

24 MEI 2023

**SMART**  **Circulair**  
Empowering the Future

 **BESA**  
Think smart. Work smart.

 **Alfa** -college

**Noorderpoort**

## CIRCULAIR ONTWERPEN

NOORDERPOORT & ALFA-COLLEGE  
SMART CIRCULAIR  
BESA

## Voorwoord

Smart Circulair is een ontwerp challenge, waarbij MBO opleidingen door heel Nederland meedoen om een duurzaam ontwerp of duurzame oplossing te bedenken. Als opdrachtgever voor Smart Circulair heeft BESA zich aangeboden aan ons. BESA wilde graag van hun huidige Energielabel naar Energielabel C, maar dit moest wel op de meest duurzame mogelijkheid. Daarnaast wilde BESA ook graag weten in hoeveel tijd zij deze duurzame oplossing kunnen terug verdienen.

Ons Team bestaat uit 2 verschillende scholen, namelijk Noorderpoort te Stadskanaal en het Alfa-College te Hoogeveen. Vanuit Noorderpoort doen er vier studenten mee aan Smart Circulair en bij het Alfa-College doen er drie studenten mee aan de challenge. De vier studenten van Noorderpoort zijn Leon, Anniek, Michelle en Wout. De drie studenten van Alfa-College zijn Radu, Stefan en Brian. Met deze zeven studenten vormen wij een team en vertegenwoordigen wij het team Noorderpoort en Alfa-College. Tijdens deze periode verdeelden wij de taken en zorgde iedereen voor zijn eigen onderdeel.

Tijdens het project hebben een aantal mensen ons geholpen met het ontwerpen, creëren en inspireren. Wij willen daarom namens iedereen uit het team de volgende personen bedanken voor het ondersteunen van ons project: Alco Otten, Rens Heestermans, Mark van der Pijl, Makeport, Vogelzang Dakelementen B.V.; Tanja en BESA

# Inhoudsopgave

Voorwoord .....	1
1. Ontwerp .....	3
1.1 Nieuwe ontwerp .....	3
1.2 Wandelement .....	3
1.3 Dakelement .....	3
1.4 Sloopwerkzaamheden .....	3
2. Biobased Materialen.....	4
3. Demontabel/Losmaakbaar Ontwerp .....	5
3.1 Anker onderkant element .....	5
3.2 Mannetje-Vrouwetje-verbinding .....	5
3.3 Klossen .....	5
4. BIM .....	6
5. Materiaalgebonden emissies .....	7
6. Alternatieven .....	8
6.1 Vloeropties .....	8
6.1.1 Vloeroptie 1 .....	8
6.1.2 Vloeroptie 2 .....	8
6.2 Wandopties .....	8
6.2.1 Wandoptie 1 .....	8
6.2.1 Wandoptie 2 .....	8
6.2.1 Wandoptie 3 .....	8
6.2.1 Wandoptie 4 .....	8
6.3 Dakopties .....	8
6.3.1 Dakoptie 1 .....	8
6.3.2 Dakoptie 2 .....	8
6.3.3 Dakoptie 3 .....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
7. Bouwplaats inrichting.....	9
Conclusie .....	10

# 1. Ontwerp

## 1.1 Nieuwe ontwerp

Bij het nieuwe ontwerp hebben wij verschillende factoren afgewogen om te kijken wat mogelijk is voor het nieuwe ontwerp. We hebben verschillende details met rc-waardes gemaakt en de kosten berekent van deze mogelijkheden. Na de voor- en nadelen af te wegen, hebben wij gesprekken gevoerd bij BESA. Uit deze vergaderingen hebben wij besloten dat de beste optie is om prefab Bio-Based elementen om het gebouw heen te maken. Deze elementen zorgen ervoor dat er een nieuwe schil om het gebouw heen komt. Hierdoor is het gebouw goed geïsoleerd wordt en krijgt het een nieuwe moderne look. De nieuwe schil bestaat uit twee onderdelen, namelijk een wandelement en een dakelement. Deze twee elementen worden op een slimme manier aan elkaar verbonden, zodat ze ook demontabel zijn. Dit ontwerp hebben wij laten controleren door Vogelzang Dakelementen, die gespecialiseerd zijn in prefab houtskeletbouw. Zij hebben ons geholpen met de constructieve aspecten, maar ook de bouwfysische aspecten van ons ontwerp. Hierdoor hebben wij ons ontwerp kunnen verbeteren.

## 1.2 Wandelement

Het eerste onderdeel is het wandelement. Het wandelement bestaat uit plaatmateriaal, daarvoor houtwol-isolatie. Vervolgens komen er tengels op het element. Over die tengels komen panlatten en dan wordt het afgewerkt met houten gevelbekleding. De tengels en de panlatten zijn belangrijk voor de ventilatie en dampspanning van het element.

Voor onze wandelementen hebben wij ook standaardmaten toegepast. De standaardmaatvoering die wij gebruiken voor een wandelement is 3000 mm bij 3600 mm. De hoogte van een element is gebaseerd opdat het element boven het huidige gebouw moet uitsteken. Daarnaast zijn beide maten ook standaard maten voor balken.

Daarnaast hebben wij voor de wandelementen drie soorten. Het eerste soort wandelement is een element zonder kozijnen erin. Het tweede soort wandelement is met een element met kozijnen. De kozijnen hebben wel een limiet door de grootte van de elementen. Tot slot is het derde soort wandelement een Passtuk. Hieronder vallen alle hoekstukken en alle afwijkende maten die niet in de standaardmaten passen.

## 1.3 Dakelement

Het tweede onderdeel is het dakelement. Het dakelement bestaat uit plaatmateriaal, drukvaste houtwol-isolatie, plaatmateriaal en dan een laag EPDM. Bij het bestaande dak halen wij de bitumen laag eraf.

Ook voor onze dakelementen hebben wij een standaardmaatvoering bedacht. Wij gebruiken 4000 mm bij 6000 mm als standaardmaatvoering. Deze maatvoering is gebaseerd op het gebouw van BESA. Door deze maatvoering verbinden wij nieuwe balken op de bestaande balkenlaag zodat wij daar een oplegging creëren voor het dakelement. Hierdoor kan de balkenlaag de krachten weer overbrengen naar de bestaande binnenwanden en de bestaande binnenwanden weer aan de fundering.

## 1.4 Sloopwerkzaamheden

Om ons ontwerp toe te passen moeten wij helaas wel wat onderdelen van het huidige pand slopen. We gaan de bestaande kozijnen, erker en de bestaande bitumen daklaag weghalen. Hierdoor blijft de bestaande situatie erg intact en heeft het extreem weinig invloed op het klimaat.

## 2. Biobased Materialen

Voor het circulair bouwen is het handig om te weten wat circulair inhoudt. Circulair is een kringloop van materialen die steeds weer worden hergebruikt. Circulair houdt ook in dat er bio-based producten worden gebruikt. Dit zijn producten die na een tijd van hun gebruik geen invloed hebben op de wereld. Producten die niet bio-based zijn hebben na hun tijd van gebruik altijd een foot-print die ze achterlaten op de wereld.

Voor het ontwerpen van de nieuwe look van het gebouw hebben wij gekozen voor zoveel mogelijk circulair en bio-based materialen. De prefab wand-elementen worden compleet van hout gemaakt. Voor de isolatie van de wand-elementen gebruiken we houtwol. Doordat de elementen helemaal worden gemaakt van hout. Kan al het hout compleet worden gerecycled. Voor de dak-elementen worden ook compleet uit hout gemaakt en er wordt druk vaste houtwol gebruikt. Voor de elementen kunnen hergebruik van al gebruikte houten balken worden gebruikt.

Voor de elementen hebben wij ook gedacht aan eventuele andere bio-based isolatie zoals schapenwol en grasvezel. Schapenwol en grasvezel hebben een ongeveer een zelfde Lambda-waarde als houtwol. Schapenwol en grasvezel zijn allebei goeie opties voor bio-based isolatie alleen hebben wij ervoor gekozen om houtwol te gebruiken, want er is een leverancier van houtwol die dichtbij het project ligt. Doordat het dichtbij het project ligt is er weinig reistijd. Weinig reistijd is gunstig, want dat zorgt voor minder transportkosten en minder koolstofdioxide uitstoot. De houtwol is te halen in Stadskanaal dat ligt relatief dichtbij Borger. Voor schapenwol moet je al snel naar Nijmegen uitwijken en voor grasvezel moet je naar Zutphen.

We hebben er ook voor gekozen om de vloer van het gebouw ook te isoleren. Een vloer kan je op verschillende manieren isoleren: je kan op de vloer isoleren, je kan onder tegen de vloer isoleren en bodemisolatie toepassen. We hebben gekozen om de bodemisolatie te doen, want boven op de bestaande vloer te isoleren geen optie. In de huidige situatie is de hoogte tussen de vloer en het dak al laag. Door isolatie toe te voegen wordt de hoogte van de vloer naar het dak alleen nog maar lager. Om direct onder de vloer isoleren was hier ook geen optie. Door te isoleren direct onder de vloer dan is het niet meer mogelijk om in de kruipruimte te komen van het gebouw. We hebben gekozen voor bodemisolatie van schelpen. Schelpen is een zeer goede natuurlijke isolatie materiaal en vochtregulerend. Doordat wij schelpen op de bodem leggen kan je ook de schelpen nog verplaatsen, hierdoor is het mogelijk om nog in de kruipruimte te komen en dat kan niet met de andere twee opties. Voor bodemisolatie hadden wij ook gedacht aan stro en klei, maar allebei deze isolatie materialen verliezen na verloop van tijd hun deel van de isolerende werking. Schelpen heeft hier geen last van gelukkig.

### 3. Demontabel/Losmaakbaar Ontwerp

Voor het losmaakbaar ontwerpen en bouwen is het belangrijk dat je weet wat het inhoudt. Het losmaakbaar ontwerpen en bouwen is om te zorgen dat alles wat je maakt. Ook uit elkaar kan worden gemaakt, zodat het kan worden hergebruikt voor een andere bestemming of om het materiaal dat is gebruikt te gaan recyclen.

#### 3.1 Anker onderkant element

We gaan voor het gevelement zorgen dat elementen aan de bestaande gevel worden gehangen. We gaan ankers aan de bestaande gevel vast maken en dan is het mogelijk doormiddel voor met een kraan de elementen op de ankers te hijsen. Doordat het op een anker wordt gehesen is het ook mogelijk om met een kraan hem er weer af te hijsen. Daarnaast verbinden wij het element met het anker door er een schroef door heen te monteren

#### 3.2 Mannetje-Vrouwtje-verbinding

We hebben een slimme verbinding bedacht om te zorgen dat de gevel goed aansluit met het dak. Dit gaan we doen volgens het principe mannetjes en vrouwtjes verbinding. We zorgen dat aan de bovenkant van de gevel elementen een mannetjes verbinding wordt gemaakt en bij het dak wordt de vrouwtjes verbinding gemaakt. Dit hebben we zo gemaakt om te zorgen dat de elementen zo op de bouwplaats passen. Doordat we de elementen zo maken is het mogelijk de elementen van de gevel weg te halen en te hergebruiken. Daarnaast worden de twee elementen ook nog gekoppeld met een koppelplaatje.

#### 3.3 Klossen

Naast de mannetje en vrouwtjes verbinding verbinden we het wandelement ook nog met klossen. Deze klossen zorgen voor extra stevigheid en een extra verbinding met de muur. Hierdoor weten wij zeker dat het element aan de wand blijft hangen.

## 4. BIM

Voor het ontwerpen van de nieuwe look van het gebouw en de omgeving hebben wij gekozen om met een BIM-programma te werken. Maar wat houdt een BIM-programma precies in? Een BIM-programma is een bouwwerkinformatiemodel dat betekent dat we een digitaal model maken van de situatie. Voor het ontwerpen van het nieuwe uiterlijk van het gebouw en de omgeving hebben wij gebruik gemaakt van Autodesk Revit. Dit programma heeft ervoor gezorgd dat wij bepaalde keuzes hebben kunnen maken, door de mogelijkheden die het programma ons aanbiedt. De 3D-functie heeft ons duidelijk beeld gegeven van hoe ons ontwerp eruit gaat zien.

Voordat we gingen beginnen met het modeleren in Revit, zijn wij naar Borger gegaan om het gebouw van BESA te bekijken. Doordat we een aantal keer ter plekken zijn geweest, krijg je een goed beeld van hoe het gebouw in elkaar zit en wat de mogelijkheden zijn van het gebouw. Het is dan gemakkelijker om te gaan modeleren in het programma Revit.

We zijn begonnen met tekenen van de bestaande situatie. De situatietekening hebben we als eerst gemaakt. We hebben de situatietekening gemaakt doormiddel van een website 'CADCOLLEGE'. Op deze website kun je een 2D situatietekening krijgen van een gekozen gebied. In dit geval is het gekozen gebied Borger. Deze situatietekening worden gemaakt door het Kadaster. We hebben de juiste benodigde informatie toegevoegd die wij nodig hadden. We hebben de situatietekening in kleur in kaart gebracht om te zorgen dat de situatie overzichtelijker is. We hebben de omliggende straten in kaart gebracht en op welke bestaande bomen staan.

Nadat de situatietekening klaar was zijn we begonnen met het bestaande gebouw te tekenen. We zijn weer naar het gebouw toe gegaan maar toen hebben we gebruikt gemaakt van een 3D scanner. Een 3D scanner is een apparaat die van het gebouw een 3D model maakt met de omgeving. Je moet de 3D scanner wel verplaatsen door de ruimtes en omgeving. De 3D scanner maakt tijdens het scannen ook foto's om zich heen. Hierdoor kan je met een fotoviewer door het gebouw heen gaan hierdoor krijg je een scherper beeld van het gebouw. Van het 3D model die de 3D scanner van het gebouw heeft gemaakt hebben wij een pointcloud kunnen krijgen. Een pointcloud is een 3D model die je ons tekenprogramma kan zetten. Hierdoor kunnen wij makkelijk de bestaande situatie tekenen

Nadat wij de bestaande situatie tekening hebben gemaakt zijn begonnen met het nieuwe ontwerp van het gebouw. We hebben met ons idee de prefab elementen om het gebouw gaan tekenen. We vonden gelijk dat de elementen een positieve invloed heeft op de omgeving en de uitstraling zelf van het gebouw. We hebben daarna de omgeving van het gebouw getekend. De opdrachtgever wilde ook graag extra parkeerplekken voor het personeel en klanten. Dit hebben we uiteraard mee genomen en getekend. Toen wij klaar waren met het tekenen van het nieuwe ontwerp zijn we bezig gegaan met visualiseren van het ontwerp. We zijn het ontwerp gaan visualiseren in het programma Enscape. In dit programma kunnen wij ons gemaakte model inladen en als ons gemaakte ontwerpen een realistische look geven, zodat het zeer echt lijkt. Hierdoor krijg je een realistisch beeld van hoe het ontwerp gaan worden en de binneninrichting.

## 5. Materiaalgebonden emissies

Voor de prefab elementen hebben wij een berekening gemaakt om te kijken hoeveel invloed de elementen hebben op het klimaat. Voor de berekening maken wij gebruik van de materialenpiramiden in deze piramide is er een overzicht van een groot aantal materialen die worden gebruikt in de bouw. Bovenaan de piramide staan de metalen en onderaan de piramide staan de meer natuurlijke producten zoals hout. De materialen die bovenaan de piramide staan hebben de meeste invloed op het klimaat en de materialen die onderaan de piramide de minste.

Het element bestaat uit: plaatmateriaal, houtwol en regelwerk en houten gevelbekleding. Ik heb zoveel mogelijk in de website ingevuld om een accurate berekening te maken. De berekening is gemaakt op basis van één wand element. Nadat alle oppervlaktes zijn berekend is er een resultaat gekomen door de berekening. Het resultaat is positief, want het is een negatief getal geworden. Hierdoor is de conclusie uit de berekening dat de elementen allemaal geen invloed hebben op het klimaat.



show result in pyramid ↑		reset calculation		Smartcirculair Wandelement		m <sup>2</sup>			
material	group	impact / m3	volume [m3]	area [m2]	thickness [mm]	result			
1 Wood fibre insulation	biobaseret	-173.1 kg CO2eq/m3	2.16 m3	12 m2	180 mm	-373.9 kg CO2 eq			
2 Plywood	trae	-649.0 kg CO2eq/m3	0.19 m3	10.8 m2	18 mm	-126.2 kg CO2 eq			
3 Construction timber	trae	-680.0 kg CO2eq/m3	2.34 m3	13 m2	180 mm	-1.591.2 kg CO2 eq			
						<b>-2.091.3 kg CO2 eq</b>			



## 6. Alternatieven

Tijdens het proces hebben wij over meerder opties nagedacht. Deze opties waren voornamelijk toepasbaar voor het kantoorpand van BESA. Daarna zijn wij definitief verder gegaan met het ontwerp wat ons het beste leek.

### 6.1 Vloeropties

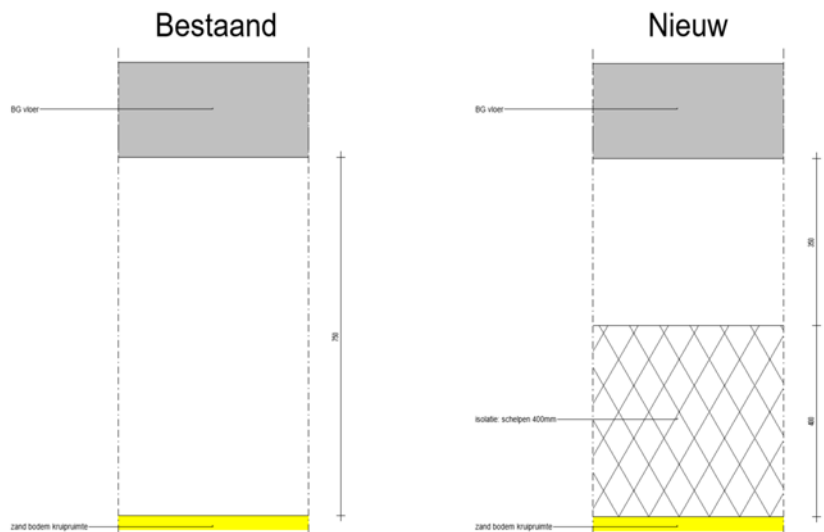
We hebben voor de vloer nog 2 andere alternatieven bedacht naast schelpen als bodemisolatie.

#### 6.1.1 Vloeroptie 1

Cellulosekorrels als bodemisolatie.

#### 6.1.2 Vloeroptie 2

Stro als bodemisolatie.



### 6.2 Wandopties

Wij hebben voor de wand nog 4 andere alternatieven bedacht naast de prefab wandelementen.

#### 6.2.1 Wandoptie 1

Naïsoleren van de huidige spouw.

#### 6.2.2 Wandoptie 2

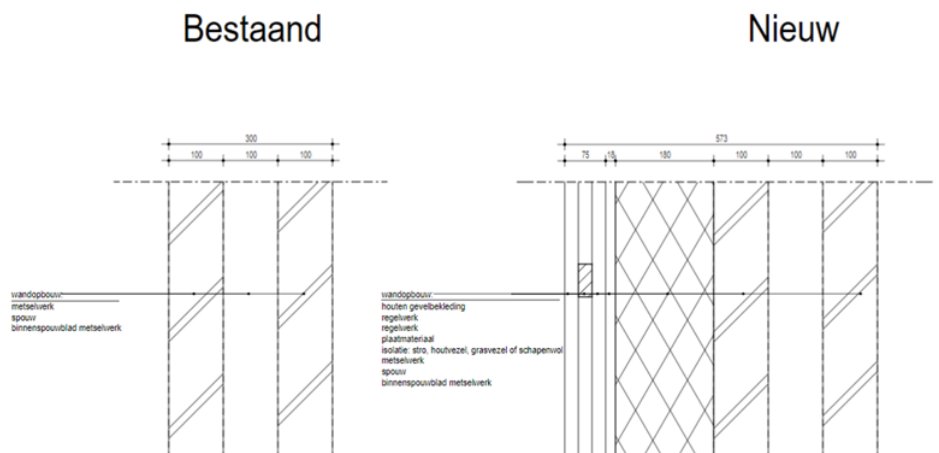
Het toevoegen Buiten isolatie met gevelbekleding

#### 6.2.3 Wandoptie 3

Combinatie van Wandoptie 2 en 3

#### 6.2.4 Wandoptie 4

Nieuwe wandopbouw, waarbij je de buitengevel weghaalt en nieuwe isolatie en gevelbekleding toevoegd.



### 6.3 Dakopties

Wij hebben voor het dak nog 2 andere alternatieven naast de prefab dakelementen

#### 6.3.1 Dakoptie 1

Het toevoegen van een Dubbele laag houtwol isolatie

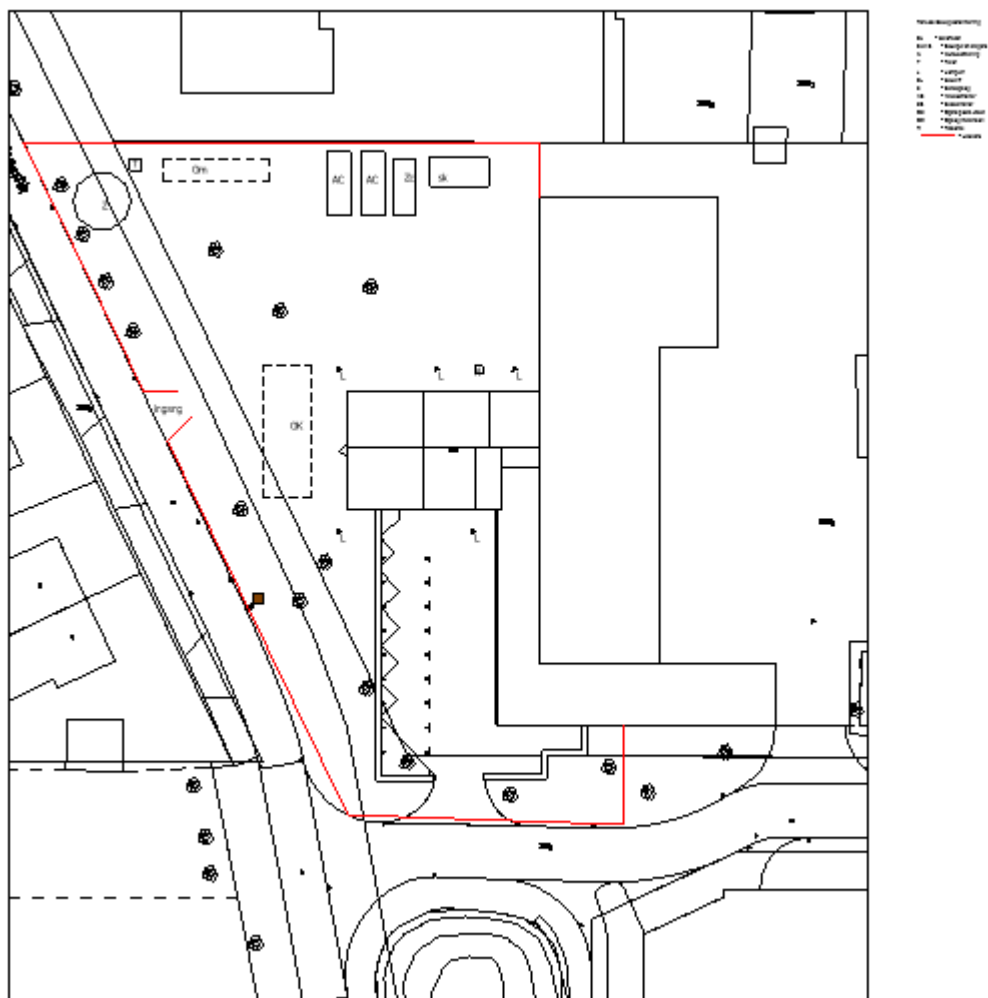
#### 6.3.2 Dakoptie 2

Het toevoegen van een laag houtwol met daarboven een Groen dak

## 7. Bouwplaats inrichting

Voor het project aan het gebouw van BESA hebben wij ook alvast een bouwplaats inrichting gemaakt, want dan krijgen de opdrachtgevers een beeld hoe de bouwplaats indeling eruit kan zien. Rond het gebouw moet hekwerk worden geplaatst, zodat het terrein is afgesloten voor onbevoegden. Om de bouwplaats komen twee afvalcontainers te staan en één zeecontainer voor gereedschap etc. Er komt een schaftkeet en plaats voor opslag van materialen. Rondom het gebouw worden lichtpunten gemaakt indien er te weinig zicht is.

Ook komt er links boven op het terrein een zandbult i.v.m. de nieuwe renovatie die het terrein gaat ondervinden nadat het gebouw klaar is. Voor de omgeving komt een nieuwe inrichting en daarbij zal er altijd grond overblijven en daar moet wel plaats voor zijn. Voor het idee van het plaatsen van prefab elementen die een schil vormen om het gebouw zal er een kraan nodig zijn die de elementen kan tillen. Voor de kraan heb ik een positie uitgekozen en de kraan die we zullen gaan gebruiken is duurzaam. De kraan zal namelijk elektrisch zijn: SK40ct Elektrisch



## Conclusie

Wij hebben door dit project verschillende afwegingen gemaakt en zijn met een goed eindresultaat gekomen. We hebben uiteindelijk gekozen voor een nieuwe schil om een bestaand gebouw heen. De redenen waarom wij hiervoor gekozen zijn is omdat het demontabel is. Daarnaast is het ook opschaalbaar en ook haalbaar. Ook is het een bio-based en circulair product. Dit zijn belangrijke eisen die Smart Circulair stelt, waar wij aan voldoen.

Wij hebben goed na gedacht over de materialen keuzes en bepaalde berekeningen gemaakt. Daarnaast hebben wij ook hulp gekregen van Vogelzang Dakelementen die gespecialiseerd zijn in prefab dakelementen. Hierdoor zitten wij constructief en bouwfysisch ook goed met ons ontwerp.