



# REEFOLUTION

De jeugd bepaalt de toekomst  
ook die van de Maas

 Coastruction

# INHOUD

## ALGEMEEN

0.1 Samenvatting

0.2 Context

0.3 Doelstelling

## 1.0 Het initiatief

1.1 Maatschappelijke bijdrage

1.2 Vernieuwing

1.3 Doelgroep

## 2.0 Plan van aanpak

2.1 Activiteiten

2.2 Planning

2.3 Aanvrager

2.4 Projectorganisatie

2.5 Samenwerkingsverbanden

## 3.0 Begroting

3.1 Begroting

3.2 Eigen bijdrage

## 4 Verantwoording

## 5 Bijzondere onderdelen

5.1 Draagvlak

5.2 Structurele kosten beheer en onderhoud

## 6 Toekomstvisie

6.1 Opschaalbaarheid

6.2 Verdienmodel

# VOORWOORD



# ALGEMEEN

## Samenvatting

02

Om de Rotterdamse onderwaternatuur een boost te geven en de oevers van de Maas te beschermen, stroopt Coastruction de mouwen op en 3D print efficiënte oeverbescherming gemaakt van duurzame reststromen waarbij lokale soorten gestimuleerd worden.

De ontwerpen hiervoor worden nu eens niet gemaakt door volwassenen maar door creatieve Rotterdamse jongeren in een workshop waarbij zij hun ideeën, zorgen of emoties rondom de veranderende natuur om kunnen zetten in een tastbare bijdrage voor klimaatadaptatie. Een unieke functionele co-creatie door Rotterdammers voor het Rotterdam van de toekomst.

Met een workshop, expositie en een veiling wordt het concept geïnitieerd. Bij success is opschaling mogelijk naar meerdere locaties, grotere afmetingen, verschillende materialen en deelnemersgroepen.



Rotterdams' ligging in een van de grootste delta's van de wereld maakt de stad kwetsbaar voor overstromingen. Om land en mens te beschermen zijn veel delen van de rivier van harde structuren zoals kademuren en (langs)dammen voorzien.

De huidige oeverbescherming, veelal van beton of geïmporteerd steen heeft een hoge CO2 uitstoot, een minimale ecologische waarde en een inefficiënte golfbrekende werking omdat complexiteit ontbreekt (zie video).

Kan een efficiënte oeverbescherming met een lage CO2 uitstoot gecreëerd worden waarbij flora en fauna worden gestimuleerd?

En kan deze bescherming door de inwoners van een stad zelf ontworpen worden waarbij gebruik gemaakt wordt van reststromen?



<https://www.youtube.com/watch?v=gBFMKhbMMuY>



Voorbeelden van efficiënte golfwering (recurved wall in combinatie met een revetment of een rock armour) maar beiden hebben een ecologische waarde



- Reefolution maakt samen met 30 jongvolwassenen 3D geprinte structuren om 3 M<sup>2</sup> bestaande oeverbescherming van complexiteit te voorzien
- Het ontwerp wordt in de stroomgoot getest in samenwerking met de Hogeschool (aqualab) om de golfreductie te meten.
- De ontwerpen worden in tweevoud uitgeprint met Coastructions' 3D printer Idefix op RDM's innovation dock waarbij lokale reststromen worden gebruikt (bijvoorbeeld: slib, oud beton, schelpen).
- De eerste structuur wordt onderwater geïntegreerd in de oeververdediging. De tweede wordt verbonden met de ontwerpen van andere deelnemers tot één modulair kunstwerk.



Reefolution draagt bij aan:

- a) Een nieuwe toekomstbestendige economie door afvalstromen een functionele bestemming (oeververdediging) te geven, de biodiversiteit van de onderwaternatuur te vergroten, nieuwe duurzame alternatieven voor beton te zoeken.
- c) Mogelijkheden voor scholieren om mee te doen aan de Rotterdamse samenleving op gebieden waar zij gewoonlijk niet bij worden betrokken. Hierdoor ontstaat verbinding met en begrip voor het belang van de ecologie van de stad.
- d) Het vrij, veilig en prettig kunnen bewegen in Rotterdam. Een efficiënte oeververdediging draagt bij aan bescherming bij extreme weersomstandigheden en veiligheid van de stad.



Reefolution is uniek omdat het de volgende elementen combineert:

1. Inklusiviteit: Oeverbescherming wordt gewoonlijk ontworpen door (volwassen) civiele ingenieurs. Co-creatie van deze structuren met scholieren is nog niet eerder uitgevoerd en laat zien dat Rotterdam dit durft!
2. Multifunctionaliteit: Het verhogen van de complexiteit van oevers om biodiversiteit te stimuleren EN tegelijkertijd golfreductie efficiënter te maken is nieuw
3. Circulariteit: Het maken van complexe oeverbescherming met lokale duurzame reststromen zonder nieuw afval te maken is nieuw.
4. Creativiteit: door vrijheid van vorm en vrijheid van materiaal kan IEDERE vorm met IEDER granulair materiaal geprint worden. Creativiteit van de maker is nu de beperkende factor





# HET INITIATIEF

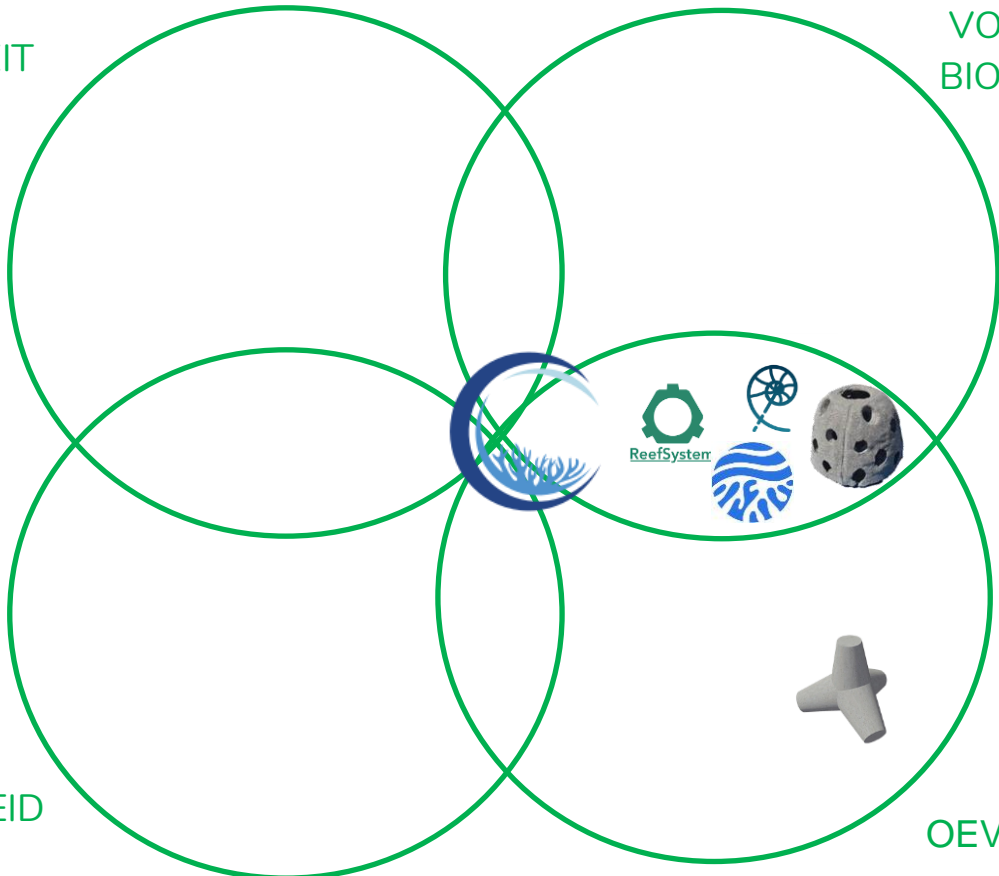
## De vernieuwing

INCLUSIVITEIT

VORMVRIJHEID /  
BIODIVERSITEIT

- 1. Econcrete
- 2. Reefballs
- 3. Reefy
- 4. Reefsystems

**Reefolution** onderscheidt zich van andere producten door de vrijheid van vorm, vrijheid van materiaal EN het stimuleren tot co-creatie.



MATERIAALVRIJHEID

OEVERBESCHERMING



**Reefolutions / Coastructions' missie**

1. Habitatrestauratie
2. Mensen inspireren tot een duurzame relatie met hun ecosysteem
3. Bijdragen aan de verduurzaming van bouwmaterialen waaronder beton.

**Visie**

- In een ecosystem is alles met elkaar verbonden en heeft ieder element een onmisbare functie
- Hoe meer diversiteit er is in een system, hoe meer resiliënt het is

**Strategie**

- Co-creatie
- Creativiteit
- Hergebruik
- Learning by doing



### De doelgroep

Oeverbescherming in Rotterdam is een gecombineerde taak van de Gemeente en grondeigenaren (bijvoorbeeld het Havenbedrijf). Deze doelgroep heeft de opgave om een klimaat neutrale stad te ontwikkelen waarbij veiligheid niet in het geding komt. Reefolution sluit goed aan bij deze opgave en daarom zijn dit zijn de partijen waar Reefolution zich in eerste instantie op richt.

Met deze pilot, een combinatie van een installatie onder water en een expositie boven water kan de doelgroep laten zien dat zij actief aan deze opgaven werkt en op een innovatieve manier durft te experimenteren.

**De mens beïnvloedt het  
klimaat en het klimaat  
beïnvloedt de mens**



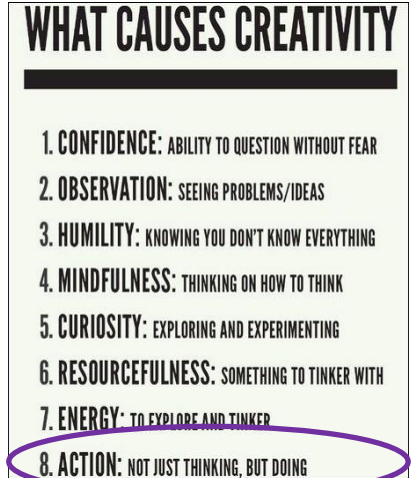
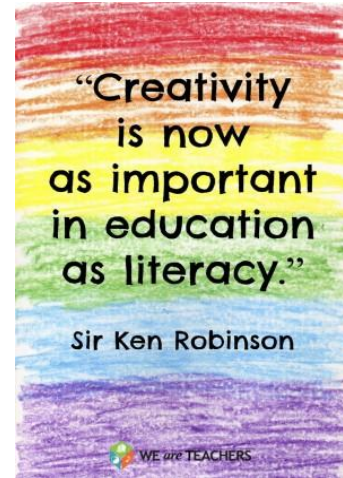
# HET INITIATIEF

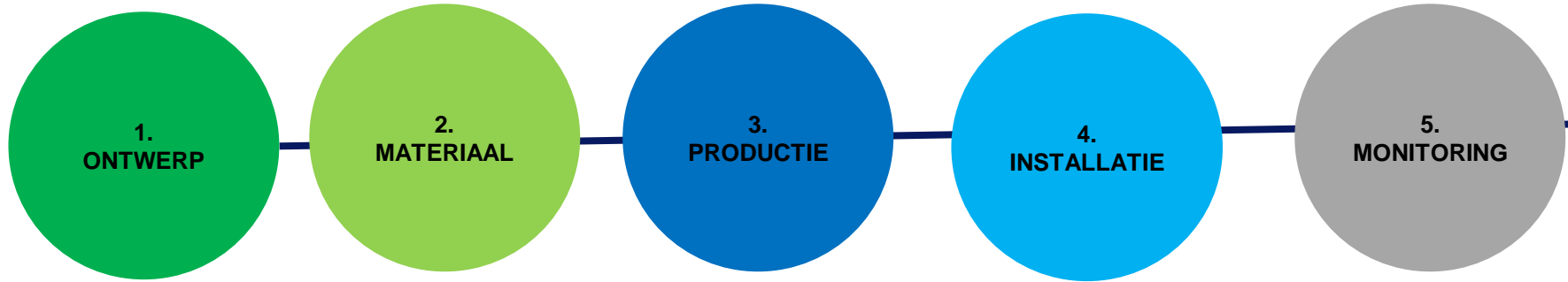
## Doelgroep (deelnemers workshop)

In een levensfase waarin idealen opkomen, dromen worden gevormd en plannen voor de toekomst worden gemaakt komen jongvolwassenen tussen de 16 en 18 jaar steeds vaker in aanraking met grote maatschappelijke opgaven zoals de sterk afnemende biodiversiteit, vervuiling, de dreiging van klimaatverandering en op een persoonlijker niveau met de sociale en economische effecten van de Covid19-crisis.

Voor veel jongeren, maar ook volwassenen kampen hiermee, zijn deze onderwerpen zo groot dat ontkenning en apathie vergezeld door onrust, angst, verdriet en zelfs depressie op de loer liggen.

Met deelname aan de workshop hopen we de deelnemers te activeren en in te laten zien dat bijdragen aan klimaatadaptatie ook in heel kleine stappen gedaan kan worden.





1. Selectie deelnemers
2. Voorbereiding met experts
3. Bepalen technische randvoorwaarden
4. Ontwerpworkshop
5. Transport kleimodellen naar RDM
6. Evaluatie met experts

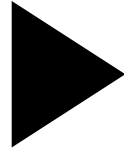
1. Inventariseren reststromen
2. Testen receptuur (sterkte, pH, CO<sub>2</sub>)
3. Verkrijgen materiaal

1. Scannen kleimodellen
2. Ontwikkelen 3D model
3. 3D printen (in duplo)
4. Schoonmaken + Curing

1. Ontwerp installatie + vergunning
2. Testen AQUALAB stroomgoot
3. Transport
4. Installatie
5. Voorbereiding expositie
6. Installatie
7. Opening

1. Monitoring plan
2. Monitoring
3. Evaluatie
4. Eventueel opschalen



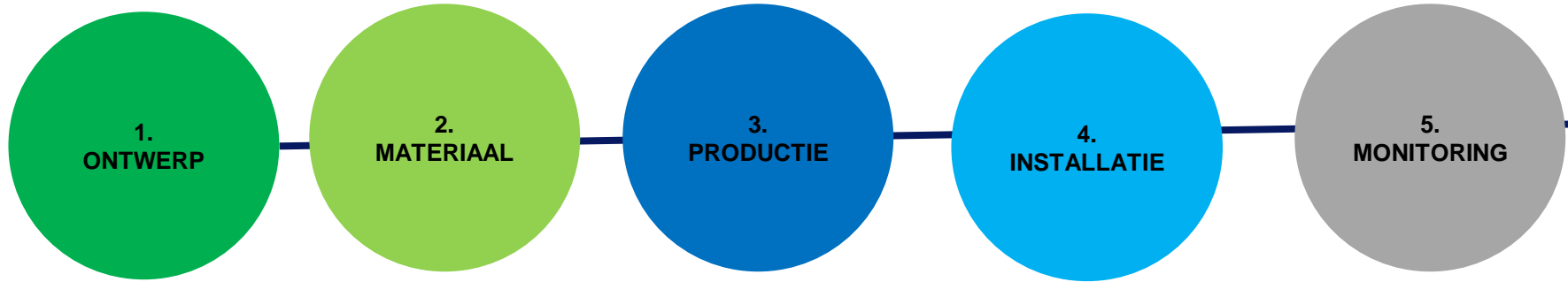


[Watch our explanation video!](#)



# PLAN VAN AANPAK

## Activiteiten



**In charge:**

- Coastruction
- Gemeente Rotterdam
- Beeldend kunstenaar (extern)
- Ecoloog (extern)
- Klimaatpsycholoog (extern)

**In charge:**

- Coastruction
- Leveranciers reststromen
- Gemeente Rotterdam

**In charge:**

- Coastruction
- HR (afdeling civiele techniek)

**In charge:**

- Coastruction
- AQUALAB (HR)
- HR (afdeling civiele techniek)

**In charge:**

- Coastruction
- Ecoloog (extern)



Een prototype printer (Idefix) is ontwikkeld waarmee we objecten van 23cm x 23cm x 13cm kunnen printen.

Hiermee is kennis opgedaan over materiaal eigenschappen zoals sterkte, pH, ecologische aangroei, hergebruik van beton.



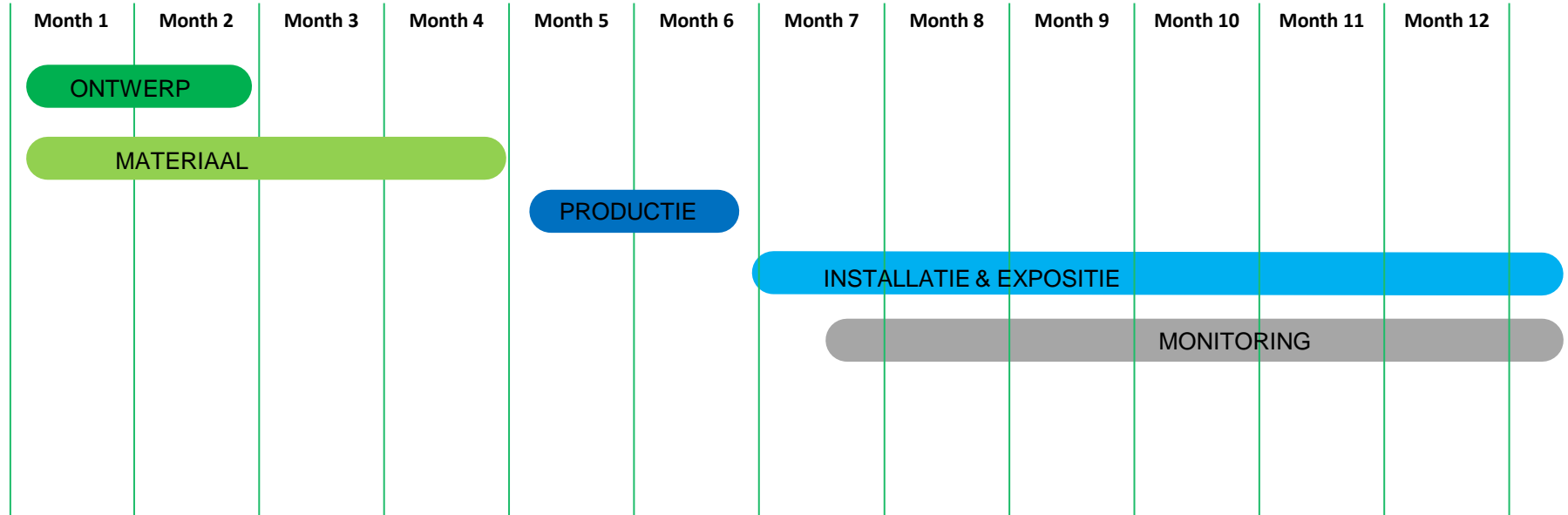
**Complexe structuur van ge crushed beton (met TU Delft)**





# PLAN VAN AANPAK

## Planning



Coastruction is een start-up gevestigd in RDM, Rotterdam sinds 2021

(Video 2021:

<https://www.youtube.com/watch?v=hpavD0gBZ8A>)

Nadia Fani is een software engineer met een passie voor 3D printen.

Astrid Kramer ....



- |  |  |                           |                                      |                     |
|--|--|---------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| 1.1 Selectie deelnemers                | 2.1 Inventariseren reststromen                       | 3.1 Scannen kleimodellen  | 4.1 Ontwerp installatie + vergunning | 5.1 Monitoring plan |
| 1.2 Voorbereiding met experts          | 2.2 Testen receptuur (sterkte, pH, CO <sub>2</sub> ) | 3.2 Ontwikkelen 3D model  | 4.2 Testen AQUALAB stroomgoot        | 5.2 Monitoring      |
| 1.3 Bepalen technische randvoorwaarden | 2.3 Verkrijgen materiaal                             | 3.3 3D printen (in duplo) | 4.3 Transport                        | 5.3 Evaluatie       |
| 1.4 Ontwerpworkshop                    |  | 3.4 Schoonmaken + Curing  | 4.4 Installatie                      |                     |
| 1.5 Transport kleimodellen naar RDM    |  |                           | 4.5 Voorbereiding expositie          |                     |
| 1.6 Evaluatie met experts              |  |                           | 4.6 Opbouw expositie                 |                     |
|  |  |                           | 4.7 Opening                          |                     |



# PLAN VAN AANPAK

## Samenwerkingsverbanden



The heart of Innovation and additive manufacturing in Rotterdam



**Golfreductie en oeverbescherming**



Coastal protection experts supporting our solutions



Testing our samples to get the best outcome



**Biodiversiteit**

**REEF DESIGN LAB**

Expert designer in artificial reef is collaborating to create unique specific solutions



Expert engineers involved with the design of our unique 3D printers

# Deltares

Testing facility for stability and coastal protection



Europe's leading supplier of marine life is testing our 3D printed material for colonisation of CCA and coral growth



Their Recycling Lab is researching materials such as recycled concrete



**Duurzaamheid / Circulariteit**



Involving students in our projects to achieve awareness and creativity



Supporting our solutions and waiting to install structures in Rotterdam



**Inclusiviteit**





### **Dr. Francesco Di Maio, MSc, MBA**

*Research director of the Recycling Laboratory at  
Delft University of Technology*

Francesco en zijn team van de TU Delft lopen voorop in het recyclen van beton. C2CA Technology (Concrete to Cement and Aggregates) biedt de mogelijkheid om beton sloopafval om te zetten in hoogwaardige, 100% circulaire grondstoffen.

Het is onze wederzijdse interesse om te kijken hoe we de materiaalkringloop kunnen sluiten en deze materialen kunnen gebruiken in ons 3D-printproces.

[Naar website](#)



**BEGROTING**  
Begroting

<b>Kosten</b>		<b>Opbrengsten</b>	
Workshop	10.870	Eigen bijdrage	104.950
Materiaalonderzoek	40.100	Gemeente Rotterdam (Citylab010)	100.000
3D printen	33.460		
Installatie	38.240		
Expositie	20.330		
Publiciteit en marketing	25.300		
Algemene bedrijfslasten	25.300		
Onvoorzien	9.680		
<b>Totaal kosten</b>	<b>203.280</b>	<b>Totaal opbrengsten</b>	<b>204.950</b>



**03**  
**02**

# **BEGROTING**

## **Eigen bijdrage**



# 03 BEGROTING

## 02 Motivering voor eigen bijdrage

Wij hebben de kennis, vaardigheden en kunde die nodig is om een 3D beton printer te bouwen. Het pilot project zal ons in staat stellen de printer op volledige schaal te realiseren.

**Nadia Fani** is een computer wetenschapper, ervaren in software en electronica. In het verelden heeft zij gewerkt voor D-Shape, een Italiaans bedrijf met een pioniers rol op het gebied van 3D beton printen. In Nederland heeft zij gewerkt voor Boskalis en Concr3de. Enkele van haar 3D geprinte riffen liggen voor de kust van Monaco.







**Kwantitatief  
onderzoek - Fase  
2**

**Observeren van  
hashtags  
gerelateerd aan  
de locatie**

**Kwalitatief  
publieksbereik:**

**Raportage**



# 05 BIJZONDERE ONDERDELEN

## 01 Draagvlak



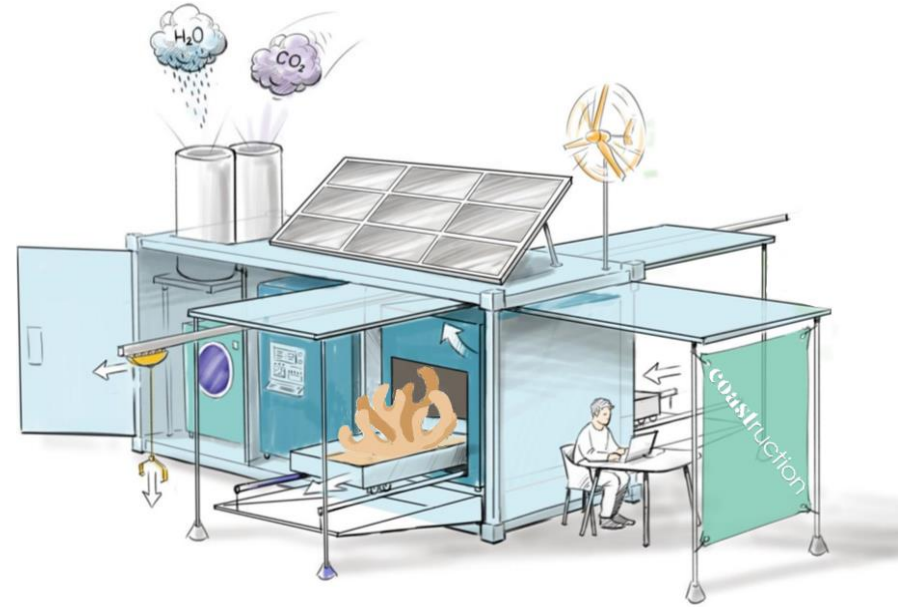
05  
02

## BIJZONDERE ONDERDELEN

Structurele kosten in beheer en onderhoud



- Grotere structuren van 23x23x13 cm (*Idefix*) → 1 M<sup>3</sup> (*Asterix*) → 6 M<sup>3</sup> (*Obelix*: zie rechts)
- Meerdere locaties (op basis van een mobiele circulaire print faciliteit (*Asterix* / *Obelix*))
- Grotere / andere workshopdeelnemers
- Meerdere printers op vaste locaties in de stad waarbij getrainde operators de prints maken



We sell sustainable and customized artificial reefs



PRODUCT

Customized  
Artificial reefs



OUR TECHNOLOGY



Freedom of material

Freedom of shape

Sustainable & Circular



OUR ADVANTAGES



Natural material

Site-specific designs

On-site production



OUR VALUES



Biodiversity restoration

Wave reduction

Raising awareness



Governments

Contributing to:

- Income for fishermen
- Safeguarding new medicine
- Inclusive and sustainable industrialization
- Waste reduction
- Climate adaptation
- Healthy and productive oceans

Port  
authorities/  
Maritime  
contractors

Contributing to:

- Inclusive and sustainable industrialization
- Waste reduction
- Climate adaptation
- Healthy and productive oceans
- Clean technologies and industrial process

Property  
owners/  
Resorts

Contributing to:

- Tourism
- Waste reduction
- Climate adaptation
- Healthy and productive oceans



Van de printer die wij willen bouwen bestaat er geen gelijke op de markt. Wij zijn momenteel bezig om te kijken of een patentaanvraag een waardevolle toevoeging voor onze onderneming. Onze onderneming is niet afhankelijk van andermans technologie. Wij zijn ook niet afhankelijk van een enkele leverancier waarvoor geen alternatieven beschikbaar zijn.

De competitie, die een andere techniek gebruikt om complete vrijheid van vorm in het print proces te bereiken, kunnen door de inherente limitaties van hun techniek niet gemakkelijk de schaalgrootte behalen om een impact te maken op de markt. Om onze claim te ondersteunen lichten wij deze nader toe:

Poeder-bed technologie werkt met een printkop die over een bed van poeder beweegt. Hierbij deponeert de kop gaandeweg vloeibaar bindmiddel waar het cement moet uitharden. Een dunne laag van poeder wordt vervolgens opgelegd op de zojuist voltooide laag, waarmee het proces zich herhaalt.

Alle spelers waar wij momenteel vanaf weten gebruiken hiervoor inkjet technologie, dezelfde als men aantreft in kantoorprinters. Het nadeel van de inkjet technologie is dat de bindvloeistof aan strikte limieten is gebonden. Water bijvoorbeeld, kan niet gebruikt worden. Wij aan de andere kant, gebruiken micro spuitmonden en industriële micro-kleppen om met een breed scala aan viscositeiten te kunnen printen. Daarbij kunnen wij met gecarboniseerd water printen, wat vervolgens permanent opgeslagen wordt in het beton. Hiermee bereiken we effectief een negatieve CO2 uitstoot met onze technologie.

Daarnaast zijn er spelers die extrusie technologieën gebruiken om grote printvolumes te realiseren. Deze missen echter resolutie. Onze technologie is in staat om details van 1 mm te printen, tegenover enkele centimeters voor extrusie-gebaseerde technieken.

