



# Circulair in zee bouwen

SMART Circulair eindrapportage

**Opdrachtgever:** Nationaal park Oosterschelde en IVN  
**Versie:** A  
**Datum:** 28-05-2021  
**Auteur(s):** S. Philipse



**Documenttitel** Circulair in zee bouwen  
**Opdrachtgever** Nationaal park Oosterschelde en IVN  
**Instelling** Scalda  
**Auteurs** S. Philipse

**Versie** A  
**Status** Definitief  
**Datum** 28-05-2021  
**Plaats** Vlissingen

<b>Versie</b>	<b>Auteur</b>	<b>Gecontroleerd</b>	<b>Gezien</b>
<b>A</b>	S. Philipse	Team Viridis	C. Passenier en K. Van Ginhoven







## Voorwoord






Dit jaar mogen wij, team Viridis, Scalda vertegenwoordigen in de SMART circulair Challenge. Van opdrachtgevers Walter Jonkers (Provincie Zeeland) en Fransje Meijer (IVN) kregen we de fantastische opdracht een bezoekerscentrum te ontwerpen voor Nationaalpark Oosterschelde. Viridis bestaat uit 8 studenten van verschillende opleidingen, in tabel 1 ziet u wie wij zijn.

Nationaalpark Oosterschelde maakt onderdeel uit van de Vlaams-Nederlandse Schelde Delta. Een in de wereld uniek gebied dat alles in zich heeft om een UNESCO Global Geopark te worden. Het Nationaal Park Oosterschelde wil zich in het bezoekerscentrum als onderdeel van het Geopark Schelde Delta laten zien. In de ontwerp opdracht is ook de omgeving c.q. gebiedsontwikkeling meegenomen zodat het gebouwo ontwerp opgaat in de natuurlijke omgeving en toch als icoon uitstraalt over het Nationaal Park Oosterschelde.


Tabel 1

<b>Namen</b>	<b>Taken</b>	<b>Foto</b>
Nadja Colijn	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2D tekeningen</li><li>• Overbrugging</li><li>• VO 3D schetsen</li><li>• Kostenraming</li><li>• Constructie uitwerking.</li></ul>	
Sebastiaan Philipse	<ul style="list-style-type: none"><li>• Projectleiding</li><li>• 3D visualiseren van de omgeving en de Renders maken.</li><li>• Eindrapportage</li></ul>	
Maurice Van Eekelen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Installaties</li><li>• Contactpersoon</li></ul>	
Michelle Stroo	<ul style="list-style-type: none"><li>• 3D visualiseren van de torens</li></ul>	



Willemiene Thissen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Materialisatie</li><li>• Maquette</li><li>• Inrichting</li></ul>	
Bram Dekker	<ul style="list-style-type: none"><li>• Schetsen terrein</li><li>• Definitieve tekeningen</li><li>• Kostenraming</li><li>• alles uitgewerkt op de civiele tak</li></ul>	
Jade Moerbeek	<ul style="list-style-type: none"><li>• media vormgeving</li></ul>	
Ezra Zuiddam	<ul style="list-style-type: none"><li>• media vormgeving</li></ul>	
Caroline Passenier	<ul style="list-style-type: none"><li>• Docent Bouwkunde</li></ul>	



Kjell Van Ginhoven	<ul style="list-style-type: none"><li>• Docent Bouwkunde</li></ul>	
--------------------	--	---

Tabel 2

<b>Namen</b>	<b>Bedrijf</b>	<b>Foto</b>
Fransje Meijer	IVN	
Walter Jonkers	Provincie Zeeland	

Teamfoto:



Figuur 1



## Inhoud

1	Samenvatting.....	6
2	Het ontwerp .....	7
2.1	De eisen opdrachtgever .....	7
2.2	Van land naar zee .....	7
2.2.1	DNA schelde Delta toepassen .....	8
2.2.2	Betrekking voor bezoekers.....	8
2.2.3	Openbaar terrein.....	8
2.2.4	Verbinding over zee.....	9
2.3	Het voorlopig ontwerp .....	9
2.4	Het definitieve ontwerp .....	9
3	Criterium Energie .....	12
3.1	Ijsbuffersysteem.....	12
3.1.1	Wat is een ijsbuffersysteem? .....	12
3.2	Zonne-energie .....	13
3.2.1	zonnecollectoren.....	13
3.2.2	Zonnepanelen.....	13
3.3	Techniek .....	14
3.4	Regenwater opvangsysteem .....	14
3.5	Helofytenfilter .....	14
4	Natuur- en klimaat positief bouwen .....	15
4.1	Accoya .....	15
4.1.1	Algemeen.....	15
4.1.2	Toepassing.....	15
4.2	OSB-platen.....	16
4.2.1	Toepassing .....	16
4.3	Geëxpandeerd isolatiekurk .....	17
4.3.1	Toepassing.....	17
4.4	Zeewier .....	18
4.4.1	Toepassing .....	18
4.5	Gipskartonplaat .....	18
4.5.1	Toepassing.....	18
4.6	Hergebruik hout .....	19
4.7	Demonderen of hergebruik.....	19
5	Haalbaar en op schaalbaar .....	20
5.1	Fundering.....	20



5.1.1	Hei/boorpalen .....	20
5.1.2	Veldpalen.....	20
5.1.3	Ponswapening .....	20
5.2	Droogmalen.....	21
5.3	Tapijt in zee .....	21
5.3.1	Toepassing.....	21
5.4	Bekisting .....	22
5.4.1	Grootwandbekisting / Half-systeembekisting / Projectbekisting.....	22
5.4.2	Centerpenconstructies .....	22
5.5	Beton .....	23
5.5.1	Gegranuleerde hoogovenslak .....	23
5.5.2	Gerecycled toeslagmateriaal.....	23
5.6	Wapening .....	24
5.6.1	Corrosie bestendige glasvezelwapening .....	24
5.6.2	Voordelen ten opzichten van rvs-wapening.....	24
5.6.3	Gebruik toegestaan .....	25
5.6.4	Kenmerkend .....	25
5.7	Staalconstructie.....	25
5.7.1	Constructie toren 1.....	25
5.7.2	Constructie toren 2 en 3.....	26
5.8	Opbouwconstructies .....	26
5.8.1	Gevelopbouw .....	26
5.8.2	Dakopbouw .....	27
5.8.3	Dakconstructie.....	27
5.9	Berekeningen.....	28
5.9.1	Rc-waarde.....	28
5.9.2	Temperatuursverloop.....	29
5.9.3	Dampverloop.....	29
5.9.4	Verklaring en oplossing .....	30
5.10	Begroting .....	30
6	Omgeving.....	31
6.1	Circulaire toepassingen .....	31
6.1.1	Biobased betonelementen .....	31
6.1.2	Groen asfalt .....	31
6.2	Gesloten grondbalans .....	31
6.3	Elektrisch verkeer .....	31



6.4	Biodiversiteit vergroten.....	32
7	Communicatie en multimedia.....	33
7.1	Totstandkoming logo en naam.....	33
7.2	Mijlpalen en gebruikte kanalen.....	33
7.3	De promotie .....	33
8	Reflectie.....	34
9	Bronnenlijst .....	34

## 1 Samenvatting

De ontwerpcriteria voor het bezoekerscentrum voor Nationaalpark Oosterschelde en IVN sluiten naadloos aan op de criteria van de SMARTcirculair Challenge. De opdracht houdt in om een bezoekerscentrum te ontwerpen op een duurzame en circulaire wijze waarbij de omgeving wordt verwerkt en het natuur inclusief is.

Er is volgens de criteria gewerkt van de wedstrijd, hierbij komt het plaatje in beeld van schets tot idee. Vervolgens gaat er gekeken worden naar verschillende installaties die gaan bijdragen aan de nul op de meter gebouwen. Met name het innovatieve en opkomende ijsbuffersysteem gaat toegepast worden in de gebouwen. Niet alleen met installaties gaan we het gehele gebouw duurzaam krijgen, daarnaast is het erg belangrijk dat de juiste materialen toegepast worden. De materialen worden uitgelegd waarbij vooral zeewier en accoya hout eruit springen. Niet geheel onbelangrijk is de constructie, deze wordt toegelicht later in het rapport in combinatie met de begroting. Deze twee onderdelen zijn bij het ontwerp van groot belang in verband met de bijzonder locatie van de torens. Daarna zal de omgeving toegelicht worden hoe we dat zo duurzaam mogelijk kunnen uitvoeren. Met als laatste een toelichting van de communicatie en media-uiting.

Het schelde delta gebied is uniek, een uniek gebied die in het “miniatur” zichtbaar is op het terrein. Niet één maar drie bijzonder gebouwen die alle drie uniek zijn. Drie torens die samen energieneutraal en circulair zijn. Het ontwerp dat land en zee combineert. Een bezoekerscentrum wat land en zee verbind. Met de toevoeging van de torens blijven de andere eyecatchers zoals de reservepijler goed zichtbaar.





## 2 Het ontwerp

Hoofdstuk 2 bevat de onderbouwing hoe het ontwerp tot stand is gekomen.

### 2.1 De eisen opdrachtgever

Op basis van de wensen van de opdrachtgevers hebben wij een plan van eisen opgesteld waar wij ons gedurende het project rekening mee hebben gehouden.

- Circulair, lage CO2 footprint, duurzame energie, natuur inclusief bouwen
- Goed bereikbaar per auto en fiets,
- Fietsoplaadpunt en auto oplaadpunt
- Twee grote expositieruimtes (één voor vaste opstelling en een voor wisselexposities)
- Koffiecorner voor bezoekers (uitgebreider dan één koffieautomaat). Kleine uitgifte van drinken en koeken, etc. met zitgelegenheid
- Educatieruimte voor schoolklassen, gastlessen en start voor excursies
- Toiletruimte
- Ontvangsthal met ruimte voor folders, displays met informatie
- Kantoorruimtes voor 10 medewerkers (NPO, IVN, Geopark)
- Vergaderruimte voor 15 mensen
- Opbergruimte voor educatiemateriaal, folders, etc.
- Ruimte voor schoonmaak spullen, verwarmingsunit, energievoorziening.
- Keukenruimte voor medewerkers
- Ruime parkeervoorziening en fietsenstalling
- Buitenaankleding volgens huisstijl NPO
- Grote logo's NPO, Geopark op de voorgevel
- Achterzijde gebouw grenst aan water met aanlegsteiger voor een (excursie) boot
- Iconisch verrassend en bijzonder ontwerp passend bij het kwetsbare gebied en het DNA
- Moet in zomer en winter comfortabel zijn.

De eisen van de opdrachtgever zijn tijdens de ontwerpfase regelmatig bijgesteld door de tussentijdse vergaderingen op basis van onze aanbevelingen.

### 2.2 Van land naar zee

Het startschot voor Viridis begon op 1 december met de presentatie van de Walter Jonkers (provincie Zeeland) en Fransje Meijer (IVN) die het project met programma van eisen gaf. Vanaf dat moment is er gestart met schetsen. In figuur 2 staat de locatie die aan ons is toegewezen. Er mag vrijuit gekozen worden waar het gebouw (en) geplaatst wordt. Vanaf dat moment is er een brainstormsessie geweest waar een ontwerp uit is gekomen wat geïntegreerd is in de duinen, dit ontwerp is erg gebaseerd op in de omgeving verwerkt worden. Maar door een gastles van de architect Derk Thys is ons zicht daardoor beïnvloed en is het idee gekomen om op zee te gaan bouwen. Het tweede schetsontwerp is juist gebaseerd op kenmerken van de omgeving in het groot toe te passen.



Figuur 2



### 2.2.1 DNA schelde Delta toepassen

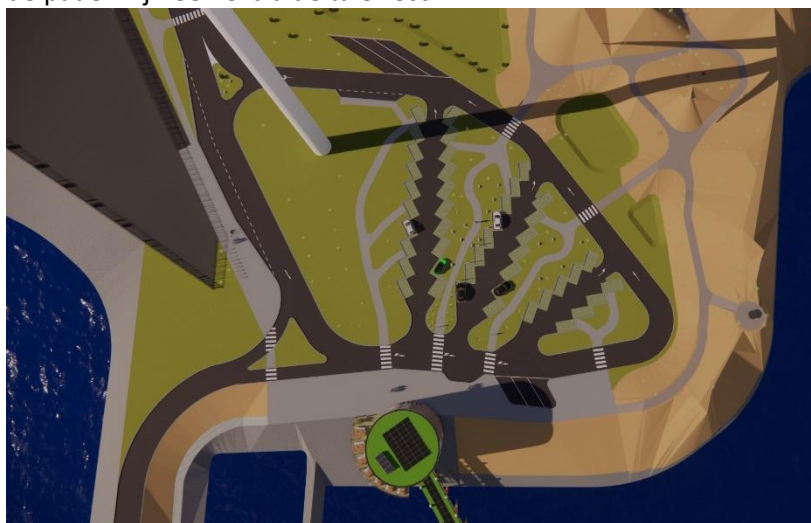
Het bezoekerscentrum gaat dienen voor een enorm groot gebied met heel veel unieke kenmerken die allemaal van groot belang zijn. De belangrijkste kenmerken zijn gefilterd en daardoor is er gekomen op de paalhoofden/golfbrekers. Paalhoofden zijn een erg bekend kenmerk voor de omgeving waar het bezoekerscentrum komt te staan. Paalhoofden staan grotendeels in het water en dit effect komt ook terug in het ontwerp. Het idee is om drie torens te ontwerpen die rond van vorm zijn, hierdoor worden de paalhoofden in het groot uitgebeeld en door er drie te maken komen de kenmerken van de golfbrekers nog meer terug. Het projectgebied waar binnen de ontwerpen gemaakt moeten worden bevat één van de werkdokken van de bouw van de Oosterschelde kering. Hierbij komt er nog bij kijken dat de reservepijler vlak bij het ontwerpgebied komt. De reservepijler is een eyecatcher voor bezoekers aan Neeltje Jans, daarom mag deze niet wegvallen door het plaatsen van de drie torens. Er wordt daarom gekozen om de reservepijler te integreren in het ontwerp. De torens worden zo gepositioneerd dat het een opbouw richting de reserve pijler wordt en op moment dat de aandacht gevestigd wordt op de torens gaat het oog ook nog naar de reservepijler, omdat die in de rij van de torens is opgenomen.

### 2.2.2 Betrekking voor bezoekers

De twee toren die in het water staan krijgen onder de waterlijn patrijspoorten om bezoekers te betrekken bij het leven onder water. De opdrachtgevers willen graag dat het centrum natuurlijk een kijk geeft in het Schelde Delta gebied. Boven aan de hoogste toren bevindt zich een uitkijkpunt waarvan bezoekers een erg mooi uitzichtpunt hebben over de kering, pijler en een mooi panorama van de omgeving.

### 2.2.3 Openbaar terrein

Niet alleen in de gebouwen komt het DNA van schelde delta terug, maar ook in het ontwerp van het terrein voor de eerste toren. Vanaf boven gezien en zoals de naam al zegt is het gebied een delta. In figuur 3 is de delta van de Schelde duidelijk zichtbaar. Om het volledige DNA terug te laten komen is er gekozen voor een delta te maken van het parkeerterrein. De parkeerplaatsdelta begint bij de toren die op het land staat en wordt naarmate die verder van de toren af gaat steeds breder en meerdere 'geulen' krijgt. In dit geval geen geulen maar rijbanen en trottoirs. Op de duinen naast het projectgebied loopt op dit moment een wandelroute met een uitzichtpunt. Bij dit uitzichtpunt staat een windroos met de verschillende richtingen waar je heen kan kijken, dit gaat behouden worden en de paden zijn een extra delta effect.

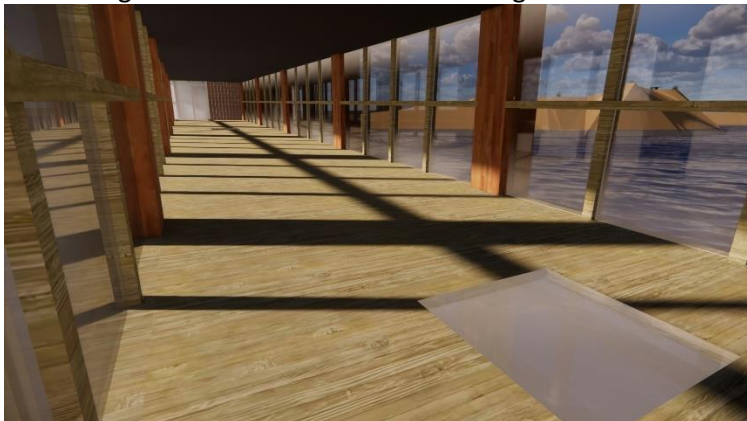


Figuur 3



#### 2.2.4 *Verbinding over zee*

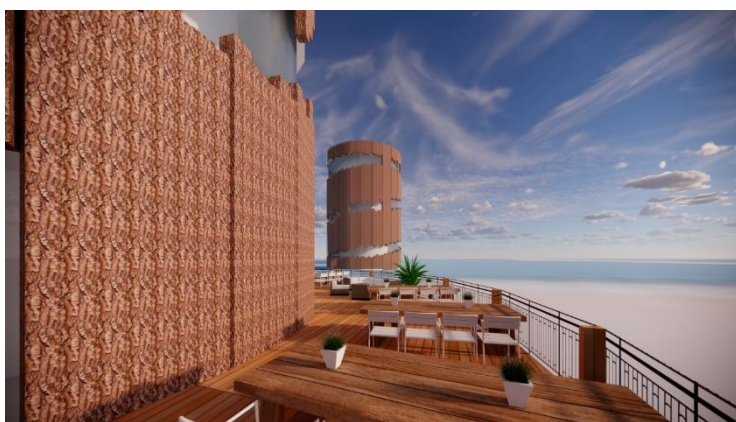
Uiteraard is er nagedacht over de verbinding van de torens. Hierbij is er gekozen voor een steiger opbouw. Met dit ontwerp kan er dicht bij de waterlijn gebleven worden. Dicht bij de waterlijn blijven geeft voor bezoekers een extra effect dat ze over het water lopen. Er gaat om de aantal meters een glazen plaat gelegd worden op de vloer om bezoekers het water in te laten kijken, daardoor wordt de verbinding met de zee extra versterkt. In figuur 4 is rechtsonder de glasplaat te zien.



Figuur 4

### 2.3 Het voorlopig ontwerp

Vanuit de schetsen en ontwerp ideeën is er een voorlopig ontwerp gemaakt. Bij het voorlopig ontwerp is er rekening gehouden met de globale materiaalkeuze. De materialen worden verder uitgewerkt bij het definitieve ontwerp. Tijdens de tussentijdse oplevering is figuur 5 aan de opdrachtgever gepresenteerd.



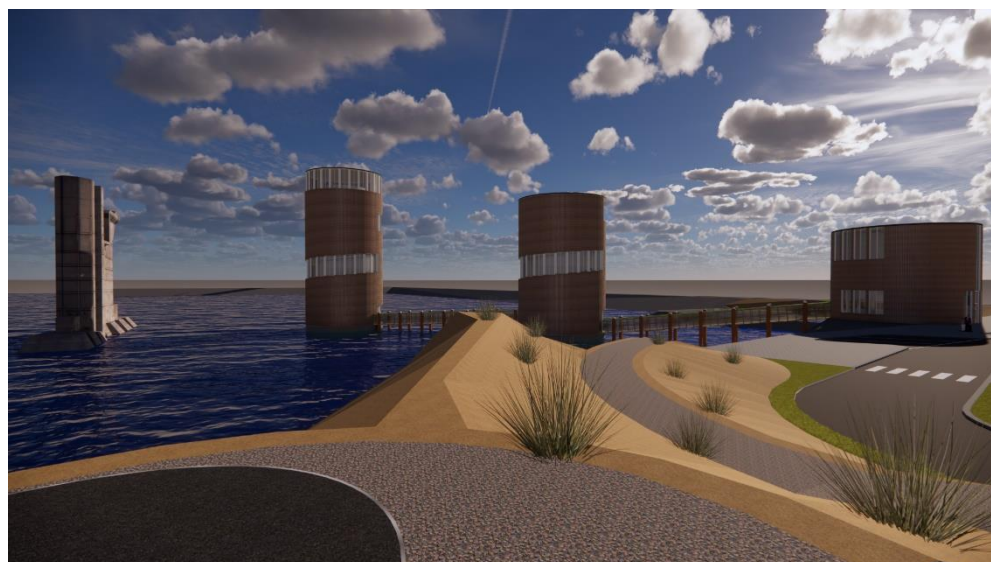
Figuur 5

### 2.4 Het definitieve ontwerp

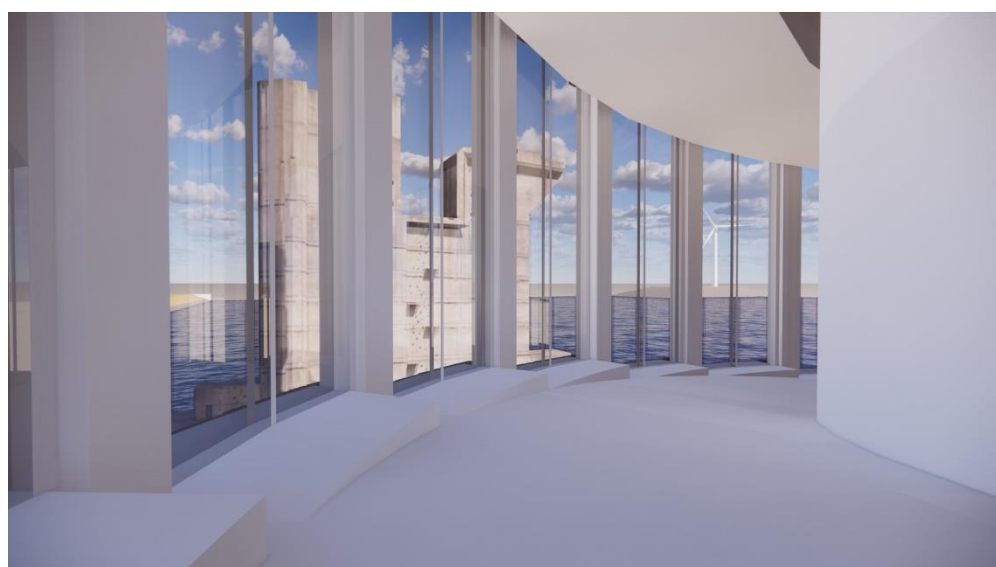
Na enkele opmerkingen van Nationaal park Oosterschelde en IVN is de tekening definitief gemaakt. Hierbij is de tekening volledig in detail uitgetekend in 2D en vervolgens in 3D uitgewerkt om zo voor iedereen een goed beeld te brengen hoe het eruit komt te zien. De tekeningen zijn als bijlage 1 (2d bouwtekening) en bijlage 2 (civieltechnisch ontwerp) toegevoegd. Enkele 3D afbeelding zijn te zien in figuur 6 t/m 11. Op basis van de 2D tekeningen zijn er verschillende kostenramingen gemaakt die samengevoegd zijn waaruit een totaalprijs is gekomen die in hoofdstuk 5.10 gegeven staat.



Figuur 6



Figuur 7



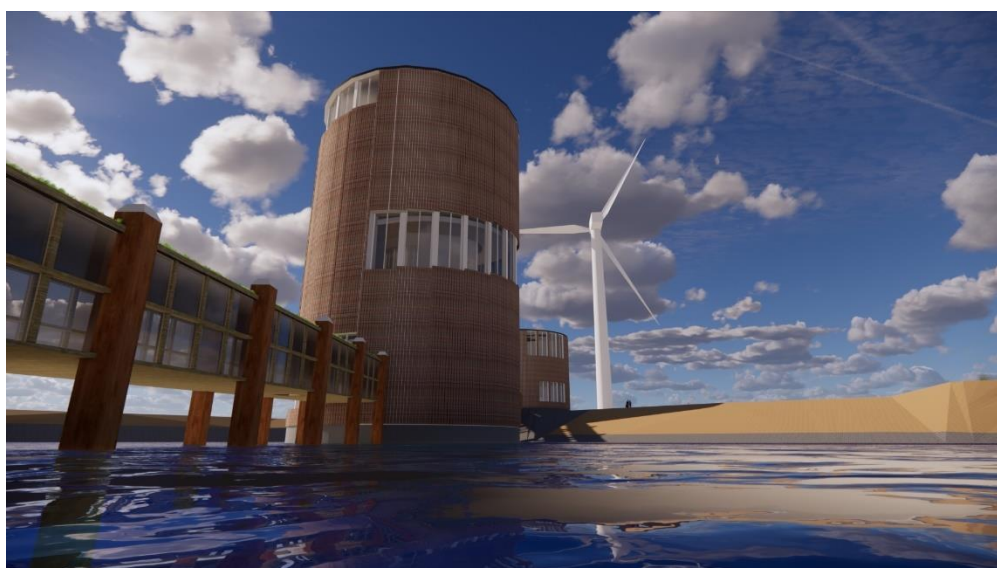
Figuur 8



Figuur 9



Figuur 10



Figuur 11



### 3 Criterium Energie

In hoofdstuk 3 bespreken we de installaties die in het gebouw komen te staan. Hiervoor is er gezocht naar installaties die volledig op zichzelf kunnen werken zodat de torens geen externe toevoer van stroom nodig hebben. In onderstaande paragrafen zijn de verschillende installaties uitgewerkt die toegepast gaan worden in het project. Naast installaties om te verduurzamen gaat er ook gebruik gemaakt worden van handige apps om het verbruik te monitoren.

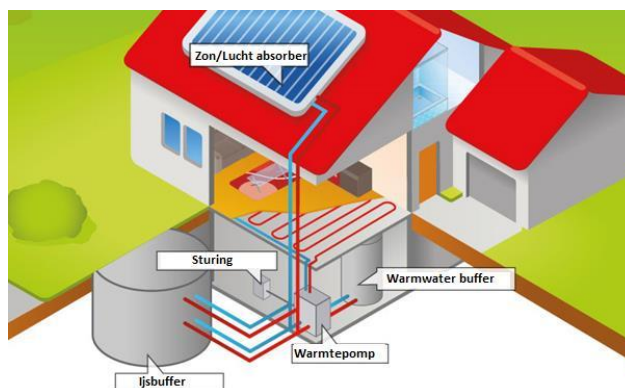
#### 3.1 Ijsbuffersysteem

Het ijsbuffersysteem is een systeem wat al even op de markt te vinden is. In Zeeland hebben ze in twee projecten gerealiseerd waar ze dit systeem hebben. Het eerste project is een woonwijk waarbij de woningcorporatie heeft geëxperimenteerd met een ijsbuffersysteem, toen de woonwijk voltooid was zijn er wat problemen geweest met het ijsbuffersysteem, maar deze zijn inmiddels verholpen en nu wordt de hele woonwijk verwarmd doormiddel van deze installatie.

##### 3.1.1 Wat is een ijsbuffersysteem?

Een ijsbuffersysteem is een methode van verwarmen zonder aardgas te hoeven gebruiken. Het maakt gebruik van zonne-energie en een warmtepomp die in verbinding staat met een opslagtank. In de opslagtank zit water, dit water kunnen ze geregeld laten bevriezen, bij dit proces komt warmte vrij die wordt opgevangen door de warmtepomp en wordt dan door het hele gebouw gepompt. Het realiseren van een ijsbuffersysteem bedraagt om en nabij €80.000,00.

Het is een innovatieve manier van restwarmte opvangen waardoor het niet alleen als warmtebron kan dienen. In de zomer kan het namelijk ook andersom werken, als het warm is kan de koele lucht van het ijs door je gebouw gepompt worden.



Figuur 12

##### 3.1.1.1 Voordelen:

- Geen gas
- Verwarmen en verkoelen
- Weinig tot geen restafval
- Zelfvoorzienend
- Onderhoudsarm

De afmetingen die ons ijsbuffersysteem nodig heeft is een diameter van 10m en een hoogte van 5m. Het systeem wordt geplaatst in de betonnen bak onder de eerste toren die op het land staat. Vanuit hier kunnen alle drie de torens verwarmd en gekoeld worden.



## 3.2 Zonne-energie

### 3.2.1 zonnecollectoren

In combinatie met het ijsbuffersysteem is er gekozen om zonnecollectoren te gebruiken om ons gebouw te verwarmen. De combinatie van het ijsbuffersysteem en de zonnecollectoren zorgt ervoor dat het gebouw zelfvoorzienend wordt. Het rendement van zonnecollectoren wordt groter als je het op een begroeid dak plaatst. Door de lagere luchttemperatuur op begroeide daken is de werking van zonnecollectoren beter, daarom plaatsen wij de zonnecollectoren op de eerste toren. Om het ijsbuffersysteem goed te ondersteunen plaatsen wij 6 zonnecollectoren. De kosten voor het aanbrengen en kopen van de zonnecollectoren ligt rond de €10.000,00 voor ons gehele gebouw.



Figuur 13

#### 3.2.1.1 Voordelen:

- Eindeloze hoeveelheden energie
- geen CO<sub>2</sub>-uitstoot tijdens gebruik
- kostenbesparingen: tot 60% minder energie voor warmwaterbereiding en tot 35% minder energie voor ruimteverwarming
- moderne systemen hebben een hoog rendement, zelfs in de winter

### 3.2.2 Zonnepanelen

Om de zonnecollectoren te ondersteunen plaatsen we nog zonnepanelen op het gebouw. Hiermee kunnen we voldoende stroom opwekken om het gebouw te voorzien van stroom. Er zijn drie verschillende soorten zonnepanelen: Monokristallijn, Polykristallijn en Amorf. Monokristallijn en polykristallijn zijn twee zonnepanelen waarbij de zonnecellen kristallen zijn, deze panelen hebben het beste rendement. Maar Amorf zonnepanelen hebben een eigenschap waardoor ze uniek zijn.

Amorf zonnepanelen zijn namelijk niet gemaakt van kristallen maar van een poeder, hierdoor zijn de panelen flexibel. Op zichzelf kunnen ze niet genoeg stroom produceren voor het gebouw, maar omdat we ook zonnecollectoren gebruiken kunnen we juist Amorf zonnepanelen gebruiken om het gebouw alsnog energieneutraal te krijgen. Een ander voordeel van Amorf zonnepanelen is dat ze betere prestatie leveren als er diffuus licht op valt, diffuus licht is verstrooid licht waardoor er geen harde schaduwen zijn (bijv. als het bewolkt is).

Er liggen 106 Amorf zonnepanelen op het dak van de overbrugging en toren bij elkaar. Hiermee kunnen wij compleet draaien op de zonne-energie. De zonnepanelen kosten in totaal €34.079,00.



### 3.3 Techniek

In combinatie met de installaties die er toegepast gaan worden bij dit ontwerp, is er gekozen om apps aan te schaffen om het verbruik van de torens te kunnen monitoren. Om een Smart home te maken is niet het plan, maar er moet wel stroom gebruik en de oplevering ervan kunnen zien. Hiermee kunnen we in de gaten houden wat er te veel gebruikt wordt of dat we nog meer kunnen verbruiken. Licht en de verwarming worden wel aangesloten op een systeem wat via kastjes in de verschillende ruimtes bediend kan worden, hiermee kan alles per ruimte bediend en ingesteld worden. Hiermee kan er voorkomen worden dat er onnodig veel energie naar verwarming en licht gaat.

### 3.4 Regenwater opvangsysteem

De werking van een regenwater opvangsysteem is in principe eenvoudig. Het regenwater van een dak gaat via de regenpijp door een filter om bladeren en andere vervuiling van het dak te scheiden. Vervolgens wordt het regenwater opgeslagen in een regenton, een tank in de kelder of garage of in een ondergrondse tank.

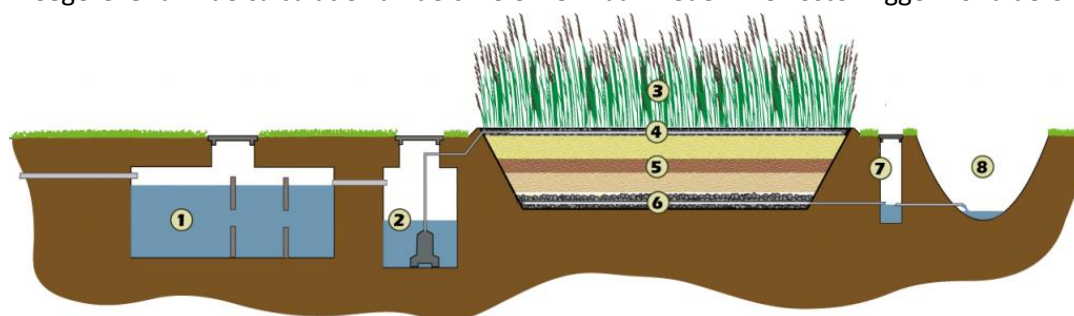
Het opgevangen regenwater zuivert in de tank nog na, zodat de zware stofdeeltjes zakken naar de bodem. De lichte vervuiling en de insecten drijven via de overloop in het riool. Het regenwater uit de tank kan met behulp van een pompsysteem voor diverse doeleinden gebruikt worden. Zo kunt je het regenwater gebruiken voor de wc, riolering en andere installaties.

Voordelen van het hergebruik van regenwater zijn:

- Besparing van drinkwater van ca. 25m<sup>3</sup> per persoon per jaar.
- Het milieu wordt minder belast doordat er minder drinkwater wordt afgenomen.
- Opslagtank die wij nodig hebben heeft een capaciteit van: 7.600 liter. Deze tank kost: €3.280,00

### 3.5 Helofytenfilter

Helofytenfilter of ook wel moerasfilter genoemd is een filter dat met behulp van helofyten afvalwater kan zuiveren tot onschadelijk water voor het milieu. De combinatie van planten en bacteriën zorgen ervoor dat het water gefilterd wordt. De bacteriën zitten genesteld tussen de wortels van de planten. De bacteriën zetten de afvalstoffen om in voedingsstoffen voor zichzelf en de planten. De bacteriën hebben geen extra stoffen nodig en kunnen dus volledig natuurlijk ingezet worden. Het gezuiverde water kan hergebruikt worden als grijswater of kan geloosd worden op het oppervlaktewater. Het gefilterde water wordt vervolgens in het grijswatersysteem geloosd wat benoemd is in 3.4. Het overige water wat niet meer in de tank past zal geloosd worden op het oppervlaktewater. Het water wat geloosd wordt voldoet aan de milieunormen. Deze installatie is meegerekend in de calculatie van de civiele werkzaamheden. De kosten liggen rond de €75.000,00.



Figuur 14





## 4 Natuur- en klimaat positief bouwen

Tegenwoordig wordt isoleren steeds belangrijker, dit heeft vooral te maken met de maatregelen die door de BENG-eisen in de bouw worden toegepast. Dit alles natuurlijk om een beter resultaat te verkrijgen voor de toekomst. In dit hoofdstuk wordt nog een stap verder gedacht dan nu, een stap in de toekomst van bouwmaterialen. In dit hoofdstuk is een samenstelling gemaakt van verschillende circulaire materialen, die samen de opbouw van de buitenmuren vormen.

### 4.1 Accoya

#### 4.1.1 Algemeen

Om te weten wat Accoya precies inhoudt, word er hier informatie over dit product verteld. Accoya is een houtproces dat begint bij de snelgroeiende naaldboom, ook wel de pinus radiata genoemd bij officiële benaming. Als de naaldboom ongeveer 30 jaar is gegroeid, wordt deze gekapt voor het Accoya proces en begint hierbij de modificatie. Om Accoya te produceren wordt de boom blootgesteld aan acetyleren, dit wordt gedaan door middel van azijnzuur. In het modificatieproces blokkeren de cellen van de boom zich tegen zijn eigen vochtopname, hierdoor heeft het hout minder onderhoud nodig. Bovendien is het hout niet meer aantrekkelijk voor insecten en schimmels, door de blokkade in de cellen. Accoya is daarom na het modificatieproces zeer rotbestendig en daarmee ook vormstabiel.

Op Accoya kunnen er eventuele coatings toegepast worden, dit om het hout een nog langere levensexpansie te geven. Ook houden deze coatings de vergrijzing tegen, die Accoya ontwikkeld door de jaren heen. Om deze coatings aan te brengen moet het hout in deze bewerkingsfase droog, stofvrij en schoon zijn. Opties voor verschillende coatings kunnen bijvoorbeeld transparante of dekkende verf zijn.

Met al deze resultaten bewijst Accoya zelf goed toepasbaar te zijn in verschillende vormen, van deuren tot terrassen en meer. Accoya is bekroond met duurzaamheidsklasse 1, ook wel de duurzaamste klasse wat er voor hout te vinden is. Verder is Accoya ook Cradle to Cradle Gold™ gecertificeerd, dit betekent dat het product opnieuw gebruikt wordt als grondstof en dus niet wordt weggegooid. Als laatste is Accoya ook gecertificeerd met het FSC® keurmerk, dit houdt in dat Accoya rekening houdt met de bescherming van bossen voor huidige en toekomstige generaties.

#### 4.1.2 Toepassing

Accoya is door zijn goeie levensduur en duurzame resultaten uitgekozen om te gaan dienen als gevelbekleding voor het ontwerp. Accoya geeft het ontwerp een rustige en natuurlijke uitstraling door de kleur van het hout. Dit past in de omgeving waar de gebouwen zich gaan plaats vinden.

Tabel 3

materiaal	Lambda-waarde	Mu-waarde
Accoya (hardhout)	0,17	100-200

Figuur 15





## 4.2 OSB-platen

Om te weten wat OSB-platen precies inhouden, wordt er hier informatie over dit product verteld. OSB staat voor Oriented Strand Board. OSB-platen is houtenplaatmateriaal dat bestaat uit houtsnippers die onder druk tegen elkaar aan zijn geperst, daarom vallen OSB-platen onder de categorie vezelplaten. Tijdens het proces worden de houtsnippers bespoten met bindmiddel en paraffine, daardoor ontstaan er matten van houtsnippers. Deze matten worden tegen elkaar aangelegd en daarna onder hoge druk tegen elkaar aangepast zodat het een gehele plaat wordt.

OSB-platen hebben verschillende goede eigenschappen waaronder de stevigheid, de platen zullen namelijk niet makkelijk kromtrekken, ook niet in vochtige ruimtes, mits je natuurlijk OSB-klasse 3 pakt.

OSB-platen zijn milieuvriendelijk dit omdat er bij het proces van de platen vrijwel geen afval ontstaat. Ook zijn OSB-platen een duurzamere optie om toe te passen dan multiplex, dit door het forse minder gebruik van lijm.

### 4.2.1 Toepassing

OSB-platen worden in de constructie verwerkt en dus ook in de wandopbouw. De OSB-platen zullen zorgen voor een duurzame optie als plaatmateriaal en dus afsluiting van de constructie.

Tabel 4

Materiaal	Lambda-waarde	Mu-waarde
OSB-platen	0,17	10-20



Figuur 16



### 4.3 Geëxpandeerd isolatiekurk

Om te weten wat geëxpandeerd isolatiekurk precies inhoudt, wordt er hier informatie over dit product verteld. Kurk komt als basisproduct van de kurkeik vandaan, de schors wordt namelijk van deze boom elke 9 jaar geoogst. Met deze oogst wordt je boom niet aangetast en heeft het dus geen slechte gevolgen. Nadat de kurk wordt geoogst kan het verwerkt worden, als eerste wordt de schors gekookt, door dit onderdeel wordt de kurk gezuiverd, meer elastisch en ontstaat er een grotere dichtheid. In het kookproces komen natuurlijke harsen vrij, waardoor het kurk zich gaan binden. Ook worden er voor geëxpandeerd kurk suberine en was toegevoegd, deze toevoegingen voorkomen dat de kurk aangetast kan worden en dus kan gaan rotten.

Kurk heeft van zichzelf verschillende goede eigenschappen die toegepast kunnen worden op verschillende vlaktes. Kurk is bijvoorbeeld heel licht, dit omdat kurk veel lucht bevat. Ook is kurk isolerend en dus interessant om mee te isoleren. Kurk is vrij elastisch en daardoor kan ermee op verschillende vlaktes gewerkt worden. Verder is kurk niet statisch, het laat dus geen elektriciteit door, geluiddempend en ook vochtbestendig. Als laatste is kurk van zichzelf 100% natuurlijk en daarom ook 100% biologisch afbreekbaar. Kurk is ook wel een vernieuwende en duurzame bron die geen afval produceert.

#### 4.3.1 Toepassing

Geëxpandeerd isolatiekurk zijn platen van 1000 x 500 mm en hebben een dichtheid van 110-120 kg/m<sup>3</sup>. Deze platen worden verwerkt in de wandconstructie.

Tabel 5

Materiaal	Lambda-waarde ( )	Mu-waarde
Geëxpandeerd kurk	0,04	5 - 30



Figuur 17



## 4.4 Zeewier

Om te weten wat zeewier precies inhoudt, wordt er hier informatie over dit product verteld. Zeewier is een verzamelnaam voor een aantal groepen algen. Zeewier wordt in drie verschillende categorieën verdeeld, dit zijn; groenwieren, roodwieren en bruinwieren. Het verschil in deze termen zijn bijvoorbeeld het aantal cellen wat de planten bevatten. Voor isolatiemateriaal kan dit uitmaken of er een grotere dichtheid is of juist niet. Zeewier is een natuurlijk product, als ze aanspoelen op het strand wordt er eigenlijk niks meer mee gedaan, zonde is dit, want met gedroogd zeewier kun je isolatiemateriaal maken. Uit onderzoek is gebleken dat zeewieren die leven in een goede omgeving wel 60 meter lang kunnen worden, natuurlijk ligt dit ook aan het soort zeewier.

Zeewier is ook nog eens heel duurzaam, het beschadigd het milieu niet meer dan het nu al doet. De hoeveelheid zeewier die er wordt afgevangen met het vissen, zal worden opgenomen in ons project. Nog een voordeel aan zeewier is dat het CO2 opneemt tijdens het groeiproces, waardoor het dus CO2-reductief is.

### 4.4.1 Toepassing

Het zeewier wordt als isolatiemateriaal gebruikt in de wandconstructie.

Tabel 6

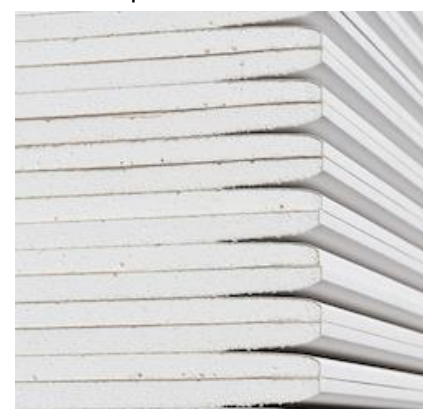
Materiaal	Lambda-waarde	Mu-waarde
Zeewier	0,04	



Figuur 18

## 4.5 Gipskartonplaat

Om te weten wat een gipskartonplaat precies inhoudt, wordt er hier informatie over dit product verteld. Een gipskartonplaat is een laag gips ontmantelt met gerecycled karton. Tijdens het verwerkingsproces is het karton zich gaan hechten aan het gips, waardoor er een stevige constructie is ontstaan. Gipskartonplaten hebben ook verschillende goede eigenschappen waaronder een hoge brandwerendheid, dit komt door chemisch gebonden kristalwater, dat bij hitte verdampt. Zolang deze verdamping plaats vindt, blijft de temperatuur van de plaat constant en dus ook de constructie. Verder is de gipskartonplaat ook geluidsisolerend, dit komt door het buigzame karakter van de plaat. Er kan een was emulsie of siliconenolie worden toegepast om te vocht opname te vertragen. Dit om te voorkomen dat de plaat te veel vocht opneemt, de gipskartonplaat neemt namelijk veel vocht op. Dit is erg vervelend als je de gipskartonplaat wilt gaan schilderen



Figuur 19

### 4.5.1 Toepassing

De gipskartonplaten worden als afwerkingsmateriaal gebruikt in de wandconstructie, dit natuurlijk aan de binnenzijde.

Tabel 7

Materiaal	Lambda-waarde	Mu-waarde
Gipskartonplaat	0,52	6



## 4.6 Hergebruik hout

Naast Accoya hout gaat er in de overbrugging gebruik gemaakt worden van hergebruikt hout wat vrij komt bij het verwijderen van houtconstructies. Met name het hout wat van Rijkswaterstaat komt wordt nu toegepast. Hierbij wordt voornamelijk het hout dat onderwater of onder de grond zit hergebruikt. Dit hout wordt niet of nauwelijks aangetast en kan als de buitenste schil eraf wordt gehaald weer goed hergebruikt worden. Dit hout zal toegepast gaan worden in de dekdelen, dakconstructie en bekleding aan de buitenzijde van de overbruggingen. Mocht er geen hout beschikbaar zijn vanuit Rijkswaterstaat kan er gebruik gemaakt worden van FCS-recycled keurmerk.



Figuur 20

## 4.7 Demonteren of hergebruik

De grote vraag waar het project nu nog moet voldoen, is of we het kunnen demonteren en/of hergebruiken. Als er gekeken wordt naar de materialen die in het documenten beschreven worden, dan kan veel hergebruikt worden en dus ook gedemonteerd worden. Er ligt natuurlijk wel een grens bij de levensduur van sommige materialen. Ook zal er bij de demontering gekeken moeten worden naar de kwaliteit van sommige materialen. Het streefgebied is natuurlijk om zo lang mogelijk mee te gaan, maar als het gebouw goed in gebruik is geweest voor een lange periode moet er voorgesteld kunnen worden dat materialen achteruit gaan. Mocht het gebouw worden gedemonteerd en de materialen zijn nog in een goede staat, dan is hergebruik een slimme oplossing, niet allemaal om kosten te drukken, maar ook voor het milieu.

Om een voorbeeld van hergebruik te noemen, kan er gekeken worden naar Accoya. In het project wordt de Accoya als gevelbekleding gebruikt, het zal blootgesteld worden aan bijvoorbeeld zout en wind. Dit betekent natuurlijk niet dat het Accoya niet hergebruikt kan worden in verschillende toekomstige projecten. Er kan gedacht worden aan 'vintage' meubels of hsb-wanden waarbij gezocht wordt naar een sterker soort hout. Nogmaals ligt de hergebruikbaarheid aan de precieze staat van het materiaal. Als er gedacht wordt aan de toekomst, dan worden er continue nieuwe manieren gevonden om materialen te hergebruiken. Het kan misschien op dit moment zijn dat het bijvoorbeeld lastig is om de zeewier isolatie te hergebruiken, maar over 5 of misschien 10 jaar niet meer.

## 5 Haalbaar en op schaalbaar

### 5.1 Fundering

#### 5.1.1 Hei/boorpalen

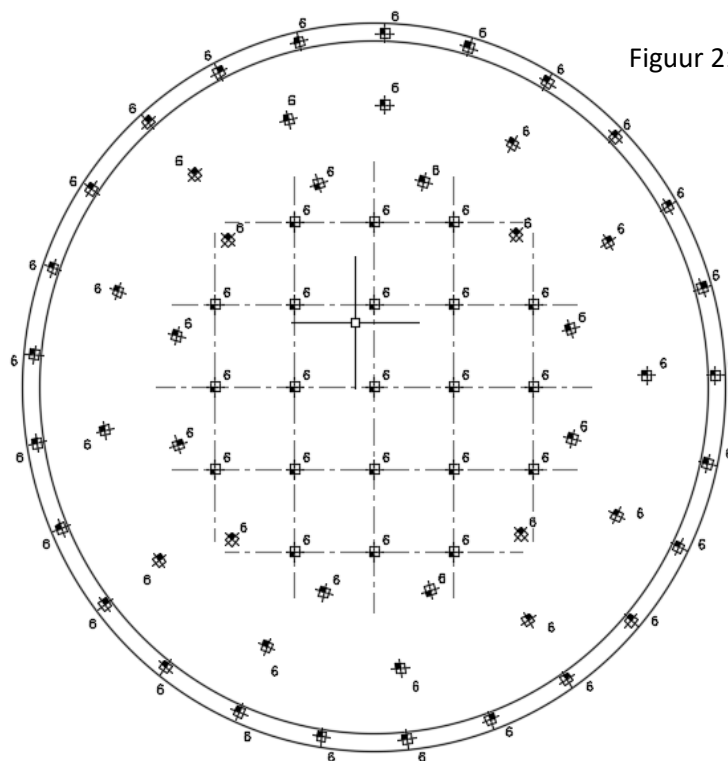
Onder de wand van de betonbak wordt een ring palen geplaatst, deze staan gesitueerd op in figuur 21. Ook onder de staalkolommen die op de vloer staan komt een ring van palen. Om de puntlasten op te vangen.

#### 5.1.2 Veldpalen

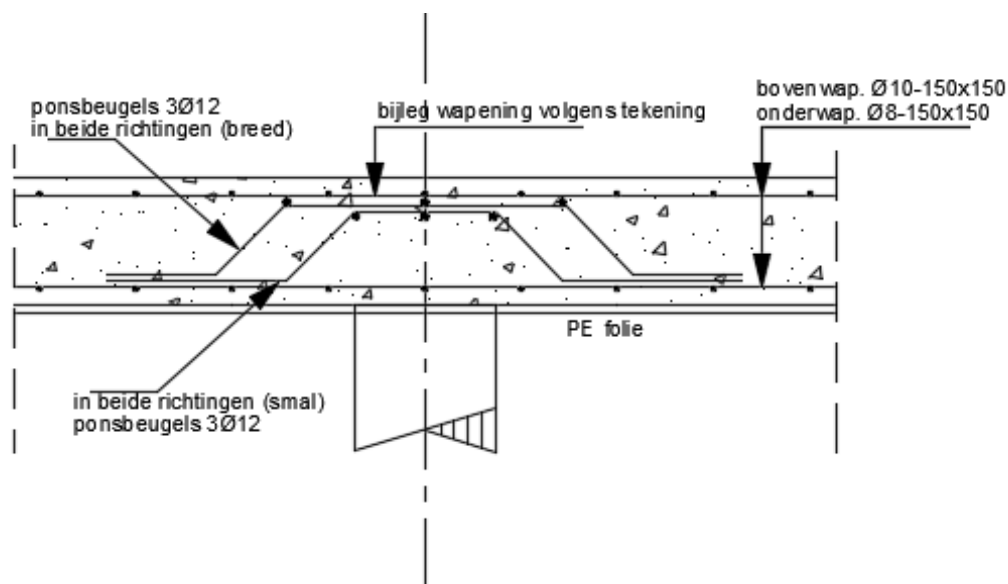
Onder de vloer zullen er veldpalen geplaatst worden, dit is tegen verzaking met als gevolg scheurvorming. De veldpalen bieden ondersteuning aan de vloer, dit dient toegepast te worden i.v.m. het plaatsen van een zware installatie.

#### 5.1.3 Ponswapening

Boven de veldpalen wordt er ponswapening aangebracht of extra wapenings netten, dit met als reden dat de palen anders zich als het waren door de vloer zullen boren. Hoe dit ontstaat komt doordat er veel druk op een relatief klein oppervlak terecht komt.



Figuur 21



Figuur 22



## 5.2 Droogmalen

Ter plaatse van de toren worden er damwanden geslagen. Deze worden geplaatst 3 meter vanaf de buitenwerks maten van het gebouw. Vervolgens wordt er met een waterpomp het water afgevoerd. Als dit proces afgerond is blijft er een waterpomp aanwezig voor eventueel opkomend water in de bouwkuip.

## 5.3 Tapijt in zee

In 1976 startte de bouw van Deltawerk de Oosterschelde. 65 pijlers werden geplaatst. Voor de bouw van dit gigantische bouwwerk was een sterke ondergrond noodzakelijk.

Figuur 23

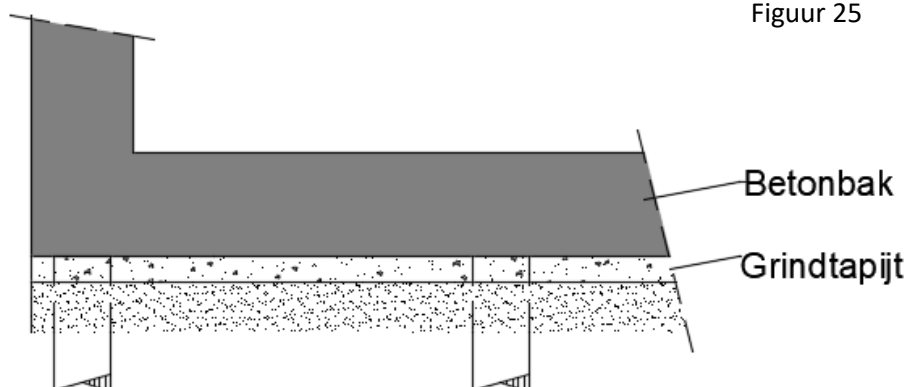
“Boven op de zandlaag hebben we kunststof matten gelegd, gevuld met zand en grind. Zo ontstond een tapijt in zee: een gladde ondergrond die voorkomt dat de zandkorrels onder de pijlers wegspoelen. Het plaatsen van de pijlers op het tapijt moest op enkele centimeters nauwkeurig gebeuren. Want als de schuiven, die in de pijlers hangen, niet goed sluiten, kan een gevaarlijk sterke stroming ontstaan.”



Figuur 24

### 5.3.1 Toepassing

Het toepassen van een “tapijt in zee” is wat toegepast gaat worden bij de torens. Er is gekozen voor deze manier van funderen om een vlakke en stevige ondergrond te creëren. Zoals we eerder hebben gezien bij Deltawerk de Oosterschelde is dit een goede manier van funderen onderwater.



Figuur 25

Figuur 26

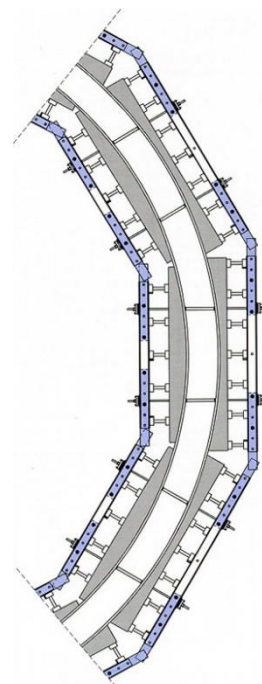
## 5.4 Bekisting

Op het Grinttapijt wordt een ronde bekisting geplaatst. Deze houdt een hoogte van 4 meter aan met een dikte van 40cm. Om deze te plaatsen zal de bekisting bestaan uit meerdere segmenten.

### 5.4.1 Grootwandbekisting / Half-systeembekisting / Projectbekisting

Dit bekistingstype kan zijn samengesteld uit een combinatie van standaardmateriaal, zoals houten baddingen, staalprofielen en systeemmaterialen. Karakteristiek is dat deze bekisting speciaal wordt samengesteld voor een projectsituatie. Het kan dus zodanig worden opgebouwd dat er een optimaal hulpmiddel ontstaat dat volledig tegemoet komt aan de wensen en eisen van de uitvoering. Een projectbekisting eist veel voorbereiding, maar biedt daarmee alle kans op een efficiënte bekistingmethode met lage be- en ontkistings tijden en een optimale bouwsnelheid.

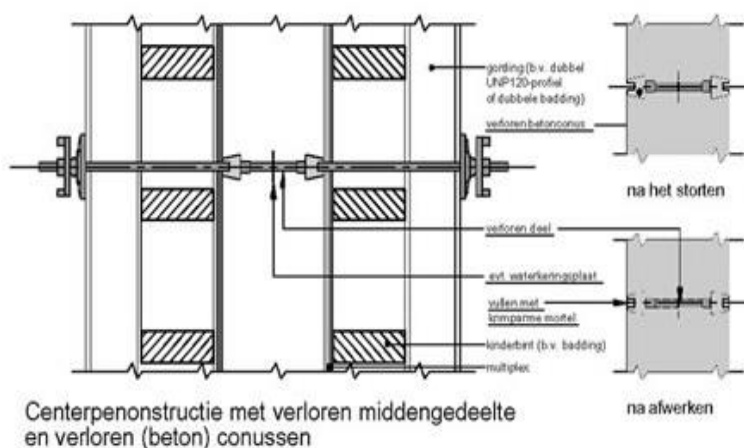
Een projectbekisting is zo samengesteld dat alle benodigde voorzieningen als stelvoorzieningen, hijsogen, stort- en werksteigers met leuningen aanwezig zijn.



Figuur 27

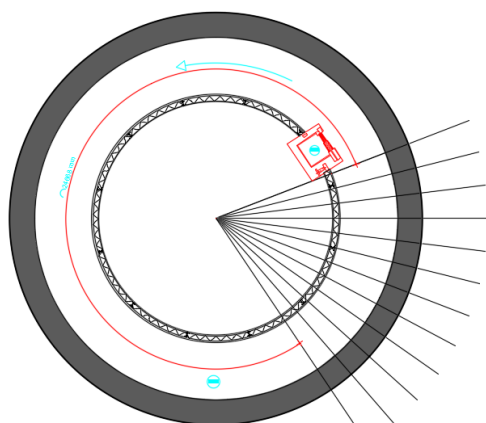
### 5.4.2 Centerpenconstructies

Om de betonspeciedruk te kunnen opnemen worden verticale bekistingsschotten met elkaar verbonden door middel van centerpennen. Er zijn vele uitvoeringen mogelijk, maar de keuze wordt bepaald door het type bekisting, de belasting op de centerpennen en de beton technische eisen die aan de verbinding worden gesteld.



Centerpenconstructie met verloren middengedeelte en verloren (beton) conussen

Figuur 28



Toren 2  
-4000

niet toegankelijk vanwege hoogte!  
laatste streep 2200 hoog

Figuur 29







## 5.5 Beton

Beton dient toegepast te worden bij de voetstukken van de gebouwen, dit zal dienen als ondersteuningsconstructie (fundering) van de gebouwen. Het voetstuk zal de vorm aannemen van een cilindervormig element dat aan de binnenzijden toegankelijk zal zijn.

De toepassing van beton is met de reden dat twee van de gebouwen gesitueerd staan in het water. Beton biedt goed weerstand tegen het water in tegenstelling tot andere materialen.

Dat beton belastend is voor het milieu is algemeen bekend, het is een verslinder van CO<sub>2</sub>. Gelukkig is er in de loop van de jaren veel ontwikkeling op het gebied van op een milieuvriendelijkere manier van beton ontwikkelen. Ontwikkelingen die de traditioneel cement ( lijmstof voor beton) vervangen door CO<sub>2</sub> vriendelijke grondstoffen, zoals; natuurlijke vezels, vliegias en bacteriën.

### Milieuklassen

#### aantasting door chloriden uit zeewater XS3 (0,20) blijvend onder water

Figuur 30

XS	aantasting door chloriden uit <a href="#">zeewater</a>	XS1 (0,20)	blootgesteld aan zouten, maar niet direct in contact met zeewater
		XS2 (0,20)	blijvend onder water
		XS3 (0,20)	<a href="#">getijdenzone</a> , <a href="#">spat-</a> en <a href="#">stuifzone</a>

### 5.5.1 Gegraneerde hoogovenslak

Het gebruik van gemalen gegraneerde hoogovenslak in beton maakt beton duurzamer tegen de indringing van chloride en beter bestand tegen de aantasting van sulfaten, zeewater, zuren en alkaliën. De lagere hydratatiwarmte maakt de toepassing zeer geschikt voor grote massieve betonconstructies. De kans op ongewenste scheurvorming wordt hierdoor aanzienlijk verkleind.

### 5.5.2 Gerecycled toeslagmateriaal

Beton heeft een zeer lange levensduur, maar er wordt regelmatig gesloopt en hierbij komt beton vrij van de oude constructie. Dit beton kan eigenlijk altijd hergebruikt worden in een wegfundatie. Daarnaast is het ook mogelijk om betongranulaat te gebruiken in plaats van de primaire grondstoffen zoals riviergrind. Op dit moment kan betongranulaat 20% van de vraag naar grind vervangen, maar dit is geheel afhankelijk naar de vraag maar beton in combinatie met de sloop van constructies. Als er meer wordt gesloopt kan betongranulaat alles overnemen van grind.

Het is daarbij belangrijk om vast te stellen dat het toe passen van betongranulaat als toeslagmateriaal voor nieuw beton niet beter of slechter is dan de toepassing als fundatiemateriaal.



## 5.6 Wapening

Stalen wapenings-staven wordt veelal gebruikt in combinatie met beton. Stalen staven zijn een effectieve en koste-efficiënte wapening van beton, echter zeer gevoelig voor roest. Dit komt veel voor wanneer beton in contact komt met zeezout of doozout.

Als de stalen wapeningstaven goed geïsoleerd zijn van de bron van roestvorming of door beton omgeven (betondekking) zijn met een hoge pH-waarde, kunnen ze decennia meegaan zonder enige zichtbare vorm van betonrot. Helaas is het niet altijd mogelijk om voldoende bescherming te bieden tegen roest.

Onvoldoende dekking, een gebrekkige uitvoering, een slecht ontwerp, een foutieve betonsamenstelling en de aanwezigheid van grote hoeveelheden agressieve bestanddelen kunnen allen leiden tot scheurvorming van het beton en corrosie van de stalen wapeningstaven.

### 5.6.1 Corrosie bestendige glasvezelwapening

Ervas glasvezelwapeningstaven hebben weinig nadelen en zijn aantrekkelijk qua prijs/kwaliteit verhouding.

Ervas glasvezelwapeningsstaven zijn gemaakt uit een bundel opgespannen glasvezels die geïmpregneerd worden in een thermo hardend hars. Deze hars zorgt ervoor dat de vezels tezamen gehouden worden en als 1 staaf werken. Het eindresultaat is een staaf die volledig inert, non-corrosief en alkali-bestendig is. Om de hechting te verbeteren is de buitenkant vervormd en ingezand.

Glasvezelwapeningsstaven staan in het jargon bekend als gfrp – wapeningsstaven (glass fiber reinforced plastic of polymer rebars). Gfrp - staven worden in een fabriek geproduceerd via pultrusie en zijn te verkrijgen in verschillende diameters van 6 mm tot 32 mm. Ze kunnen worden ingezet in plaats van roestvast staal of gecoat wapeningsstaal (epoxy, zink).



Figuur 31

### 5.6.2 Voordelen ten opzichten van rvs-wapening

- Volledig inert, niet-corrosief en alkali-bestendig
- Volledig resistent tegen chloride-ionen
- De treksterkte is 1½ tot 2 maal die van staal
- Is 4 maal zo licht als staal en kan daardoor gemakkelijk getransporteerd en geplaatst worden zonder speciale hefapparatuur.
- Verlengt aanzienlijk de levensduur van bouwwerken in beton in agressieve omgevingen
- Vergt geen onderhoud
- Transparant voor magnetische velden en radiofrequenties.
- Niet geleidend: noch elektrisch, noch warmtegeleidend.
- Goede weerstand tegen impact: weerstaat plotselinge en hoge puntlasten.
- Excellente vermoeiingsweerstand bij cyclische belastingcondities.
- Vormstabiel onder temperatuurschommelingen: de uitzetting/inkrimping van glasvezel-wapeningsstaven sluit nauw aan bij die van beton.



### 5.6.3 Gebruik toegestaan

Beton blootgesteld aan zeezout:

- Kaaimuren, zeedijken
- Gebouwen en kunstwerken in de nabijheid van de zee
- Speciale constructies zoals aquariums, pretparken
- Artificiële riffen, golfbrekers
- Drijvende dokken
- Pieren, jetties

### 5.6.4 Kenmerkend

- Ervas glasvezelstaven kunnen niet op de bouwplaats zelf gebogen worden. Ze moeten dus in de fabriek gevormd worden in de juiste maten en bochten.
- Glasvezelwapening slechts een vierde weegt van staal en daardoor enorme voordelen geeft met betrekking tot handling en plaatsing.
- Ervas glasvezelwapeningsstaal heeft andere fysische eigenschappen dan gewoon staal: een lagere elasticiteitsmodulus en lagere stijfheid.

## 5.7 Staalconstructie

Het gebouw wordt uitgevoerd met een staalskelet, dit dient als hoofdconstructie (draagconstructie) waar tussen de gevel geplaatst wordt. De constructie zal bestaan uit kolommen en liggers. De kolommen zijn om de 2 meter gesitueerd, dit is met als reden dat er niet gekozen moet worden voor rondbouw. Je zit met rechte "panelen" i.p.v. gebogen panelen en ramen. Dit is vele malen goedkoper en gemakkelijker te realiseren.

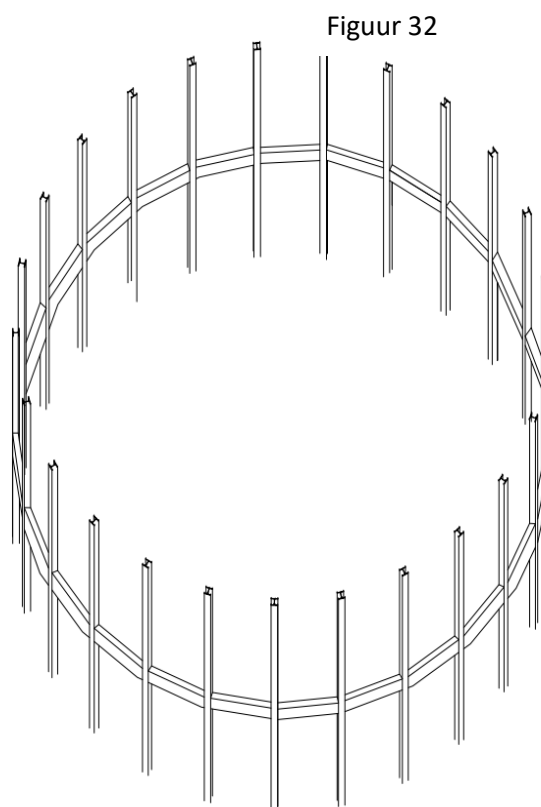
(De toepassing van type staalprofiel: berekening constructeur)

De reden dat er gekozen is om ze om de 2 meter te zetten is dat er op deze wijzen nog ramen en (dubbelen)deuren tussen kunnen.

### 5.7.1 Constructie toren 1

Het staalskelet van toren 1 is opgebouwd uit 25 kolommen van ieder 3,75 meter per verdieping. De toren bevat 3 verdiepingen. Per verdieping is er een ring van stalen liggers die ter ondersteuning zijn voor de opliggende vloer.

De vloeren van toren 1 zijn uitgevoerd in kanaalplaatvloerelementen, dit biedt stabiliteit en stijfheid in de constructie.





### 5.7.2 Constructie toren 2 en 3

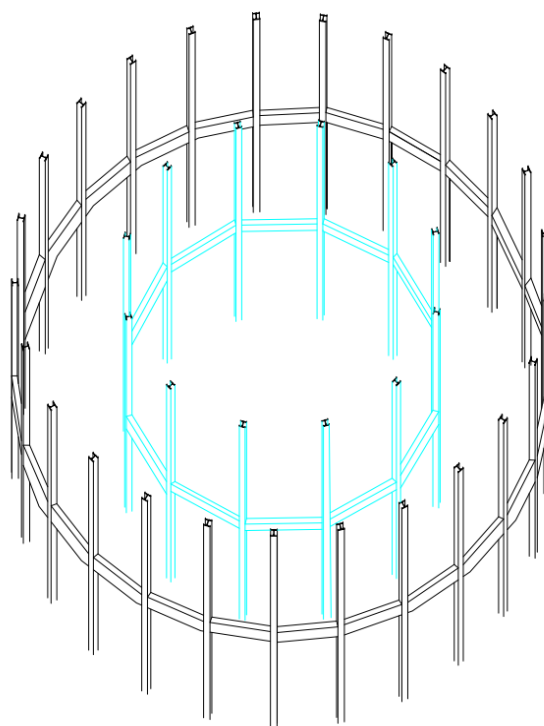
Het staalskelet van toren 2 en 3 is opgebouwd uit een buitenring en een binnenring (kern). De buitenring bestaat uit 25 kolommen van ieder 3,75 meter per verdieping. Per verdieping is er een ring van stalen liggers die ter ondersteuning zijn voor de opliggende vloer. Deze vloeren in de buitenring worden uitgevoerd als houtenvloeren. De balken liggen op het staal van de binnen ringen en op het staal van de buiten ring,

(deze overspanning dient aangehouden worden i.v.m. de stabiliteit.)

Figuur 33

De looppaden worden niet uitgevoerd met zo'n ondersteunings-constructie. Deze worden ondersteund met eventuele hulpstaal waar nodig.

De binnen ring bestaat uit 12 kolommen. Per verdieping is er een ring van stalen liggers die ter ondersteuning zijn voor de opliggende vloer. De vloeren worden uitgevoerd als houtenvloeren. Hier spreken we over de verdiepingen; educatieve ruimte 4m+, verdieping met toiletten 12m+ en de expositieruimte 20+.

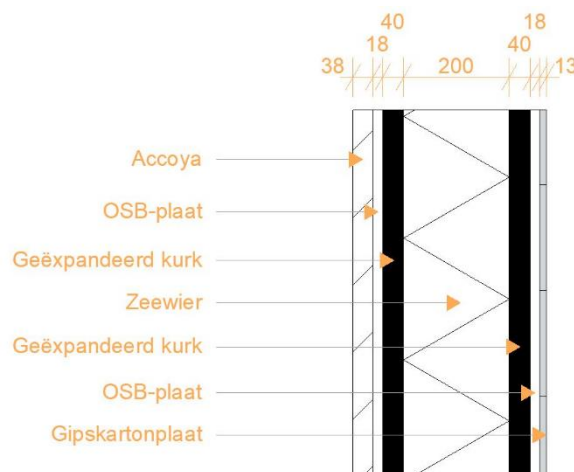


## 5.8 Opbouwconstructies

In combinatie met eerder genoemde materialen zijn er twee opbouwen gemaakt voor de daken en de gevels.

### 5.8.1 Gevelopbouw

Nu alle onderdelen van de wandopbouw zijn benoemd, is er een opstelling van de materialen gemaakt en uitgewerkt. In dit onderdeel worden de Rc-waardes en de berekeningen die daarbij horen besproken. Er wordt hierbij bouwfysisch naar de wandopbouw gekeken en of de haalbaarheid van de wand wel reëel is.

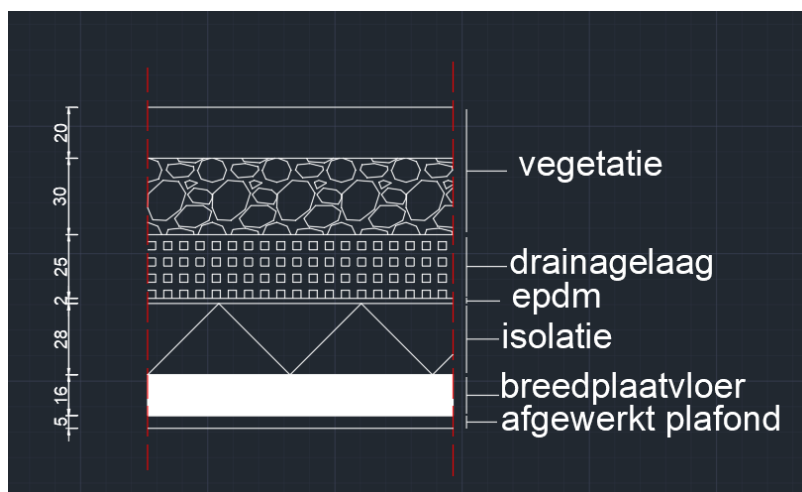


Figuur 34



### 5.8.2 Dakopbouw

Voor de dakconstructie is er gekozen voor een sedum dak. In dit onderdeel volgt er informatie over het sedum dak. De reden waardoor er gekozen is voor een sedum dak, komt door de milieuvriendelijkheid van het dak. Door de milieuvriendelijkheid van dit dak wordt er een rijkere biodiversiteit gecreëerd, door de aantrek van verschillende soorten insecten en vogels. Een sedum dak heeft ook nog andere voordelen, waaronder de verhoogde levensduur van het dak. De verhoogde levensduur wordt gecreëerd door de bescherming van de dakbedekking tegen de warmte en de zon. Door de afscherming van UV-straling gaat een sedum dak wel meer dan 50 jaar mee. Een ander voordeel aan een sedum dak is dat de constructie warmte- en geluidsisolerend is. Dit komt door de combinatie van de begroeiing, het grind en de isolatiemateriaal. In het ontwerp is dit een voordeel, omdat de kantoorruimtes op de bovenste verdieping aanwezig zijn. Als laatste is erg weinig onderhoud nodig aan het sedum dak, de beplanting bestaat namelijk vooral uit vetplantjes, deze planten soort heeft van zichzelf weinig onderhoud nodig. Ook bij droge periodes door het jaar heen, hoeft er niet meer onderhoud dan normaal worden gepleegd. Vetplantjes herstellen zich namelijk vanzelf. Het onderhoud dat er gepleegd hoeft te worden is minimaal, twee keer per jaar zal er een controle uitgevoerd moeten worden. Hierbij zal er bijvoorbeeld gekeken moeten worden naar de vegetatie en eventuele schade.



Figuur 35

### 5.8.3 Dakconstructie

Het dak is opgebouwd uit een breedplaatvloer met daarop de isolatie. De isolatie wordt afgewerkt met een epdm laag, hierop komen alle componenten te liggen van de sedum dakbedekking. Dus de drainagelaag, grond en het sedum.

Voor de verdiepingvloeren is er gekozen voor kanaalplaatvloeren. In dit onderdeel volgt er informatie over kanaalplaatvloeren. Kanaalplaatvloeren zijn prefab betonplaten, die tot wel 50% beton besparen tegenover massieve vloeren. Dit komt door de cirkelvormige gaten die in de platen zijn verwerkt. Steenachtige kanaalplaatvloeren worden geproduceerd op een milieuvriendelijke wijze en dragen een significante bijdrage aan een goede MPG-score (milieu prestatie gebouwen).



## 5.9 Berekeningen

### 5.9.1 Rc-waarde

In het bouwbesluit staan de Rc-waardes voor de nieuwbouw vastgelegd. Tabel 8 bevat de Rc-waardes.

Tabel 8

gevels	4,7 m <sup>2</sup> K/W
daken	6,3 m <sup>2</sup> K/W
vloeren	3,7 m <sup>2</sup> K/W

Om de Rc-waarde van de wandopbouw te kunnen berekenen, worden er een aantal formules op de verschillende materialen losgelaten. Hieronder de resultaten en de conclusie;

\*Om de R-waarde in tabel 9 te berekenen, wordt deze formule gebuikt; dikte in meters / lambda

materiaal	Lambda-waarde	Dikte in meters	R-waarde
Accoya	0,17	0,038	0,223529
OSB-plaat	0,17	0,018	0,105882
Kurk	0,04	0,04	1
Zeewier	0,04	0,2	5
Kurk	0,04	0,04	1
OSB-plaat	0,17	0,018	0,105882
Gipskartonplaat	0,52	0,0125	0,024038

Tabel 9

Rsi	Rse	$\alpha$	R-waarde totaal
0,13	0,04	0,05	7,459333

$$Rc = ((\Sigma Rm + Rse + Rsi) / (1 + \alpha)) - Rse - Rsi$$

$$Rc = \left( \frac{7,459333 + 0,04 + 0,13}{1 + 0,05} \right) - 0,04 - 0,13 = 7,09603103 \approx 7,1 \text{ m}^2\text{K/W}$$

### Conclusie

Uit de Rc-berekening is gekomen dat de Rc-waarde van de muuropbouw voldoet aan de eis van 4,7 m<sup>2</sup>K/W volgens het bouwbesluit.



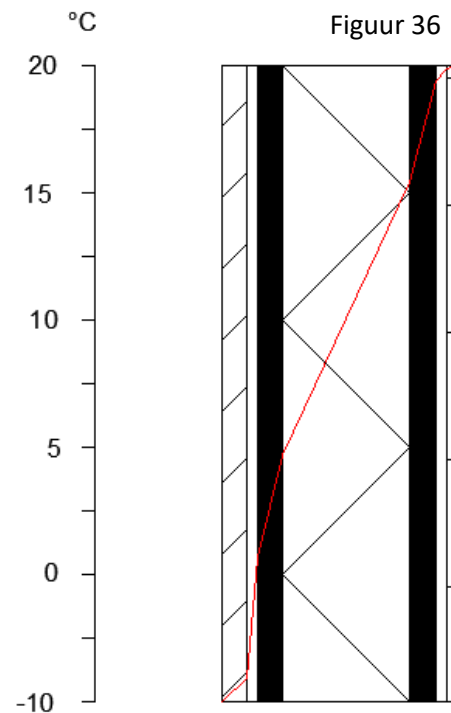
## 5.9.2 Temperatuursverloop

In figuur 36 en tabel 10 zijn de berekeningen en uitwerking van de temperatuursverloop te zien.

Tabel 10

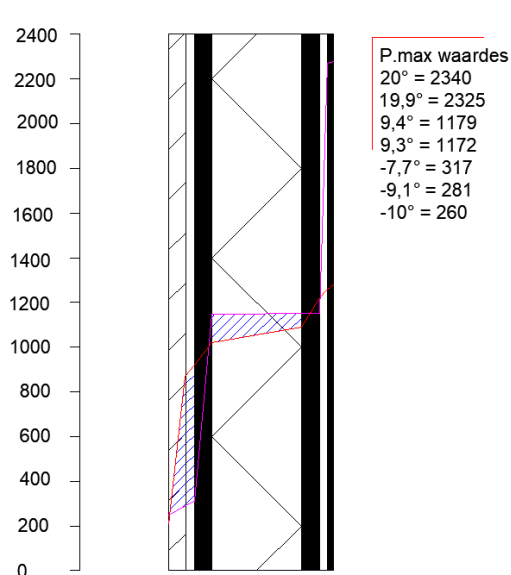
laag	d	$\lambda$	Rm		°C
binnen					20
gipskartonplaat	0,013	0,52	$0,013/0,52 = 0,03$	$(0,03/7,47)*30 = 0,1$	19,9
OSB-plaat	0,018	0,17	$0,018/0,17 = 0,11$	$(0,11/7,47)*30 = 0,4$	19,5
geëpandeerd kurk	0,04	0,04	$0,04/0,04 = 1$	$(1/7,47)*30 = 4$	15,5
zeewier	0,2	0,04	$0,2/0,04 = 5$	$(5/7,47)*30 = 20,2$	-4,7
geëpandeerd kurk	0,04	0,04	$0,04/0,04 = 1$	$(1/7,47)*30 = 4$	-8,7
OSB-plaat	0,018	0,17	$0,018/0,17 = 0,11$	$(0,11/7,47)*30 = 0,4$	-9,1
accoya	0,038	0,17	$0,038/0,17 = 0,22$	$(0,22/7,47)*30 = 0,9$	-10
buiten					-10

$0,03+0,11+1+5+1+0,11+0,22 = 7,47$   
 $20\text{ °C} - -10\text{ °C} = 30\text{ °C}$  verschil



## 5.9.3 Dampverloop

In figuur 37 staat de tekening van de damverloop.



Figuur 37

### 5.9.4 Verklaring en oplossing

Uit de conditiemeting is gebleken dat er twee condensatiegebieden zijn ontstaan, in deze gebieden zal er vochtophoping plaatvormen. Om deze vochtophopingen te voorkomen zullen er maatregelen getroffen moeten worden. Er kunnen verschillende soorten maatregelen getroffen worden waaronder verschillende soorten folies of het behandelen van de materialen tegen het vocht. Om de vochtophopingen te voorkomen is er gekozen voor DPC folie, of te wel een vochtkerende folie. Deze folie laat geen water of vocht door, laat zich niet aantasten door zuren, is rottingsvrij en niet giftig. De folie is zelfs circulair, omdat het product gemaakt wordt van gerecycled polyetheen, waarbij er bij de productie ook geen verbranding of schadelijke stoffen voor het milieu vrijkomen.

Figuur 38



Nu er voor een oplossing is gekozen staat er nog één laatste beslissing in de weg, voordat het proces afgerond kan worden. Hierbij moet gekeken worden naar we vochtophopingen vrijkomen. Uit de afbeelding van de conditiemeting is gebleken dat de twee conditiegebieden zich bevinden aan de buitenzijde van de wand. De DPC folie zal moeten worden geplaatst aan de buitenzijde van de wand. De folie zal worden geplaatst tussen de Accoya en de OSB-plaat om verdere verspreiding van vocht en rotting te voorkomen. Als de DPC folie geplaatst is zal er te zien zijn dat er alleen nog maar vocht ontstaat in de Accoya, maar sinds deze behandeld gaat worden, zal het probleem verdwijnen.

## 5.10 Begroting

Niet alleen constructief moet het gebouw haalbaar zijn, maar een begroting geeft ook duidelijk aan of het ontwerp wel echt te realiseren is als binnen een budget. IVN en de Provincie Zeeland hebben geen maximaal budget gegeven, maar het moet wel realistisch blijven. Na bepaling van materialen, installaties en constructies zijn hoeveelheden uit de tekeningen gehaald. Vervolgens is er per toren bepaald wat de kosten zijn, daarnaast is er een aparte begroting gemaakt voor de civiele werkzaamheden. In bijlage 3 t/m 7 zijn de ramingen geplaatst.

Voor de begroting van de torens is er uit gegaan van de huidige prijzen van materiaal, materieel en personeel. Hierbij is er geen rekening gehouden met een eventuele prijsstijging

Tabel 11

Onderdeel	Prijs	Afgeronde prijs (duizendtal)
Toren 1 (bijlage 3)	€536.831,62	€537.000,00
Toren 2 (bijlage 4)	€1.111.971,35	€1.112.000,00
Toren 3 (bijlage 5)	€1.334.486,56	€1.335.000,00
Overbrugging (bijlage 6)	€177.920,63	€178.000,00
Installaties (hoofdstuk 3)	€202.359,00	€203.000,00
Civiele werk (bijlage 7)	€425.247,00	€426.000,00

Totale prijs: €3.791.000,00 Exl. Inrichting

\*Inrichting niet meegenomen in verband met eigen keuze opdrachtgevers



## 6 Omgeving

Doordat de torens in het water staan en de omgeving rond de ingang onbebouwd is. Zullen er parkeervakken gecreëerd worden om ervoor te zorgen dat de bezoekers gemakkelijk toegang hebben tot de torens, daarnaast is het nu een vrij kale omgeving en hier kan ook wat meer dynamiek in komen. Zoals eerder toegelicht bij hoofdstuk 2.2.3 gaat de omgeving vormgegeven worden in een delta vanaf boven gezien. Niet geheel onbelangrijk is om hier circulaire materialen te gebruiken. Daarbij is de producent Biobound naar voren gekomen. Biobound produceert circulaire civieltechnische producten. Deze producten zijn gemaakt van gerecycled olifantsgras en betonpuingranulaat.

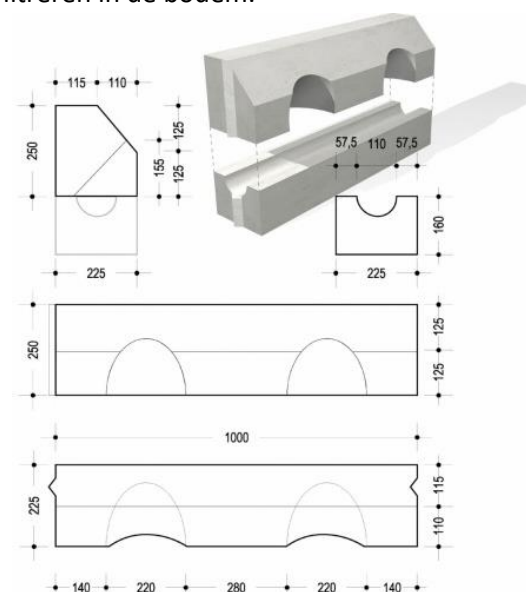
### 6.1 Circulaire toepassingen

In de civiele techniek wordt er steeds meer gebruik gemaakt van hergebruik en biobased producten. In onderstaande tekst staat vermeld wat er toegepast wordt in de omgeving rond de torens.

#### 6.1.1 Biobased betonelementen

Zoals eerder benoemd kan in nieuwe beton gebroken betonpuingranulaat toegepast worden als toeslagmateriaal. In dit project worden de circulaire 30x30 tegels toegepast voor het trottoir. Daarnaast worden water passerende banden toegepast zoals aangegeven in figuur 39. Door het water in de banden te laten lopen en op deze manier af te voeren naar de wadi's voorkomen we dat er een HWA-riolering aangelegd moet worden. Daarnaast kunnen we bij extreme buien de gemalen niet overbelasten, omdat we alles opvangen in de wadi's en laten het infiltreren in de bodem. Daarnaast passen we biobased grasbetontegels toe om het water te laten infiltreren in de bodem, om op deze manier de natuur meer ruimte te bieden en de hevige piekbuien beter te kunnen afvoeren.

Figuur 39



#### 6.1.2 Groen asfalt

Op het terrein gaat asfalt toegepast worden en in de huidige situatie is asfalt best behoorlijk vervuilend. Afgelopen jaren is er een circulaire ontwikkeling aan het plaatsvinden in de asfaltcentrales. Hierbij wordt er steeds meer gebruik gemaakt van andere granulaat. Het granulaat bestaat uit schone bitumen van afgedankt dakleer. Hierbij wordt dus oude bitumendakbedekking hergebruikt in plaats van verbrand te worden.

### 6.2 Gesloten grondbalans

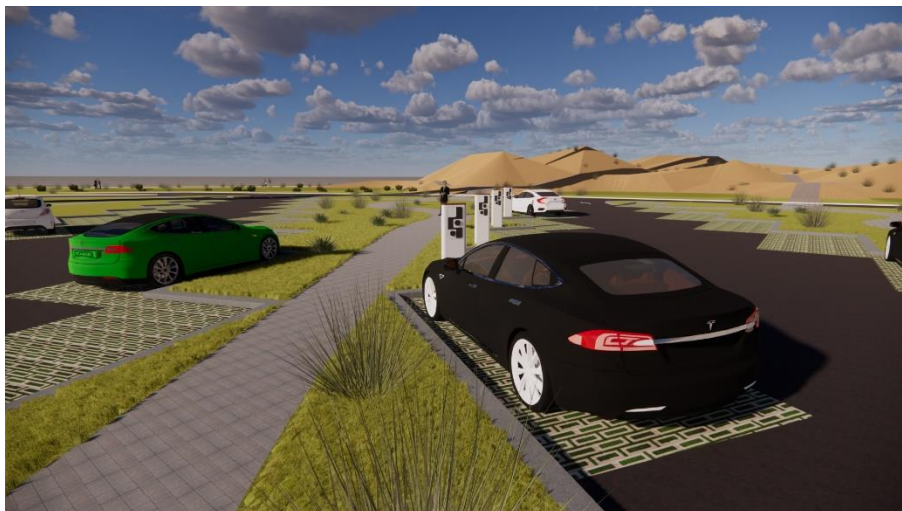
Door de stikstofproblemen de afgelopen jaren is het steeds moeilijker om grond af te voeren, daarnaast is het totaal niet goed voor de CO<sub>2</sub>-reductie om grond te gaan vervoeren. Door gebruik te maken van gunstige hoogtes en aanleggen van wadi's is het gelukt om al de grond wat we afgraven ook direct weer te kunnen gebruiken op het terrein.

### 6.3 Elektrisch verkeer

De opkomst van elektrische voertuigen is in volle gang en daarom moet er rekening mee gehouden worden dat er aankomende jaren steeds meer mensen elektrisch gaan rijden. Daarom gaat er gezorgd worden dat er voldoende elektrische laadpalen voor auto's aanwezig zijn. De palen worden



verbonden met de toren om te zorgen dat de energie duurzaam wordt opgewekt. De laadpalen dienen van de meest sterke wattage te zijn om zo ook de meest recent uitgebrachte voertuigen op te kunnen laden. Door sterke palen te plaatsen hoeven auto's minder lang aan de lader te staan en



Figuur 40  
De laadpalen dienen van de meest sterke wattage te zijn om zo ook de meest recent uitgebrachte voertuigen op te kunnen laden. Door sterke palen te plaatsen hoeven auto's minder lang aan de lader te staan en

## 6.4 Biodiversiteit vergroten

Door de verstedelijking wordt de biodiversiteit steeds minder. Door te zorgen dat de omgeving rond onze torens ingericht is voor de natuur in plaats van ingericht voor alleen de mens. De omgeving rond de torens is een uitermate goede omgeving om een flinke biodiversiteit te creëren. Hierbij kan het gaan om kleine ingrepen, maar het kunnen ook grote ingrepen zijn zoals een sedumdak.

De wadi's in de omgeving gaan natuurvriendelijk aangebracht worden, dat wil zeggen dat de wadi's ook vegetatie krijgen in- en erlangs. Door gebruik te maken van riet en grassoorten kan de biodiversiteit vergroot worden voor verschillende insecten en zoogdieren. De meest voorkomende wadi's in Nederland bestaan alleen uit grasmengsels. Deze wadi's dienen om de 2 weken gemaaid te worden, maar de natuurvriendelijke wadi's zullen hun natuurlijke proces gebruiken. Dit betekent er alleen af en toe controle gedaan moet worden naar grote hoeveelheden zwerfvuil.

Figuur 41

Ook is het plaatsen van insectenhôtels langs de wadi's een mooie oplossing, daarnaast geeft dat bezoekers een extra fleurig bezoek door het bijzijn van verschillende vlinders en andere insecten. De combinatie van de natuurvriendelijke wadi, sedumdak en insectenhôtels zorgt het er voor dat de biodiversiteit in het gebied sterk verbeterd en hiermee kan het bezoekerscentrum zijn bijdrage doen aan de verbetering van de biodiversiteit.





## 7 Communicatie en multimedia

De manier van uiting van het project naar buiten toe is een belangrijk onderdeel voor de professionaliteit van Viridis, hierbij is de afdeling mediavormgeving ingezet. In hoofdstuk 5 werd uitgewerkt hoe de communicatie en multimedia van team Viridis plaats vindt.

### 7.1 Totstandkoming logo en naam

Als eerste is er begonnen met een goede naam te bedenken voor het projectgroepje. Hierbij is er gezocht naar woorden die met de wedstrijd SMART circulair te maken hebben. Daarbij kwam het woord 'groen' naar boven. Er is vervolgens gebruik gemaakt van de mooie taal Latijns. In het Latijns betekend groen: Viridi. Op deze manier is de naam Viridis tot stand gekomen. Het logo is tot stand gekomen door de elementen die in het project gebied aanwezig zijn. In dit project is er gebruik gemaakt van natuur, water en gebouwen. Deze drie elementen komen allemaal voor in het project. De golfbewegingen in het logo geven de cyclus aan, de cyclus van recyclen. De kleuren komen van een standaard pallet die bij de naam viridis hoort, daarbij sluiten de kleuren goed aan bij de elementen die toegepast zijn in het logo.

### 7.2 Mijlpalen en gebruikte kanalen

Voor de interne communicatie is er veel gebruik gemaakt van Teams en WhatsApp, via hier hebben we belangrijke zaken besproken en ideeën met elkaar gedeeld.

Ook hebben we als mooie mijlpaal de krant bereikt en gebruiken we vooral social media voor onze externe communicatie.

### 7.3 De promotie

Om het team te promoten is er een Instagram account aangemaakt. Daarmee laten we zien wie we zijn, en waarom we meedoen. Ook worden er weetjes, sfeerplaatjes, mijlpalen en video's op gedeeld. Verder is het ons doel om de promotie van het team zoveel mogelijk online te houden. We hebben hiervoor gekozen, omdat we op deze manier meerdere mensen tegelijk kunnen aanspreken op een duurzamere manier. Flyeren is nu eenmaal een grote oorzaak van het zwerfafval in ons land en wij willen daar niet aan bijdragen.

Overigens hebben we door middel van hashtags ons account gelinkt met SMART Circulair en word er volop gebruik gemaakt van de SMART Circulair website en de agenda. Daar wordt vooral gekeken naar de bijzondere dagen (voor het Instagram account) en de criteria. Verder hebben we vele media-uitingen ontworpen waar onder andere: Video's, posters, logo's, teamshirts en een huisstijlhandboek.



## 8 Reflectie

Iedereen begon erg gemotiveerd, omdat het een enorm uitdagende opdracht was. Iedereen wist dat we 20 weken de tijd hadden om dit toen doen en dat het erg heftig en druk zou gaan zijn.

Voornamelijk door de laatste afrondende weken dat iedereen 40 uur per week op stage zat werd het erg heftig. Desondanks mogen we best trots zijn op het eindontwerp wat er ligt! Het was een erg leuke ervaring voor iedereen om mee te doen aan deze wedstrijd tot nu toe. We zijn natuurlijk nog niet klaar en moeten nog een eindpresentatie houden.

## 9 Bronnenlijst

Titel	Site	Link
Wikipedia algemene vorm	Wikipedia	<a href="http://www.wikipedia.nl">www.wikipedia.nl</a>
Prijzen zonnepanelen	123zonnepanelen-vergelijken	<a href="https://123zonnepanelenvergelijken.nl/prijzen-zonnepanelen/">https://123zonnepanelenvergelijken.nl/prijzen-zonnepanelen/</a>
Accoya hout	Accoya	<a href="http://www.accoya.com">www.accoya.com</a>
OSB platen	Gelijmde-houtconstructies	<a href="http://www.gelijmde-houtconstructies.nl">www.gelijmde-houtconstructies.nl</a>
Overige bouwmaterialen sites		<a href="http://www.polyestershoppen.nl">www.polyestershoppen.nl</a> <a href="http://www.online-bouwmaterialen.nl">www.online-bouwmaterialen.nl</a>
Recycling	Bos& milieu	<a href="https://houtinfo.nl/bos-milieu/recycling">https://houtinfo.nl/bos-milieu/recycling</a>
De bouw van de Oosterschelde kering	Rijkswaterstaat	<a href="https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/waterkeringen/deltawerken/oosterscheldekering/de-bouw-van-de-oosterscheldekering#ondergrond">https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/waterkeringen/deltawerken/oosterscheldekering/de-bouw-van-de-oosterscheldekering#ondergrond</a>
Bekisting en ondersteuning	Stubeco	<a href="https://www.stubeco.nl/2-bekisting-en-ondersteuning.html">https://www.stubeco.nl/2-bekisting-en-ondersteuning.html</a>
Duurzame producten	ENCI Nederland	<a href="https://www.enci.nl/nl/duurzame-producten">https://www.enci.nl/nl/duurzame-producten</a>
Beton is volledig circulair	Betonhuis	<a href="https://betonhuis.nl/cement/beton-volledig-circulair">https://betonhuis.nl/cement/beton-volledig-circulair</a>
Glasvezelwapening	Ervas.nl	<a href="https://www.ervas.nl/lijmwapening/oplossingen/glasvezelwapening">https://www.ervas.nl/lijmwapening/oplossingen/glasvezelwapening</a>
Producten	Bio bound	<a href="https://biobound.nl/">https://biobound.nl/</a>
Dakleer lager aan de grond	Asfaltblij.nl	<a href="https://www.asfaltblij.nl/media/2015/2006-1-dakleer-lager-aan-de-grond.pdf">https://www.asfaltblij.nl/media/2015/2006-1-dakleer-lager-aan-de-grond.pdf</a>

Er zijn gastlessen georganiseerd door:

Derk Thijs +Gutberlet architectuur

RWS

Vincent Blik, VKP

Ton Hirdes, E-connection

Erwin Veldman, Digiworld 3D