuit de educatieruimte naar het installatieprincipe gekeken kan worden.
5. Het gefilterde water wordt onder de binnentuin aan de kant van de educatieruimte opgeslagen.
6. Dit water wordt wanneer het nodig is gebruikt om de toiletten mee door te spoelen en de handen mee te wassen. Het water is officieel niet drinkbaar en dit staat dan ook netjes vermeld bij de toiletten. Echter kan het geen kwaad om het water te drinken aangezien het filtersysteem principe bijna hetzelfde is als dat van het hydrofyten-filter wat zorgt voor drinkbaar water.
7. Het grijze water van de wasbakken en het zwarte water van de toiletten wordt apart afgevoerd naar verschillende compartimenten in een septische tank. Hier wordt het een langere tijd opgeslagen. De septische tank bevindt zich in de bufferruimte (kas) en steekt 0,5 meter boven de grond uit. Dit zorgt ervoor dat de septische tank opwarmt, wat er voor zorgt dat er algen in de tank komen. Deze algen verwijderen de nitraten uit het grijze en zwarte water. Door dit proces kan het water afgegeven worden aan de natuur.
8. Het water wordt door middel van leidingen afgegeven aan de vijver voor het architectonisch ontwerp. In deze vijver bevinden zich moerasfilter planten (hydrofyten-filter). Deze planten filteren het water in de vijver tot drinkbaar water. Deze vijver trekt lokaal wild aan, in het zichtveld van de observatietoren.
9. Dit water verdampt en vormt uiteindelijk regen. Door de vijver toe te voegen aan het architectonisch ontwerp zorgt het niet alleen voor een aantrekking van het wild maar ook tot een gesloten circulair proces van waterwinning.

Het installatieschema is te vinden in bijlage: XV ‘Waterzuivering concept + circulaire waterwinning schema’.

* Zwart water is afvalwater, afkomstig van het toilet.
** Geel water is de urine, afkomstig van het toilet.
*** Grijs afvalwater is huishoudelijk afvalwater van bijvoorbeeld de douche en wastafel.

De reservoirs zijn zo geplaatst dat het water door de zwaartekracht in het zuiveringssysteem kan stromen. Op plaatsen waar het water toch wat omhoog gestuwd moet worden, wordt gebruik gemaakt van een 12 Volt DC-pomp. Zie afbeelding: 'watersysteem'. Het installeren van de reservoirs op de bovenste verdieping is niet mogelijk door het gewicht dat moet worden ondersteund door de houten vloerconstructie. De verlichtingssterkte van kunstlicht moet zo laag mogelijk worden gehouden om energie te besparen. Voor het reservoir is een lagere waterbehoefte nodig dan bij een conventioneel Earthship (vanwege waterbesparende toepassingen) en het feit dat er meer regen per jaar wordt verzameld. Dit zorgt voor dat het reservoir sneller vol is. Er kan worden geconcludeerd dat het ontwerp, door middel van waterbesparende toepassingen, in staat is om een gesloten waterkringloop te realiseren. Overlopend water infiltreert tenslotte in de omliggende grond op het terrein. Echter is er voor een DC-pomp energie nodig. Het water zuiverings concept is te vinden in bijlage: XV 'Waterzuivering concept + circulaire waterwinning schema'.



Energie winning

ENERGIE WINNING

Voor het gebruiken van een DC-pomp is energie nodig. Ook is er energie nodig voor de pelletkachel (voor het extra verwarmen van het gebouw in de winter). In de toiletten is verlichting aanwezig om genoeg zicht te geven bij het bezoek aan de binnenruimtes. Deze verlichting heeft ook energie nodig. Ondanks dat het benodigde energie mee valt wordt dit toch op een duurzame manier opgewekt. Windmolens en zonnepanelen zijn voor dit duurzame ontwerp niet mogelijk. Windmolens omdat de bewegende schaduwen het wild afschrikken en omdat vogels hier in vliegen. Zonnepanelen omdat deze hightech zijn en niet van duurzame of afvalmaterialen te realiseren zijn.

Energie en warmte winning

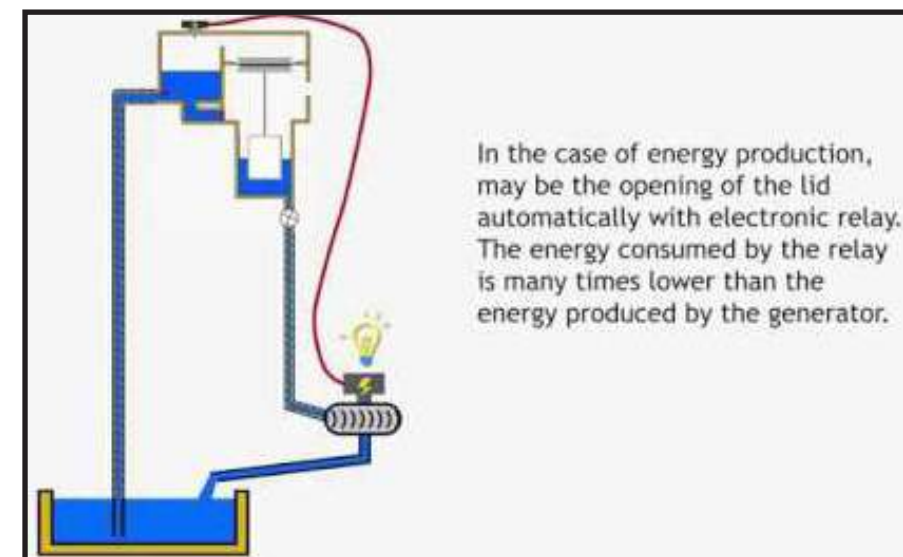
Om energie te winnen wordt er dus gebruik gemaakt van hetgeen dat al in het ontwerp aanwezig is. In dit geval de stroming van regenwater. Overtollige water dat wordt gewonnen met het circulaire waterzuiveringsproces zorgt voor de opwekking van de energie. Dit water loopt zoals in afbeelding: 'Energiewinning' te zien door een aparte afvoer. Bij de afvoer is een systeem bevestigd dat door middel van beweging (in dit geval de stroming van het water) energie kan winnen.

Warmte winning

De bovenverdieping wordt niet verwarmd, omdat dit de open lucht beslaat. De benedenverdieping wordt in de winter bijverwarmd door middel van een pelletkachel. De kachel heeft duurzame bronnen nodig zoals hout om te verbranden. Een pelletkachel gebruikt houtpellets voor het stoken. Een houtpellet bestaat uit samengeperst houtafval, wat zorgt voor een hoog rendement en lage stookkosten. Het voordeel van een pelletkachel is dat het CO₂-neutraal is; wat betekent dan bij het verbranden van hout evenveel CO₂ vrijkomt als wanneer het hout op natuurlijke wijze wegrot.

De pelletkachel wordt aangesloten op het verwarmingscircuit. Hierbij hoeven de traditionele cv-ketels niet gebruikt te worden en gebruikt men geen gas. Als men warm water wil hebben in het gebouw, heb je nog een extra toestel nodig zoals een zonneboiler. In dit afstudeerproject is dat niet van toepassing, dus wordt voldaan met een pelletkachel. De locatie van de pelletkachel bevindt zich in de installatieruimte, tegen het kijkgat aan. Op deze manier kan het rookkanaal van de kachel verwerkt worden in de installatieruimte, maar de warme lucht verspreidt zich in de educatieruimte. De ventilatiebalans is zo ingesteld, dat de luchttoevoer zich in de buurt van de kachel bevindt. Door middel van deze stroom wordt de verwarmde lucht in de educatieruimte door convectie door de ruimte getransporteerd. Dit is de ruimte die de grootste bezettingsgraad heeft gedurende de dag. Voor de werking van de pelletkachel wordt verwezen naar bijlage VII: 'Installatieloos bouwen-onderzoek'.

De kachel heeft wel energie nodig om op te starten, af te sluiten en het aansteken van de ventilatoren. In bijlage VII: 'Installatieloos bouwen-onderzoek, hoofdstuk energie' wordt de haalbaarheidsberekening omschreven en in het hoofdstuk verwarmen' wordt de werking van een pelletkachel omschreven.



AFBEELDING: 'Energiewinning'



AFBEELDING: 'Pelletkachel'

Solar zonne warming en koeling (ventilatie concept)

De luchtkwaliteit binnenin het gebouw is een zeer belangrijk aspect van het ontwerp als het gaat om het behoud van een gezond binnenklimaat voor de bezoekers. Te hoge CO2-waarden en te lage ventilatiepercentages kunnen de gezondheid van bezoekers beïnvloeden. Te hoge ventilatiesnelheden veroorzaken echter een aanzienlijk warmteverlies, vooral in de winter, wanneer het verschil tussen de binnen- en buitentemperatuur veel hoger is dan in andere seizoenen. Het is daarom belangrijk om de ventilatiesnelheden niet overmatig te dimensioneren, maar ook om deze niet te onderdimensioneren. De ventilatiebalans is voor een deel afhankelijk van het CO2-niveau – naast de eisen van de bouwvoorschriften en de NEN-normen. Een voorspelling van de CO2-snelheden wordt slecht voor één ruimte in het ontwerp berekend en dit gebeurt handmatig. Het is belangrijk om te bepalen hoeveel ventilatie nodig is om een gezond CO2-gehalte te behouden. Hierna wordt de berekende waarde vergeleken met de ventilatiesnelheid die vereist is volgens de bouwvoorschriften en de NEN-normen.

LUCHTSTROMEN

Voordat de binnenluchtkwaliteit van het ontwerp wordt bepaald, moet een geschikt ventilatieconcept worden opgesteld, dat warmteverlies minimaliseert en een comfortabel binnenklimaat mogelijk maakt. Het volledige ventilatieconcept van het ontwerp is gebaseerd op een natuurlijke diepgang. In tegenstelling tot de bovenverdieping is het voor de benedenverdieping niet mogelijk om slechts één ventilatiestroom te ontwerpen. Meerdere ventilatie stromen, zoals te zien in afbeelding: ‘Ventilatie wintersituatie’, worden gerealiseerd op de lagere verdieping. Naast deze luchtstromen wordt de natuurlijke diepgang gerealiseerd door zogenaamde ‘MultiVents’, zoals te zien is in de figuren ‘multivent’ en ‘multivent doorsnede’ en brandwerende roosters van Buva. Deze toepassing zorgt te allen tijde voor een natuurlijke trek en voorkomt dat condensaat via de ventilatiebuis naar binnen terugkeert. De luchttoevoer van de bovenverdieping naar de benedenverdieping vindt plaats via de helling. Via een te openen deur kan verse lucht van boven direct de binnenruimte instromen op de begane grond. Dicht bij de pelletkachel warmte de relatief koude lucht op en wordt overgebracht in de richting van de educatieruimte en toiletten, die allemaal zijn uitgerust met een ‘MultiVents’. In de beginfase van de onderzoeken was de richting van de ventilatiestroom omgekeerd. De luchtuitlaat was op dezelfde plaats als wat momenteel de plaats van ‘levering’ is. De verwarmde lucht, door middel van de pelletkachel, werd echter direct geventileerd voordat deze de rest van de ruimte kon opwarmen. De ventilatiestroom is afhankelijk van de locatie van verwarmings toepassingen.

VERWIJDERING VAN ONGEWENSTE WARMTE

In goed geïsoleerde gebouwen is er altijd kans op oververhitting. Dit is een aspect waarmee rekening moet worden gehouden bij het ontwerpen van het afstudeerproject, omdat het ook goed geïsoleerd is. Dit is te zien in het hoofdstuk ‘Materialen en structuren’. Nachtventilatie is een mogelijke oplossing voor het koelen van het gebouw. Voor de bovenverdieping wordt dit vanzelf gedaan, omdat dit niet voorzien is van een dak. Voor de benedenverdieping gebeurt dit door het toepassen van scharnier vensters, waarin warme en ongewenste lucht kan worden geventileerd. Een andere manier om warme lucht te verwijderen, is door middel van het stapeffect. Dit wordt toegepast in de hal op de benedenverdieping. Het is belangrijk dat warme lucht uit dit gebied kan ontsnappen, omdat het erg heet kan zijn door zonnestraling. In de zomer stijgt (ongewenste) verwarmde lucht naar het plafond en kan niet ontsnappen. Daarom wordt een luchtstroming gerealiseerd door de toepassing van Multivents, waarin warme lucht kan zijn geventileerd door middel van een natuurlijke trek. Deze natuurlijke trek kan worden verhoogd door de wind (waardoor een onderdruk ontstaat). In de winter is het ontsnappen van verwarmde lucht natuurlijk ongewenst. Daarom wordt een ventilatierooster de Multivents aangebracht. Dit rooster kan worden gesloten om te voorkomen dat de verwarmde lucht wordt uitgeblazen. Ten slotte is het mogelijk om – vooral in de zomermaanden – een hogere natuurlijke diepgang te creëren in de kas. Dit wordt gedaan door een scharnierend venster te maken tussen de kas en de educatieruimte. Wanneer dit venster wordt geopend, treedt er een nieuwe en sterkere ventilatiestroom op. Omdat de binnentuin niet goed geïsoleerd is, wordt de opening van het raam alleen aanbevolen in de zomermaanden.



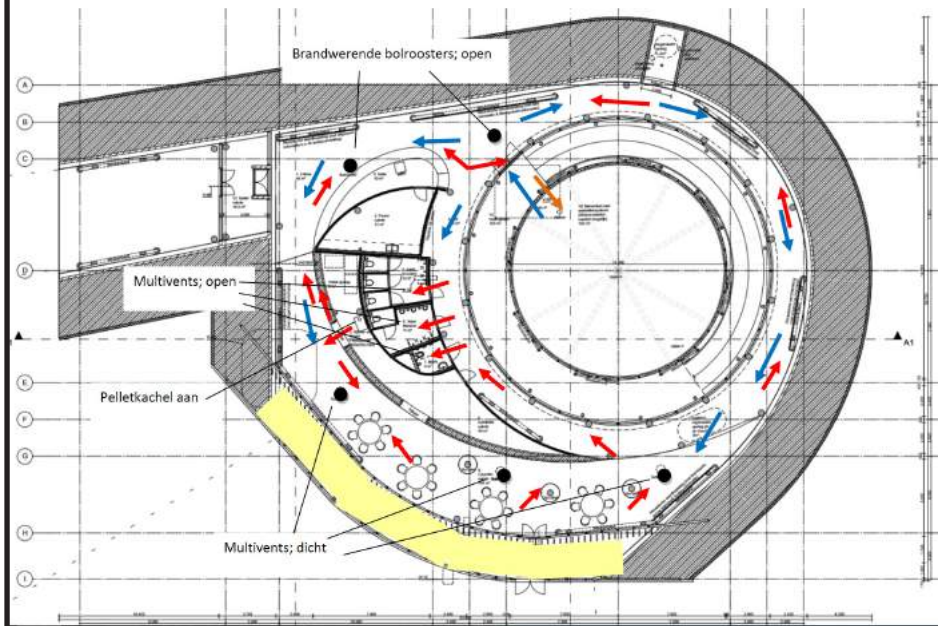
TOELICHTING

In de winter is het gewenst om zo veel mogelijk warmte, die opgeslagen ligt in de kas, de educatieruimte in te sturen. De roosters aan de voorzijde van het gebouw zijn in deze periode gesloten, omdat het gewenst is dat de warmte naar de achterzijde van het gebouw wordt gestuurd. Aan de achterzijde van het gebouw zijn de roosters wel geopend, zodat de warme lucht nog geventileerd wordt. De glazen deur van de binnentuin wordt ook regelmatig geopend, zodat hier ook een aan- en afvoer van verse en warme lucht ontstaat. In de winter wordt ook de pellet-kachel gebruikt om extra aanvoer van warme lucht te realiseren. De opgeslagen warmte (van de zomer) in de PCM-buffer wordt ook nog eens afgegeven als de binnentemperatuur wat lager ligt. In de zomer is het gewenst om zo veel mogelijk warmte, die opgeslagen ligt in de kas, naar buiten te sturen middels te openen ramen. Door de stralingswarmte komt er nog steeds warmte in de educatieruimte. Het is wenselijk dat deze warmte snel het gebouw verlaat. Om deze reden worden alle roosters opengezet. De roosters aan de voorzijde van het gebouw halen al een groot deel van de warmte weg. De overgebleven warmte wordt dan verspreid door het gebouw en via de achterkant in de roosters geventileerd. Ook wordt warme en afgekoelde lucht aangevoerd via de binnentuin. Ook zijn er lamellen aanwezig die ervoor zorgen dat er geen directe zonnewarmte binnen komt.

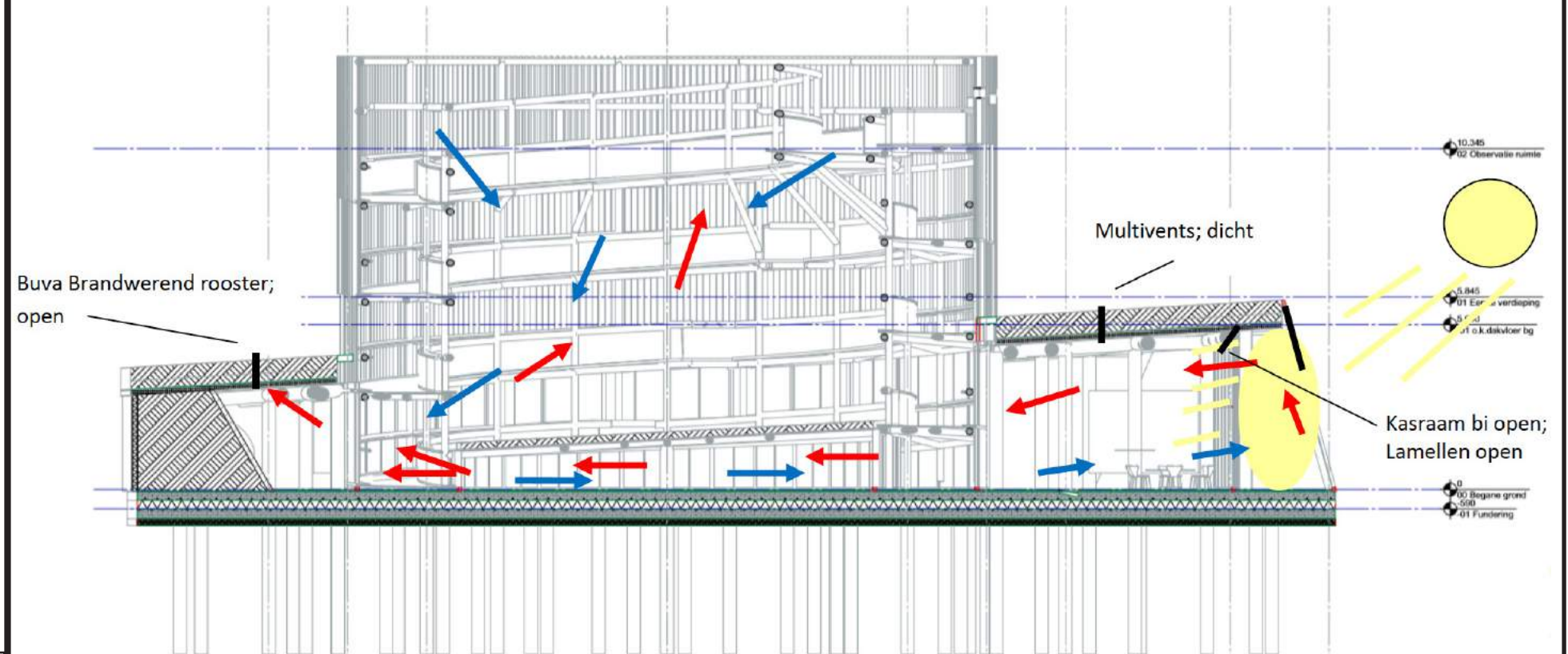
VENTILATIE BALANS

De ventilatiebalans wordt uitgevoerd volgens zowel de eisen uit de Nederlandse bouwwetgeving 2012 en NEN 1087:2001. De Nederlandse afkortingen voor het gebruiksoppervlak (GBO) en het verblijfsgebied (VR) van de ruimte worden in dit project gebruikt. Hoewel rekening wordt gehouden met de minimale ventilatiecapaciteit van de normen, is het belangrijk om de vereisten een beetje aan te passen. De vereiste bij woningen en bedrijfsgebouwen – 55% van de totale oppervlakte (GBO) moet worden aangeduid als verblijfsgebied (VG) – niet kan worden bereikt, is het belangrijk om de vereiste aan te passen. Niet alleen om aan de 55%-regel te voldoen, maar ook omdat de ventilatiesnelheden in het ontwerp anders te laag zijn, wat een slechte luchtkwaliteit binnenruimte zal veroorzaken. Volgens de eisen moet het (GBO) oppervlak een hoogte hebben van minimaal 1,5 meter. Het is dan redelijk om deze vereiste ook voor de VG en VR te gebruiken. Dit wordt nagestreefd in het ontwerp. De eisen van de NEN zijn strenger dan de bouwwetgeving, wat resulteert in hogere ventilatiesnelheden. De eisen van de NEN worden in dit geval als beslissend beschouwd en zullen worden toegepast in het ontwerp. Dit is te zien in bijlage XX: ‘Bouwfysische berekeningen’ voor de berekening toetsing van de warmteaccumulatie.

Winter

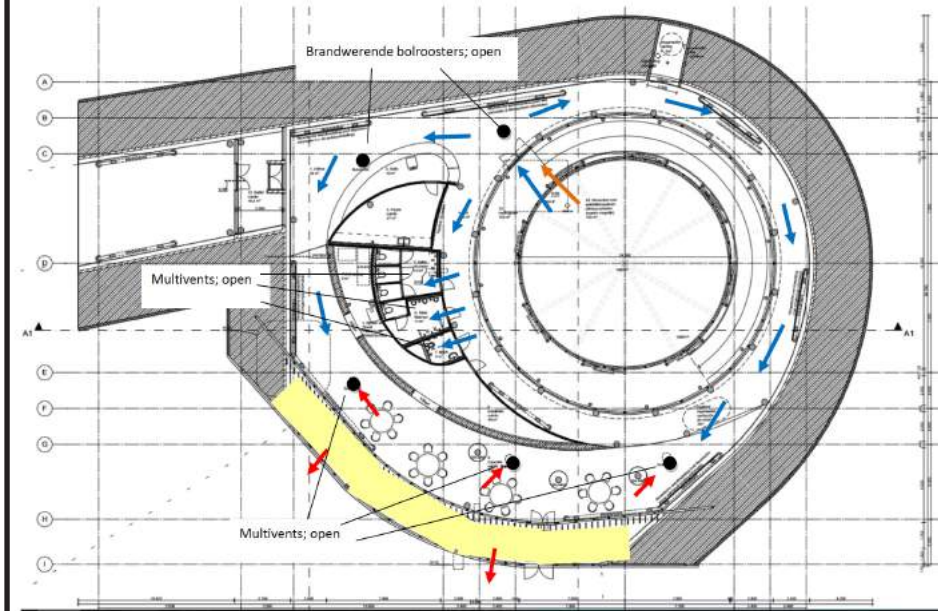


AFBEELDING: 'Ventilatie winter situatie'
[Eigen werk, 2018]

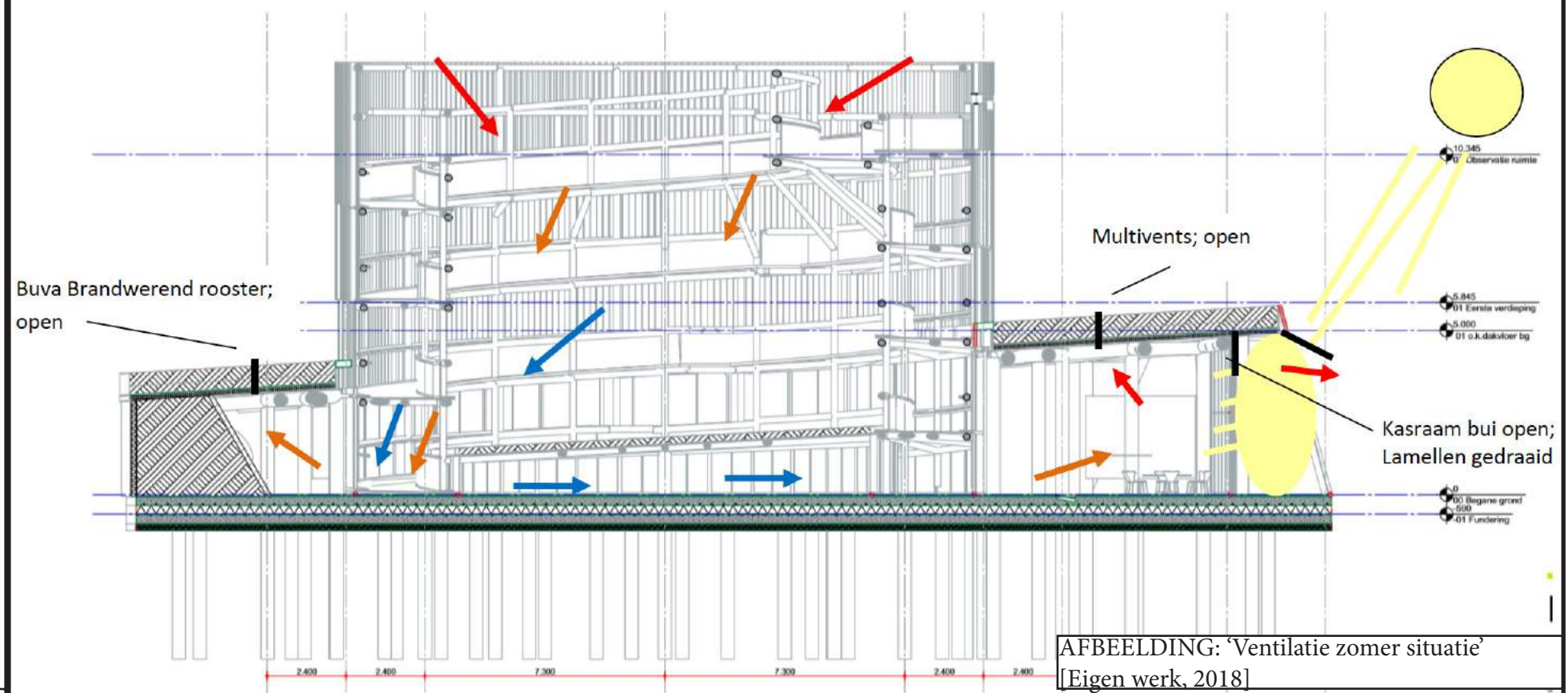


AFBEELDING: 'Ventilatie winter situatie'
[Eigen werk, 2018]

Zomer



AFBEELDING: 'Ventilatie zomer situatie'
[Eigen werk, 2018]



AFBEELDING: 'Ventilatie zomer situatie'
[Eigen werk, 2018]

Bij beide seizoenen wordt er ook koele lucht verspreid door de binnenruimten, die allen voorzien zijn van Multivents.

Materialen & structuren

Een paar uitdagende structuren worden in dit hoofdstuk beschreven. Het omvat a) de constructie, b) de keermuur, c) de buitenmuur, d) de begane grond en e) de etage bodem. De materiaalbalans, evenals de bodembalans vormen de afsluiting van het hoofdstuk. Bij het kiezen van de materialen is rekening gehouden met de visie om zoveel mogelijk duurzame en lokale materialen te gebruiken.

STRUCTUUR

Twee lagen samengeperste aardeblokken zijn aan de zijkant de dragende elementen van de constructie. De houten liggers zijn tevens ook constructief. Deze dragen het gehele dakpakket, afgewerkt met aarde. Vanwege het gewicht van de afwerkmaterialen hebben de houten liggers de neiging om te kantelen, hetgeen wordt voorkomen vanwege de tegenovergestelde krachten in de liggers.

MATERIALEN EN VOCHTIGHEID

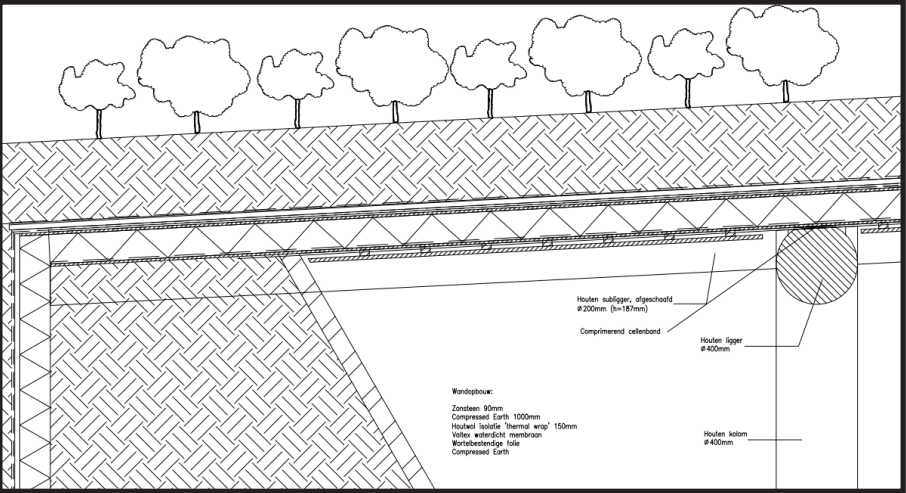
In de structuur heeft houtwol de voorkeur als isolatiemateriaal. Er werd gezocht naar een isolatiemateriaal dat naast natuurlijke en duurzame eigenschappen ook een goede thermische weerstand biedt. Dit laatste is belangrijk, omdat hoe beter de hittebestendigheid, hoe dunner de isolatielaag kan worden aangebracht. BioFoam is een goed alternatief. Het is echter verkrijgbaar in drukbestendige platen zoals EPS, maar dan biologisch, of kan in de structuur worden geïnjecteerd. Hoewel BioFoam een zeer goede thermische weerstand prestatie heeft van 0,034 W/m.K, is het beter om een isolatiemateriaal aan te brengen dat kan worden gebogen en van afval is gemaakt. Houtvezelplaten en houtwolisolatie zijn goede alternatieven. Houtvezelplaten zijn gemaakt van resthout, zo ook houtwolisolatie. In het geval van duurzaamheid bevatten houtvezelplaten 0,5% paraffine en 1,5% dispersielijm, wat niet-duurzame delen van de isolatie structuur zijn. Bovendien heeft houtwolisolatie betere isolatie-eigenschappen; het heeft een prestatie van 0,040 W/m.K. De luchtsponw is nodig om te voorkomen dat er vocht in de structuur komt. Het is niet ondenkbaar dat er vocht in de structuur komt, vooral omdat er ook veel met hout gewerkt wordt. Er wordt uitgegaan van een maximale koude temperatuur van -10 graden buiten en een binnentemperatuur van 20 graden. Er wordt uitgegaan van een relatieve binnen vochtigheid van 55% en een relatieve buiten vochtigheid van 89%. Het is echter belangrijk dat het vocht uit de luchtholte kan worden geventileerd om rot en schimmels in het afwerkings-gedeelte tegen te gaan.

BUITENWAND

In de beginfase van het ontwerpproces had het ontwerp geen buitenwand, omdat het als het ware een gevormde heuvel zou worden. De buitenwand nu is het resultaat van een thermisch en constructief onderzoek.

Voor de wandstructuur wordt gekozen voor een dikkere 'Compressed Earth' laag, omdat de drukkrachten die de constructie moet ondersteunen groter zijn dan middenin het gebouw. De buitenmuur moet deze krachten overbrengen naar de fundering. Als het dragende deel van de constructie te dun is, zullen de kolommen waarschijnlijk barsten. Daarom is een kolom diameter van 400mm gekozen. Een essentieel probleem zijn de horizontale krachten van de gewelf. Het voordeel van een effectieve keermuur is dat de horizontale krachten in evenwicht zijn.

Het is belangrijk dat de 'Compressed Earth Blocks' niet nat worden, want dan zullen ze kracht verliezen; dit resulteert in het instorten van de keermuur. Vandaar dat hier voor deze keermuur een laag van leemstenen geplaatst wordt. Dit is tevens de afwerking dat dient als binnenmuur.



In het bovenstaande figuur is te zien hoe de opbouw is van de wand die tevens overgaat in de heuvel. De wand staat onder een hoek van 60 graden om zo maximaal de draagkracht van het totale dakpakket op te kunnen vangen.

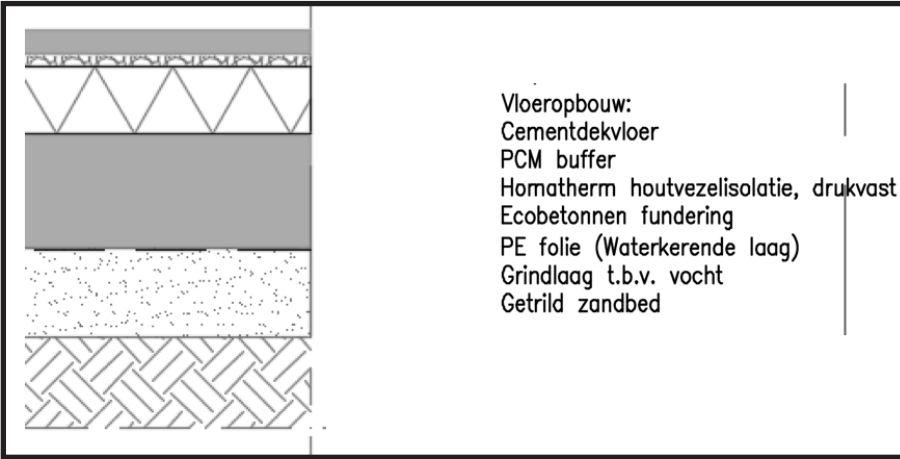
VLOERSTRUCTUUR

Begane grond

De begane grond heeft geen holte onder de vloer, wat betekent dat de vloer direct wordt ondersteund door de grond. Mogelijke problemen zijn daarom hoge grondwaterstanden en een ongelijk draagoppervlak, waardoor schimmels en scheuren in de vloer ontstaan. Vandaar dat de begane grond eerst is uitgerust met een grindlaag onder de fundering. Voor deze reden is er gekozen voor een plaatfundering, gerealiseerd op ecologische wijze. Deze twee lagen zorgen ervoor dat het draagvlak stabiel is. In tegenstelling tot de bodem reageert grind niet als een spons. Daarom kan alleen stijgend grondwater de begane grond bereiken.

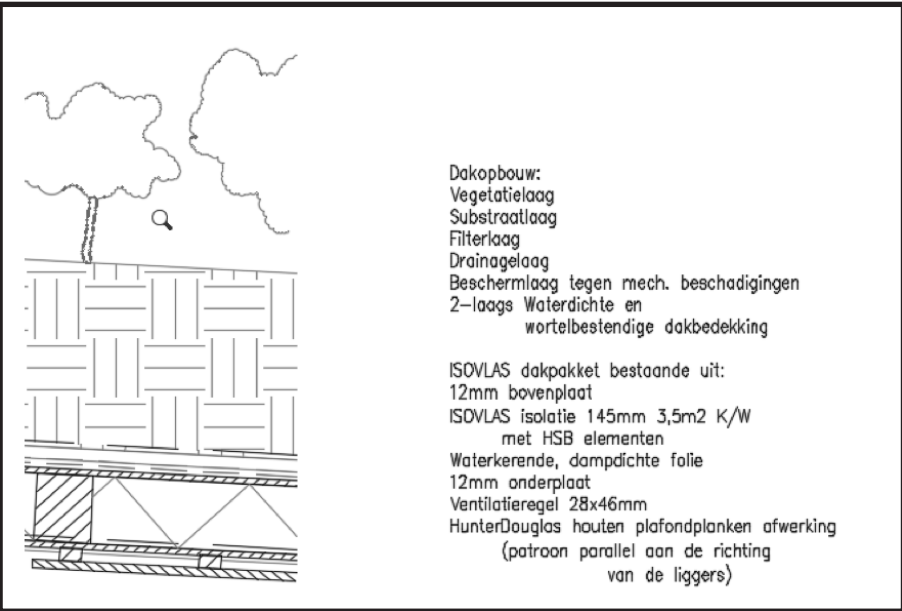
De plaatfundering is voorzien van ecobeton, waarbij het cement is vervangen door slakken uit de staalindustrie en vliegas. Hier bovenop komt de houtwolisolatie van 150mm. Bovenop deze drukvaste isolatie komt een laag van PCM-buffers, afgegoten met een eco-cementdek-vloer. PCM staat voor Phase Change Material, ofwel faseovergangsmateriaal (FOM). Bij deze materialen wordt de faseovergang gebruikt om warmte op te slaan en ook weer af te staan. Dit gebeurt bij de verandering van vast naar vloeibaar en andersom. Door warmte op te nemen smelt een materiaal bij een bepaalde temperatuur. Tijdens het smeltproces absorbeert het grote hoeveelheden warmte uit de omgeving. Op deze manier wordt de ruimte koeler. Wanneer de temperatuur zakt, stolt het materiaal weer en komt warmte vrij. De ruimte wordt op deze manier warmer. Het voordeel hiervan is dat bij veel zonnewarmte de ruimte niet te snel een hoge temperatuur krijgt. Bij kouder weer is de ruimte ook niet snel koud, omdat de pcm de warmte afstaat. Het is echter niet rendabel om de gehele vloer vol te leggen met een PCM buffer, omdat het te lang duurt voordat de opgenomen energie weer vrijgegeven wordt.

Het gebied vlakbij de kas wordt voorzien van een afwerking van eco-cement, omdat dit goed de warmte kan opnemen. Achterin het gebouw is dit niet nodig, omdat hier niet het directe zonlicht de vloer raakt. Bij dit gebied wordt een houten afwerking gerealiseerd.



DAKOPBOUW

Als constructief deel van het dakopbouw wordt een ISOVLAS standaard dakpakket gebruikt. Deze bestaat uit een onder- en bovenplaat, met isolatie van 145 mm ertussen. Deze dikte is gekozen om de dikte en zwaarte van het vegetatiedak erboven te kunnen dragen. De dikte van de substraatlaag bedraagt 400mm. Deze dikte is nodig om de vegetatie op het dak te kunnen dragen.



DUURZAAMHEID VAN MATERIALEN

Zoals eerder beschreven, is de eis dat minimaal 60 tot 70 % van het toegepaste materiaal ecologisch is en uit het landschap komt. Voor het uitgraven van de grondstof wordt aangenomen dat een maximale straal van 1500 kilometer acceptabel is. Het verdient echter de voorkeur dat deze waarde ook onder de 200 kilometer blijft. Het meest voorkomende materiaal is aarde, gevolgd door houtwol, die wordt gebruikt als isolatie.

GEBRUIK VAN AFVALMATERIALEN

Autobanden, glazen flessen of aluminium blikjes worden niet gebruikt bij het ontwerp. Het ontwerp bevat producten die zijn gebaseerd op afvalmaterialen, zoals de constructie die van boomstammen gemaakt is. Een deel van deze boomstammen komt direct uit dit gebied, zonder gekapt te hoeven worden. Dit is eigenlijk afval in de omgeving, dat elders niet gebruikt zal worden. Ook de houten bekisting rondom de aarde zal van dit hout gerealiseerd worden. Gebruikte aarde van de bodem wordt gebruikt om, naast de gehele heuvel te realiseren, de binnenwanden op te zetten.

Het materialenonderzoek is te vinden in bijlage: VI: ‘Materialen en bouwmethoden-onderzoek’.
De materialenstaat is te vinden in bijlage IX: ‘Materialenstaat’.



AFBEELDING: ‘Rammed earth’



AFBEELDING: ‘Zonnesteen’



AFBEELDING: ‘Round wood beams’



AFBEELDING: ‘Wand afwerking’

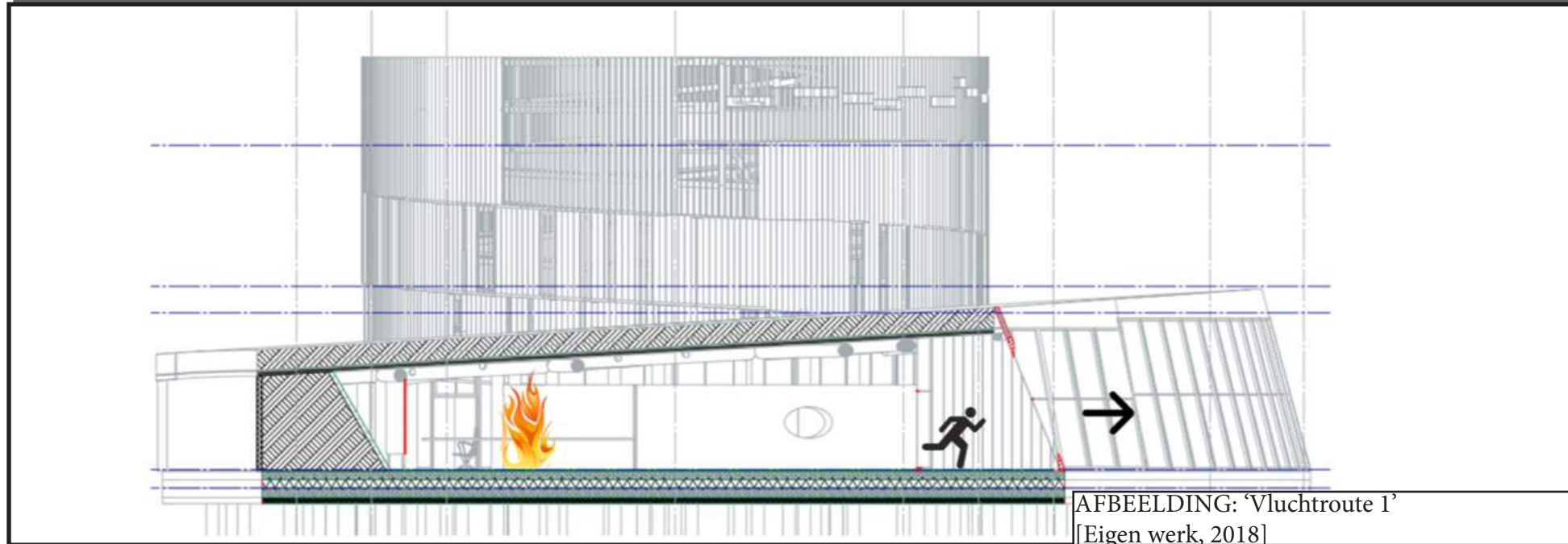


AFBEELDING: ‘Vloer afwerking’

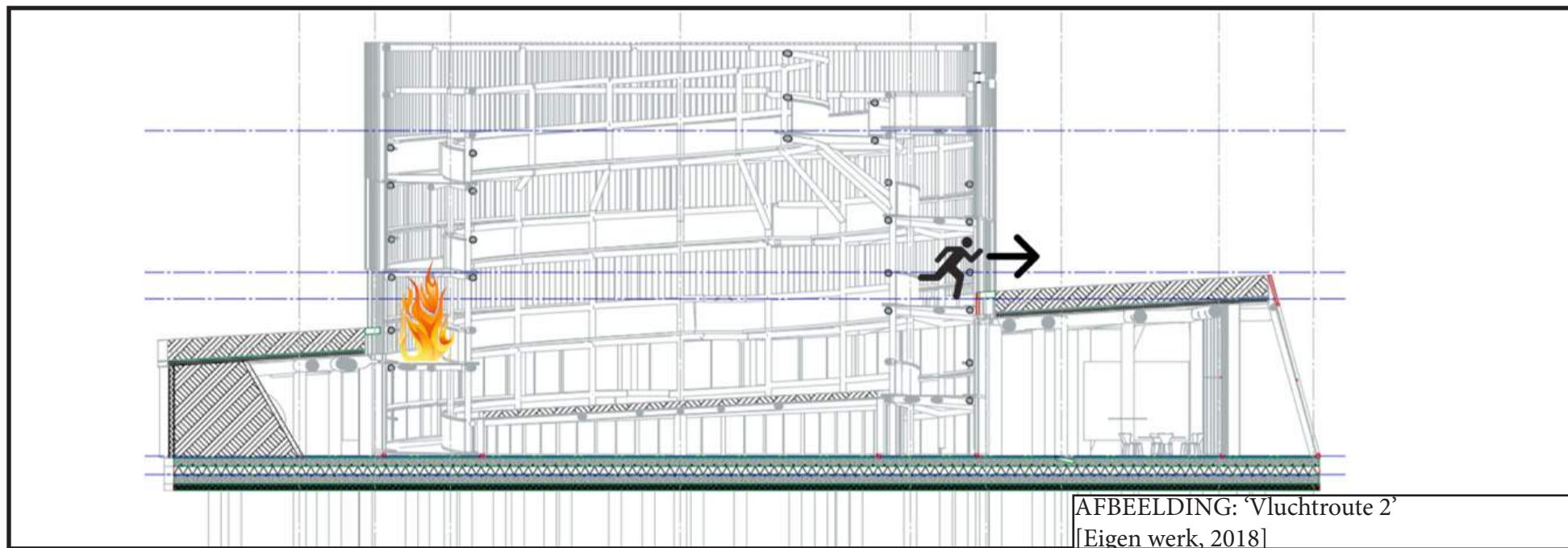


AFBEELDING: ‘Plafond & vloer afwerking’

Brandveiligheid



In bovenstaande afbeelding is een scenario gerealiseerd waarbij er beneden brand ontstaat en men niet via de hoofdingang het gebouw kan verlaten.



In bovenstaande afbeelding is een scenario gerealiseerd waarbij er op de helling brand ontstaat. In dit beeld is er rekening mee gehouden dat men via de helling het gebouw moet kunnen verlaten.

In geval van brand moeten bezoekers zo snel mogelijk het gebouw kunnen verlaten. Verschillende deuren zorgen voor een ontsnapping uit het gebouw. Zo kan er via de hoofdingang gevlucht worden evenals via de buffer ruimte. Beide deuren bevinden zich maximaal op 30 meter afstand van het verste punt in het gebouw.

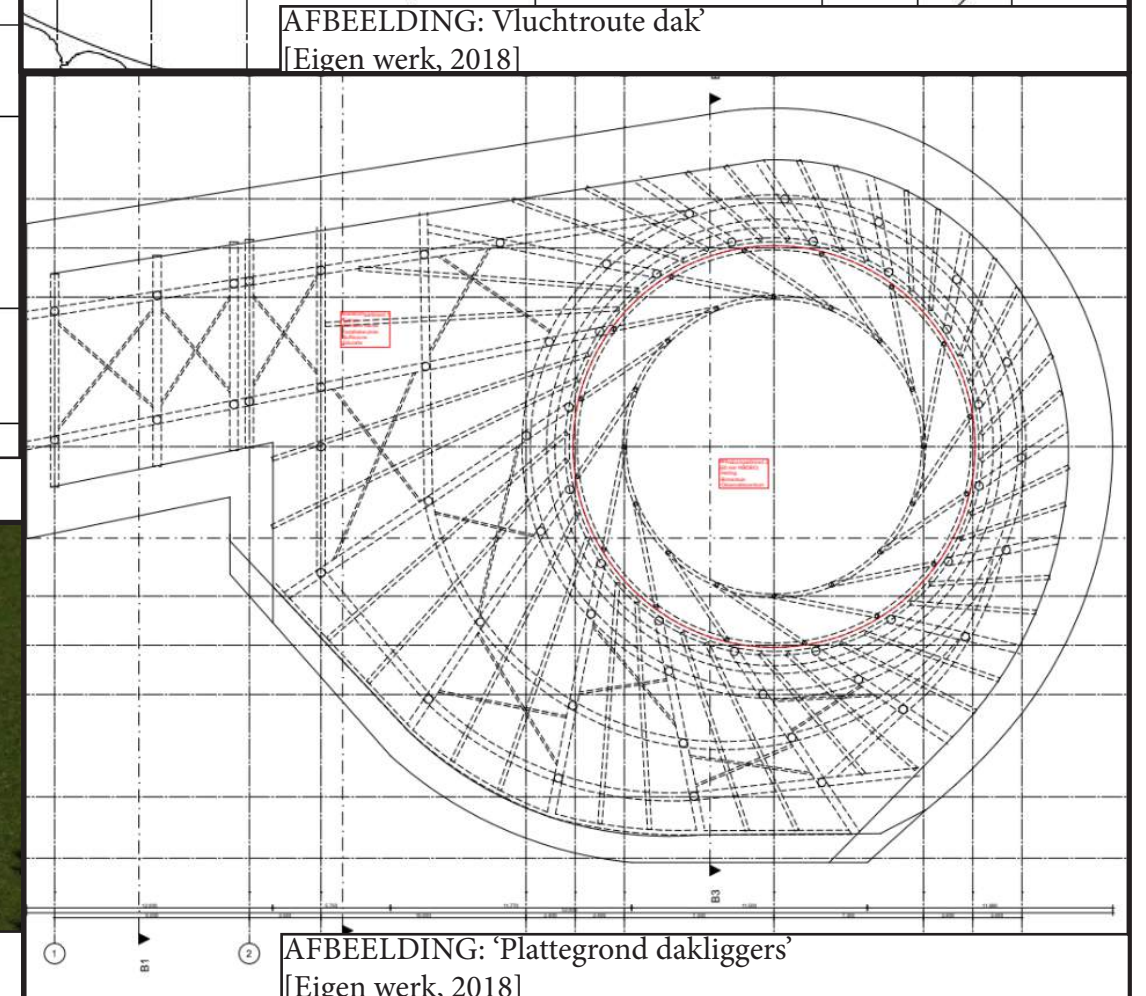
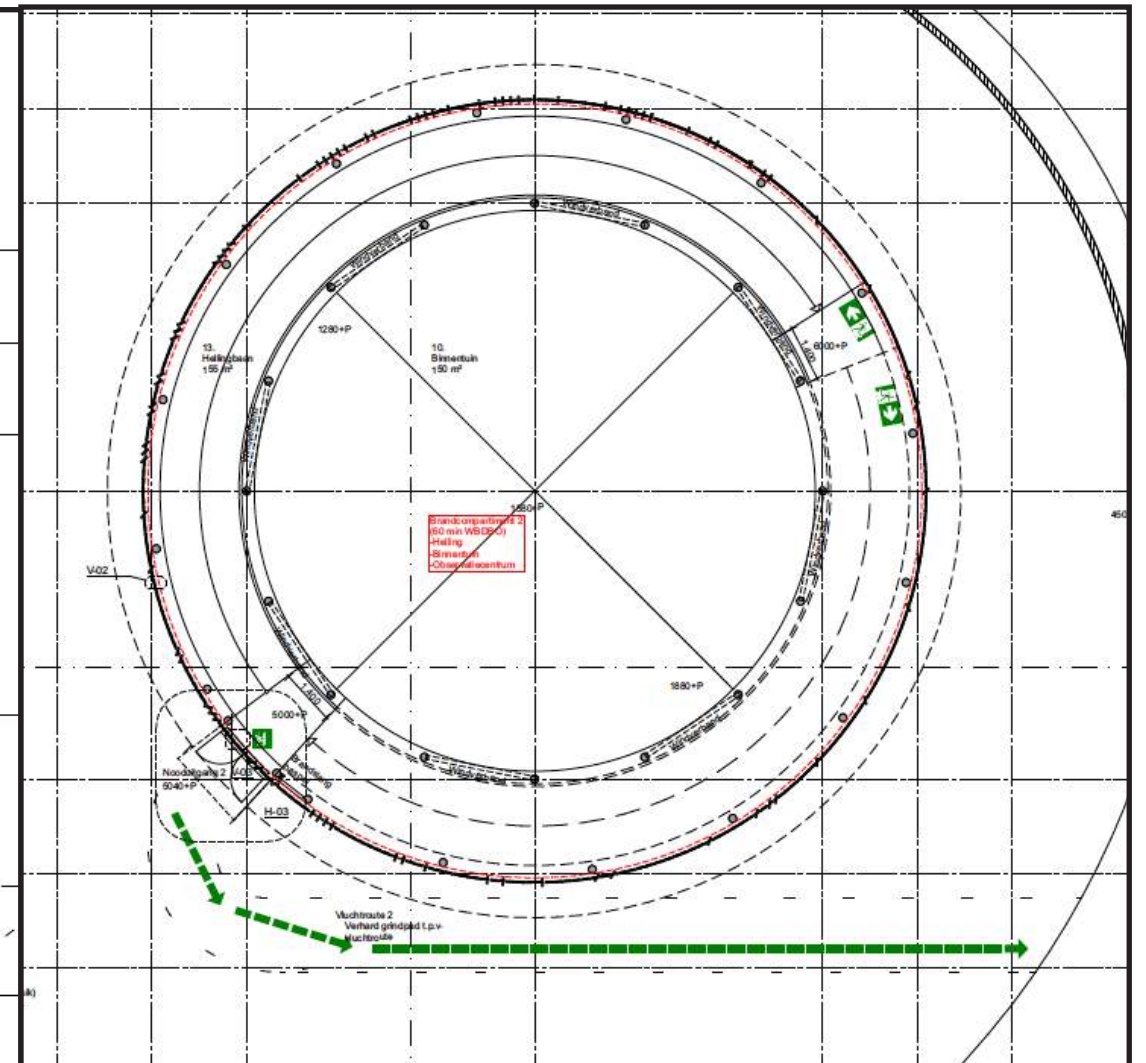
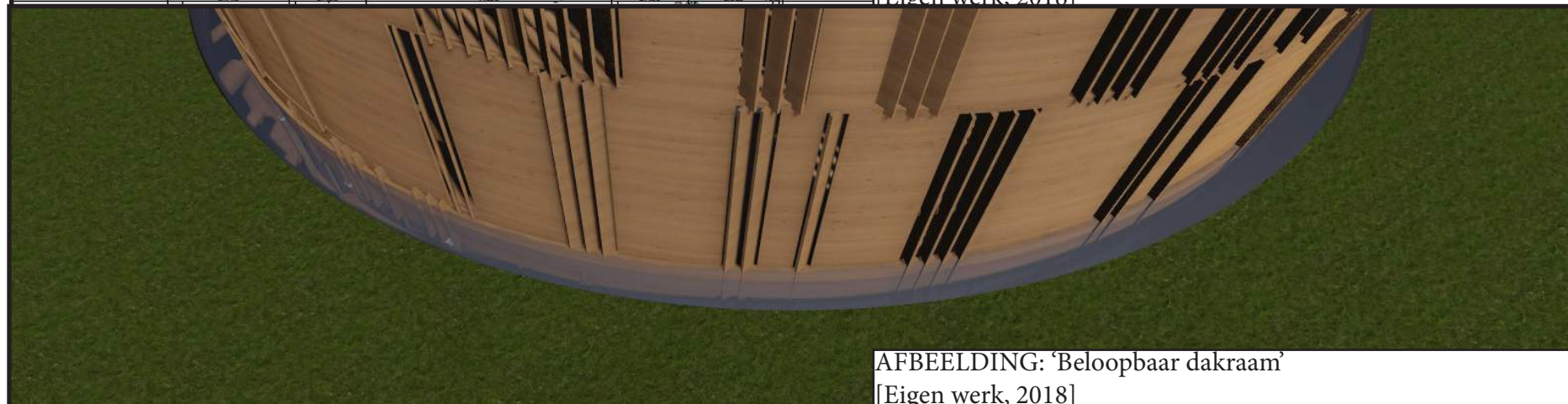
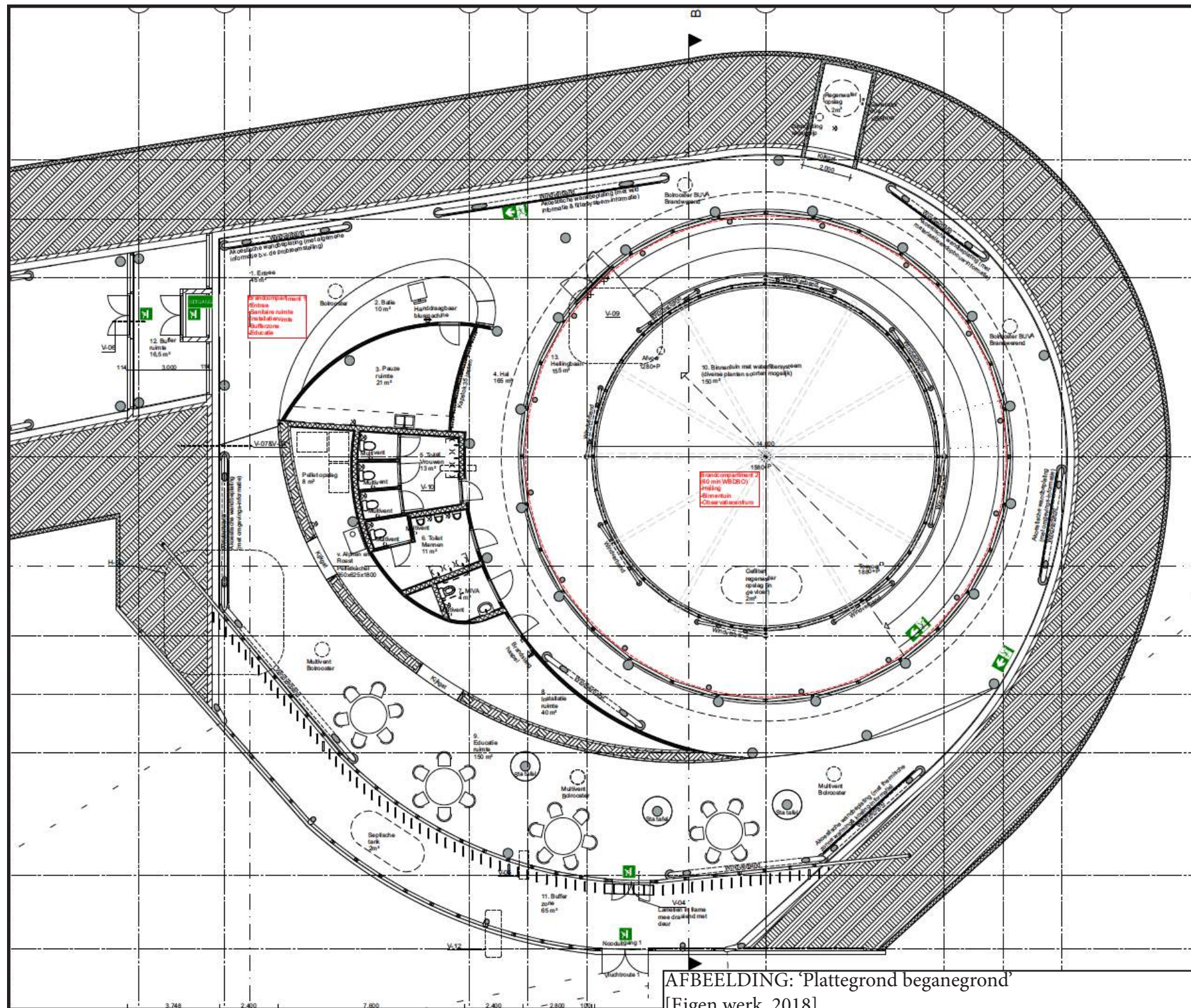
Ook is er een situatie mogelijk waarbij de hellingbaan vlam vat. Wanneer de hoofdingang de enige verbinding tussen binnen en buiten is, betekent dit dat bezoekers in de uitkijktoren worden opgesloten. De deur naar de kas en vervolgens naar buiten is dan ook niet bereikbaar voor deze bezoekers. Om die reden is er een extra vluchtroute via de verdieping. Daar bevindt zich een deur in de lamellengevel waarna men direct op de heuvel staat. Dit is te zien in afbeelding; 'Vluchtroute dak'. Afhankelijk van waar bezoekers zijn, kunnen ze aan beide zijden ontsnappen.

De helling is echter langer dan de maximale vluchtafstand van 30 meter. Dit is in dit geval geen probleem, omdat de observatieruimte en helling zich geheel buiten bevindt. De gevel is door de lamellen minimaal 50% open waardoor de rook kan ontsnappen en de vluchtafstand langer mag zijn.

Een ander voordeel van dit ontwerp is dat, vanwege de hoogte van de constructie en de hoofdingang, het iets langer duurt voordat het gebied vol is met rook. Als de zwenkramen open staan, kan er rook ontsnappen uit het gebied; dit is echter alleen het geval in de zomer. Hetzelfde geldt voor de ventilatieroosters op de begane grond.

Om ervoor te zorgen dat de observatieruimte op zich blijft staan wanneer er brand is in de educatieruimte en andersom, is er een aparte losstaande constructie gerealiseerd. In principe zijn er dus twee hoofd-draagconstructies aanwezig; de educatieruimte en de observatietoren. Dit is te zien in afbeelding: 'Plattegrond dakliggers'. Ook heeft dit het voordeel dat de fysische scheiding niet onderbroken hoeft te worden door de constructie.

De educatieruimte en de observatietoren worden dus als twee verschillende objecten gezien. Om dit visueel te scheiden is er een glazen dakraam aanwezig die rond om de helling loopt. Dit is te zien in afbeelding: 'beloopbaar dakraam'.



Algemene informatie

Geluid

De N304, N3010, N311 en N804 liggen rondom het Nationale Park De Hoge Veluwe. De verkeerssnelheid op deze wegen bedraagt 80 kilometer per uur. De afstand van het perceel tot de weg is ongeveer 100 meter met wat hoogteverschillen. Volgens de Nederlandse bouwvoorschriften en NEN 5077 mag de geluidsbelasting aan het binnenmilieu ten gevolge van het weggeluid niet hoger zijn dan 33 dB. In het ontwerp is het streven om een binnenruiswaarde van 0 dB te bereiken. Er zijn geen wettelijke maatregelen nodig om de geluidsbelasting onder de 53 dB te verminderen. Het geluid van de N304, N3010, N311 en N804 worden verwaarloosd. Er is geen sprake van overlast of hinderend geluid in deze omgeving. Aangezien het gebouw een bijeenkomstfunctie bezit, zijn er in de ruimtes geen minimale eisen aanwezig volgens het bouwbesluit.

Bodem

GRONDWATERSTAND
Voor de Veluwe komt dat er ca. 300-350 millimeter regen per jaar meer valt dan er verdampt. Een deel van dit neerslagoverschot wordt als oppervlakte afgevoerd. Het grondwater in het midden van de Veluwe is hoger in vergelijking met de randen van het gebied. Het verschil in grondwaterstand kan tot wel 45 meter bedragen. Het meeste water wordt afgevoerd naar de IJssel. Bij langere droogteperiodes kunnen de beken op de Veluwerand zonder water komen te staan. Hier is in het ontwerp gelukkig geen sprake van. De gekozen locatie bevindt zich namelijk meer richting de kern van het gebied.

De bodem bestaat grotendeels uit zand, is voedselarm en droog. Het grondwater zit tot wel 60 meter diep in het oosten en 6 meter diep in het westen. Niettemin zijn hier ook schommelingen in de waterstanden mogelijk en hiermee moet rekening worden gehouden. Waterlagen kunnen lager zijn als het al langere tijd niet regent. We houden dus rekening met het feit dat waterlagen de bodem van het ontwerp kunnen bereiken.

Daglicht

Omdat het gebouw als het ware onder een heuvel wordt gebouwd, is het lastig om in elke ruimte te voldoen aan een hoeveelheid daglicht. Verschillende technieken zijn nodig om meer daglicht in het gebouw te brengen. Echter is er geen sprake van een minimale eis bij een bijeenkomstfunctie, dus er hoeft geen daglichtberekening gemaakt te worden.

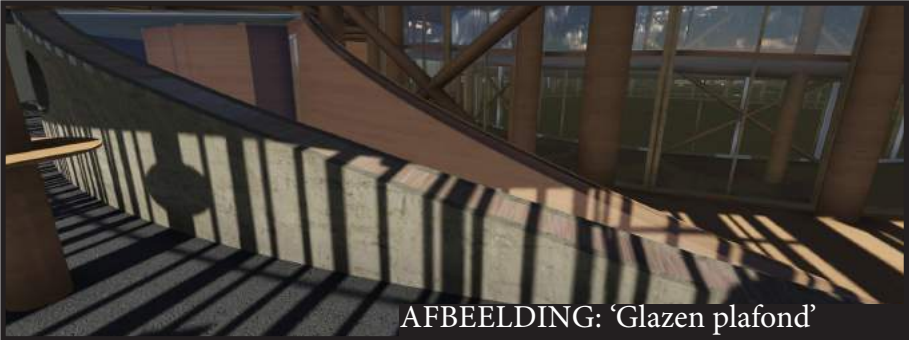
TRANSPARANTE KAS (BUFFERRUIMTE)
De toepassing van een transparante kas is een belangrijk element in een van de eerste ontwerpen. Het probleem was dat de transparante kas een grote overspanning had. Dit is nu niet meer het geval, omdat deze transparante delen worden verbonden met de houten constructie. Deze kas is verantwoordelijk voor minstens de helft van het totale daglicht dat in het gebouw aanwezig is. Een indruk van de transparante kas is e zien in onderstaand figuur.



BINNENTUIN
In het beginstadium van het ontwerpproces was de gehele benedenverdieping omgeven door aarde. De toepassing van de kas aan de zuidzijde van het gebouw is niet voldoende om daglicht te bieden aan alle ruimtes. De gebieden achterin het gebouw waren erg donker. Deze gebieden moeten daglicht van elders ontvangen. Daarom is een binnentuin geplaatst om te zorgen voor een extra ‘lichtbron’ in het gebouw. Een voorbeeld hiervan is te zien in onderstaand figuur.



GLAZEN PLAFOND
De binnenruimten die omgeven zijn door binnenwanden (alle ruimten op de begane grond behalve de open ruimte) krijgen geen direct daglicht binnen van de kas. Deze binnenruimten hebben een verlaagd glazen plafond, wat zorgt voor ruimte tussen de bovenkant van deze ruimten en de bovenkant van het gebouw. Op deze manier wordt de gehele hoofdconstructie van het gebouw in het zicht gelaten. Een visualisatie van het plafond is te zien in het figuur rechts.



DAGLICHTFACTOR EN VERLICHTINGSSTERKTE

Om de daglicht toestand binnenin te bepalen, kan het licht worden verdeeld in verlichtingssterkte (lux) en de daglichtfactor (%). Tabel ‘hoeveelheid daglicht’ en ‘hoeveelheid lux’ bevatten praktische aanbevelingen voor de daglichtfactor en de verlichtingssterkte.

		Kunstlicht is nodig in de vroege ochtend, de late namiddag of op zeer bewolkte dagen
4.0 – 5.0%	Uitstekend	Voldoende daglicht, echter, bij sommige werkzaamheden kan extra kunstlicht nodig zijn.
3.0 – 4.0%	Zeer goed	
2.0 – 3.0%	Goed	
1.0 – 2.0%	Voldoende	Kunstlicht is regelmatig nodig.
0.5 – 1.0%	Zwak	
< 0.5%	Onvoldoende	

TABEL: ‘hoeveelheid daglicht’

Toilet	100 lux
Hal/ gang	50 – 100 lux
Opslag	50 – 100 lux
Entree	100 lux
Trap	100 lux

TABEL: ‘hoeveelheid lux’

Daglichtfactor
Kunstlicht is niet nodig onder normale omstandigheden. De meeste gebieden waar mensen langer kunnen verblijven, zijn goed verlicht in het geval van de daglichtfactor. De onvoldoende hoeveelheid daglicht voor de toiletten is acceptabel, omdat mensen hier niet lang blijven. Gedurende deze korte tijd is het acceptabel om een lampje aan te doen. In een toilet is er geen eis voor de hoeveelheid daglicht in deze ruimte.

Verlichtingssterkte

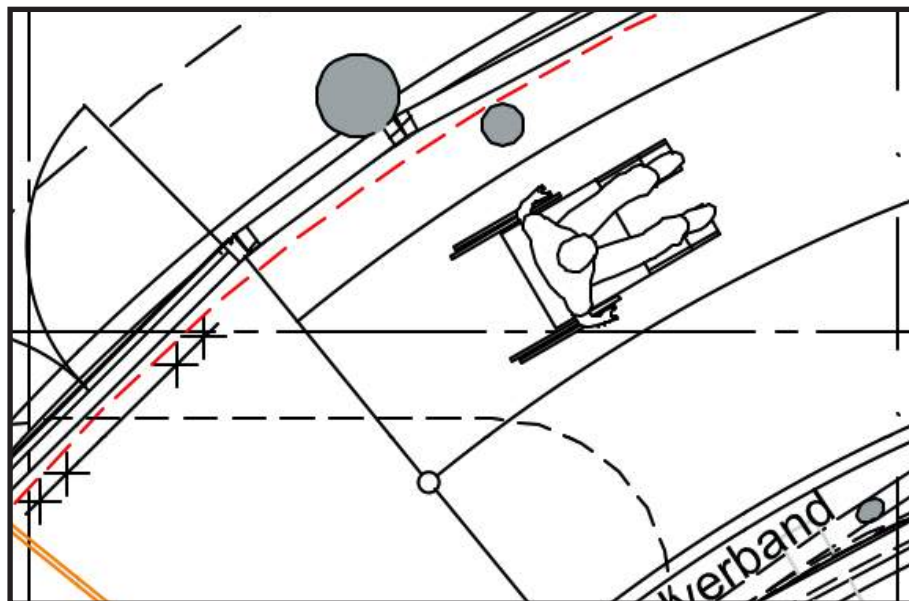
De verlichtingssterkte – uitgedrukt in lux – is altijd voldoende in de hal van de begane grond, op het moment van 12 uur. De toiletten, pauzeruimte en de installatieruimte krijgen nooit voldoende verlichtingssterkte. Het kan zo zijn dat bij bewolkte dagen de verlichtingssterkte hoger ligt dan bij zonnige dagen. Een mogelijke reden is het feit dat het schuine glazen dak een aanzienlijke hoeveelheid daglicht reflecteert in zonnige omstandigheden. Dit gebeurt niet als het bewolkt is, terwijl de hoeveelheid verlichtingssterkte door direct zonlicht dan veel lager is. In deze ruimten is dan kunstlicht nodig.

Rolstoelvriendelijk

Aangezien het uitgangspunt van het onderzoek beslaat dat de belangen van de natuur voor iedereen zichtbaar moeten zijn, wordt er rekening gehouden met mindervaliden. Het gebouw betreden kan middels mindervaliden fietsen die te huren zijn op het park. De entreeweg naar het gebouw is voorzien van een pad. Dit pad bevat gemengd grind en zand, wat hard in elkaar geperst is en zorgt voor een verhard pad. Ook bij de entree is rekening gehouden met een toegankelijkheid; deze is voorzien van een hardsteen rolstoeldorpel.

Verder zijn in het gebouw alle minimale gangbreedtes aangehouden, zodat mindervaliden via elke gang het gebouw kunnen bekijken. Mocht er bij de entree brand zijn, dan kunnen mindervaliden via de vluchtroute langs de kas ook het gebouw verlaten. Hier is dezelfde onderdorpel geplaatst als bij de entree.

Ten slotte is de eis nagestreefd voor hellingbanen, zodat mindervaliden ook de observatietoren op kunnen. Er is een brede hellingbaan aanwezig, zodat mindervaliden elkaar kunnen passeren mocht dit nodig zijn. Ook is er na elke 20 strekkende meter helling een platform van minimaal 1 meter lengte aanwezig volgens de eis.



Resultaten

Conclusie

De belangrijkste vraag van dit onderzoek is: ‘Wat is het meest optimale architectonisch ontwerp voor het nationaal park ‘De Hoge Veluwe’, dat ervoor zorgt dat de natuur in haar waarde behouden blijft en daarbij innovatieve oplossingen biedt voor bouwen met natuurbehoud?’

Er kan geconcludeerd worden dat het ontwerp voldoet aan de drie centraal gestelde ontwerpaspecten en hiermee voldoet aan de gestelde ambities en doelen. Het doel was om een comfortabel en autarkisch gebouw te ontwerpen, dat in de toekomst een voorbeeld van ecologisch bouwen met respect voor de natuur (of omgeving) is. Over het algemeen is de binnenhuis omgeving comfortabel; er zijn echter enkele aandachtspunten. Vanwege het gebruik van een thermische massa, kost het wat tijd om het gehele gebied op te warmen. Aan de andere kant wordt het niet warmer dan 27 graden in de zomermaanden, waarbij het buiten maximaal 30 tot 35 graden kan zijn. Er moet echter worden besproken aan welke voorwaarde de voorkeur wordt gegeven: dat is 1) een maximale binnentemperatuur van 26 graden in de zomer of 2) een veel snellere opwarmtijd dan 57 uur in de winter. Het is gemakkelijker om jezelf aan te passen aan koudere temperaturen dan aan warmere temperaturen.

Het feit dat het ontwerp gedeeltelijk met aarde is bedekt, betekent dat er minder daglicht kan worden bereikt. De hoeveelheid verlichtingssterkte is echter acceptabel.

Het is gebouw is moderner en duurzamer dan een traditioneel Earthship, het blijft de vraag of mensen zelf in dit aangepast concept lang willen doorbrengen. Het betreft een openbare functie, dus mensen zullen er geen dagen verblijven. Het ontwerp maakt gebruik van materialen die zijn gebaseerd op ecologie en duurzaamheid van lokale materialen. 70 Procent van alle materialen zijn uit het gebied gehaald, de overige materialen zijn gebaseerd op onbewerkte afvalmaterialen. Helaas is het gebouw nog niet voor 100 procent uit lokale en duurzame materialen te realiseren. Dit heeft er mee te maken dat het een vrij nieuw concept is en er dus nog heel weinig onderzoek naar is gedaan. Vooral bij scharnierpunten en koppelpunten is het lastig om staal te vermijden. In het ontwerp is er geprobeerd dit toch zo min mogelijk toe te passen. Dit is bijvoorbeeld terug te zien aan de houtbouw verbindingen en de losse oplegging van het dak. Een groot deel van het gebouw bestaat uit aardeblokken die uit grond van de locatie bestaat. Daarnaast wordt ook veelal houtwol en eco materiaal toegepast. In het geval van zelfvoorziening heeft het ontwerp een volledig gesloten watercyclus. En het ontwerp is hierdoor LowTech gerealiseerd.

Ook de natuurlijke ventilatie en de solar warmte winning en koeling zorgt voor de bijdrage aan een LowTech werking. Echter dient er dan alsnog bij verwarmd te worden. Dit gebeurt door middel van een ecologisch werkende pelletkachel.

Het gebouw genereert minder energie dan een conventioneel Earthship, maar dit past beter bij de gekozen visie; de natuur in haar waarde laten. Het ontwerp moet een voorbeeld zijn, dus de helft van het opgevangen regenwater wordt gebruikt om energie op te wekken en zo vervolgens de pelletkachel het gebouw te laten verwarmen in de winter.

Naar de kosten van het ontwerp is niet gekeken. Er kan echter geschat worden dat door het velen vakmanschap die in de bewerking van het hout zit (vooral het krommen van de liggers en bewerken van de houtverbindingen) en de het toepassen van ongeteste bouwmethoden de prijs van het ontwerp er op kan lopen. Aan de andere kant worden veel bouwmaterialen uit de omgeving gehaald dus hoeven deze niet aangeschaft te worden. De kosten kunnen dus hoog uitvallen.

De ambities zijn gerealiseerd. Dit komt zelfs terug in de constructiemethode en technische details van het ontwerp. Een structuur die zowel goed geïsoleerd, stabiel en waterdicht moet zijn, vereist wat ingewikkeldere details. Deze ambities maken het ontwerp ook uniek. Er globale bouwberekeningen voor dit project uitgevoerd, in overleg met een constructeur. Het is onbekend hoe de hele structuur reageert op allerlei mechanische factoren. Het gerealiseerde ontwerp a) lijkt niet op een Earthship (niet gerealiseerd om goedkoop te kunnen wonen), b) gebruikt niet hetzelfde (afval) materiaal, c), gebruikt andere energiebronnen en d) laat de natuur in haar waarde (biedt leefgebieden of voedsel voor wilde dieren of insecten). Dit project beoogt een echte nieuwe ontwikkeling en is hopelijk een aanmoediging om in de toekomst professioneel met het behoud van natuur om te gaan en daarbij dus te kijken naar duurzame installatie, materiaal en bouwmethoden alternatieven.



Advies

Het project omvatte een traject van twintig weken. Gedurende deze periode is er onderzoek gedaan naar houtverbindingen zonder staal voor aansluitingen van de constructie en de kozijnen. Dit is een belangrijk onderzoek aangezien staal niet binnen de ambitie valt om met lokale en duurzame materialen te bouwen. Echter is er op sommige plekken binnen het ontwerp toch staal toegepast. Denk hierbij bijvoorbeeld aan a) de hellingen (om de hellings-planken demontabel te maken), b) deurposten (om de zware lamellen in de kas boven de lamellen deur te kunnen dragen) en c) de koppeling van de kolommen aan de fundering. Om dit project nog dieper aan te laten sluiten op de ambitie om de natuur in haar waarde te laten en gebruik te maken van lokale materialen, kan er verder onderzoek gedaan worden naar bouwen zonder staal.

Het ecologisch en duurzaam bouwen is echt iets van de moderne tijd waardoor er dus nog heel wat onderzoek naar ecologische en duurzame manieren van materiaalgebruik kan worden gedaan. Hierbij kan dus ook de werking van Lowtech bouwinstallaties onderzocht worden.

Ook zou er in het vervolg nog naar de kosten en realisatie van zo'n zelfde project gekeken kunnen worden.

Dit ontwerp kan als basis onderlegger gebruikt worden. Wanneer dit ontwerp echt gerealiseerd zou worden, kan het ook dienen als bedrijfsuitje om de LowTech werking en duurzame bouwmethode te bezichtigen. Het ontwerpproces is zichtbaar gemaakt. Op deze manier kunnen de fases later nog doorlopen worden en kunnen bedrijven een zijtak nemen in de gewenste fase om zo een onderdeel verder uit te kunnen werken.

Bijlage-lijst

NUMMER

I

II

III

IV

V

VI

VII

VIII

IX

X

XI

XII

XIII

XIV

NAAM

PERSOONLIJKE MOTIVATIE

HOOFDVRAAG+DEELVRAGEN

LITERATUURONDERZOEK

GEBIEDSONDERZOEK

ECOLOGISCH BOUWEN-ONDERZOEK

MATERIALEN & BOUWMETHODEN-ONDERZOEK

INSTALLATIELOOS BOUWEN-ONDERZOEK

PVE

MATERIALENSTAAT

HOUTVERBINDING-ONDERZOEK

PLATTEGRONDEN

AANZICHTEN

DOORSNEDEN

VENTILATIE DOORSNEDE & PLATTEGRONDEN

NAAM

WATERZUIVERING SCHEMA & PLATTEGROND

BRANDVEILIGHEID DOORSNEDE

DETAILBOEK

VISUALISATIES

GLOBALE CONSTRUCTIE BEREKENING

BOUWFYSISCH BEREKENINGEN

ZONNESTAND

SCHETSONTWERPEN

PLANNING & URENSTAAT

NOTULEN BEDRIJF

NOTULEN DOCENTEN

LITERATUURLIJST

NUMMER

XV

XVI

XVII

XVIII

XIX

XX

XXI

XXII

XXIII

XXIV

XXV

XXVI



avans
hogeschool

Marquart
ARCHITECTEN

