

handboek
gevelontwerp
modulaire en
circulaire
railgebonden
gebouwen



ProRail

STUDIOMARCOVERMEULEN

versie: januari 2024

De studie en het ontwerp in dit document zijn tot stand gekomen met advies van:



Royal Haskoning DHV
Ecologie



Movares
Constructief ontwerp



K. Dekker Bouw en Infra
Bouwtechnisch ontwerp

Inhoudsopgave

Inleiding	4
1. Opgave	6
2. Modulair en circulair	10
3. Herkenbaar ProRail	18
4. Biobased Materialen	26
5. Landschappelijke inpassing	30
6. Natuurinclusieve gevel	34
7. Gevelsysteem	44
7. Voorbeelduitwerking	62
Bronnen	86
Colofon	87

Inleiding

Achtergrond

ProRail is verantwoordelijk voor het onderhoud en beheer van de hoofdspoorweginfrastructuur in Nederland. Onderdeel daarvan zijn circa 1.500 railgebonden gebouwen waarin zich systemen en installaties bevinden die het functioneren van het spoorweginfrastructuur ondersteunen.

Een groot deel van deze gebouwen is technisch verouderd en zal de komende jaren vervangen worden. Met dit doel heeft ProRail een standaard ontwerp gemaakt van een gebouw dat zowel modulair als circulair is. Deze gebouwen bestaan uit een reeks basismodules waarop, afhankelijk van de locatie, verschillende gevels geplaatst kunnen worden. Daarbij is het doel dat duurzaamheid, omgeving en techniek in het ontwerp samenkomen.

Ambities

Naast praktische en technische eisen aan de gevel is het de wens van ProRail dat de gevelbekleding modulair en

uitwisselbaar gemaakt wordt, waarbij het de voorkeur heeft om deze uit te voeren in hernieuwbare materialen. Ook aan het uiterlijk moet aandacht besteed worden. ProRail moet zich als spoorbeheerder in het gevelbeeld herkennen. De gebouwen moeten onderdeel zijn van de omgeving en een bijdrage leveren aan biodiversiteit.

Ontwerptraject

Naar aanleiding van een in april 2020 uitgeschreven aanbesteding ontving Studio Marco Vermeulen de opdracht om een ontwerp te maken voor de gevels van deze modulaire en circulaire railgebonden gebouwen. Het ontwerp bestaat uit een algemene visie enerzijds en het tot in detail uitgewerkte ontwerp van een pilot anderzijds. Zowel de visie als het pilotproject worden in dit document gepresenteerd.

Leeswijzer

Dit document is onderverdeeld in de volgende hoofdstukken:

1. Opgave

Hierin wordt de opgave en de verschillende door ProRail benoemde aspecten daarvan toegelicht.

2. Een modulaire en circulaire gevel

In dit hoofdstuk wordt omschreven wat modulair en circulair bouwen is en hoe deze principes worden toegepast in het ontwerp van de gevel van railgebonden gebouwen.

3. Herkenbaarheid ProRail

De manier waarop ProRail als bedrijf herkenbaar gemaakt kan worden op de gevel van de railgebonden gebouwen wordt beschreven. Daarna wordt getoond hoe dit wordt toegepast in het ontwerp.

4. Biobased gevelmaterialen

Verschillende biobased materialen kunnen worden toegepast op de gevel van de railgebonden gebouwen. Dit hoofdstuk geeft een overzicht daarvan.

5. Landschappelijke inpassing

Omschrijving van de wijze waarop de railgebonden gebouwen worden ingepast in verschillende landschappen.

6. Natuurinclusieve gebouwen

Dit hoofdstuk laat zien welke dier- en plantensoorten het beste ondersteund kunnen worden in de modulaire en circulaire railgebonden gebouwen en hoe de gevel geschikt gemaakt wordt om deze organismen te huisvesten.

7. Gevelsysteem

Dit hoofdstuk beschrijft het gevelsysteem in detail.

8. Voorbeelduitwerking

Hierin wordt een schetsontwerp getoond waarin de eerder besproken principes zijn toegepast.



aardhommel



Opgave

De eisen aan de gevels van de modulaire en circulaire railgebonden gebouwen kunnen worden uitgewerkt in een aantal verschillende aspecten.

Modulair en circulair

In de situatie tot op heden zijn de railgebonden gebouwen in Nederland los van elkaar ontworpen. Dat betekent dat de stations allemaal verschillend zijn en op een verschillende manier beheerd moeten worden. Dat staat efficiëntie bij aanleg en onderhoud in de weg. Railgebonden gebouwen zijn dan ook vaak vervuld door onder andere graffiti. Materialen zijn vaak robuust, maar circulair gebruik is vaak niet mogelijk.

Om deze situatie te verbeteren heeft ProRail de ambitie om de gevels van de railgebonden gebouwen op te bouwen uit modulaire standaardelementen, waardoor aanleg en onderhoud gestandaardiseerd kunnen worden. Deze aanpak heeft een groot aantal andere voordelen, zoals vereenvoudiging van productie, transport, montage en voorraadbeheer.

Ook circulair gebruik van materialen wordt met deze aanpak mogelijk. Gevelelementen van een overbodig geworden onderstation kunnen eenvoudig op een ander railgebonden gebouw worden aangebracht of zelfs gebouwen die niets met het spoor te maken hebben. Hiermee wordt verspilling van materiaal vermeden en bespaard op het gebruik van grondstoffen.

Om dit te kunnen bereiken moeten de afmetingen en bevestiging van de gevelelementen uniform ontworpen worden, zodat de elementen op elk railgebonden gebouw aangebracht kunnen worden. Daarnaast moeten de elementen eenvoudig afneembaar zijn en herhaaldelijk gemonteerd en gedemonteerd kunnen worden zonder dat daarbij schade optreedt aan de basismodules of de gevelelementen.

Herkenbaar ProRail

Omdat railgebonden gebouwen zoals eerder genoemd tot nu toe allemaal verschillend zijn leveren de gebouwen geen eenduidig beeld op. De vervuiling met graffiti maakt de indruk nog rommeliger. Dat is strijdig met het streven van ProRail om al haar gebouwen duidelijk herkenbaar te laten zijn en de identiteit van het bedrijf te laten uitdragen.

De nieuwe railgebonden gebouwen moeten geassocieerd kunnen worden met ProRail, niet vervuld zijn en een uniform beeld opleveren. De vormgeving van de gebouwen moet in lijn zijn met het Handboek Railgebonden Gebouwen van Bureau Spoorbouwmeester.

Biobased

Net als de rest van Nederland staat ProRail voor de grote uitdaging om klimaatverandering als gevolg van de uitstoot van broeikasgassen tegen te gaan. ProRail heeft daarom de ambitie om haar gebouwen "CO₂ neutraal of zelfs beter" te bouwen. Een groot deel van de CO₂ uitstoot die toegeschreven kan worden aan de gebouwde omgeving wordt uitgestoten bij de productie van meestal conventionele bouwmaterialen als beton. Bij biobased materialen is die uitstoot bij



huismuis

productie vrijwel afwezig en wordt er zelfs CO₂ aan de atmosfeer onttrokken en in het materiaal opgeslagen. Het gebruik daarvan in de gevels van de railgebonden gebouwen ligt daarom voor de hand. Daarbij is het van belang dat het materiaal zo robuust mogelijk is en zo lang mogelijk mee gaat. Zolang het materiaal beschikbaar blijft als bouw materiaal, komt de vastgelegde CO₂ namelijk niet opnieuw in de lucht terecht. Ambities als modulariteit en circulariteit versterken dit voordeel van biobased materiaal, omdat die levensduur van de gevelpanelen en daarmee de tijd waarin CO₂ erin vastgelegd blijft verlengen.

Landschappelijk ingepast

Het Nederlandse spoor doorsnijdt alle uithoeken van het land. Het karakter van de landschappen die daarbij doorkruist worden varieert van weidse natuurgebieden tot steden en industrieparken. In het ontwerp van de huidige railgebonden gebouwen wordt met al deze verschillende

omgevingen weinig rekening gehouden. ProRail heeft de ambitie dat het spoor en de elementen die daarbij horen als schone dunne lijn in het landschap liggen, zoals omschreven in het Handboek Railgebonden Gebouwen van Bureau Spoorbouwmeester. Railgebonden gebouwen zijn daarbij onderdeel van de omgeving. Het ontwerp van de gevels van de stations moet dus aangepast kunnen worden aan de plek waar het gebouw geplaatst wordt. Daarbij staat steeds het menselijk perspectief centraal. Dit geldt zowel voor het perspectief van de treinreiziger, maar ook dat van de omwonenden en de passanten van het spoor van buitenaf.

Natuurinclusief

De natuur staat wereldwijd onder druk. De hoeveelheid plant- en diersoorten neemt af, met steeds toenemende snelheid. Naar schatting worden meer dan een miljoen soorten met uitsterven bedreigd. Ook in Nederland is dat het geval, zoals te zien is in de zogenaamde "rode lijst"

waarin wordt aangegeven welke soorten in Nederland bedreigd zijn.

Deze druk op de natuurlijke omgeving is voor ProRail reden om die zo veel mogelijk te ontzien en waar mogelijk te ondersteunen. Het Handboek Railgebonden Gebouwen van het Bureau Spoorbouwmeester richt daarbij specifieke aandacht op habitatdiversiteit, ecologische verbindingen en rust voor flora en fauna.

Deze aspecten kunnen versterkt worden door de railgebonden gebouwen natuurinclusief te ontwerpen, dat wel zeggen dat in het gebouw leefruimte wordt opgenomen voor planten en of dieren uit het omringende ecosysteem. Daarbij geldt dat het functioneren van de railgebonden gebouwen niet verstoord mag worden.

Maakbaar en bruikbaar

Net als de modulaire en circulaire railgebonden gebouwen

zelf moeten de gevels daarvan eenvoudig te produceren, te monteren en te onderhouden zijn. Ook moet het gebouw zo veel mogelijk in harmonie zijn met overige (technische) elementen die het gebouwde omringen. Dat resulteert in een aantal concrete eisen.

Terrein

- Indien de railgebonden gebouwen omheind moeten worden wordt gebruik gemaakt van het voor ProRail hekwerk Heras Pallas Rail.
- Het terrein rond de onderstations wordt zo veel mogelijk ingericht met beplanting, en daarbij wordt gekozen voor soorten die lokale ecosystemen ondersteunen.
- Paden en opstelplekken worden zo veel mogelijk uitgevoerd in halfverharding.

Basismodule

- Deuropeningen horen te passen in het gevelstramien, zodat daarvoor geen afwijkende elementen gemaakt hoeven te worden.
- Als een module verhoogd wordt opgesteld, zodat een kruipruimte boven maaiveld ontstaat, wordt het hoogteverschil tussen het maaiveld en de vloer van de module overbrugd door een wegneembare trap of door een groen talud.

Modulariteit

De maatvoering en detaillering van de gevelpanelen maakt het mogelijk dat:

- Modules zijn schakelbaar in verschillende configuraties.
- Het RGG kan in de toekomst vergroot of verkleind worden zonder grote bouwkundige ingrepen.
- Iedere module kan individueel vervangen worden.
- Ieder gevelement kan individueel worden vervangen.





Modulair en circulair

Uitputting van grondstoffen is een van de grootste uitdagingen van de 21e eeuw. De economische risico's zijn groot en de druk op ecosystemen waar de grondstoffen aan onttrokken worden is enorm. De circulaire economie is een mogelijk antwoord. Daarin wordt gestreefd naar minimaal gebruik van grondstoffen en het inzetten van overbodig geworden producten als grondstof voor dezelfde doeleinden.

Modulair bouwen

Al in 1836 experimenteerde de Britse tuinman Joseph Paxton met de een modulaire constructie in de Great Conservatory in Chatsworth. De verschillende onderdelen van het gebouw konden dankzij hun vaste afmetingen seriematig worden geproduceerd. Een groot gedeelte van het ontwerp van de gebouwen van vandaag is terug te voeren op de Great Conservatory. Dat is niet verrassend gezien de grote voordelen die het bouwen met modulaire elementen heeft.

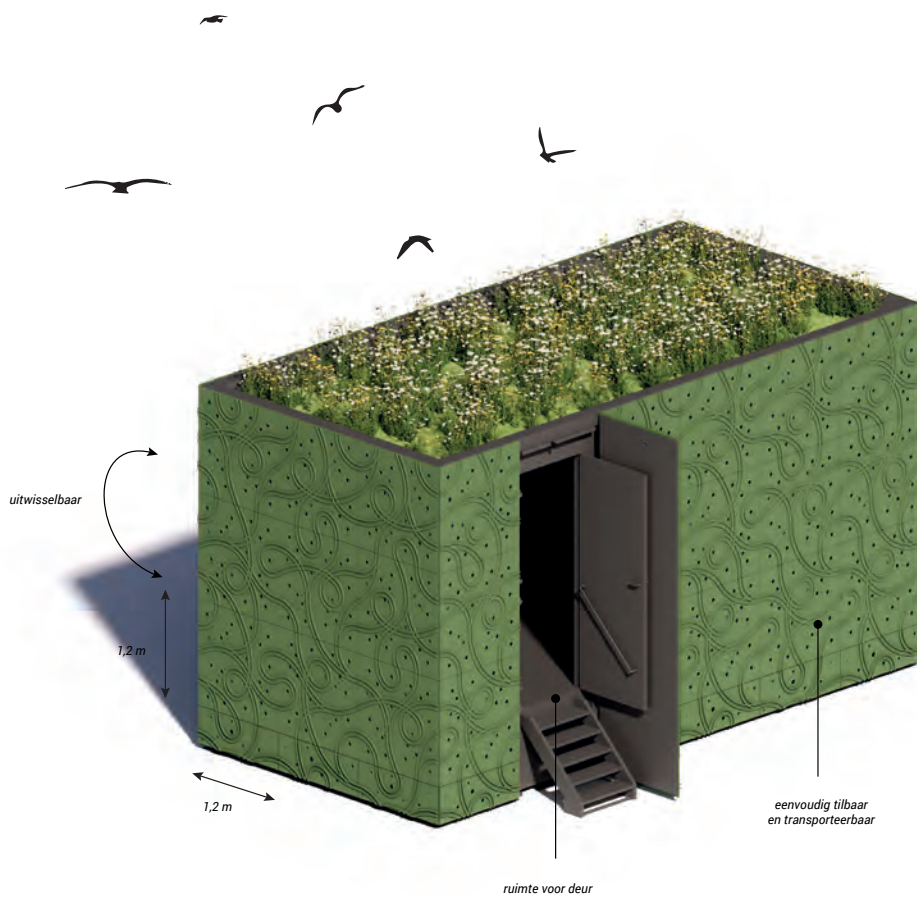
Modulaire elementen kunnen snel gemonteerd worden, makkelijk opgeslagen en snel gedistribueerd wanneer nodig. Wanneer modulaire elementen demontabel gemaakt worden zijn ze eenvoudig vervangbaar bij bijvoorbeeld schade. Daarnaast wordt onderhoud makkelijker. Wanneer bijvoorbeeld de gevel achter de gevelelementen schoongemaakt moet worden kunnen de gevelelementen weggehaald worden en later teruggeplaatst.

Circulair bouwen

Wel relatief nieuw is het idee dat een modulaire bouwmethode kan bijdragen aan circulariteit. Een circulaire bouweconomie is gebaseerd op recycling (van bijvoorbeeld glaswol en staal), upcycling (bijvoorbeeld afvalstoffen uit andere sectoren) en hergebruik (bijvoorbeeld kunststofkozijnen) en het efficiënt gebruiken van natuurlijke grondstoffen. In het geval van toepassing van universele bouwmodules is de gedachte dat verlies van materiaal kan worden vermeden door hergebruik. Praktisch gesproken betekent dit dat er Eisen aan het ontwerp gesteld moeten worden om een circulaire bouwmethode mogelijk te maken. In het geval van de Modulaire Railgebonden gebouwen betekent het dat de gevelelementen demontabel, robuust en makkelijk te verplaatsen moeten zijn. Omdat in de praktijk altijd sprake zal zijn van verlies van elementen door slijtage, schade en veroudering is ook de materiaalsoort van belang om daadwerkelijk een circulaire bouweconomie te benaderen.

Gevelelementen die zowel circulair als modulair zijn. Peoples Pavillion, DDW 2017, Eindhoven. Foto: bureau SLA & Overtreeders W.





Één element

De buitenmaat van een basimodule van de railgebonden gebouwen is 9600mmx3300mm en 7200x3600mm inclusief afgewerkte gevel. Om maximale modulariteit te bereiken is gekozen om de gevel op te bouwen uit slecht één type gevelpaneel dat past op een stramien van 1200x1200mm. Panelen van deze afmetingen zijn tilbaar en eenvoudig transporteerbaar. De vierkante vorm maakt rotatie mogelijk, waardoor de panelen in verschillende oriëntaties kunnen worden aangebracht. Deuropeningen zijn binnen het genoemde stramien eenvoudig aan te brengen. Omdat alle gevelpanelen op alle railgebonden gebouwen dezelfde maat hebben zijn al die panelen met elkaar uitwisselbaar, waardoor voordelen gelden op het gebied van productie, opslag, onderhoud en circulariteit.

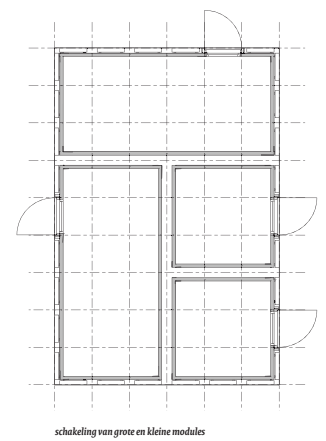
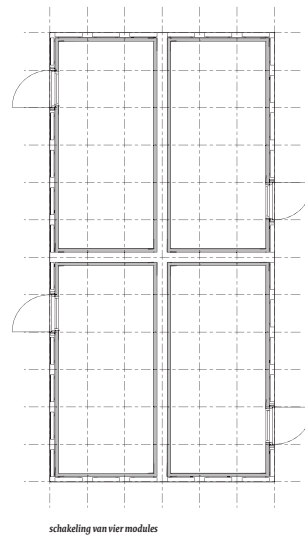
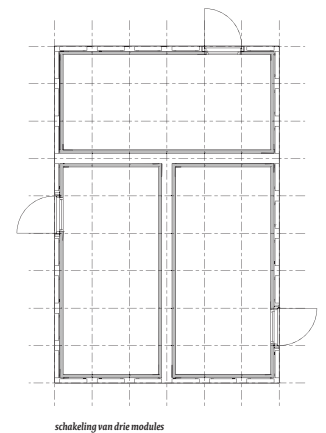
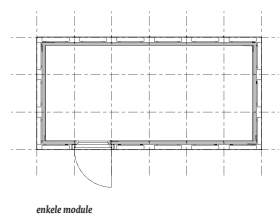
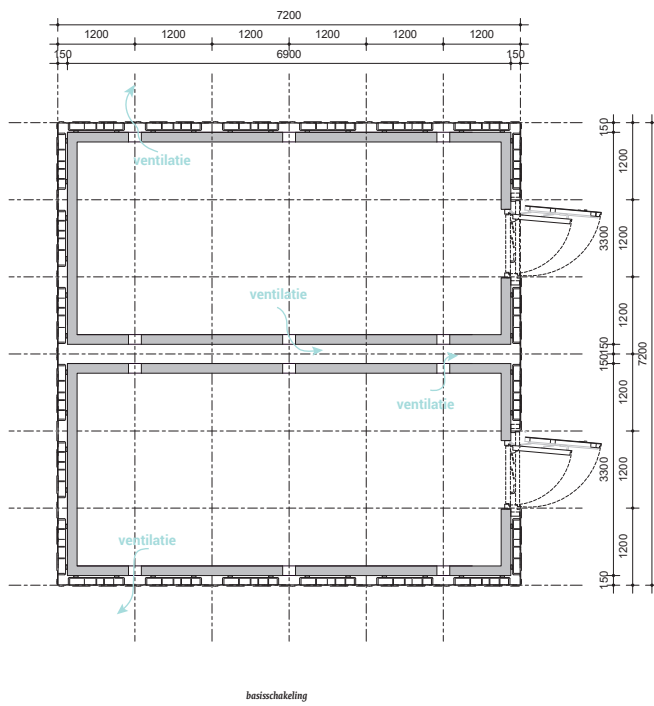
Daarvoor is noodzakelijk dat de detaillering en bevestiging van de panelen aan de basismodules voor alle railgebonden gebouwen gelijk is.

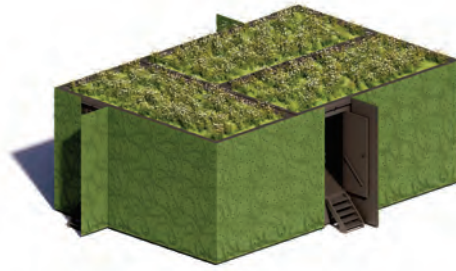
De gebouwen krijgen een groen dak dat indien gewenst voorzien kan worden van zonnepanelen.

Schakelbaarheid

Toepassing van panelen van gelijke afmeting biedt grote voordelen op het gebied van schakelbaarheid. Omdat de buitengevel van elk railgebonden gebouw op het genoemde stramen van 1200x1200mm geplaatst kan worden kan elke module op elke manier tegen elk ander railgebonden gebouw geplaatst worden. De enige

restricties hierbij zijn is dat het stramen gehandhaafd wordt en dat de deur vrij blijft. Deze strategie resulteert in een spouw tussen de geschakelde modules die benut worden voor ventilatie.





visualisatie van verschillende schakelingen





Herkenbaar ProRail

“ProRail is verantwoordelijk voor het spoorwagennet van Nederland. Samen met vervoerders zetten wij ons 24/7 in om reizigers en goederen veilig en op tijd op hun bestemming te laten komen. Dat doen we altijd met aandacht voor onze invloed op het milieu en de samenleving.”

Functioneel

De nauwkeurig ontworpen spoorlijnen en de precisie van de dienstregelingen waarbij treinen op een vrijwel op de tweede nauwkeurig ritme passen hebben daarbij een sterk rationeel karakter. Dat rationele karakter komt beeldend gezien misschien nog wel het meeste tot uiting in de traditionele spoorkaart: een schematische weergave van de spoorlijnen en stations in Nederland en door de kenmerkende compositie met van rechte lijnen en boogstralen herkenbaar voor iedere Nederlander.



rationele spoorkaart

Landschappelijk

Aan de andere kant heeft ProRail ambities om de gebouwen van ProRail op een milieuvriendelijke manier uit te voeren en daarbij ook rekening te houden met de natuurlijke leefomgeving. Hierbij past vormgeving met veel natuurlijker patronen.

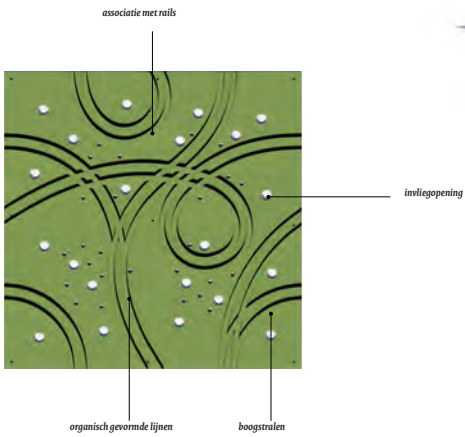


organische vormen

Patroon

Om de railgebonden gebouwen herkenbaar te maken als eigendom van ProRail en tegelijk de identiteit van ProRail te benadrukken is daarom gekozen voor een patroon dat associaties oproept met het spoor, maar dat ook organische elementen laat zien. Dat patroon is deels gebaseerd op de spoorwegkaart, en deels op organische patronen uit de Art Nouveau, een kunstbeweging die zijn bloeiperiode kende aan het einde van de 19e eeuw, de tijd waarin spoorwegnetwerken hun grootste groei doormaakten. Om aan deze wens te voldoen is een patroon ontworpen dat bestaat uit gebogen lijnen, boogstralen en organische gevormde lijnen.

Wanneer deze worden samengevoegd op een railgebonden gebouw levert dat een willekeurig en gevarieerd beeld, waarbij de tegels een verschillende oriëntatie kunnen hebben. Dit patroon wordt aangevuld met gevelopeningen voor fauna, waarmee wordt aangesloten op een nieuwe ambitie van ProRail, namelijk natuurinclusiviteit.



door samenvoegen van elementen ontstaat een gevarieerd patroon

Elk gebouw uniek

De patronen op de gevels van de modulaire railgebonden gebouwen worden geconstrueerd uit panelen die allemaal gelijk zijn, en waarvan de verschillende zijden op elkaar aansluiten (1). De panelen worden in willekeurige

richtingen gedraaid (2), en vervolgens samengevoegd tot gevel. Hierdoor ontstaat een doorlopende geveltekening waar geen herhalingen in lijken te zitten. (3) Met deze strategie kan een uniek patroon gemaakt worden voor elk railgebonden gebouw.



1. gelijk patroon op alle gevelelementen



2. willekeurig draaien

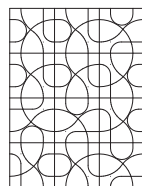
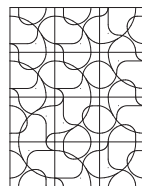
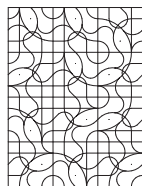
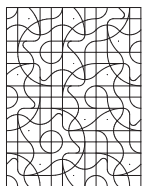
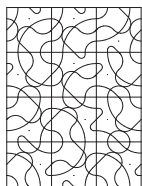
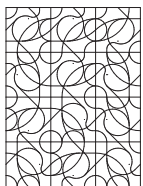
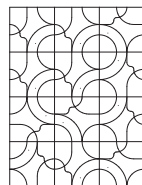
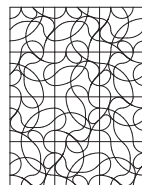
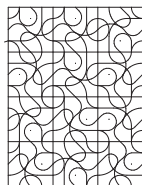
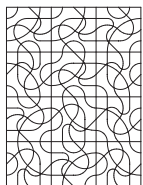
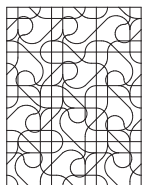
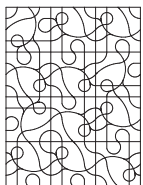
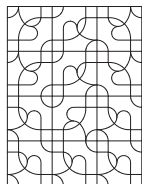
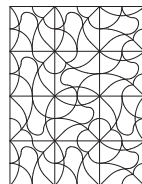
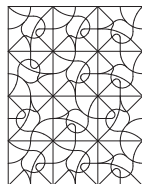
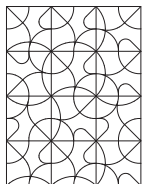
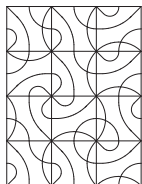
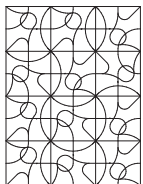


3. samenvoegen tot gevel

Alternatieve patronen

Met de gekozen strategie kan een eindeloze hoeveelheid variaties worden gegenereerd, variërend van rationeel tot vloeiend en intuïtief. Ons voorstel is om geen variatie te maken in het patroon op de railgebonden gebouwen, maar

eventueel zou gekozen worden voor een ander patroon dat op deze pagina is afgebeeld, of een nieuw patroon ontwikkeld worden met dezelfde strategie.





Biobased materiaal

Onder invloed van zonlicht zetten bomen CO₂ om in zuurstof en glucose, dat de basis vormt van hout. Als bomen sterven en weggroten komt deze CO₂ weer vrij in de atmosfeer, en draagt het daar bij aan het broeikaseffect. Echter, als we er bouwmaterialen van maken dan onttrekken we CO₂ aan de atmosfeer en kunnen we het voor tientallen, misschien wel honderden jaren vastleggen!

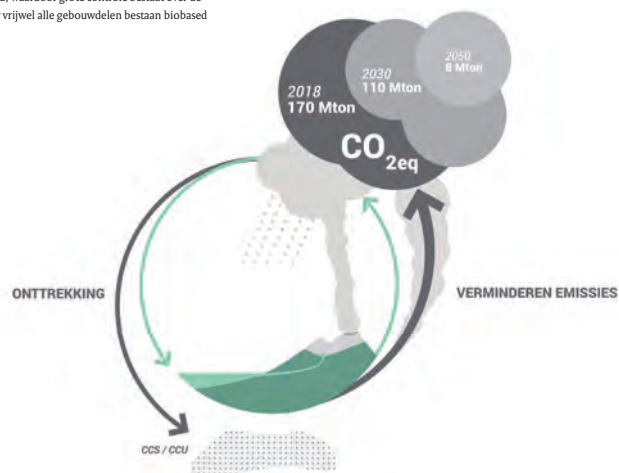
Voordelen

Onder biobased materialen worden natuurlijk gegroeide materialen, zoals hout, hennep, vlas, pluggen, leem, riet, zeewier, stro, klei, lisdodde en miscanthus verstaan. Deze materialen zijn minder milieubelastend dan traditionele bouwmaterialen omdat minder CO₂ wordt uitgestoten bij de productie er van en omdat de producten op natuurlijke wijze hernieuwbaar zijn.

Biobased materialen hebben allerlei voordelen. Door het lage gewicht zijn minder transporten nodig dan bij traditionele materialen en kunnen handelingen op de bouwplaats elektrisch plaatsvinden. Veel biobased materialen worden op een sterk geautomatiseerde wijze geprefabriceerd, waardoor grote controle bestaat over de kwaliteit. Voor vrijwel alle gebouwdelen bestaan biobased alternatieven.

Praktische eisen

In het geval van het modulaire railgebonden gebouw is het belangrijk dat het materiaal niet alleen biobased is, maar daarnaast aan alle eisen vanuit wet- en regelgeving en de aanvullende eisen die ProRail stelt voldoen. Dat betekent dat het materiaal weersbestendig, brandbestendig, robuust, makkelijk schoonbaar en daarnaast betaalbaar en technisch makkelijk verwerkbaar moet zijn. Daarbij geldt onder andere de eis dat het materiaal minimaal 40 jaar mee moet gaan.





Varianten Nabasco 8010 met verschillende typen vezels en toeslagmaterialen

Gevelpanelen: Nabasco 8010

Biobased composieten zijn vezelversterkte kunststoffen die uit hernieuwbare ingrediënten bestaan. Bij de productie worden natuurlijke vezels gemengd met een biohars en in een mal geperst. Als ingrediënten voor de hars worden natuurlijke oliën, koolhydraten en natuurlijke fenolverbindingen (zoals tannine en lignine) gebruikt. Als vezels kunnen riet, vlas en andere gewassen gebruikt worden. Omdat de biohars vaak transparant is bepalen de kleuren en texturen van deze vulmiddelen het uiterlijk van het materiaal.

Na een uithardingsstap (chemische reactie) kan het materiaal niet meer gesmolten worden. Biocomposieten zijn daarom in veel gevallen wel 100% biobased maar niet volledig biologisch afbreekbaar. Het gebruik van

natuurlijke vezels en biohars zorgt er echter voor dat het composiet na de gebruiksfase voor 100% opnieuw kan worden gebruikt. Nieuwe gevelpanelen bestaan voor maximaal 40% uit gewonnen materiaal uit oude panelen.

Biocomposiet lijkt daarmee een ideaal materiaal om toe te passen in de gevelpanelen. Een groot nadeel is echter dat er op dit moment slechts zeer weinig producenten van het materiaal zijn. Slechts één daarvan, namelijk NPSP maakt producten van biocomposiet die ook een hoge brandklasse behalen. Hoewel tijdens het ontwerpproces van de gevel grondig is gezocht naar alternatieven is uiteindelijk toch de keus gevallen op het materiaal Nabasco 8010 van deze producent. De verwachting is echter wel dat het aanbod van biocomposieten in de nabije toekomst groeit.



mogelijke vezelsoorten als ingrediënt van biocomposiet.

Nestkasten: Nabasco 10010

Voor het biobased materiaal van de nestkasten gelden dezelfde randvoorwaarden en beperkingen als voor het materiaal van de gevelpanelen. Omdat toepassing van hetzelfde materiaal als in de gevelpanelen tot te hoge kosten zou leiden is gekozen voor een experimentele variant, namelijk nabasco 10010.

Nabasco 10010 is een vezel-biohars composiet van de producent NPSP. Het materiaal wordt geleverd in dunne platen, en verschilt van Nabasco-8010 doordat er bij productie van de nestkasten geen mal benodigd is. De nestkasten worden uitgevoerd in vlakke CNC gesneden plaatdelen die in een werkplaats worden samengesteld tot nestkast. Assemblage kan in Nederland worden gedaan door mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt.

Nabasco 10010 bestaat uit een weefsel van organisch materiaal verstijfd met een 100% biobased hars. Het materiaal is lichter en sterker dan Nabasco 8010, maar heeft

minder nauwkeurige maattoleranties. Vooral nog is het alleen in de kleur bruin verkrijgbaar, met ruw oppervlak. Zowel de maattolerantie als de kleur voldoen voor de nestkasten. Het materiaal is geschikt voor binnen- en buitengebruik en heeft de gebruikelijke voordelen van composieten (sterk, stijf, licht, lange levensduur enz.). De maattolerantie voldoet voor het gebruik in nestkasten. Het materiaal is volledig circulair. Dat betekent dat alle grondstoffen hergebruikt zijn en dat het product na gebruik volledig herbruikbaar is.

Ook voor Nabasco 10010 geldt dat er op de Nederlandse markt geen varianten verkrijgbaar zijn. Binnen de gestelde randvoorwaarden (biobased, brandbestendig) is dit dus de enige keus. Ook hier geldt de verwachting dat het aanbod van biobased kunststoffen als deze in de nabije toekomst groeit.



Nabasco 10010



Landschappelijk ingepast

Nergens is het Nederlandse landschap zo goed te ervaren als vanuit de trein. Het gevarieerde Nederlandse landschap biedt verrassende vergezichten en open panorama's waar treinreizigers graag naar kijken. De gebouwen kunnen hier aan bijdragen door te passen in de omgeving. Een railgebonden gebouw is daarmee niet een hinderlijk obstakel maar een welkome afwisseling of herkenningspunt tijdens de treinreis. De autonome ligging van de spoorlijn in het landschap heeft nooit geleid tot aanpassingen van het landschap. Daar is ook geen aanleiding voor omdat er, in tegenstelling tot autowegen, geen of nauwelijks relatie is tussen beide. De lijn is altijd "dun" en "autonoom" gebleven. Je zou kunnen zeggen dat de spoorlijn zich gedraagt als "gast in het landschap". De gebouwen aan het spoor zijn daarin niet anders. Ze zijn duidelijk spoor maar ondersteunen ook het lokale landschap. Dit kan zijn in zowel vorm als materiaal.

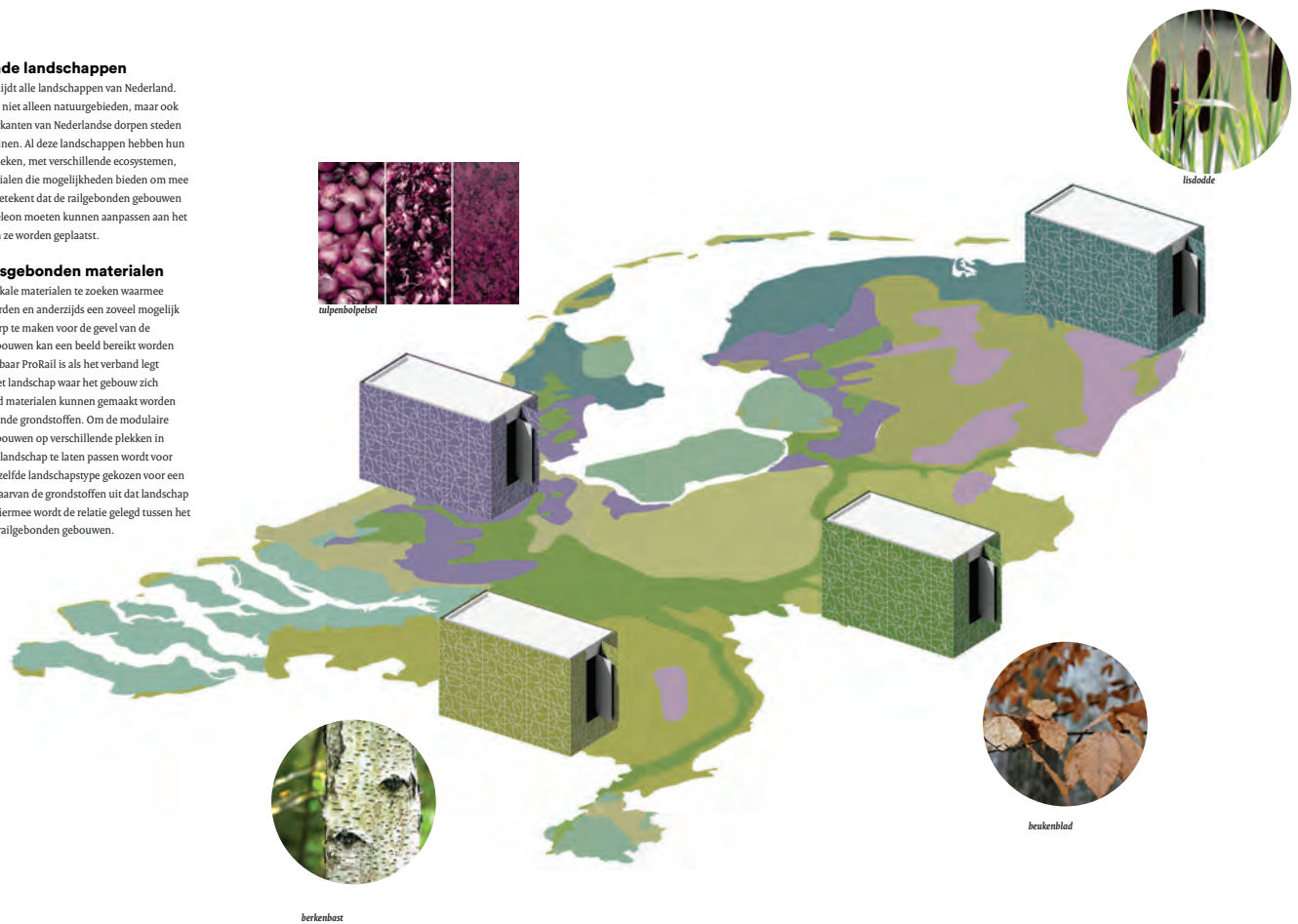


Verskillende landschappen

Het spoor doorsnijdt alle landschappen van Nederland. Daaronder vallen niet alleen natuurgebieden, maar ook de voor en achterkanten van Nederlandse dorpen steden en industrieterreinen. Al deze landschappen hebben hun eigen karakteristieken, met verschillende ecosystemen, bodem, en materialen die mogelijkheden bieden om mee te bouwen. Dat betekent dat de railgebonden gebouwen zich als een kameleon moeten kunnen aanpassen aan het landschap waarin ze worden geplaatst.

Landschapsgebonden materialen

Door enerzijds lokale materialen te zoeken waarmee gebouwd kan worden en anderzijds een zoveel mogelijk eenduidig ontwerp te maken voor de gevel van de railgebonden gebouwen kan een beeld bereikt worden dat zowel herkenbaar ProRail is als het verband legt met de plek en het landschap waar het gebouw zich bevindt. Biobased materialen kunnen gemaakt worden uit veel verschillende grondstoffen. Om de modulaire railgebonden gebouwen op verschillende plekken in Nederland in het landschap te laten passen wordt voor gebouwen in hetzelfde landschapstypen gekozen voor een materiaalsoort waarvan de grondstoffen uit dat landschap afkomstig zijn. Hiermee wordt de relatie gelegd tussen het landschap en de railgebonden gebouwen.



Zeven standaardkleuren

Er zijn zeven verschillende kleuren geselecteerd waaruit kan worden gekozen bij realisatie van een MOS. De selectie bevat zowel natuurlijke kleuren als meer uitgesproken primaire tinten. Hierdoor is voor elke type omgeving waar een MOS station staat een juiste kleur gevelpaneel te selecteren.



Keursamples



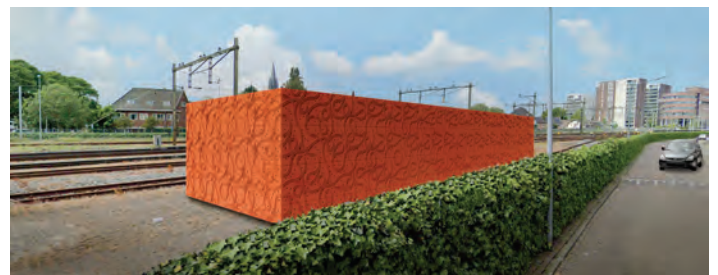
Geel - Natuurlijke omgeving



Geel - Stedelijke omgeving



Rood - Natuurlijke omgeving



Rood - Stedelijke omgeving



Lichtgroen - Natuurlijke omgeving



Lichtgroen - Stedelijke omgeving



Diepgroen - Natuurlijke omgeving



Diepgroen - Stedelijke omgeving



Grijsbruin - Natuurlijke omgeving



Grijsbruin - Stedelijke omgeving



Bruin - Natuurlijke omgeving



Bruin - Stedelijke omgeving



Blauw - Natuurlijke omgeving



Blauw - Stedelijke omgeving



Natuurinclusieve gevel

De natuur staat wereldwijd onder druk. De hoeveelheid plant- en diersoorten neemt af met steeds toenemende snelheid. Naar schatting meer dan een miljoen soorten worden met uitsterven bedreigd. Ook in Nederland is dat het geval, zoals te zien is in de "rode lijst" van bedreigde dieren. Nadat tien jaar geleden de huismus daarop werd gezet zijn het afgelopen jaar ook andere algemeen bekende soorten als het konijn en de haas toegevoegd.

Nut van verblijfplaatsen voor dieren

Om op een bepaalde plek te overleven hebben dieren zowel voedsel als een schuilplaats en vaak een nestplaats nodig. Als een van deze onderdelen ontbreekt, kunnen de soorten er niet overleven. Vaak is er in de directe omgeving van de onderstations vegetatie (bomen, struiken, gras, kruiden). Daar kunnen veel dieren voedsel vinden. Maar vaak ontbreekt het aan goede schuilplaatsen en nestgelegenheden, waardoor de betreffende diersoorten niet optimaal gebruik kunnen maken van het omringende gebied. Met dit voorstel willen we voor een groot aantal diersoorten schuilplaatsen en nestgelegenheden aanbieden waardoor ze het omringende gebied wel optimaal kunnen benutten en op die manier bijdragen aan het vergroten en versterken van de biodiversiteit.

Juist in het geval van de railgebonden gebouwen van ProRail, die in zo veel verschillende landschappen staan, is het interessant om deze natuurinclusief te ontwerpen, omdat veel verschillende soorten op veel verschillende plekken hiervan baat kunnen ondervinden. Het voorgestelde concept is universeel bruikbaar omdat de aangeboden oplossingen voor een breed gamma aan soorten die gebruik maken van holen geschikt is. Door zo veel mogelijk nestkasten te plaatsen hebben dieren veel keus. Wanneer een holte door gebruik in een eerder jaar ongeschikt is geworden is er in het volgende jaar in een andere holte wel plek voor deze soort. Ook biedt het ophangen van zo veel mogelijk nestkasten de mogelijkheid om verschillende soorten te huisvesten. Vanuit ecologisch oogpunt is het dus wenselijk om zo veel mogelijk nestkasten te plaatsen.

Tweede Kamer-motie Bromet en Von Martels die vraagt om opname van natuurinclusief bouwen in het Bouwbesluit

Tweede Kamer der Staten-Generaal

2

Vergaderjaar 2020–2021

35 570 XIV

Vaststelling van de begrotingsstaten van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (XIV) en het Diergezondheidsfonds (F) voor het jaar 2021

Nr. 27

MOTIE VAN DE LEDEN BROMET EN VON MARTELS

Voorgesteld 25 november 2020

De Kamer,

gehoord de beraadslaging,

constaterende dat juist in tijden van het coronavirus de behoefte aan groen en natuur onder mensen groter is geworden;

constaterende dat de huismus op de rode lijst staat, vleermuizen leefruimte nodig hebben in huizen en de biodiversiteit in steden daalt;

constaterende dat we aan de vooravond staan van een enorme bouwopgave en natuurinclusief bouwen helpt in de klimaatopgave omdat deze klimaatadaptief is;

verzoekt de Minister, om samen met het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties te onderzoeken of natuurinclusief bouwen opgenomen kan worden in het Bouwbesluit, en de Kamer hierover in 2021 te informeren.

Doelsoorten

De gevels van de railgebonden gebouwen kennen verschillende zones getypeerd worden door hoogte en oriëntatie. Elk van die zones biedt een geschikte positie voor nestgelegenheid van steeds andere doelsoorten.

Holenbroeders (vogels)

Nestgelegenheid voor holenbroeders biedt meerwaarde voor deze doelsoort omdat nestgelegenheid de beperkende factor is in het leefgebied van deze dieren. Het bieden van nestgelegenheid kan dus tot hogere biodiversiteit in de omgeving van een onderstation leiden.

De soorten zijn niet strikt gebonden aan een invliegopening van een bepaalde diameter, maar door die invliegopening de minimale afmeting te geven die geschikt is voor een bepaalde soort kan worden voorkomen dat een soort uit zijn nest wordt verdreven door een grotere sterkere soort.

Holenbroeders zoeken graag een nest aan de koele zijden van een object, dus aan de noord en oostzijde, tussen twee en vier meter hoogte. De nestkasten hebben bij voorkeur een afmeting van 12x12x26cm, met een invliegopening die 20cm boven de bodem is geplaatst.

Vleermuizen

Ook voor vleermuizen is nestgelegenheid/een

verblijfplaats een beperkende factor, en het opnemen van nestgelegenheid in de onderstations biedt dus meerwaarde. Vleermuizen verblijven vaak in gebouwen, en blijken daarbij weinig last te hebben van omgevingsgeluid. Wel mijden ze verlichting, zeker voor verblijfplaatsen. Vleermuizen zoeken verblijfsruimte in de spouw, op plekken waar de ruimtes smal genoeg zijn voor hen om te verblijven. Er hoeft dus geen specifieke nestgelegenheid voor deze dieren ontworpen te worden: als de spouw toegankelijk wordt gemaakt biedt dat al meerwaarde. Binnen de spouw kunnen ze dan rondkruipen en afhankelijk van de omstandigheden en hun wensen een geschikte plek zoeken.



dwergvleermuis

Echter, daarvoor moet de spouw dan wel geschikt zijn. De ruimte mag niet meer dan 1,7 tot 2,5 cm diep zijn, moet rondom afgesloten zijn, en voorzien zijn van een kleine invliegopening. Ook moet het materiaal van de wanden ruw genoeg zijn zodat vleermuizen hun nagels er achter kunnen haken en kunnen blijven hangen. Een invliegopening voor vleermuizen bevindt zich bij voorkeur boven 2,5m hoogte.

Insecten

Insecten nestelen graag in kleine holletjes, waarbij variëteit belangrijk is. Sommige soorten zoals bijen en wespen hebben graag een uitgang direct aan de buitenlucht. Andere soorten zoals spinnen, wantsen en pissebedden kruipen liever wat verder weg en maken gebruik van in meer of mindere mate verdeckte holletjes.

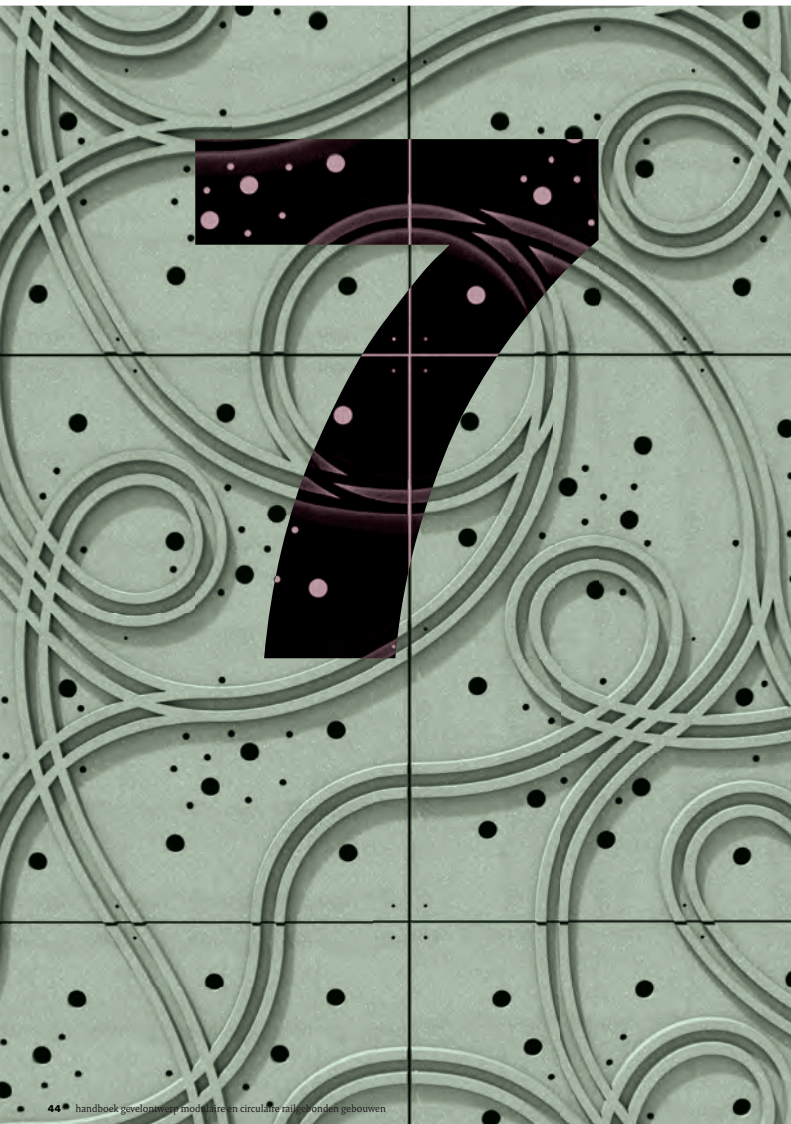
soort	afmeting nestkast	grootte ingang	hoogte ingang
holenbroeders			
Pimpelmees, zwarte mees	120 x 120 x 260 mm	Ø 28 mm	> 2 m
Koolmees, kuifmees	120 x 120 x 260 mm	Ø 32 mm	> 2 m
Huismus, ringmus, boomklever, bonte vliegenvanger	120 x 120 x 260 mm	Ø 35 mm	> 2 m
vleermuizen			
kleine dwergvleermuis	500 x 600 x 100 mm	40 x 15 mm	> 2,5 m
insecten			
divers	20 - 50 mm diep	Ø 3 - 10 mm	0-4m



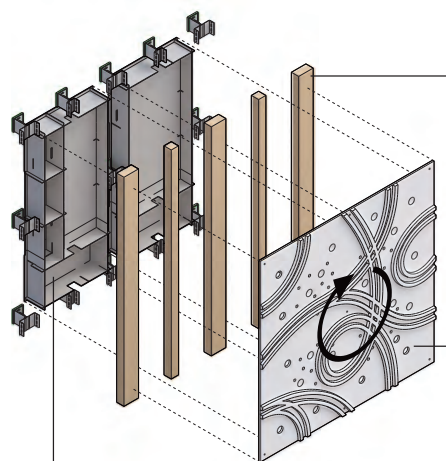
Honingbij



kuifmees



Gevelsysteem



Rachels
De verticale rachels in de gevel zijn het bevestigingspunt voor de nestkasten en het gevelpaneel.

Paneel
Het biobased gevelpaneel kan in 4 posities voor de nestkasten worden geplaatst. De gaten in het paneel draaien mee en liggen telkens voor een invliegopening bestemd voor een ander dier. Dit betekent dat de invliegopeningen die doorgeboord worden verschilt per oriëntatie en hoogte van het paneel.

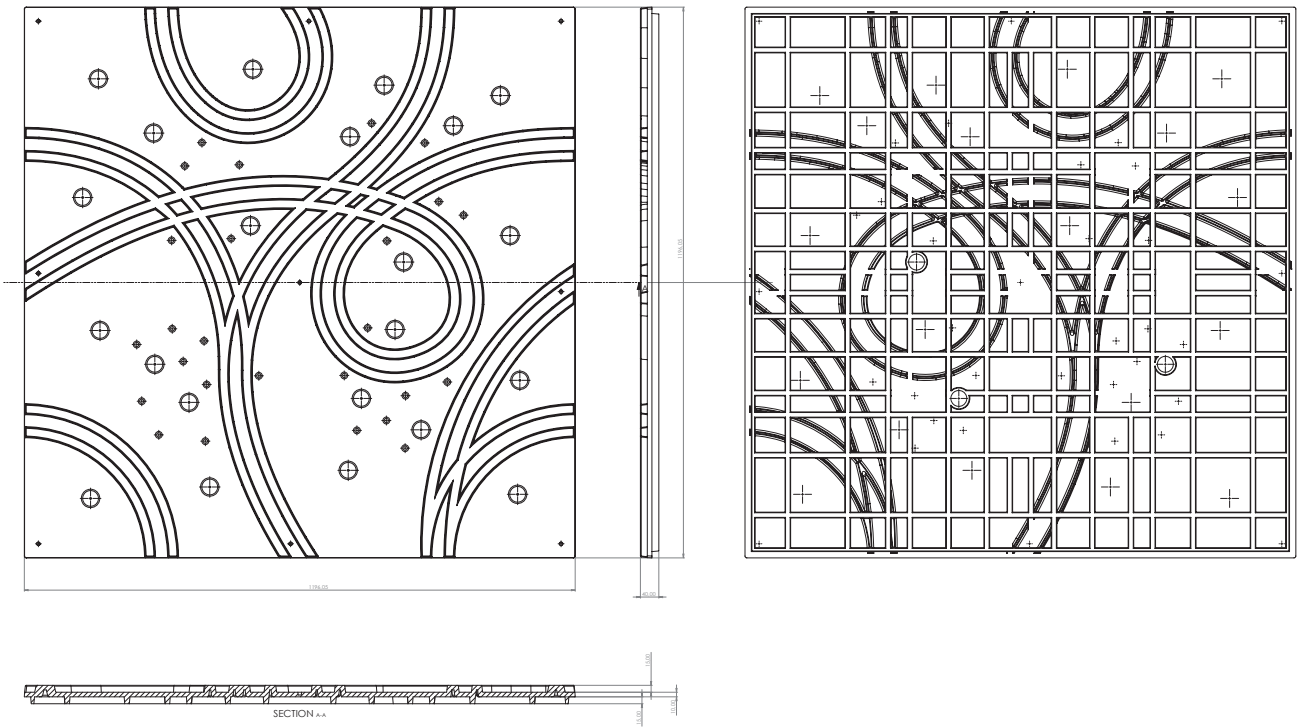
Nestkasten
Achter elk paneel is ruimte voor twee rechthoekige nestkasten. De rechter is voor insecten en vleermuizen. De linker is voor insecten, vleermuizen en vogels.

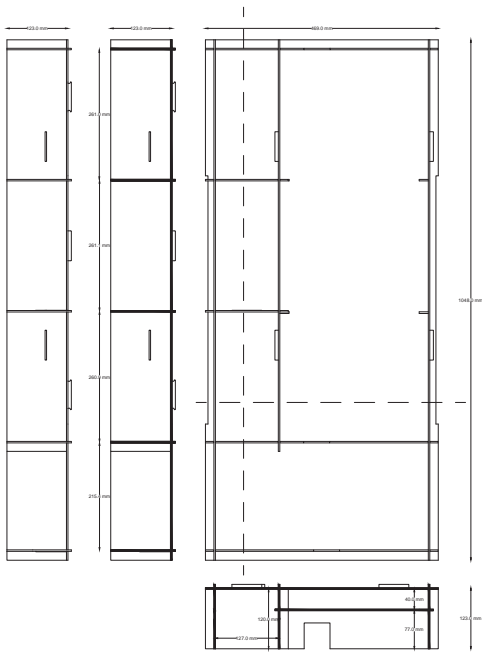
Ontwerp gevelopbouw

De opbouw van het gevelsysteem bestaat uit drie lagen: de nestkasten, een rachelsysteem en de biobased gevelpanelen. Het rachelsysteem wordt met aluminium steunen aan de achterconstructie bevestigd. De steunen houden het rachelsysteem en paneel op afstand, zodat de nestkasten achter het paneel passen. De rachels bestaan uit brede latten van 100mm tussen de nestkasten voor bevestiging van het paneel en smalle latten van 50mm ter bevestiging van de nestkasten. De panelen worden op 9 punten bevestigd aan de rachel constructie.

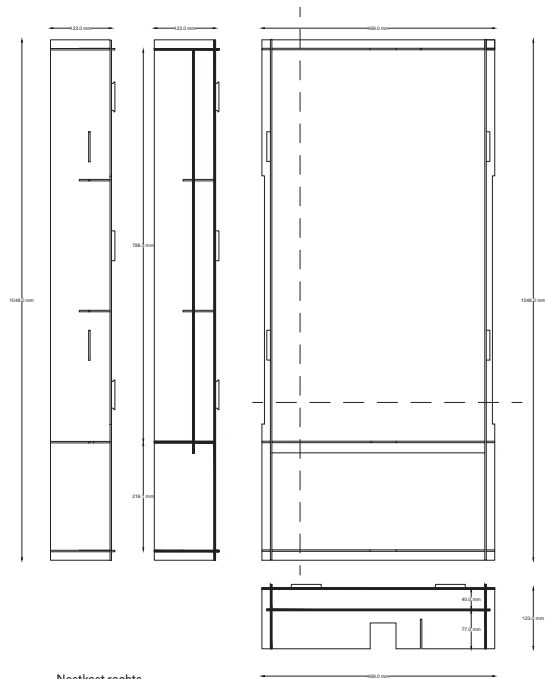
Bij het ontwerp van de nestkasten is het doel om aan zo veel mogelijk soorten huisvesting te bieden binnen een enkele gevelmodule. Daarvoor zijn twee cassettes met nestkasten ontworpen die voor het hele gebouw gelijk zijn. Het gevelpaneel dat voor deze nestkasten geplaatst wordt heeft openingen met verschillende diameters die elk toegang bieden tot een specifieke diersoort. Bij draaiing van het paneel komen steeds andere gaten voor de nestkasten.

Gevelpaneel





Nestkast links

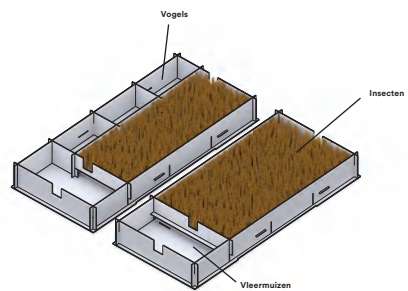


Nestkast rechts

Nestkasten

De twee nestkasten worden opgebouwd uit losse panelen van Nabasco 10010 die in de juiste vorm worden gefreesd. De losse panelen klikken in elkaar en vormen zo de nestkasten. Beide nestkasten hebben aan de onderzijde een grote opening voor vleermuizen. Vanuit hier kunnen vleermuizen tussen de dubbele achterwand nestelen. Voor deze dubbele achterwand zit een grote ruimte die

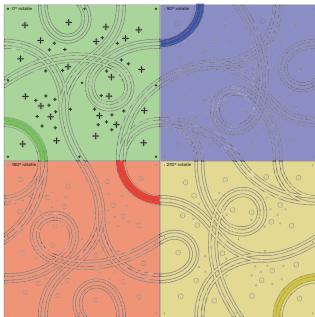
gevuld wordt met stro en insecten kunnen nestelen. In de linker nestkast zitten aan de linkerzijde drie boven elkaar geplaatste vogelkasten. Deze kasten benutten de volledige diepte van de kast.



Rotatie

Doorlopend patroon

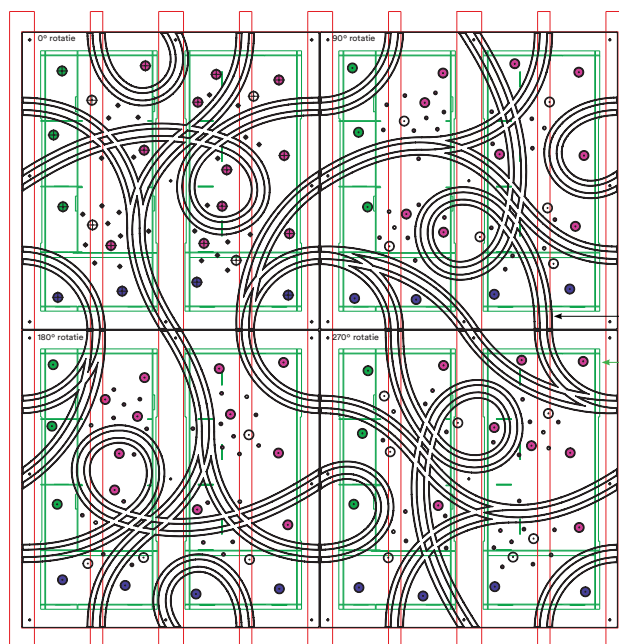
Het paneel kan in 4 verschillende oriëntaties worden bevestigd aan de rachels. Het paneel is zo ontworpen dat het patroon op het paneel altijd doorloopt. Om een mooi gevelbeeld te krijgen is van belang dat er een goede verdeling is van alle mogelijke posities van het paneel over de oppervlakte van de gevel. Om dit te bereiken is een principegevels ontworpen die als leidraad dienen voor het plaatsen van de panelen op het MOS.



Invliegopeningen

Het paneel kan in 4 verschillende oriëntaties worden bevestigd aan de rachels. Bij elke positie lijnen de invliegopeningen uit met een ander deel van de nestkast. De gaten die doorboord moeten worden zijn daarom bij elke positie verschillend. Er zijn 3 verschillende type gaten: voor vleermuizen, insecten en vogels. De gaten voor insecten kunnen bij elke hoogte van het paneel worden doorboord. De gaten van de vleermuizen mogen alleen worden doorboord bij een hoogte van 2,5 meter

boven het maaiveld. De gaten van de vogels mogen alleen worden doorboord bij een hoogte van 2,0 meter boven het maaiveld. De gaten voor vogels kunnen daarnaast meerdere afmetingen hebben, naargelang de soort die gewenst is op de locatie van het MOS. Gebruik voor bepaling van de juiste diameter de tabel op pagina 43.



Door te boren invliegopeningen

- Insecten kleine gaten, Ø 10 mm, bij elke hoogte
- Vleermuizen grote gaten, Ø 28-40 mm, bij elke hoogte
- Vogels Ø 40 mm, niet onder 2,5m
- Vogels Ø 28-35, niet onder 2m

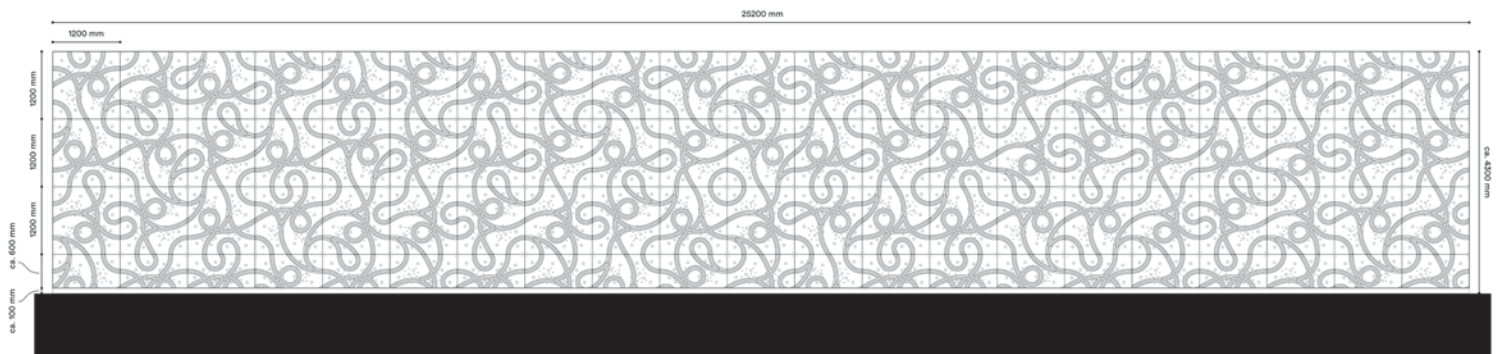
- Paneel
- Rachels
- Nestkast

Principegevel

Uniek patroon

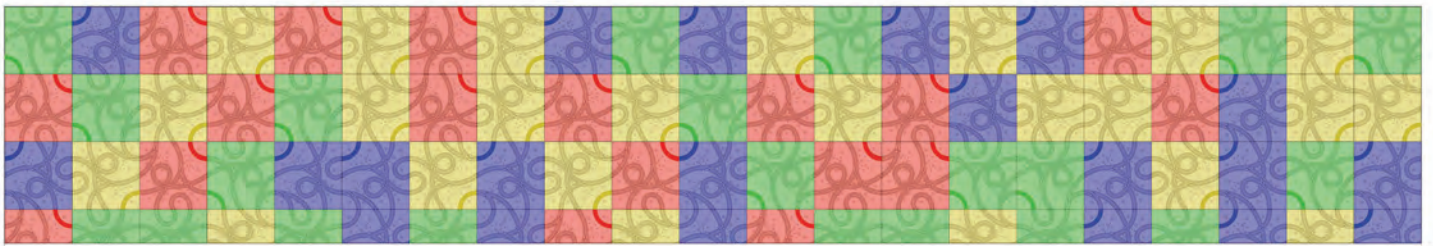
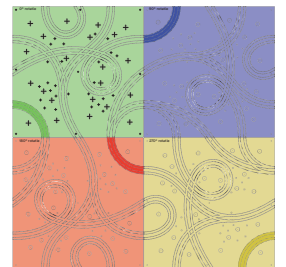
Om ervoor te zorgen dat een elk MOS een interessante en willekeurig gevelpatroon heeft wordt gewerkt met een principegevelpatroon. Dit patroon bestaat uit 3,5 panelen in de hoogte en 21 panelen in de breedte. In dit patroon zijn panelen op zo'n wijze geplaatst dat alle unieke combinaties van panelen minimaal één keer voorkomen. Een voorbeeld hiervan zijn de losse cirkels die af en toe ontstaan.

Het gevelpatroon start op de linkerzijde van één van de langste gevels van het MOS. Vanuit hier worden de panelen opgehangen in de juiste oriëntatie, werkend van links naar rechts. Als de langste gevel korter is dan 21 panelen, klapt het patroon om en loopt het door op de volgende gevel. Het patroon wordt steeds herhaalt, totdat alle gevels bedekt zijn met panelen.



Kleurcodering

Om de leesbaarheid van het patroon te vergroten zijn de verschillende rotaties gemarkeerd met een kleur. Deze is is in de tekening aangegeven.



Invliegopeningen

Invliegopeningen op de juiste hoogte

Vleermuizen en vogels stellen eisen aan de hoogte van de invliegopeningen. Vogels stellen daarnaast eisen aan de oriëntatie van de gevel. Insecten stellen geen eisen aan de hoogte van de invliegopeningen of oriëntatie. De voor te boren invliegopeningen zijn als volgt:

Insecten: Alle gevels op elke hoogte.

Vleermuizen: Alle gevels vanaf een hoogte van 2,5 meter boven het maaiveld. In het principegevelpatroon gaat het hierbij alleen om de bovenste strook panelen

Vogels: Bij een hoogte van 2,0 meter boven het maaiveld. Noord- en Oostgevel altijd. West- en Zuidgevel alleen als deze gevels regelmatig in de schaduw staan. In het principegevelpatroon gaat het hierbij om de bovenste twee stroken panelen.



Plaatsing nestkasten

Uitzonderingen

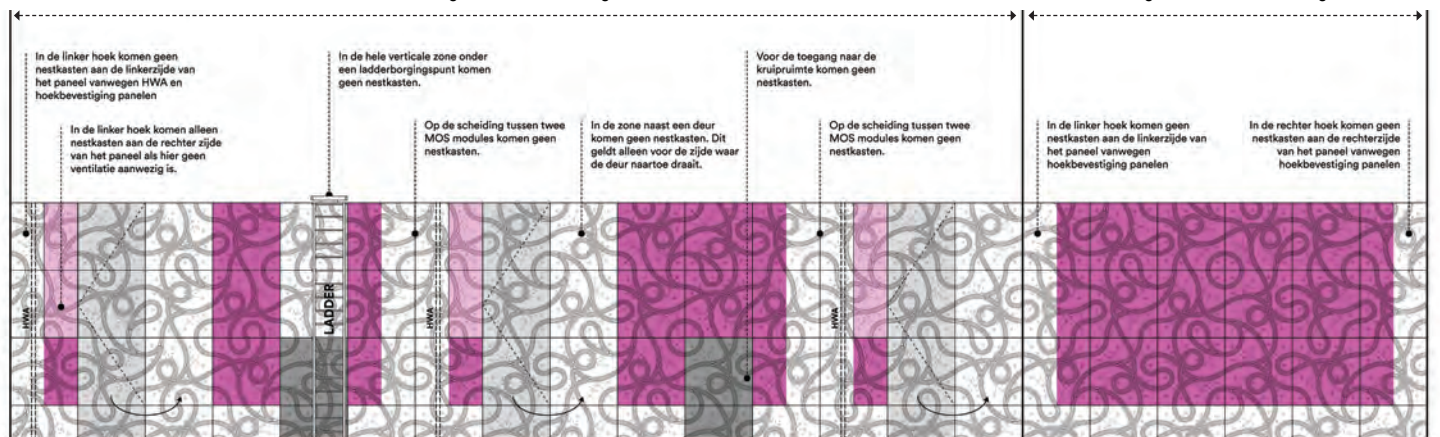
In principe is het uitgangspunt dat op de gevels die geschikt zijn voor nestkasten achter elk paneel een nestkast wordt geplaatst. Er zijn echter een aantal posities op de gevel waar nestkasten niet gewenst of mogelijk zijn:

- Alle linker of rechter stroken in de hoeken van het MOS
- Alle verticale stroken onder ladderborginspunten
- Achter een deur

- Alle verticale stroken naast een deur, aan de zijde waar de deur naartoe draait
- Bij ventilatierooster
- Bij HWA
- Bij de koppeling van twee MOS modules, alleen de linker nestkast van het linker paneel en de rechter nestkast van het rechter paneel.

Modulegevel met voorzieningen

Modulegevel zonder voorzieningen

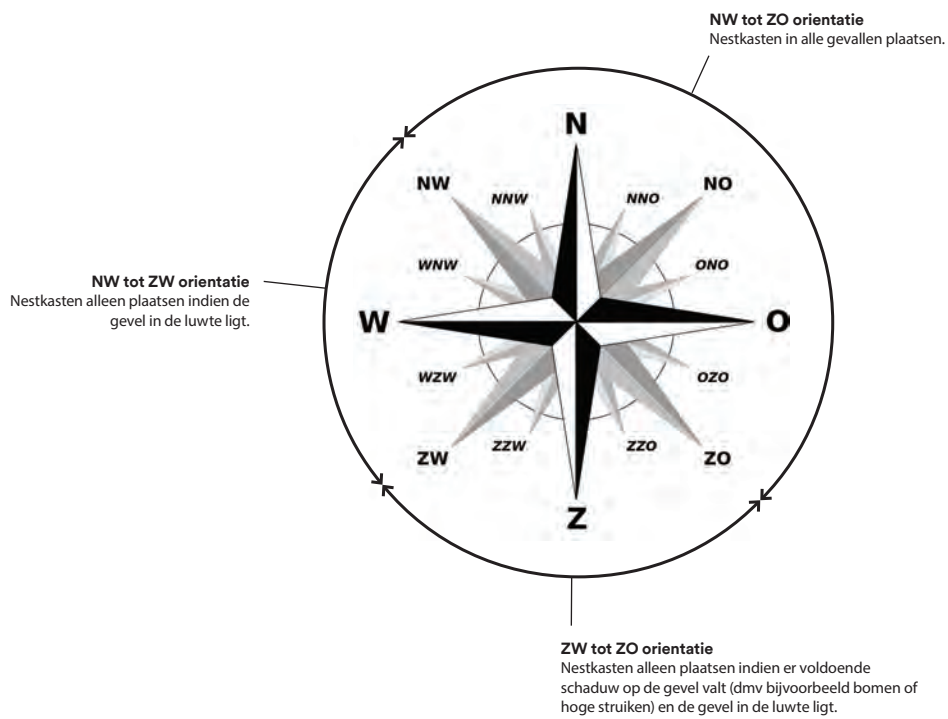


Plattegrond MOS



- Nestkasten
- Alleen nestkasten als er geen ventilatie plaats vindt
- Geen nestkasten
- Deur
- Toegang kruipruimte

Nestkasten per windrichting





Voorbeelduitwerking

Randvoorwaarden

Bij de technische uitwerking van de gevel van de onderstations gelden enkele randvoorwaarden aan de kwaliteit van de architectuur.

Daarbij is allereerst van de belang dat de thema's die eerder in dit document zijn genoemd gehandhaafd blijven. Dat betekent dat ook in de uitwerking en detaillering de modulariteit en circulariteit behouden moet blijven, dat het gebouw herkenbaar moet zijn als eigendom van ProRail, dat de detaillering zo veel mogelijk biobased moet zijn, rekening moet worden gehouden met het

omringende landschap en dat het gebouw natuurinclusief moet zijn.

Daarnaast geldt als belangrijkste esthetische eis aan de uitwerking dat de detaillering zo schoon en eenvoudig mogelijk moet zijn. Aan de buitenzijde van het gebouw mogen geen grote beeldverstorende elementen zichtbaar zijn, en bevestigingsmiddelen moeten waar nodig achter de gevel verborgen worden.

Dit hoofdstuk bevat een voorbeelduitwerking waarin de belangrijkste randvoorwaarden worden uitgelegd.

Positionering gevelpanelen en terrein

A. De bovenkant van de gevelpanelen wordt uitgelijnd met bovenkant dakrand.

B. De gevelpanelen worden aangebracht middels het principe patroon zodat een gevarieerd patroon ontstaat.

C. De plint is bij voorkeur 50mm en maximaal 100mm hoog.

D. Elementen achter gevelpanelen liggen zoals de dakrand en de binnengevel worden uitgevoerd in antraciet.

E. Wanneer de onderste rij panelen lager is dan een

volledige paneelhoogte worden deze panelen verkregen door een heel paneel door te zagen en dusdanig aan te passen dat het gevelpatroon naadloos doorloopt.

F. De onderstations krijgen een groen dak voorzien van

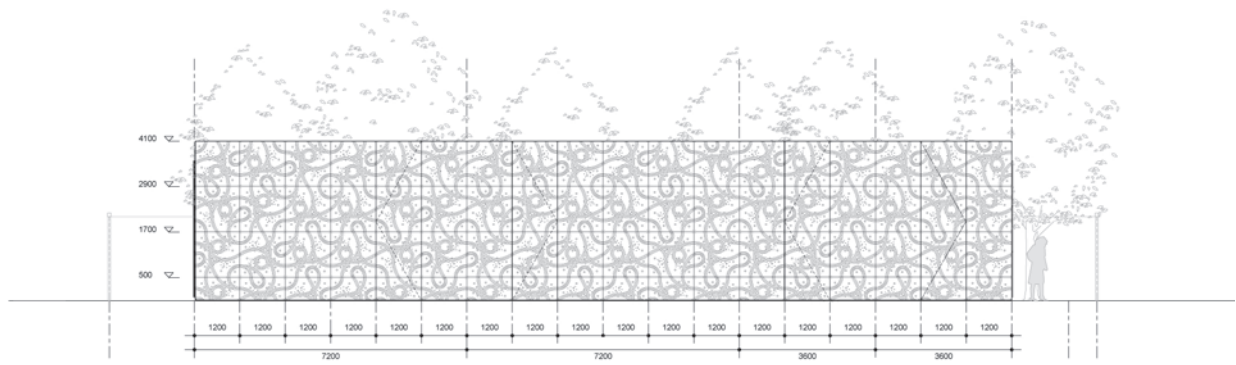
gebiedseigen planten.

G. Het terrein wordt zo groen mogelijk ingericht.

H. Voor paden en wegen wordt zo veel mogelijk halfverharding toegepast.



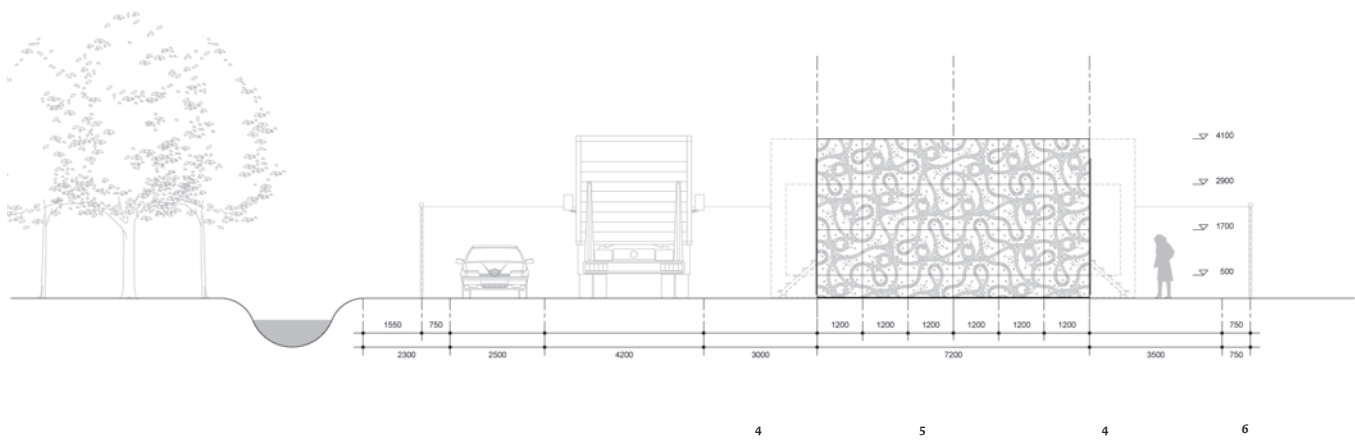
Gevelaanzicht Oost 1:100



7 6

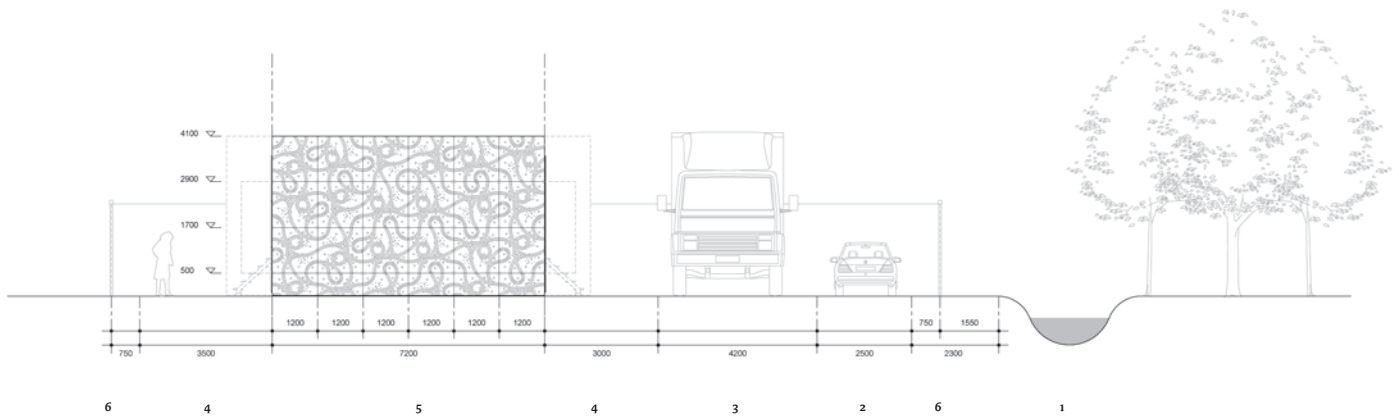
1. sloot
2. parkeerplaats
3. laad/los zone
4. entreezone
5. modulair onderstation
6. hek
7. voetgangerszone

Gevelaanzicht Zuid 1:100



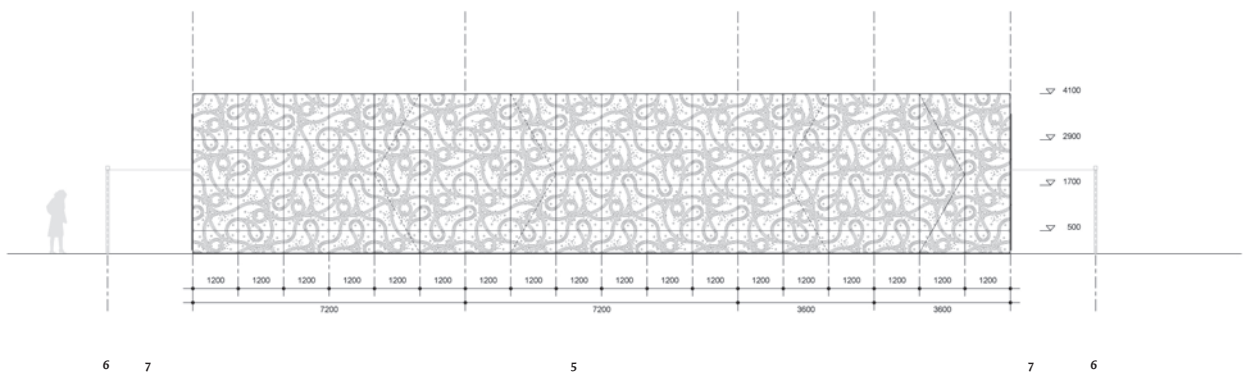
1. sloot
2. parkeerplaats
3. laad/los zone
4. entreezone
5. modulair onderstation
6. afscheiding

Gevelaanzicht Noord 1:100



1. sloot
2. parkeerplaats
3. laad/los zone
4. entreezone
5. modulair onderstation
6. afscheiding

Gevelaanzicht West 1:100

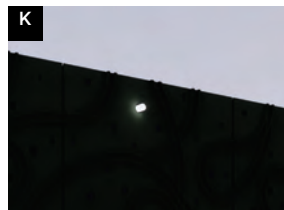


1. sloot
2. parkeerplaats
3. laad/los zone
4. entreezone
5. modulair onderstation
6. afscheiding
7. voetgangerszone

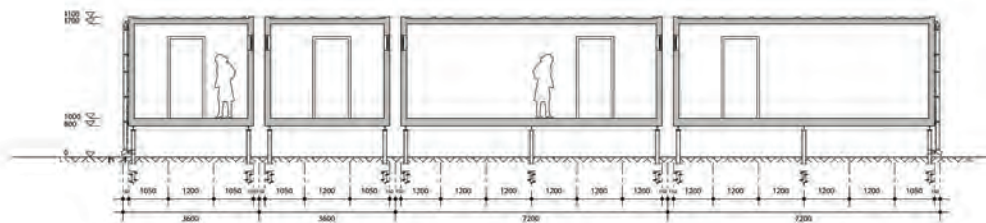
Verlichting

- I. De modulaire onderstations worden verlicht met een reeks lichtpunten van minimaal vereiste sterkte die direct boven de deuropeningen worden aangebracht.
- J. De lichtpunten worden voorzien van een bewegingsmelder zodat het gebouw niet verlicht is bij afwezigheid van personen, ter voorkoming van verstoring fauna.

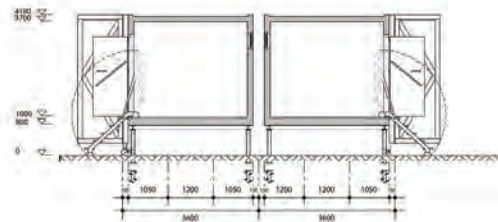
- K. Het verlichtings armatuur past in een opening in de gevelpanelen. (Armatuur n.t.b. in UO)
- L. Het armatuur wordt bevestigd aan de module en niet aan de deur, zodat de deuropening verlicht blijft als wanneer de voorliggende gevelpanelen worden weggedraaid.



Langsdoorsnede 1:100

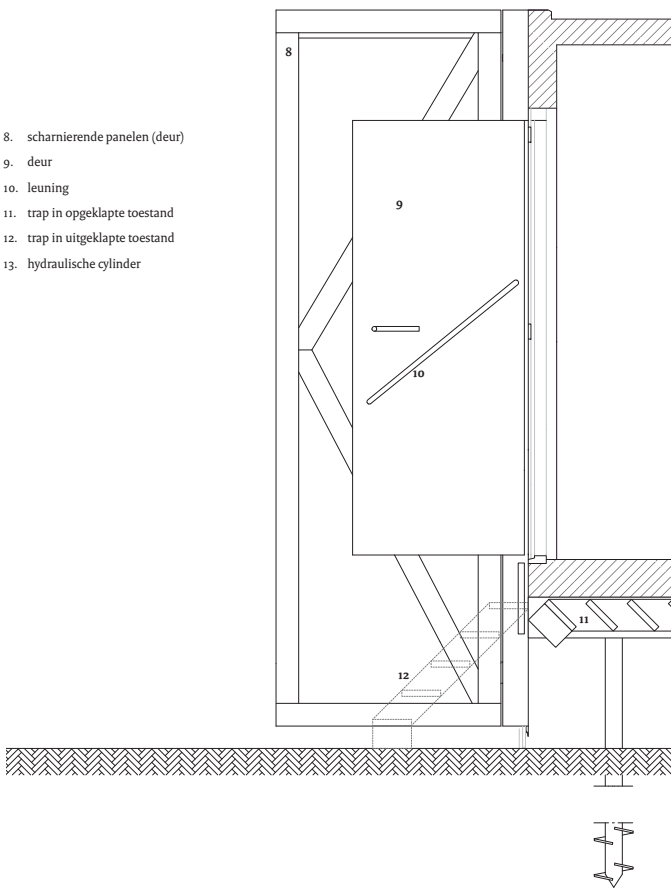


Dwarsdoorsnede 1:100



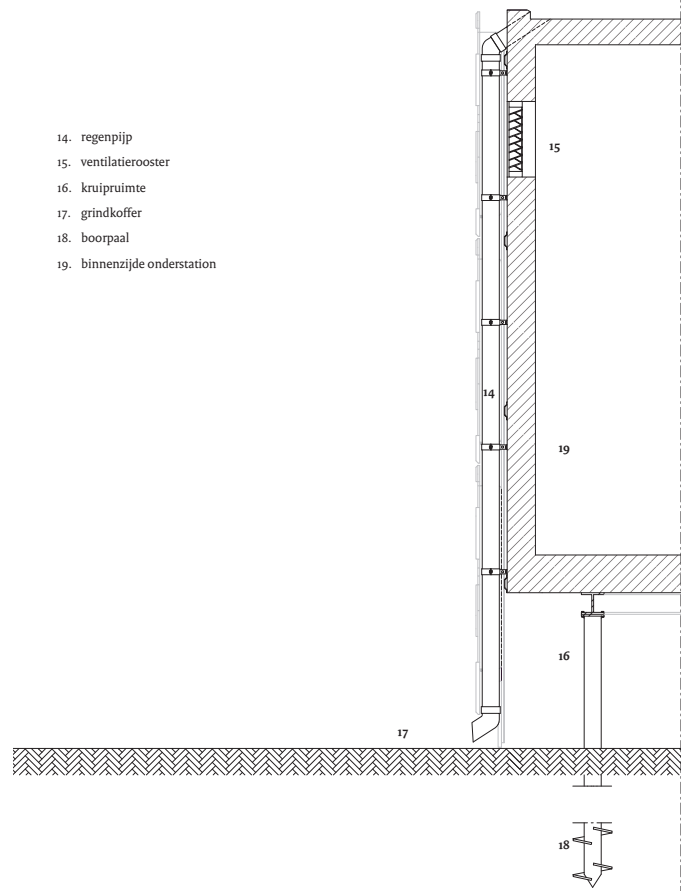
Principedoorsnede toegangstrap 1:20

- 8. scharnierende panelen (deur)
- 9. deur
- 10. leuning
- 11. trap in opgeklapte toestand
- 12. trap in uitgeklapte toestand
- 13. hydraulische cilinder

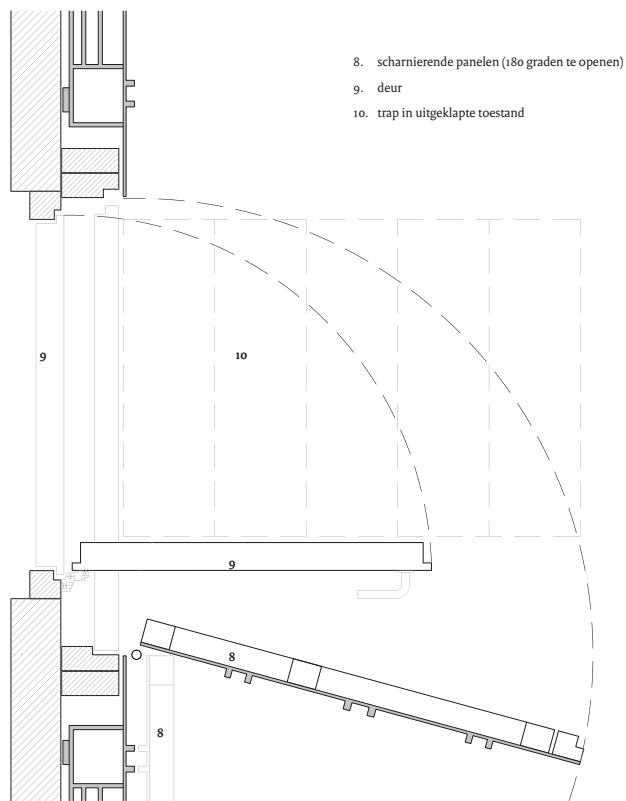


HWA 1:20

- 14. regenpijp
- 15. ventilatierooster
- 16. kruipruimte
- 17. grindkoffer
- 18. boorpaal
- 19. binnenzijde onderstation

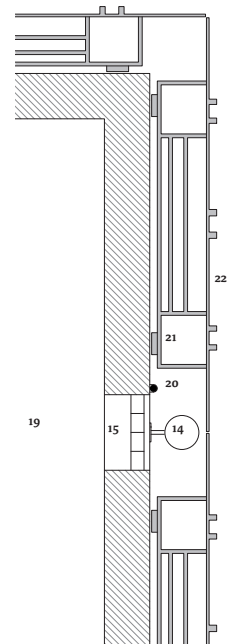


Principeplattegrond toegangstrap 1:10



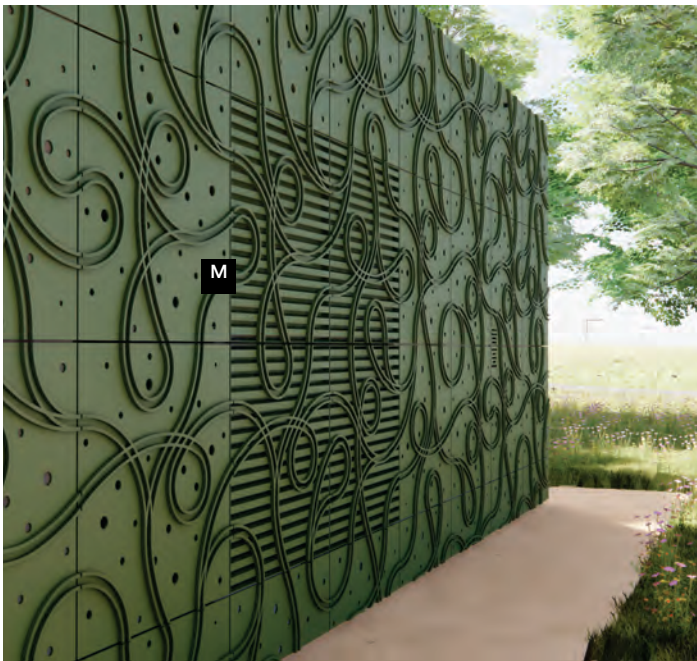
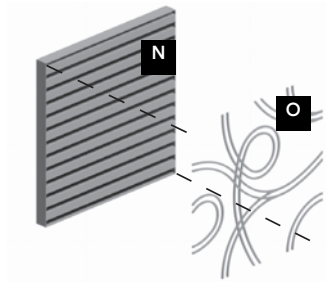
Detail gevel 1:10

- 14. regenpijp
- 15. ventilatierooster
- 16. kruipruimte
- 17. grindkoffer
- 18. boorpaal
- 19. binnenzijde onderstation
- 20. bliksemafleider
- 21. nestkasten
- 22. gevelpaneel



Gevelroosters

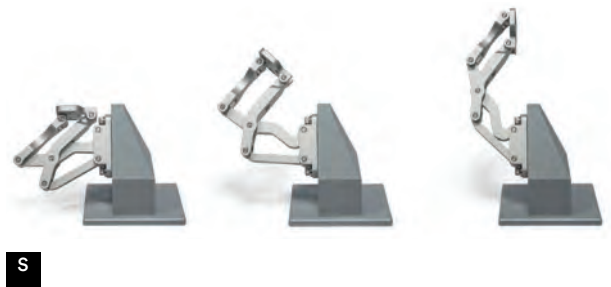
- M. Indien gevelrooster benodigd zijn wordt daarop een patroon aangebracht dat naadloos aansluit op het patroon op de panelen...
- N. Deze roosters worden gemaakt door een standaardrooster (bijv Pluijmen HS42) in dezelfde maat te produceren als de gevelpanelen.
- O. Op dit standaardrooster wordt een in staal of ander materiaal uitgesneden patroon aangebracht.



Bevestiging

- P. Gevelpanelen worden bevestigd en uitgelijnd met een standaard op de markt verkrijgbaar systeem zoals SFS NV6.
- Q. Indien mogelijk en technisch wenselijk worden in bevestigingsystemen zo veel mogelijk biobased materialen toegepast.
- R. Indien wenselijk kan een ophangstelsel worden

gekozen waarbij de gevelpanelen blind bevestigd kunnen worden.
 S. Schamieren van draaiende gevelpanelen zijn onzichtbaar. Een voorbeeld van onzichtbare schamieren zijn onderstaande "Mehrgelenscharniere".

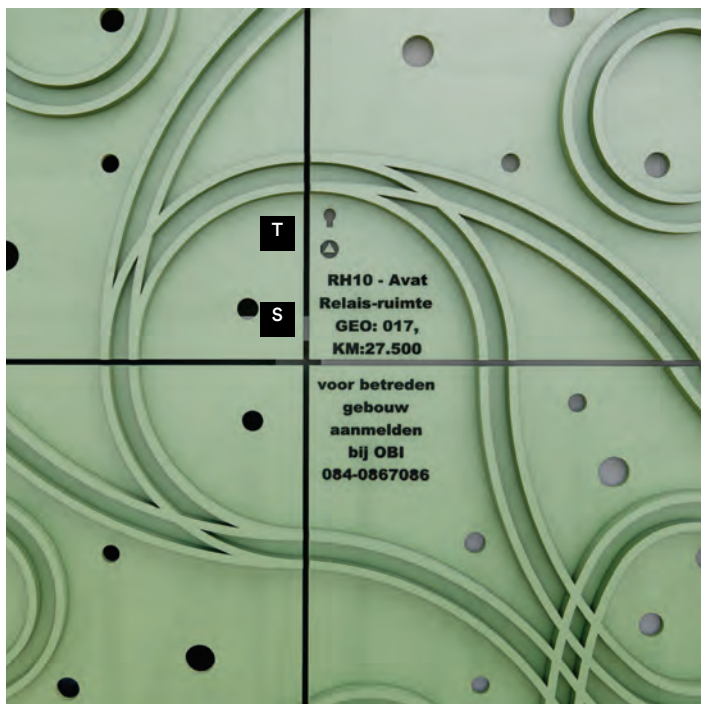


Kleuren en teksten

- S. De onderstations worden van teksten voorzien door zwarte letters op de gevelpanelen te spuiten of te verlijmen. De letters zijn zomm hoog. (nauwkeurige typografie ntb)
- T. Overige zichtbare elementen worden in dezelfde kleur als de gevelpanelen gespoten. Dit geldt o.a. voor

schamieren, bliksemafleiders, deurbeslag, zichtbare schroefkoppen etc.

- U. Het onderstation wordt voorzien van een standaard ladderborgingspunt, gespoten in dezelfde kleur als de panelen.



Bronnen

Centrum Hout, 2015. Houtinfo.nl - infoblad. Almere: Centrum Hout.

Fleishman, B., 2017. Use This Incredible Technique to Waterproof Wood Furniture. [Online] te vinden op: <https://www.architecturaldigest.com/story/shou-sugi-ban-black-waterproof-wood-furniture>

Material District, 2020. 3D PRINTING WITH WASTE MUSSEL SHELLS. [Online] te vinden op: <https://materialdistrict.com/article/3d-printing-with-waste-mussel-shells/>

Material District, 2020. BIODEGRADABLE, ALGAE-BASED FLIP-FLOPS. [Online] beschikbaar op: <https://materialdistrict.com/article/biodegradable-algae-based-flip-flops/>

MaterialDistrict, 2014. Resysta. [Online] beschikbaar op: <https://materialdistrict.com/material/resysta/>

NPSP Composieten, 2014. NPSP's visie op duurzaamheid. Haarlem: NPSP Composieten.

Scape Agency, 2020. BIORECEPTIVE STATIONS. [Online] beschikbaar op: <https://www.scape.agency/projects/bioreceptive-stations/>

Tricoya, 2020. TECHNOLOGY. [Online] beschikbaar op: <https://tricoya.com/technology/> [Geopend 2020].

van Wijk, I. & van Wijk, A., 2015. 3D printing with biomaterials. 1e red. Amsterdam: IOS Press.

Zwarthout, 2020. Zwarthout | Shou Sugi Ban. [Online] beschikbaar op: <https://www.zwarthout.com/>

Mckinney, Michael & Lockwood, Julie. (1999). Biotic Homogenization: A Few Winners Replacing Many Losers in the Next Mass Extinction. Trends in Ecology & Evolution. 14. 450-453. 10.1016/S0169-5347(99)01679-1.

IPBES (2019): Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Diaz, and H. T. Ngo (editors). IPBES secretariat, Bonn, Germany.

Rijksoverheid, 2020; Compendium voor de leefomgeving. [Online] te vinden op <https://www.clo.nl/>. (bezocht 2020)

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2020. Natuurinclusief Bouwen. [Online] beschikbaar op: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/technieken-beheer-en-innovatie/natuurinclusief-bouwen> bezocht 2020

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2020. Natuurinclusieve verstedelijking. [Online] beschikbaar op: <https://ez.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=cb7b815d8ecc4d678e2998ebe71297a9a> bezocht 2020

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2020. Rode lijsten. [Online] beschikbaar op <https://minez.nederlandsesoorten.nl/content/code-lijsten> bezocht 2020

Colofon

januari 2024

Studio Marco Vermeulen
Marco Vermeulen
Wout Kruijjer
Bertus van Woerden
Luc Voorter

Dit document betreft een visiedocument, aan dit document kunnen geen rechten worden ontleend.

Beeldmateriaal: Copyright Studio Marco Vermeulen 2019, tenzij anders aangegeven.

STUDIO MARCOVERMEULEN
architectuur • stedenbouw • landschap • onderbouw
+31 (0)10 225 0030
studio@marcovermeulen.nl
www.marcovermeulen.nl
Maaskade 97-B
3071 NG Rotterdam

