

## Ontwikkeling groene kademuren Houthaven Amsterdam



**project**

Ontwikkeling groene kademuren Houthaven  
Amsterdam

**werknummer**

18.T0583

**datum**

24-06-2019

**team**

*Ton Denters* - Senior adviseur, team natuurinclusief bouwen Water, Groen en Milieu.  
Gemeente Amsterdam - Ingenieursbureau

*Marc Burchner* - Senior adviseur Civiele constructies Gemeente Amsterdam -  
Ingenieursbureau

*Michael Burger* - Projectleider pilot groene kademuur Gemeente Amsterdam -  
Ingenieursbureau

*Serge Ligthart* - Steenzetterij Ligthart - Harlingen

*Ronald Verheul* - Senior projectleider Copijn Tuin- en landschapsarchitecten

*Gert Kuipers* - Technisch specialist Copijn Tuin- en landschapsarchitecten

## INHOUDSOPGAVE

|     |                                         |    |
|-----|-----------------------------------------|----|
| 1.  | SAMENVATTING                            | 4  |
| 1.1 | Samenvatting                            | 4  |
| 2.  | INLEIDING                               | 5  |
| 2.1 | Vraagstelling                           | 5  |
| 3.  | VOORBEREIDING                           | 6  |
| 3.1 | Onderzoek                               | 6  |
| 3.2 | Tekeningen en gegevens                  | 7  |
| 4.  | CONSTRUCTIEPROEF GROENE WALMUUR         | 15 |
| 4.1 | Uitvoeringsperiode                      | 15 |
| 4.2 | Beeldverslag uitvoering                 | 16 |
| 5.  | MONITORING EN ADVIES                    | 19 |
| 5.1 | Monitoring                              | 19 |
| 5.2 | Vochtspanning en vitaliteit muurplanten | 19 |
| 5.3 | Conclusie                               | 26 |
| 5.4 | Inmetselen beplanting                   | 29 |
| 5.5 | Uitgangspunten beheer                   | 29 |

Bijlage 1 Mortels gemeente Amsterdam

Bijlage 2 Evaluatie uitvoering pilot groene kademuur Houthaven, d.d. 31-10-2018

Bijlage 3 Notitie m.b.t. eventuele restricties door flora bij de basaltmuur Houthaven

Bijlage 4 Beheerkosten groenmuur

## **1. SAMENVATTING**

### **1.1 Samenvatting**

In deze eindrapportage wordt aangegeven hoe ter plaatse van de Houthavens in Amsterdam een proefstuk, groene kademuur is gerealiseerd.

Vraagstelling van de Gemeente Amsterdam en onderzoek hebben geleid tot het maken van uitvoeringstekeningen voor een proefstuk Groene walmuur. Omschreven wordt met welke materialen de mock-up vervolgens is gebouwd in de Houthavens. Met foto's wordt verduidelijkt hoe de kade is gerealiseerd.

De bevindingen die verzameld zijn tijdens de monitoring van de kademuur worden gebruikt voor aanbevelingen met betrekking tot de toe te passen constructie, de mortel en de te gebruiken beplanting.

Geadviseerd wordt het substraat van Bas van Buren toe te passen achter de te metselen basaltwand en dat er uiteindelijk 4 soorten beplanting zijn die het best kunnen worden aangeplant, te weten Muurfijnstraal, Wit vetkruid, Dalmatieklokje en de Varenhelmbloem. In hoofdstuk 5.2 wordt aangegeven welke soorten als vitaal kunnen worden beschouwd. Het beheer kan als minimaal worden bestempeld; eventueel zich spontaan vestigende houtige gewassen moeten worden verwijderd. Tenslotte kan worden gesteld dat het type mortel dat moet worden toegepast bestaat uit 4 delen scherp zand, 1 deel cement en 1 deel fijngemalen tras. Deze mortel is reeds toegepast en heeft zijn waarde bewezen bij de Westerparkkade.

Het proefstuk groene basaltwand heeft aangetoond dat het technisch goed mogelijk is beplanting in kademuren te realiseren. De gewenste beeldkwaliteit die door de landschapsarchitect en het kwaliteitsteam wordt gevraagd wordt hierbij gehaald.

## 2. INLEIDING

### 2.1 Vraagstelling

De gemeente Amsterdam en een groot aantal ontwikkelaars en aannemers zijn hard aan het werk in de Houthaven. Op pakweg twee kilometer ten westen van station Amsterdam Centraal, tussen de Spaarndammerbuurt en het IJ, verrijst een duurzaam woon- en werkgebied met straks circa 2.700 woningen en diverse voorzieningen en bedrijfsruimtes. Naar verwachting is de vernieuwde Houthaven in 2023 klaar.

De Houthaven wordt ook ingericht als woongebied voor de natuur. Naast verblijfplekken voor vogels, vleermuizen, insecten (nestkasten, wintervertrekken voor vleermuizen, insectenhôtels etc.) wordt er gewerkt aan klimaatadaptief groen, waarbij ook een deel van de kademuren wordt vergroend. Deze ambitie heeft onlangs een extra impuls gekregen: in de gemeenteraad is een motie aangenomen die projecten vraagt om “natuurinclusief” te bouwen. Muurplanten zijn een speerpunt in het stedelijk en landelijk biodiversiteitsbeleid. Specifiek ook in Amsterdam, waar het in diverse beleidsstukken vastligt. Walmuren zijn het domein van veel specifieke en zeldzame soorten.

In opdracht van de projectgroep Houthaven heeft het ingenieursbureau Amsterdam een basaltmuur constructie uitgewerkt met een vocht voerende substraatlaag waarop een muurvegetatie zich kan ontwikkelen. Ingezet wordt op spontane begroeiing waarbij de natuur haar werk kan doen. Daarnaast wordt er ook beplanting volgens de wolkenmethode aangebracht. Dit betreft in plaats van natuurlijke vegetatie het toepassen van vaste planten die direct na aanplant een groen en bloeiend beeld geven.



*Visual door ingenieursbureau Amsterdam*

De bedoeling is dat de natuurlijke begroeiing in 10 jaar op gang komt terwijl de cultuurlijke begroeiing direct zichtbaar is en de kademuren een groener aanzicht geeft. Door de gemeente Amsterdam is via Tauw aan Copijn Tuin- en Landschapsarchitecten op 12 maart 2018 gevraagd een Plan van Aanpak (PvA) te schrijven voor een constructieproef / onderzoek naar een geprepareerde basaltwand in Amsterdam op basis van de basaltmuur constructie.

### 3. VOORBEREIDING

#### 3.1 Onderzoek

De eerste fase van de aanpak bestond uit literatuuronderzoek, het bestuderen van de gegevens, voorstudie van het Ingenieursbureau en het ophalen van ervaringen elders. De constructievorm van de proefopstellingen en de aanplant techniek zijn bepaald, de te gebruiken soorten planten zijn gekozen en de aanplandichtheid is vastgesteld.

Om een keuze voor het type mortel te maken is de volgende vraag gesteld: "Onderzoek hoe de basaltwand optimaal kan worden geprepareerd en hoe de pH-waarde van de mortel kan worden verlaagd zodat planten daarin kunnen 'aarden'."

Met een fysisch, chemisch specialist van Tauw (Dhr. J. Steketee) is contact geweest over de vraag hoe de pH-waarde kan worden verlaagd: *"In de natuur komt pH-verlaging tot stand door carbonatatie, dat is de reactie van ongebluste kalk (en vergelijkbare stoffen) en cement met CO<sub>2</sub> uit de lucht. Hierdoor gaat de pH op termijn naar waarden rond 8,5. Versnelde carbonatatie is mogelijk door toevoer van een CO<sub>2</sub>-rijk gas. In een muur zou je dit kunnen doen door de constructie in te pakken met folie en daarachter een CO<sub>2</sub>-rijk gas te blazen. Je zou het gas rond kunnen pompen en continu CO<sub>2</sub> bij doseren (sturen op concentratie). Je hebt sowieso een gasleverancier nodig. De reactie begint aan de buitenzijde en het front schuift langzaam op. De voortgang van het proces is te monitoren door proefstukjes en / of door af en toe stukje mortel uit te boren of te steken en dit met een pH-indicator te kleuren. De kleuromslag is goed te volgen. Je kunt dit in het veld of in het lab bekijken. Er zit ook nog een technische kant aan dit verhaal want gecarbonateerde mortel is minder sterk dan niet gecarbonateerde mortel. Het type mortel is van belang als je er planten in wilt laten groeien."*

Omdat deze proef zeer kostbaar is, het proces tijd vergt, het resultaat niet exact te sturen en het proces moeilijk te monitoren, is ervoor gekozen deze pH verlagende activiteiten niet toe te passen. Veel onzekerheden kunnen beter eerst op labschaal worden getest.

Daarnaast is onderzocht hoe de vochthuishouding kan worden geoptimaliseerd, waarbij ook is gezien hoe water vanaf de waterspiegel naar de vocht voerende laag (substraat) kan toestromen. Er is contact gezocht met twee leveranciers van substraten te weten Tree Ground Solution (TGS) en Bas van Buuren (BvB). TGS heeft 2 substraten geleverd. BvB heeft 1 substraat geleverd.

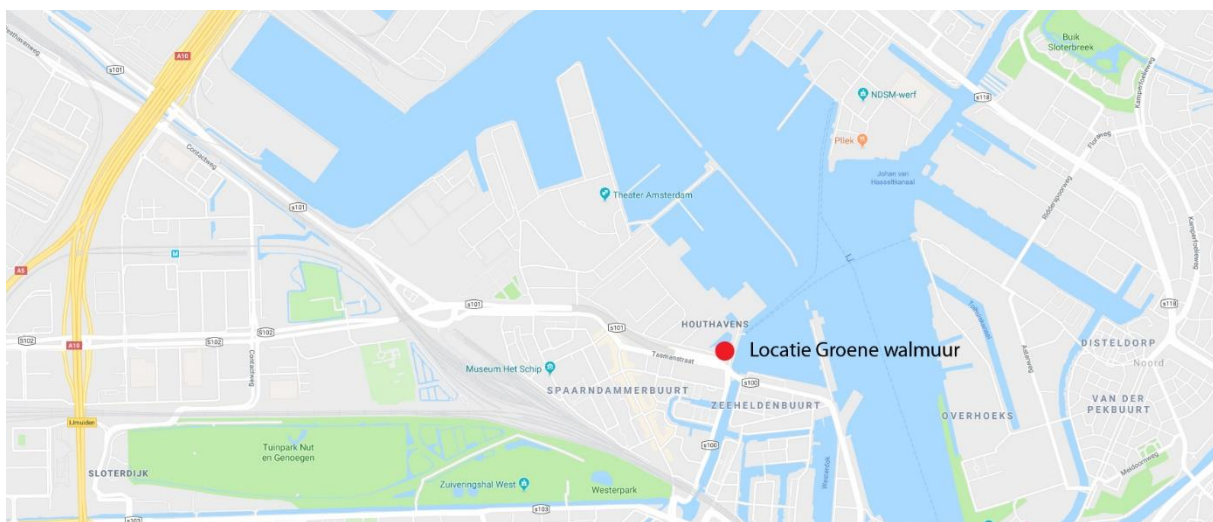
Tenslotte is onderzocht welke soort planten kunnen worden toegepast. Hoe houdt de beplanting zich in extreme situaties? Kan het tegen droogte? Hoe kunnen de planten het beste in de basaltwand worden aangebracht en moet de beplanting worden verankerd? Als uitgangssituatie is de concept selectielijst van het IB genomen. Deze lijst is onderzocht en aangepast.

### 3.2 Tekeningen en gegevens

De bovengenoemde onderzoeken hebben geleid tot een uitwerking van het proefstuk groene kademuur. De volgende tekeningen zijn gemaakt door Copijn als uitvoeringstekeningen voor de mock-up (zie ook bladzijden 12 en 13):

- Tekening 18.T0583 T140 Doorsnede Mockup Groene Kademuur
- Tekening 18.T0583 T141 Principes Mockup (Vooraanzicht Mortels, Substraat, Vochtsensoren en Totaal)
- Impressie verdeling beplanting over de muur

De mock-up kademuur is gebouwd op een aanwezige betonnen wand van een boothelling in de Houthavens, nabij de Tasmanstraat en het Libau-eiland op het (door bouwhekken afgesloten) terrein van de bouwkundig aannemer Van der Steen.



De mock-up kademuur is technisch als volgt uitgewerkt (met als uitgangspunt de constructie zoals uitgewerkt door het IB): Tegen de bestaande betonwand van een boothelling zijn verticaal (stelcon) betonplaten aangebracht met hoekstaal. Anders dan bij standaard kades, waarbij de basaltblokken tegen de betonwand worden gemetseld, komt tegen de betonplaat een capillair werkend doek en vervolgens wordt er een kratsysteem vastgemaakt tegen de betonplaten. Deze kratten worden gevuld met substraat. Onderaan dit krattensysteem wordt het doek teruggeslagen tot 30 cm. boven de waterlijn zodat het substraat niet uitspoelt. Vervolgens worden de basaltblokken tegen de kratten gemetseld. De blokken worden met metselankers vastgezet aan de betonplaat. De basaltkeien hebben een dikte van 130/150mm en een breedte van 150/250mm. De voegbreedte is minimaal 30mm. Onder de waterlijn worden open verticale en diagonale stootvoegen (h.o.h. 0,50m) aangebracht net onder het waterniveau.

De keermuur wordt aan de bovenkant afgedekt door een plank (watervast multiplex 20mm), vastgezet m.b.v. bouten, zodat er geen regenwater in het substraat kan komen om de meting te beïnvloeden.

Door de open voeg onder de waterlijn komt water de constructie binnen. Het capillaire doek om de kratten zal nat zijn en het substraat bevochtigen. De capillaire werking van zowel het

substraat als het doek zal het water naar boven transporteren en bovenin de constructie voor vocht t.b.v. de aangebrachte beplanting zorgen.

In de doorsnede op bladzijde 13 staat tevens een tegelplateau getekend. Onder dit plateau is een grindlaag in vijverfolie aangelegd waar het capillaire doek in ligt. De bedoeling was dat het doek nat zou worden en water van boven naar beneden transporteert. De proefopstelling heeft ons geleerd dat de bestrating te dicht is zodat het doek droog blijft. Er vindt geen watertransport van boven naar beneden plaats, zodat de verschillende opbouwen afhankelijk zijn van de capillaire werking van het substraat.

Doordat er vochtsensoren op 60 cm diepte vanaf de bovenkant van de kademuur (ca. 90 cm boven het waterpeil) in het substraat worden aangebracht kan de vochtigheidsgraad afgelezen worden tijdens het monitoren van de mock-up.

Er zijn 2 kratsystemen aangebracht met 3 verschillende soorten substraten (zie tekening 18.T0583-T140, Vooraanzicht B, Substraat):

- Kratsysteem van Permavoid TGS, kratdikte 85mm gevuld met substraat TGS onderbouwzand licht met vezel en TGS capillairzand met vezel.
- Kratsysteem van Joosten kunststoffen, kratdikte 52mm gevuld met substraat BvB.

Op bladzijde 9 staan de product specificaties van de substraten van TGS. Op bladzijde 10 staan de productspecificaties van het substraat van BvB.

Toelichting specificaties TGS (bladzijde 9).

Belangrijke cijfers zijn de D60/D10 en het percentage lutum en leem. Het D60/D10 cijfer vertelt iets over de homogeniteit van het substraat. Hoe lager het cijfer, hoe gelijkmatiger de korrelfractie. Wij willen een zo hoog mogelijk cijfer zodat poriën volumes worden opgevuld en capillaire werking makkelijker plaatsvindt. Daarnaast is een hoog percentage lutum en leem een indicatie voor een hoge kleine fractie. Het capillair zand heeft bij de TGS dus de voorkeur. TGS heeft in beide substraten vezels toegevoegd t.b.v. de capillaire werking.

Toelichting specificatie BvB (bladzijde 10).

Belangrijkste parameter is de minimale capillaire opstijging. BvB geeft aan dat dit voor het toegepaste substraat 100 cm. is. Na overleg met de leverancier mogen we ervan uitgaan dat de gevraagde 1,50 meter geen probleem is.

Bij het metselen van de basaltblokken wordt gebruik gemaakt van 3 soorten mortel (zie vooraanzicht A, Mortels op pagina 13):

- Onder water / tot 15cm bovenwaterlijn ter plaatse van de zogenaamde splash zone (waar geen beplanting): M20 mortel;
- Mortel 1: 3 delen zand, 1 deel schelpkalk, 1 deel tras; [zie ook bijlage]
- Mortel 2: specie met 2 'handjes' humeus zand.

## Productcertificaten TGS:

### Productcertificaat

#### Cappilairzand TGS + vezel

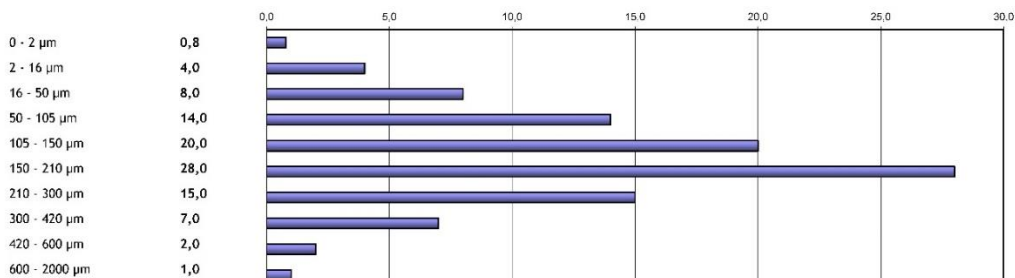
|                   |                           |
|-------------------|---------------------------|
| Aanduiding        | Cappilairzand TGS + vezel |
| Datum             | 15-mrt-18                 |
| Doseringsprincipe | EN volume                 |

RAG  
Galgeweg 38  
2691 MG 's Gravenzande  
tel. 0174 - 620360  
fax 0174 - 640413  
email info@rhp.nl



|         |     |
|---------|-----|
| M50     | 170 |
| D60/D10 | 4,7 |

| Resultaten berekening              |      |
|------------------------------------|------|
| Bulkgewicht vers/m <sup>3</sup>    | 1213 |
| Bulkgewicht droog/m <sup>3</sup>   | 1152 |
| % lutum                            | 0,8  |
| % leem                             | 12,8 |
| % organische stof                  | 0,0  |
| EC                                 | 0,1  |
| Chloride (mg/l)                    | 43   |
| Koolzure kalk (CaCO <sub>3</sub> ) | 0,1  |



Deze berekening is gebaseerd op de gebruikte grondstoffen.

### Productcertificaat

#### Onderbouwzand Licht TGS + vezel

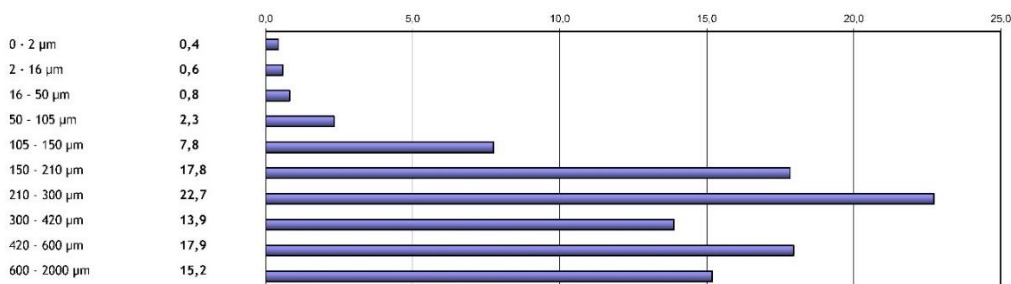
|                   |                                 |
|-------------------|---------------------------------|
| Aanduiding        | Onderbouwzand licht TGS + vezel |
| Datum             | 15-mrt-18                       |
| Doseringsprincipe | EN volume                       |

RAG  
Galgeweg 38  
2691 MG 's Gravenzande  
tel. 0174 - 620360  
fax 0174 - 640413  
email info@rhp.nl



|         |     |
|---------|-----|
| M50     | 293 |
| D60/D10 | 2,6 |

| Resultaten berekening              |     |
|------------------------------------|-----|
| Bulkgewicht vers/m <sup>3</sup>    | 890 |
| Bulkgewicht droog/m <sup>3</sup>   | 810 |
| % lutum                            | 0,4 |
| % leem                             | 1,8 |
| % organische stof                  | 0,9 |
| EC                                 | 5,0 |
| Chloride (mg/l)                    | 33  |
| Koolzure kalk (CaCO <sub>3</sub> ) | 0,3 |



Deze berekening is gebaseerd op de gebruikte grondstoffen.

Productcertificaten BvB:

Prefab BVB-Substraat Bas van Buren (tuinturf, turfstrooisel en meststoffen) , organische stofgehalte minimaal 30%. Met binder Groenemorgen.com door mortel.

**Productblad Muurplantensysteem ACCAP 7120+**

Toepassing:

Muurplantensysteem ACCAP 7120+ stimuleert de groei van muurplanten waaronder ook de natuurlijke muurflora.

Bestandsdelen:

Muurplantensysteem ACCAP 7120+ bestaat uit 2 halffabricaten welke tijdens verwerking met elkaar vermengd dienen te worden met water, zie verwerkingsvoorschriften.

Hoogwaardige grondstoffen allen van natuurlijke oorsprong welke op een duurzame manier worden gewonnen en verwerkt. Preparaten met plant specifieke (sporen)elementen.

Eigenschappen:

|                                            |                                         |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------|
| pH(H <sub>2</sub> O)                       | : 5,5 – 7,0                             |
| EC                                         | : < 0,5                                 |
| Droog gewicht                              | : 350 - 450 kg/m <sup>3</sup>           |
| Verzadigd gewicht                          | : 875 kg/m <sup>3</sup>                 |
| Maximale watercapaciteit                   | : 40 vol-%                              |
| Min. luchtgehalte bij max. watercapaciteit | : 15 vol-%                              |
| Poriënvolume                               | : 60 vol-%                              |
| Zetting                                    | : < 2%                                  |
| Respiratiesnelheid                         | : < 4 mmol O <sub>2</sub> / kg OS / uur |
| Chloride-gehalte                           | : < 350 mg/l                            |
| Min. capillaire opstijging                 | : 100 cm                                |

Vrij van overblijvende onkruiden en van onrechtmatigheden zoals puin, asfalt, hout, plastics, ijzer, glas en dergelijke. Voldoet aan het Besluit Gebruik Meststoffen

Met betrekking tot de beplanting is de basislijst van het IB onderzocht en beoordeeld aan de hand van enkele parameters. Daarnaast zijn een aantal nieuwe soorten toegevoegd en eveneens beoordeeld.

| naam                       | Nederlandse naam    | habitat                                               | licht                                           | vocht          | voedsel            | vorstgev.        | zuurgraad               | overig                                                 | oordeel | toelichting                                               | wel / niet toepassen |
|----------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------|--------------------|------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------|----------------------|
| Asplenium trichomanes      | Steenbreekvaren     | oude muren                                            | schaduw in zon afhankelijk van vochtvoorziening | droog          | neutraal           | nee (tot - 35)   | neutraal/ iets zuur     | wintergroen                                            | ++      |                                                           | wel                  |
| Asplenium scolopendrium    | Tongvaren           | oude beschaduwde muren                                | halfschaduw/schaduw                             | vochtig        | neutraal/r ijk     | matig            | (licht) basisch         |                                                        | +       | de plant is licht vorstgevoelig                           | wel                  |
| Chaenorhinum origanifolium | Marjoleinbekje      | boven op muren/oude muren                             | zon                                             | droog          | neutraal/r ijk     | nee              | neutraal/ licht basisch | warmtemin-naar                                         | + / -   | de plant heeft zon nodig                                  | niet                 |
| Corydalis cheilantifolia   | Varenhelmbloem      | op of tegen oude muren                                | halfschaduw                                     | droog          | neutraal           | nee              | neutraal                |                                                        | ++      |                                                           | wel                  |
| Pseudofumaria alba         | Geelwitte helmbloem | oude muren en rotsachtige plaatsen                    | halfschaduw / schaduw                           | droog          | neutraal/r ijk     | nee (tot - 20)   | neutraal/ licht basisch | blad-verliezend                                        | ++      |                                                           | wel                  |
| Campanula poscharskyana    | Kruipklokje         | vooral langs tuinmuurtje en gevels                    | zon en schaduw                                  | vochtig        | neutraal/r ijk     | nee (tot - 35)   | neutraal                | kan slecht tegen hete zomers                           | + / -   | heeft voldoende vocht nodig, woekerd, <u>niet inheems</u> | wel                  |
| Campanula portenschlagiana | Dalmatiëklokje      | stenige plaatsen                                      | zon / halfschaduw                               | vochtig        | arm                | nee              | neutraal                |                                                        | + / -   | schaduwrijkere plaatsen, woekerd, <u>niet inheems</u>     | niet                 |
| Trachelium caeruleum       | Halsbloem           | Middelandse zeegebied, soms verwilderd op grachtmuren | zon / halfschaduw                               | droog/ vochtig | neutraal/r ijk     | ja               | neutraal/ licht basisch | zeer zeldzaam                                          | - -     | de plant is vorstgevoelig / niet winterhard               | niet                 |
| Sedum album                | Wit vetkruid        | rand van kalkplateaus en stenige gronden              | zon                                             | droog          | arm                | nee              | neutraal/ iets zuur     | vaak samen met Muurpeper                               | + / -   | de plant heeft zon nodig                                  | wel                  |
| Sedum rupestre             | Tripmadam           | op oude muren, stadswallen en rotsspleten             | zon                                             | droog          | arm                | nee              | neutraal/ iets zuur     | zeldzaam, bladhoudend                                  | + / -   | de plant heeft zon nodig                                  | niet                 |
| Erinus alpinus             | Alpenbalsem         | rotsplant, oorspronkelijk uit de bergen               | zon                                             | droog/ vochtig | neutraal/r ijk     | matig winterhard | neutraal/ licht basisch | wintergroen kortlevend: slechts enkele jaren waardevol | - -     | heeft zon nodig, problemen met een strenge winter         | niet                 |
| Aurinia saxatilis          | Rotsschildzaad      | oorspronkelijk uit de bergen, rotstuin                | zonnig                                          | droog/ vochtig | neutraal/r ijk     | nee              | neutraal/ licht basisch | kan tegen droogte onderhoudsvriendelijke plant         | + / -   | de plant heeft zon nodig                                  | niet                 |
| Cymbalaria muralis         | Muurleeuwenbek      | op oude stadsmuren, stenige of rotsachtige bodem      | schaduw                                         | vochtig        | arm tot matig rijk | nee              | neutraal/ licht basisch |                                                        | +       | heeft voldoende vocht nodig                               | wel                  |
| Antirrhinum majus          | Grote leeuwenbek    | open, stenige plaatsen                                | zon / halfschaduw                               | droog          | neutraal/r ijk     | ja               | neutraal/ licht basisch | bladverliezend                                         | - -     |                                                           | niet                 |
| Erigeron karvinskianus     | Muurfijnstraal      | open, stenige grond                                   | zon / halfschaduw                               | droog/ vochtig | neutraal/r ijk     | nee (tot - 10)   | neutraal/ licht basisch | kortlevend: slechts enkele jaren waardevol             | + / -   |                                                           | wel                  |

#### Nieuwe voorstellen

| naam                      | Nederlandse naam   | habitat                                | licht                 | vocht          | voedsel                          | vorstgev.                | zuurgraad               | overig                               | oordeel | toelichting                                    |      |
|---------------------------|--------------------|----------------------------------------|-----------------------|----------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------|------------------------------------------------|------|
| Erysimum cheiri           | Muurbloem          | oude stadsmuren, oude kerken en ruïnes | halfschaduw / schaduw | vochtig        | neutraal/r ijk                   | nee                      | neutraal/ licht basisch |                                      | ++      |                                                | wel  |
| Asplenium ruta-muraria    | Muurvaren          | oude stadsmuren en kerken              | zon / halfschaduw     | droog/ vochtig | neutraal                         | -                        | neutraal/ licht basisch |                                      | +/-     | kan op schaduwrijkere plekken worden toegepast | niet |
| Asplenium adiantum-nigrum | Zwartsteel         | oude kademuren                         | halfschaduw / schaduw | vochtig        | neutraal                         | doorstaat zachte winters | neutraal                | zeldzaam in stedelijk gebieden       | +/-     |                                                | niet |
| Parietaria judaica        | Klein glaskruid    | oude (kade) muren                      | halfschaduw / schaduw | droog/ vochtig | neutraal/r ijk (vooral stikstof) | hersteld goed na vorst   | neutraal/ licht basisch | komt vooral voor in stedelijk gebied | +       |                                                | niet |
| Dryopteris filix-mas      | Mannetjesvaren     | oude muren                             | halfschaduw / schaduw | droog/ vochtig | neutraal/r ijk                   | nee                      | neutraal/ licht basisch |                                      | ++      |                                                | wel  |
| Dryopteris carthusiana    | Smalle stekelvaren | waterkanten, oude muren                | halfschaduw / schaduw | vochtig        | neutraal/r ijk                   | nee (tot - 25)           | neutraal/ iets zuur     |                                      | ++      |                                                | niet |
| Polystichum aculeatum     | Stijve naaldvaren  | stenige grond, puin                    | schaduw               | vochtig        | neutraal / arm                   | matig                    | neutraal / iets         | wintergroen                          | + / -   |                                                | niet |

de factoren *licht* en *vorst* zijn zeer bepalend voor de kans van slagen voor de plant wanneer de plant vorstgevoelig is, wordt de plant niet geadviseerd

Bovenstaande beoordeling heeft geresulteerd in een definitieve keuze. De soorten zijn vervolgens verspreid aangebracht over de muur, zie onderstaande afbeelding.

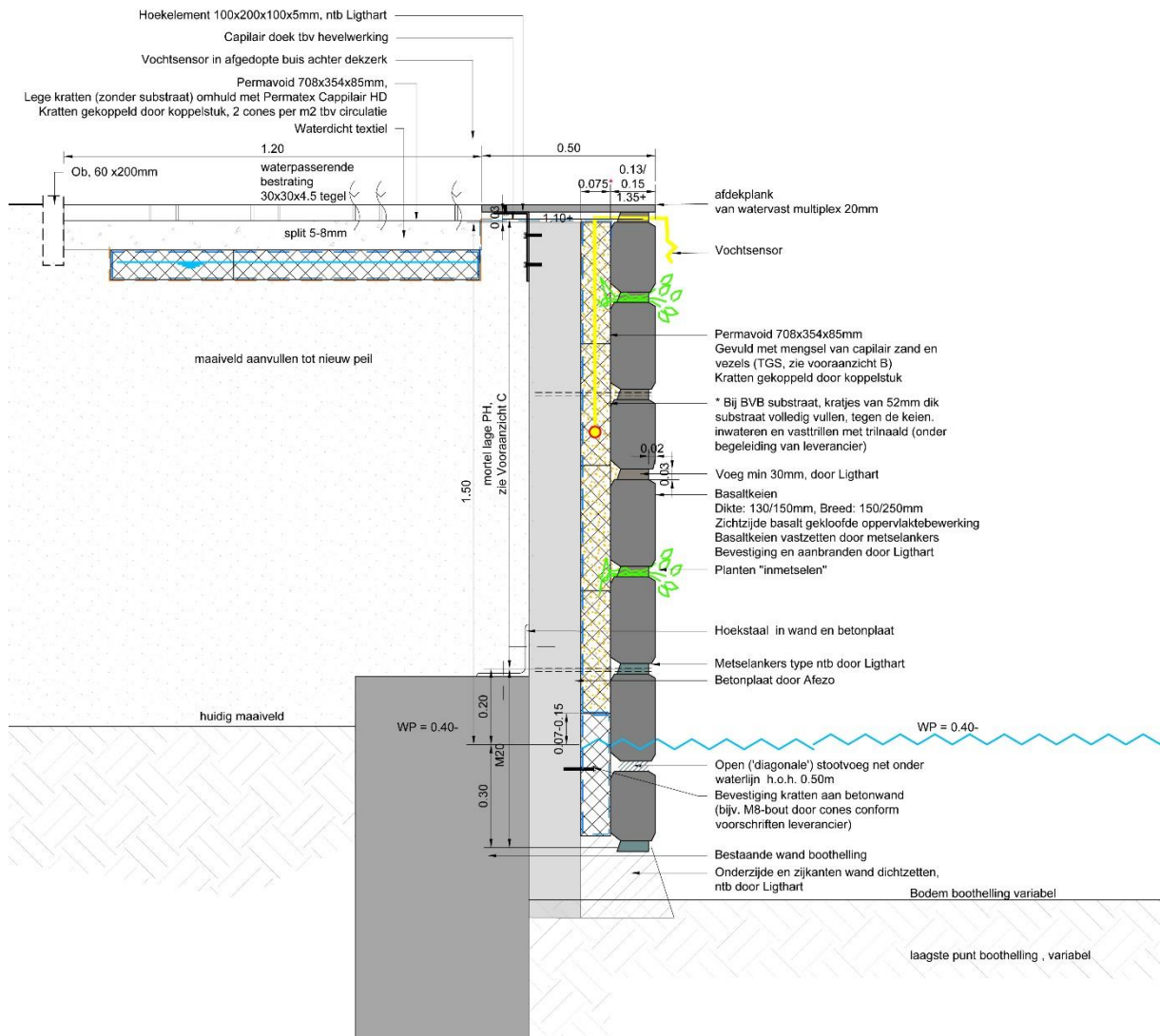
| Naam                       | Nederlandse naam   | Aantal | Kwaliteit |
|----------------------------|--------------------|--------|-----------|
| Asplenium trichomanes      | Steenbreekvaren    | 7      | P11       |
| Asplenium scolopendrium    | Tongvaren          | 5      | P11       |
| Corydalis cheilantifolia   | Varenhelmbloem     | 5      | P11       |
| Pseudofumaria alba         | Geelwitte helmblom | 6      | P11       |
| Campanula portenschlagiana | Dalmatiëklokje     | 5      | P11       |
| Sedum album                | Wit vetkruid       | 5      | P11       |
| Cymbalaria muralis         | Muurleeuwenbek     | 9      | P11       |
| Erigeron karvinskianus     | Muurfijnstraal     | 5      | P11       |
| Erysimum cheiri            | Muurbloem          | 5      | P11       |
| Dryopteris filix-mas       | Mannetjesvaren     | 4      | P11       |

**Totaal:**

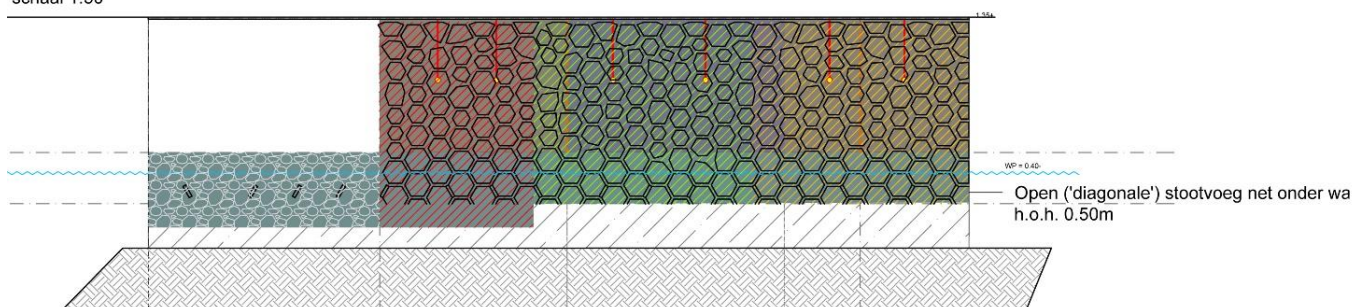
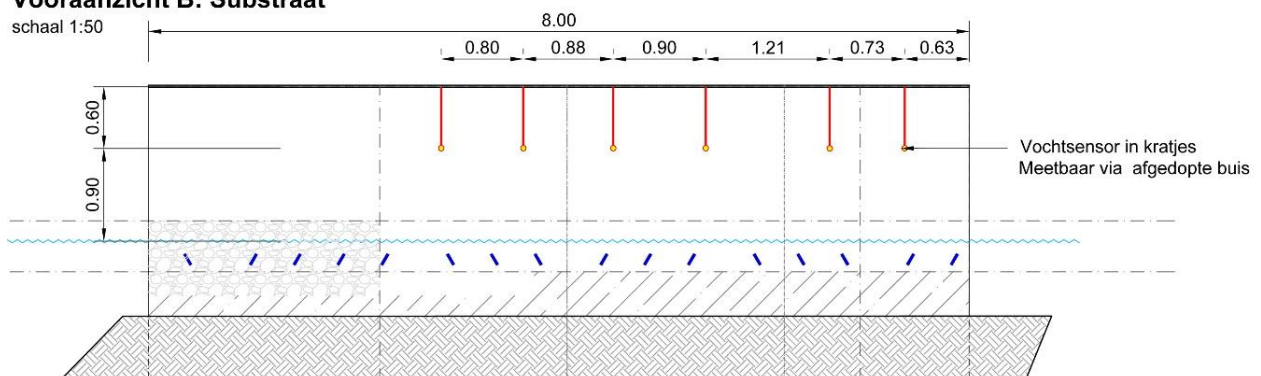
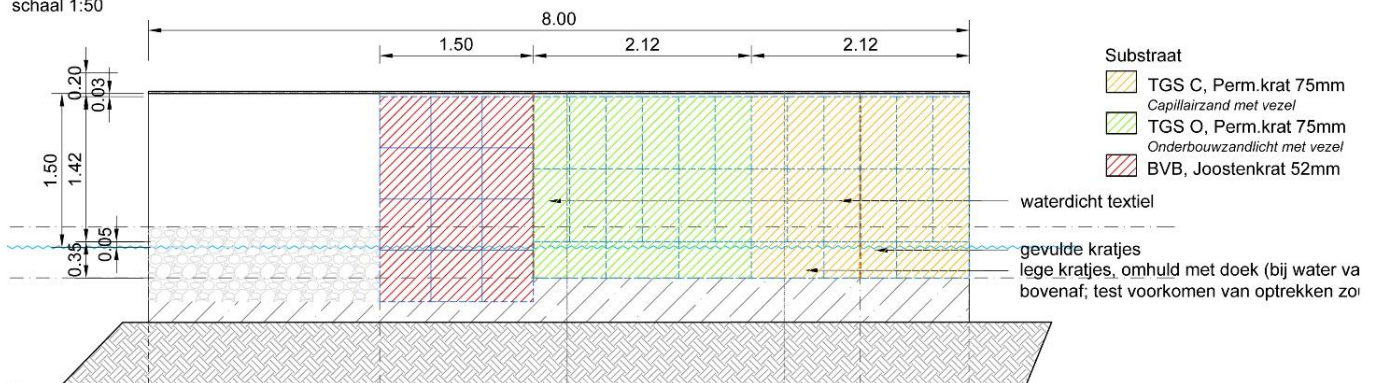
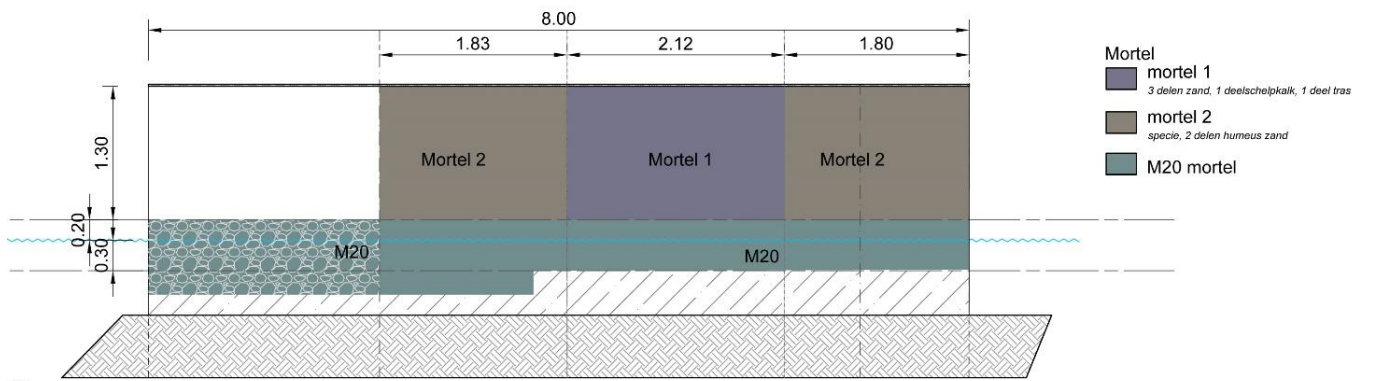
**56 stuks**



*Foto met posities aangebrachte planten.*



Tekening 18.T0583-T140



Tekening 18.T0583-T141

#### 4. CONSTRUCTIEPROEF GROENE KADEMUUR

##### 4.1 Uitvoeringsperiode

De realisatie van de kademuur heeft plaats gevonden in september en oktober 2018. Onderstaande foto toont de betonnen boothelling waartegen en waarop de constructie is gerealiseerd.



*Foto d.d. 25-09-2018 Locatie te bouwen kademuur*

Het plantgoed is geleverd op 5 oktober 2018 conform de lijst op bladzijde 11, containerplanten maat P11.



*Foto d.d. 05-10-2018 Plantgoed*

#### 4.2 Beeldverslag uitvoering

Tijdens het metselwerk is het water ter plaatse weggepompt zodat in den droge gewerkt kon worden.



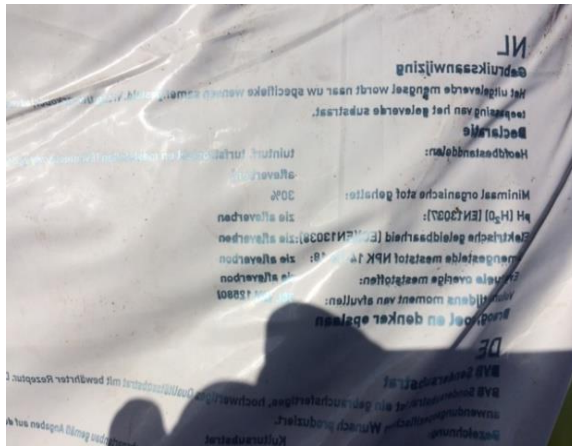
*Foto d.d. 05-10-2018 Betonplaten, kratten en metselwerk basaltkeien*



*Foto d.d. 05-10-2018 Aanbrengen beplanting*



Foto's d.d. 09-10-2018 Kratten, substraat vullen en vochtspanningsmeter



Toegepast BVB substraat



*Foto's d.d. 10/11-10-2018 Aanbrengen BVB substraat*



*Foto d.d. 22-10-2018 Vooraanzicht na oplevering.*

## 5. MONITORING EN VITALITEITSBEPALING MUURPLANTEN

### 5.1 Monitoring

Nadat de proefopstelling met beplanting was gerealiseerd, is gestart met een monitoring. In de periode van 22 oktober 2018 tot en met 8 mei 2019 heeft 10 keer een opname plaatsgevonden. Beoordeeld is het aanslaan en de ontwikkeling van de beplanting. Ook is de vochthuishouding gezien (meting vochtspanning).

### 5.2 Vochtspanning en vitaliteit muurplanten

Het onderstaande opname schema geeft de gemeten vochtspanning in de proefopstelling.

#### Vochtspanning metingen groene kademuren Houthaven, Amsterdam

De vochtspanning geeft de druk van het water in de poriën in de bodem weer, uitgedrukt in kiloPascal (kPa)

Er is verband tussen de vochtspanning en hoeveelheid water in de poriën (verzadigingsgraad van de bodem.)

Hoe meer water in de poriën, hoe minder druk/spanning.

Als de grond volledig is verzadigd met water, is de vochtspanning 0 kPa. Volledig droog geeft een vochtspanning 200 kPa.

0-5 kPa: Verzadigde toestand, zuurstoftekort.

5-40 kPa: Goede vocht toestand.

40-70 kPa: Voldoende vocht beschikbaar.

70-100 kPa: Beperkt vocht beschikbaar.

> 100 kPa: Verdrogingsgevaar.

Meter 1 is geplaatst aan het begin van de hellingbaan.

Meter 1 en 2 staan in het substraat/zand mensel.

Meter 3 en 4 staan in het zandmengsel.

Meter 5 en 6 staan in het BvB-substraat.

| Meter      | 1  | 2  | 3 | 4  | 5  | 6  |
|------------|----|----|---|----|----|----|
| Datum      |    |    |   |    |    |    |
| 22-10-2018 | 4  | 3  | 4 | 6  | 16 | 16 |
| 13-11-2018 | 2  | 6  | 6 | 7  | 19 | 18 |
| 4-12-2018  | 4  | 10 | 7 | 10 | 20 | 19 |
| 20-12-2018 | 4  | 8  | 6 | 9  | 20 | 20 |
| 16-1-2019  | 5  | 7  | 4 | 10 | 20 | 20 |
| 8-2-2019   | 6  | 8  | 4 | 11 | 19 | 19 |
| 26-2-2019  | 6  | 8  | 5 | 11 | 19 | 20 |
| 19-3-2019  | 6  | 8  | 0 | 11 | 20 | 20 |
| 16-4-2019  | 7  | 8  | 0 | 11 | 21 | 20 |
| 8-5-2019   | 13 | 16 | 0 | 16 | 21 | 20 |
|            |    |    |   |    |    |    |
|            |    |    |   |    |    |    |
|            |    |    |   |    |    |    |
|            |    |    |   |    |    |    |

Cymbalaria bloeit. Alle beplanting groen en goed, alleen dryopteris niet.

Cymbalaria en Corydalis heel goed. Dryopteris slecht.

Tongvaren in bovenrand slecht.

Meetbuis 3 is kapot.

Waterniveau ca. 20 cm te laag.

Verhoging waardes mogelijk door waterstand verlaging.

Ter plaatse van meting 6 is er geen plank op het substraat geplaatst. De bovenzijde is dus open. Op 8 mei kan worden geconstateerd dat alle substraten op 60 cm vanaf de bovenkant een goede vochttoestand hebben.

Bij het optillen / weghalen van de dekplank (ter plaatse van metingen 1 t/m 5) bleek dat het blauwe capillaire doek bovenin droog was, net als de bovenste 30cm van het TGS substraat. Het BVB substraat (ter plaatse van meting 5 en 6) was bovenin vochtig. Aangenomen kan worden dat in de bovenste 60 cm van de mock-up het substraat van Bas van Buren betere vochtwaarden zal geven dan de beide TGS substraten.

De foto's op de bladzijde 20 t/m 22 tonen de ontwikkeling van de beplanting in november en december 2018. Op bladzijde 23 en 24 staan foto's van de huidige situatie in mei 2019.



*november 2018*



*november 2018*



*december 2018*



*december 2018*



*Foto's d.d. 13-05-2019*



Foto d.d. 13-05-2019

Onderstaand schema toont een beplantingsopname verricht door T. Denters op 8 mei 2019.

| Muurplant                  |     | †   | ±    | +     | Vitaliteit | Opmerking     |
|----------------------------|-----|-----|------|-------|------------|---------------|
|                            |     | 0 % | 50 % | 100 % | 8 mei 2019 |               |
| Cymbalaria muralis         | 9 x | -   | -    | 9     | 100 %      |               |
| Erigeron karvinskianus     | 5 x | 2   | 1    | 2     | 50 %       |               |
| Corydalis cheilantifolia   | 5 x | -   | 1    | 4     | 85 %       |               |
| Pseudofumaria alba         | 6 x | 3   | 1    | 2     | 45 %       |               |
| Sedum album                | 5 x | -   | -    | 5     | 100 %      |               |
| Asplenium trichomanes      | 7 x | 1   | 3    | 3     | 65 %       |               |
| Dryopteris filix-mas       | 4 x | 2   | 2    | -     | 25 %       |               |
| Erysimum cheiri            | 5 x | 3   | -    | 2     | 50 %       |               |
| Campanula portenschlagiana | 5 x | -   | -    | 5     | 100 %      |               |
| Asplenium scolopendrium    | 5 x | 3   | -    | 2     | 50 %       | 3† in toplaag |
|                            | 56  | 14  | 8    | 34    | 70 %       |               |

| Muurdeel                    |      | † | ± | +  | Vitaliteit |  |
|-----------------------------|------|---|---|----|------------|--|
| Bovendeel                   | 17 x | 7 | 3 | 7  | 50 %       |  |
| Middendeel                  | 20 x | 3 | 4 | 13 | 75 %       |  |
| Onderste deel aan waterlijn | 19 x | 3 | 5 | 11 | 70 %       |  |
|                             | 56   |   |   |    |            |  |

† Afgestorven  
± Matig tot weinig vitaal  
+ Vitaal

### Vitaliteit per soort

Uit deze opname blijkt dat het vooral goed (vitaliteit 100-85%) gaat met de volgende planten:

|                            |                |
|----------------------------|----------------|
| Cymbalaria muralis         | Muurleeuwenbek |
| Sedum album                | Wit vetkruid   |
| Campanula portenschlagiana | Dalmatiëklokje |
| Corydalis cheilantifolia   | Varenhelmbloem |

Het gaat redelijk/matig (vitaliteit 65-50%) met de volgende planten:

|                         |                 |
|-------------------------|-----------------|
| Erigeron karvinskianus  | Muurfijnstraal  |
| Asplenium trichomanes   | Steenbreekvaren |
| Erysimum cheiri         | Muurbloem       |
| Asplenium scolopendrium | Tongvaren       |

Het gaat slecht (vitaliteit 45-25%) met de volgende planten:

|                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| Pseudofumaria alba   | Geelwitte helmbloem |
| Dryopteris filix-mas | Mannetjesvaren      |

De vitaliteit van de planten is met een gemiddeld percentage van 70% hoog te noemen. In het midden en lage muurdeel ligt deze vitaliteit nog aanzienlijk hoger (tot 90%). Er hebben zich geen spontane soorten ontwikkeld, ook van de aangebrachte soorten zijn er geen nieuwe exemplaren verschenen, wel heeft muurleeuwenbek zich met uitlopers over de muur verspreid. De algehele ontwikkeling is als goed aan te merken, gelet ook op de korte moeilijke condities voor de muurplanten op een dergelijke nieuwe muur. De aangebrachte beplantingen stonden allen stevig in de muur.

### 5.3 Conclusie

Bij de monitoring bleek dat het vochtgehalte tot ongeveer een meter boven de waterspiegel voor de verschillende substraten nagenoeg gelijk is. Aan de bovenkant van de proefopstelling in de bovenste 30 cm, is de situatie voor de substraten van TGS droog. De beplanting was hier het minst vitaal. De capillaire werking van het TGS substraat blijkt in de proefopstelling niet de 2m te halen welke door de leverancier wordt aangegeven. De vochtsituatie is maatgevend voor het aanslaan van de beplanting. De vochtspanningswaarden in de bovenste zone van de mock-up tussen de diverse substraatmengsels maakt dat het substraat van BvB de voorkeur heeft boven de substraten van TGS.

In tegenstelling tot de proefopstelling wordt geadviseerd om bovenin het substraat een drain aan te brengen en deze aan te sluiten op een regenwaterafvoer van de bestrating. Het substraat kan op deze manier direct van bovenaf water ontvangen na een regenbui. De verwachting is dat hiermee de planten in het bovendeel van de kademuur zich beter kunnen ontwikkelen.

Daarnaast wordt in afwijking op de mock-up geadviseerd om 50 mm substraat zonder krattensysteem tussen de betonwand en het basalt metselwerk aan te brengen. Het krattensysteem heeft alleen een toegevoegde waarde ten behoeve van de stabiliteit als deze zowel tegen de betonwand als het metselwerk geplaatst kan worden. Aangezien basaltblokken onregelmatig van vorm (en dikte) zijn komen de kratten soms los te liggen en verliezen ze hun toegevoegde waarde.

Tenslotte wordt geadviseerd het doek wel aan te brengen. Het substraat wordt hierin opgesloten en kan niet uitspoelen door de open onderwater voegen. Op bladzijde 28 wordt een doorsnede van de geadviseerde opbouw gegeven.

#### Mortelkeuze.

Wat betreft de mortelkeuze is het van belang om het einddoel op termijn voor ogen te houden. In het Plan Openbare ruimte (2016) en daarop volgende besluiten is het uitgangspunt van een verdere spontane muurbegroeiing geformuleerd. Vanuit vele ervaringen elders (muurplantprojecten) is komen vast te staan dat de mortel toegepast op de Westerkade het best kan worden gebruikt. Deze mortel bestaat uit 4 delen scherp zand, 1 deel cement (75% HoA en 25% Thorn) en 1 deel fijngemalen tras. In Amersfoort, Den Haag, maar ook Amsterdam (zie bijlage) wordt daarmee om die reden gewerkt. Aan de mortel kan een kleurstof worden toegevoegd om het geheel een fraaier uiterlijk te geven. Meestal wordt gekozen voor het verzwarten van de voeg door middel van koolstof poeder. Dat de planten het in de proefmuur goed doen heeft geen verband met de mortelkeuze. De soorten staan namelijk 'los' van de mortel in aarde houdende plantgaten. Bij deze keuze van de mortel zullen op termijn ook de niet beplante muurdelen begroeid kunnen raken.

Onderstaand artikel <sup>1</sup>, met betrekking tot het ideale muurmilieu:

#### *Het ideale muurmilieu*

*De vochtigheidsgraad is voor muurplanten een essentiële factor en daarmee een cruciaal aandachtspunt bij muurherstel. Bij oude enigszins verweerde muren met zachte kalkspecie dringt vocht gemakkelijk de muur in.*

*Zogenaamde grond kerende muren (deze muren worden vanuit het achterliggende grondlichaam met vocht gevoed) zijn bijzonder kansrijk. De vochtigheidsgraad is verder ook afhankelijk van de expositie, waarbij met name naar het noorden gerichte muren vochtig zijn en derhalve voor muurplanten kansrijk.*

*De meer specifieke muurplanten groeien op kalkhoudende specie. Uit metingen van oude kalkmortels blijkt dat de verhouding zand : kalk meestal ongeveer 2 : 1 is. Afhankelijk van de soort muur kunnen er variaties optreden. Bij waterwerken wordt er bijvoorbeeld tras (gemalen tufsteen) als verhardingsmiddel aan de mortel toegevoegd. Een in de praktijk geschikt bevonden mortel bestaat uit 16 delen zand, 8 delen kalk en 1 deel tras. De pH-waarde van kalkspecie (pH 8-9) is voor muurplanten geschikter dan die van het moderne Portlandcement (pH 11-12). Dit moderne cement is ook vanwege de hardheid veel minder geschikt voor muurplanten.*

*Niet alleen de aanwezigheid van kalk is bevorderlijk voor muurplanten, ook de hardheid en ruwheid tellen mee. Op een muur met volle, vlakke voegen kunnen sporen en zaden zich moeilijker hechten en ontkiemen.*

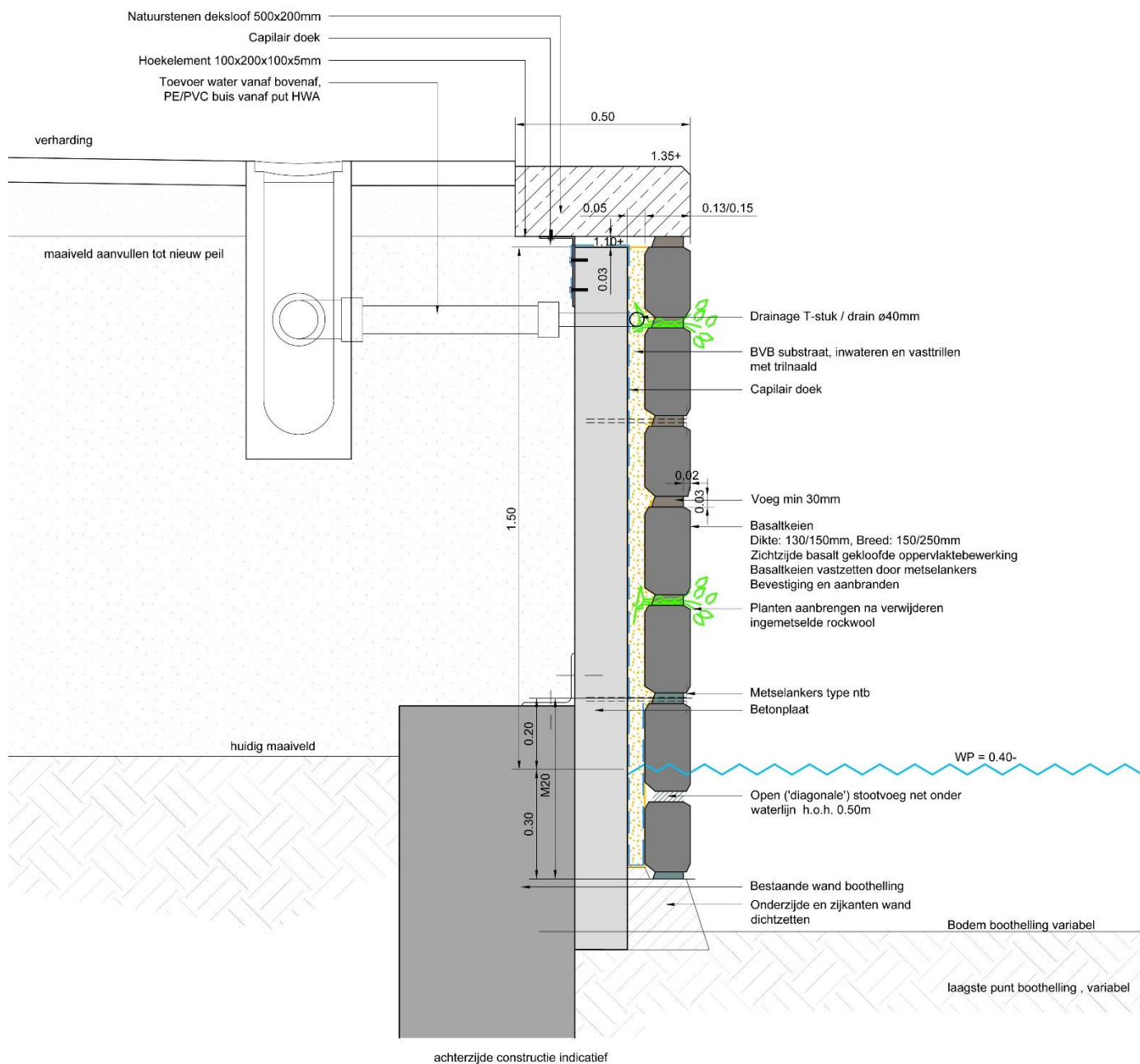
*Beschaduwing van een muur, zeker als deze op het zuiden ligt, houdt de verdamping tegen en bevordert de mogelijkheden voor ontkieming en groei van planten. De aanwezigheid van aangeplante bomen is daarom gunstig. Anderzijds kan teveel bladstrooisel op hellende muurvlakken negatief werken. Schaduw kan ook worden veroorzaakt door bijvoorbeeld stootbalken aan een kademuur.*

*Resultaat: Als bij de (re)constructie van muren met deze factoren rekening wordt gehouden dan is in ca. 15 à 25 jaar een mooie muurvegetatie te verwachten. Wil men sneller resultaat dan zijn er extra ingrepen nodig, zoals het inplanten van soorten en het optimaliseren van de vochthuishouding (irrigatiesystemen).*

Met betrekking tot de toegepaste plantsoorten lijkt het raadzaam gezien de grote uitval om het mannetjesvaren (*Dryopteris filix-mas*) en de geelwitte helmbloem (*Corydalis alba*) niet toe te passen. Indien mogelijk kunnen de planten met kleinere kluit worden aangeleverd. Dit vergemakkelijkt de plantwerkzaamheden.

---

<sup>1</sup> Maes, B. & Krüse, H. (2011) Beschermdde muurplanten. Ecologische en technische maatregelen bij beheer en behoud. Praktijkreeks Cultureel Erfgoed.



*Doorsnede geadviseerde groene kademuur*

#### 5.4 Inmetselen beplanting

Ten aanzien van het inmetselen van de beplanting is na gezamenlijk overleg met de aannemer en opdrachtgever het volgende vastgesteld:

- Moeilijk positie bepalen van beplanting door aannemer;
- Inefficiënt metselen;
- Valspecie beschadigd planten;
- Lange droogte van de beplanting i.v.m. doorlooptijd werkzaamheden (tijdelijk watergeven);
- Vervangen van beplanting is moeilijk na inmetselen;

Voorgesteld wordt om in een raster van 4 stukjes per m<sup>2</sup> ad-random reepjes steenwol van 7x7x20 cm door de aannemer in te laten metselen. Bij de soortkeuze, groeps grootte en eventuele clustering rekening houden met de lichtbehoefte van de diverse planten in relatie tot de oriëntatie van de kademuur (zon - schaduw).

Na het metselwerk kan de beplanting door de specialist worden aangebracht. Groot voordeel van het toepassen van reepjes steenwol tijdens het metselen is de snelheid van produceren door de metselaar. Daarnaast kan op deze wijze relatief eenvoudig in een later stadium beplanting eventueel worden vervangen.

Voor een complete registratie van het overleg met aannemer en opdrachtgever zie bijlage 2; Evaluatie uitvoering pilot groene kademuur Houthaven, d.d. 31-10-2018.

#### Plantperiode

In principe kan de beplanting het hele jaar door in de muur / grond gezet worden, zolang het niet vriest en het niet te droog is of te warm. Toch is er een voorkeursperiode, namelijk in de maand april. De reden daarvoor is dat de planten dan aan het begin van de groeiperiode staan.

#### 5.5 Uitgangspunten beheer

Met betrekking tot het gewenste beheerregiem van de groene kademuren gelden de volgende uitgangspunten:

- De bedoeling is dat de muurvegetatie, conform het Plan Openbare Ruimte Houthaven 2016, zich vanuit de aanplant spontaan verder uitbreidt over de (gehele) muur;
- Het verwijderen van vegetatie, schoonspuiten etc. is derhalve niet aan de orde;
- De enige noodzakelijk ingreep is het verwijderen van houtige gewassen, omdat deze de constructie kunnen ontzetten (aantasten);
- In Amersfoort en Den Haag worden 1x per 5 jaar na een visuele inspectie de houtige gewassen verwijderd, de beheerder in de Houthaven kan desgewenst een hogere frequentie kiezen;
- Een ecooloog kan in het geheel adviserend optreden.

## Bijlage 1 Mortels gemeente Amsterdam

| Vegetatievriendelijke<br>mortelspecies<br>Muren & Gooiingen                | Toepassing                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 16 delen zand<br>8 delen schelpkalk<br>1 deel tras of portlandcement       | Voegspecie                                                                      |
| 3 delen zand<br>1 deel schelpkalk<br>1 deel tras                           | Hervoege van muren/glooingen;<br>muurmilieu geschikt houden voor<br>begroeiing  |
| 4 delen rivierzand<br>1 deel portlandcement<br>1 deel Becknummer waterkalk | Invoegen van planten                                                            |
| 4 delen rivierzand<br>1 deel gebluste schelpkalk<br>1 deel traskalk        | Invoegen van planten                                                            |
| oude specie<br>2 delen humeus zand                                         | Invoegen van planten waarbij water- en<br>voedingsstoffenopname wordt bevorderd |

| Basaltmuren Oostelijk<br>Havengebied & Westerpark | Gebruikte mortel                                                                     |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Java-eiland                                       | 4 delen scherpzand, 1 deel thorncement                                               |
| KNSM-eiland                                       | 4 delen scherpzand, 1 deel hoogoven A cement                                         |
| Borneokade                                        | 4 delen scherpzand, 1 deel cement (75% HoA en 25% Thorn)                             |
| Westerparkkade                                    | 4 delen scherpzand, 1 deel cement (75% HoA en 25% Thorn),<br>1 deel fijngemalen tras |



**Gemeente  
Amsterdam**

Bezoekadres  
Weesperstraat 430  
1018 DN Amsterdam

Postbus 12693  
1100 AR Amsterdam  
Telefoon 14 020  
[amsterdam.nl/ingenieursbureau](http://amsterdam.nl/ingenieursbureau)

## Notulen

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Van         | Michael Burger, RVE-IB, 0653209089, <a href="mailto:m.burger@amsterdam.nl">m.burger@amsterdam.nl</a>                                                                                                                                                                          |
| Datum       | 1 november 2018                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Ons kenmerk | Eval-pilot groene kademuur                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Vergadering | 31 oktober 2018<br>Revaleiland1, zaal 0                                                                                                                                                                                                                                       |
| Aanwezig    | Ronald Verheul (Adviseur, Copijn)<br>Serge Ligthart (Directeur, Steenzetterij Ligthart)<br>Sjaak van der Sluis (Uitvoerder, Steenzetterij Ligthart)<br>Ton Deters (Adviseur natuurinclusief bouwen, Gemeente Amsterdam)<br>Michael Burger (Projectleider, Gemeente Amsterdam) |
| Afwezig     | -                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Kopie aan   | F. de Ligt                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Onderwerp   | Evaluatie uitvoering pilot groene kademuur Houthaven                                                                                                                                                                                                                          |

Het Ingenieursbureau is bereikbaar met metro 51, 53 en 54 of met tramlijn 1, 7 en 19, halte Weesperplein.  
Een routebeschrijving vindt u op [www.amsterdam.nl/ingenieursbureau](http://www.amsterdam.nl/ingenieursbureau)

---

#### Opbouw van proefmuur en kanttekeningen daarbij

Er wordt een introductie gedaan middels een foto rapportage van de uitgevoerde werkzaamheden waar de partijen zich voor het project aan hebben geconformeerd.

Voor de pilot is een stuk kade aangebracht met een afmeting van ca. 6x2m<sup>1</sup> (lxh), in dit stuk kade zijn 10 verschillende muurplanten ingemetseld conform het door Copijn in samenwerking met de gemeente Amsterdam opgestelde plan.

Achter de gemetselde basalt constructie bevinden zich diverse soorten substraat in diverse soorten kratten, welke verticaal gepositioneerd zijn. Daarnaast zijn er ook in de proefvlakken drie soorten metselmortel aangebracht. Om het onderzoeken welke mortelsoort het meest gunstig uitwerkt op de planten. Ronald geeft aan dat planten niet zoals gepland in het voorjaar, maar in het najaar zijn aangebracht. Het risico is dat daardoor minder planten zullen aanslaan. Bij het doorvertalen van deze proef in de praktijk dient dit te worden meegenomen. Vanwege de late (ver in het seizoen) uitvoering van de pilot, is besloten dat ten tijde van de vorst periode een zeil of iets dergelijks geplaatst zal worden ter voorkoming van bevriezing van de planten.

Om de werking van het substraat te meten (vochtpercentage) zijn er vochtspanningsmeters in de wand verwerkt welke ca. 4 wekelijks worden uitgelezen, dit betreffen dan moment opnames van het moment van uitlezen. Ronald geeft aan dat hij de eerste meting 22 oktober heeft uitgevoerd en alle soorten substraat nog de volledige waarde aangeven van verzadigd. De volgende meting staat gepland voor 13 november.

Vervolgens wordt de opbouw en uitvoering van de wand per onderdeel doorgelopen.

#### Achter constructie;

Op de beton constructie is een watervoerende folie aangebracht, deze folie is goed te verwerken en zal bij verdere uitvoering van het project als positief worden bestemd.

Er is geconstateerd dat de toegepaste kratten van de fa. TGS niet ontwikkeld zijn voor verticale toepassing, hierdoor moesten er handmatig in iedere krat een aantal onderdelen vernield worden om te zorgen dat het substraat aangebracht kon worden. Er wordt geadviseerd om deze kratten dan ook in vervolg niet meer toe te passen voor dergelijke toepassingen. De kratten zijn constructief niet nodig, naar de gedachte van de Fa. Lighart, en leveren voor de vegetatie (aangeplante soorten) geen meerwaarde op. De montage op de betonnen achter constructie in relatie tot het aanbrengen van de spouwankers was ook arbeidsintensief vanwege de hoge dichtheid van de kratten.

Bij het basalt zonder kratten aanbrengen, is er een probleem van valspecie dat bijv. zonder aanvullende maatregelen ongewenst de open stootvoegen gaat opvullen, maar ook wellicht dusdanig opstapelt dat het boven het waterpeil uitkomt Dit moet worden voorkomen.

Mogelijkheden;

- Aandachtspunt is uitspoeling van het substraat bij de open stootvoegen
  - Aandachtspunt dat de stenen iets dikker zijn, wat resulteert in de langere wortels voor de Planten
  - Serge gaat nog een oplossing zoeken voor de valspecie!! Wellicht oppompen van een slang tijdens de uitvoering.
  - de watervoerende folie moet worden aangebracht conform details• Verder wordt gesteld dat de kratjes hebben geen toegevoegde waarde, naar de mening van Serge ook niet constructief, indien nodig wordt het aantal spouwankers verhoogd naar 6 stuks per m<sup>2</sup>. De kratjes zullen in het vervolg traject **niet** worden toegepast. Michael gaat nog na of het benodigd aantal spouwankers berekend kan worden binnen het ingenieursbureau van Amsterdam
-

---

### **Basalt en planten**

Ton stelt een vraag over het uitlogen van de mortels???

Hij geeft aan dat de PH waarde met salpeterzuur verlaagd is op het project van de ruïne van Brederode. Gezamenlijk wordt geconcludeerd dat dit een niet vergelijkbare situatie is, omdat daar vermoedelijk kloostermoppen og. zijn toepast. Verder wordt er door Ronald toegelicht dat het proces vooraf met uitlogen van mortel door de chemicus als niet functioneel is aangeduid, te weinig invloed in relatie tot te hoge kosten.

### ***Direct in metselen van de planten***

Nadelen

- Lange droogte voor de planten i.v.m. doorlooptijd werkzaamheden
- Tussentijds water geven
- Inefficiënt metselen
- Valspecie beschadigd planten

Voordelen

- De planten kunnen goed in de vochtvoerende achterklaag worden ingeplant.

### ***Naar aanleiding van de uitvoering is geconcludeerd dat;***

Het bepalen van de positie van planten veel tijd voor de metselaar.

Daarnaast is het vervangen van planten niet makkelijk te doen na volledig in metselen.

Alternatieve methode voor het aanbrengen van de planten, na het metselen;

- Algeheel voordeel is dat er geen mortel op planten valt en dat er vermoedelijk niet tussentijds bewatert moet worden gedurende de uitvoeringsfase van de kade
  - Inboren van de planten,
    - Voordeel is positie niet door de metselaar wordt uitgevoerd en daarnaast is het mogelijk om het dusdanig de boren dat de plaatsing inwaterend wordt uitgevoerd.
    - Nadeel is dat het een zeer kostbaar proces is, in verband met de hardheid van het basalt, een ander nadeel is dat basalt zelf niet poreus is en geen water voedt, waardoor al het water vanaf de achter constructie moet worden gehaald door de planten..
  - In metselen pvc buizen in voegen (vervalt)
  - In metselen van reepjes steenwol.
    - Voordeel is positie niet door de metselaar wordt, wordt via een raster van 4 stuks per m<sup>2</sup> ingemetseld ad-random. Planten aarden goed in dergelijke substanties, direct verbinding met de voeg, welke ook watervoerend functioneert. Daarnaast is steenwol uiterst duurzaam en is 100% recyclebaar. De reepjes zullen vermoedelijk een afmeting hebben van ca. 7 x 7 x 20cm en worden waarschijnlijk i.v.m. de druk 5 x 5 x 20cm en zullen worden verwijderd bij het aan planten.
-

---

**Uitvoeringsvoorstel o.b.v. evaluatie;**

1. Betonwerk gereed
2. Folie aanbrengen en terug op neus ca. 50 cm overlengte
3. 1e metselen + ankers en folie in metselen
4. 2e metselen en aanbrengen ankers en rockwool stroken 4 stuks per m2 (let opvangen valspecie) achterzijde
5. 3-4 laag metselen tot bovenzijde betonwerk
6. Planten aanbrengen (3 dagen)
7. Substraat aanbrengen (1 dag) (hoelang is het vochtpercentage)
8. Dekzerken plaatsen en e.v.t. afvoegen planten (15-20m)
9. Eventueel inwateren

Planten vooraf kleiner laten wortelen (aandachtspunten)

Aan het eind van het overleg wordt nog stilgestaan over de mogelijkheid tot inwateren vanaf de achterzijde, in de proef is dit gedeeltelijk meegenomen middels de toepassing van kratjes en een waterdichte folie, deze methode is niet realistisch en niet functionerend. De uitwerking hiervan wordt in een later stadium verder uitgevoerd.

**Rondvraag;**

- Mortels (Ton)
    - Wat gaan we doen?
    - Ton licht toe dat kalk wenselijk is planten, bij aanvang hoge PH waarde maar nadien wenselijk voor voeding
  - Uitloggen is een aandachtspunt voor de ontwerper, er is nu op een deel een zeer kalkrijke mortel toegepast wat resulteert in het de witte waas/aanslag op de wand op dit gedeelte (Ton en Michael nemen dit op met de ontwerpers)
  - PR, Ronald vraagt hoe dit zit, Ton geeft aan dit vanuit Amsterdam wordt dit opgepakt en gedeeld met de meewerkende partijen, eea. zal in overleg gaan.
  - Naschrift: Nagaan hoe planten deze winter tegen vorst beschermd kunnen worden. Verzoek aan Ronald om (samen met Ton) hiervoor een voorstel te doen.
- 

**Actiepunten-/besluitenlijst**

| Actie nr. | Actie datum | Actie door | Omschrijving actie                                                                                                            | Actie gereed op |
|-----------|-------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1         | 31-10-2018  | Sjaak      | Verstrekken lijst met nu doorlopen stappen tijdens de uitvoering van de pilot                                                 | 15-11-2018      |
| 2         | 31-10-2018  | Ronald     | Navraag doen bij kwekers voor de mogelijkheid tot toepassen andere potten, welke meer geënt zijn op de in te planten locaties | 15-11-2018      |