

**H I P**  
**GROEN**  
duurzame oevers



***ONDER DE LOEP***  
***DUURZAME OEVERBESCHERMING***

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| <b>1</b> | <b>INTRO</b>                                    | <b>3</b> |
| <b>2</b> | <b>DUURZAAM INKOPEN</b>                         | <b>4</b> |
| <b>3</b> | <b>DUURZAAM HOUT</b>                            | <b>4</b> |
| <b>4</b> | <b>HOUTAANTASTING</b>                           | <b>5</b> |
| <b>5</b> | <b>ALTERNATIEVEN VOOR TROPISCH<br/>HARDHOUT</b> | <b>6</b> |
| <b>6</b> | <b>INNOVATIEVE BESCHOEIING</b>                  | <b>8</b> |



## 1. Intro

Om oevers te beschermen tegen afkalving wordt in Nederland traditioneel veel beschoeiing en damwand gebruikt van tropisch hardhout. Tropisch hardhout gaat in deze constructies, die permanent in het water staan, maximaal 25 tot 30 jaar mee. Het hout dat boven de waterlijn uitkomt, wordt namelijk aangetast door schimmels. Door de schimmelaantasting rot het hout boven de waterlijn weg, hetgeen bepalend is voor de technische levensduur van de constructie. Onder de waterlijn is de constructie dan nog in goede conditie.

De levensduur van de constructie kan worden verlengd, door de oever om te vormen tot een natuurvriendelijke oever. Ten behoeve van de natuurvriendelijke oever wordt de houtconstructie verlaagd, zodat de constructie zich geheel onderwater bevindt. Dit kan door het verrotte deel af te zagen, of als het hout nog niet verrot is, de constructie onder de waterlijn te drukken of trillen. De levensduur van de constructie die geheel onderwater staat, is afhankelijk van de structuur van het hout. De aantasters onderwater zijn bacteriën. Deze bacteriën beperken zich tot hout met een open structuur. Tropisch hardhout met duurzaamheidsklasse 1 heeft een dichte structuur, die onderwater nauwelijks wordt aangetast.

Omvorming tot een natuurvriendelijke oever is niet altijd wenselijk of mogelijk. Bij nieuw te plaatsen beschoeiing of damwand kan in het ontwerp rekening gehouden met een lange technische levensduur voor het deel boven water, door aandacht te besteden aan de materiaalkeuze. **In de praktijk gaan alternatieven voor tropisch hardhout tenminste 50 jaar mee. Deze alternatieve materialen zijn meestal duurder dan tropisch hardhout, maar zijn alleen boven de waterlijn nodig.** Onder de waterlijn kunnen goedkope materialen gebruikt worden, bijvoorbeeld Europees naaldhout.

In deze whitepaper wordt in gegaan op tropisch hardhout en alternatieve materialen voor gebruik in beschoeiingen en damwanden. Bekeken worden de lage milieubelasting van hout (hoofdstuk 2), de herkomst uit duurzaam beheerd bos (hoofdstuk 3), de invloed van schimmels en bacteriën op de technische levensduur van hout (hoofdstuk 4). In hoofdstuk 5 worden verschillende materialen vergeleken, voor



*Beschoeiing van tropisch hardhout*



*Natuurvriendelijke oever*



*Damwand van tropisch hardhout*

damwandtoepassingen, op de punten technische levensduur, materiaalkosten en uitvoeringsaspecten bij plaatsing en onderhoud. Tenslotte wordt in hoofdstuk 6 een innovatieve beschoeiing besproken.

## 2. Duurzaam inkopen

Sinds 2010 betreft de Rijksoverheid het thema duurzaamheid bij haar inkopen. Het gaat niet alleen om de laagste prijs, maar ook om maatschappelijk verantwoord ondernemen. De ecologische, sociale en economische aspecten van de inkoop dienen met elkaar in balans te zijn. Lagere overheden kopen sinds 1 januari 2015 duurzaam in. Dit geldt ook voor de inkoop van hout.

De jaarlijkse omzet van de GWW-sector bedraagt circa 12 miljard euro. Zo'n 90% van de opdrachtgevers binnen de GWW-sector zijn overheden. In de Green Deal Duurzaam GWW werken grote opdrachtgevers binnen de overheid samen met grote marktpartijen om duurzaamheid te betrekken bij projecten (Duurzaam GWW 1). De aanpak bestaat uit een aantal instrumenten. Een van deze instrumenten is het ambitieweb, waarbij gekeken wordt naar zeven duurzaamheidsthema's gedurende de gehele levenscyclus van een constructie.

Voor hout is het duurzaamheidsthema materialen en grondstoffen van belang, waarbij gekeken wordt naar duurzaam materiaalgebruik en duurzame productie en aanleg. De minimum eisen voor hout in het ambitieweb zijn een goede detaillering (juiste houtsoort en geen onnodige vochtrophoping) en het gebruik van duurzaam hout (gecertificeerd hout afkomstig uit een duurzaam beheerd bos). Als voor het thema materialen en grondstoffen een hoger ambitieniveau wordt nagestreefd, dan kan een gunningscriteria worden opgesteld voor de milieuprestatie van de constructie.

In het rapport "vergelijkende LCA studie bruggen"<sup>1)</sup> van Beco uit 2013 wordt de duurzaamheidsscore van verschillende fietsbruggen vergeleken. Uit deze studie naar de levenscyclus van bruggen blijkt, dat houten fietsbruggen de laagste milieubelasting (MKI-waarde) hebben in vergelijking tot de andere beoordeelde bruggen van staal, beton en composiet. Hout is niet alleen milieubelastend bij gebruik in

constructies, maar levert tevens een positieve bijdrage aan het milieu door o.a. de opslag van CO<sub>2</sub> in de houtconstructie en het leveren van groene energie bij verbranding aan het einde van de levensduur. **Als de milieubelasting en de milieuwinst van houten bruggen met elkaar verrekend worden, heeft hout een zeer lage netto MKI-waarde.** De andere onderzochte materialen hadden geen positieve impact op het milieu.

De houtbranche voert momenteel een LCA-studie uit naar de milieu-impact van damwanden van tropisch hardhout<sup>3)</sup>. Onderdeel van het onderzoek is een verkennende studie naar vergelijkbare damwandprofielen in kunststof en staal.

<sup>1)</sup> [www.duurzaamgww.nl/](http://www.duurzaamgww.nl/)

<sup>2)</sup> . Beco (2013), *Vergelijkende LCS studie bruggen, vaststellen van duurzaamheidsscore van bruggen uitgevoerd in staal, beton, composiet en hout*

<sup>3)</sup> . [www.houtwereld.nl/nieuws/403/houten-damwand-aan-kop-in-lca](http://www.houtwereld.nl/nieuws/403/houten-damwand-aan-kop-in-lca)

## 3. Duurzaam hout

In 2013 was circa 75 procent van de totale Nederlandse houtproductie afkomstig uit duurzaam beheerde bossen<sup>1)</sup>. Van het geproduceerde tropisch hardhout was circa 40 procent afkomstig uit duurzaam beheerde bossen. In 2012 was 6 tot 11 procent van het areaal aan bossen gecertificeerd als duurzaam beheerd bos. Duurzaam beheer wil zeggen dat de ecologische, sociale en economische functies van een bos in balans zijn.

In 2008 heeft de overheid negen criteria vastgesteld, om te toetsen of hout duurzaam geproduceerd is (Dutch Procurement Criteria for Timber). De toetsingscommissie Inkoop Duurzaam Hout is verantwoordelijk voor de toetsing van certificatiesystemen. Een certificatiesysteem dient aan tenminste 7 van de 9 criteria te voldoen, om als systeem toegelaten te worden tot het inkoopbeleid van de overheid. FSC en PEFC zijn de bekendste certificatiesystemen van Nederland.

Duurzaam beheerde tropische bossen zijn o.a.

belangrijk voor de opname van CO<sub>2</sub>. Duurzaam beheer gaat namelijk ontbossing tegen. **Om het duurzaam beheer van tropische bossen te stimuleren, is het van belang de producten uit deze bossen af te nemen.** Als de Europese vraag naar duurzaam tropisch hardhout toeneemt, dan heeft Europa meer inspraak in de toekomst van de tropische bossen. Als de Europese vraag naar duurzaam tropisch hout daalt, dan wordt de stimulans voor duurzaam beheer kleiner en zal er meer tropisch hardhout uit slecht beheerde bossen afgenomen worden.

Een keurmerk is alleen geldig als alle schakels in de keten gecertificeerd zijn. Deze keten wordt de Chain of Custody (C.o.C.) genoemd. De Chain of Custody wordt gecontroleerd door een onafhankelijke partij. Het eerste deel van de keten is gecertificeerd. Van de aannemers, het laatste deel van de keten, zijn in de Grond- Weg- en Waterbouw nog maar weinig aannemers gecertificeerd.

<sup>1)</sup>[www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl1465-Duurzaam-hout,-import-en-marktaandeel.html?i=20-19#](http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl1465-Duurzaam-hout,-import-en-marktaandeel.html?i=20-19#)

## 4. Houtaantasting

In de GWW wordt veel hout gebruikt bij de bescherming van oevers in de vorm van beschoeiingen en damwanden. Traditioneel wordt veel tropisch hardhout gebruikt als de constructie zich zowel onder als boven de waterlijn bevindt. Hout is een biologisch materiaal dat gevoelig is voor aantasting. In Nederland is de schimmelaantasting boven de waterlijn bepalend voor de levensduur van de constructie. Onder de waterlijn wordt de constructie aangetast door bacteriën. **De aantasting door bacteriën gaat veel langzamer dan de aantasting door schimmels.**

### *Aantasting boven de waterlijn*

Schimmels komen voor als de omstandigheden voor hen gunstig zijn. Schimmels gedijen als er zuurstof beschikbaar is in combinatie met een voor hen gunstig vochtgehalte en temperatuur. Schimmelvorming begint vanaf een houtvochtgehalte van 22 procent. Vanaf een houtvochtgehalte van 26 procent ontwikkelen de schimmels zich sneller. Bij lage temperaturen gaat de schimmelontwikkeling langzamer.

Door de capillaire werking van hout zal ook een gedeelte van de houtconstructie boven de waterlijn geheel verzadigd zijn met water, waardoor de schimmelzone niet direct boven de waterlijn begint. In veel situaties zal het niveau van de waterlijn niet constant zijn. Het waterpeil kan bijvoorbeeld gedurende het jaar schommelingen vertonen als zomer- en winterpeil verschillen.

Bij beschoeiingen en damwanden die boven de waterlijn uitkomen, zijn de omstandigheden ideaal voor schimmels, doordat de constructies permanent in het water staan. Schimmels krijgen niet direct vat op een houtconstructie, doordat hout een natuurlijke weerstand heeft tegen schimmelvorming. Deze weerstand wordt de natuurlijke duurzaamheid van hout genoemd. De natuurlijke duurzaamheid verschilt per houtsoort. Beschoeiingen van tropisch hardhout uit de hoogste duurzaamheidsklasse gaan 25 tot 30 jaar mee. Damwanden gaan circa 25 procent langer mee dan beschoeiing bestaande uit palen en schotten, doordat damwandplanken dikker zijn. De natuurlijke duurzaamheid heeft alleen betrekking op het kernhout. Het spinhout van alle houtsoorten is gevoelig voor schimmelaantasting, daarom valt spinhout in de laagste duurzaamheidsklasse.

Schimmels die hout aantasten zijn onder te verdelen in een groep schimmels die de celwand wel en een groep schimmels die de celwand niet aantasten. De celwand bestaat o.a. uit cellulose en lignine. Schimmels die de celwand niet aantasten zijn relatief onschadelijk (blauwschimmels). Schimmels die de celwand wel aantasten zijn onder te verdelen in:

- Witrot, waarbij lignine en cellulose gelijktijdig worden aangetast (tot 100 mm per jaar);
- Bruinrot, waarbij het lignine wordt aangetast vooral binnen in het hout (tot 100 mm per jaar);
- Zachtrots, waarbij het cellulose van de buitenkant van het hout wordt aangetast (tot 10 mm per jaar).

Vooral witrot en bruinrot kunnen, zodra ze vat krijgen op het hout, het hout snel aantasten. Zachtrots gaat een factor 10x zo langzaam als witrot en bruinrot. De natuurlijke weerstand tegen schimmelaantasting wordt bepaald door eigenschappen van het hout. Er zijn houtsoorten met stoffen die giftig zijn voor schimmels (fungiciden). Bij andere houtsoorten komt het vocht niet diep het hout binnen door de zeer dichte



houtstructuur. De mate waarin celwanden opgebouwd zijn uit moeilijk afbreekbare celwandstof is ook van belang.

#### *Aantasting onder de waterlijn*

Onder de waterlijn is hout permanent verzadigd met water. In het algemeen gedijen schimmels onder de waterlijn niet, doordat oppervlaktewater maximaal 12 mg/l zuurstof bevat <sup>1)</sup>, wat volgens SHR voor schimmels te weinig is. Bepaalde schimmels (zachtrotters) kunnen voorkomen als het water 25mg/l zuurstof bevat. Dit is mogelijk als het water erg turbulent is door de nabijheid van een waterval of intensieve scheepvaart.

Onder de waterlijn wordt een houtconstructie aangetast door bacteriën. De bacteriële aantasting vindt plaats over de gehele oppervlakte van de constructie onder de waterlijn. Een reeks van verschillende soorten bacteriën zijn afhankelijk van elkaar. De afvalproducten van een soort bacteriën zijn de voedingsstoffen voor een andere groep bacteriën.

Bacteriën zijn langzame houtaantasters, die vanaf het houtoppervlak naar binnen werken. De aantasting gaat met een snelheid van maximaal 1 mm per jaar <sup>2)</sup>. De aantastingssnelheid wordt bepaald door de aanwezigheid van fungiciden en de waterdoorlatendheid van het hout. Fungiciden bevinden zich in het kernhout en zijn giftig voor bacteriën, waardoor fungiciden de aantasting remmen. Bij hout met een open structuur vindt waterbeweging in het hout plaats, wat van belang is voor de aantasting door bacteriën. **Hout met een minder open structuur wordt minder of niet aangetast door bacteriën.**

De mate van fungiciden in het kernhout en de mate waarin hout een open of gesloten structuur heeft, verschillen per houtsoort. Daarnaast heeft spinhout een opener structuur dan kernhout.

**Doordat de aantasting van een houtconstructie onder water (bacteriën) langzamer verloopt dan de aantasting boven de waterlijn (schimmels), kan het deel van de constructie dat permanent onder water staat, uitgevoerd worden in een lagere duurzaamheidsklasse.** Voor toepassing onder water kan goedkoop Europees naaldhout gekozen worden, mits gekozen wordt voor de juiste houtsoort. Daarbij is met name de structuur van het spinhout van belang. Het spinhout van grenen is open van structuur en

wordt aangetast door bacteriën. Het spinhout van vuren is minder open en is daarom minder gevoelig voor aantasting door bacteriën. Vanwege deze eigenschap heeft vurenhout de voorkeur voor gebruik onder water. Een beschoeiing van vurenhout heeft, mits de constructie permanent onder water blijft, een technische levensduur van 50 jaar <sup>3)</sup>.

Van belang is ook de hoeveelheid spinhout. Paalhout heeft rondom spint, terwijl langshout slechts een laag spint heeft aan een rand van de plank.

<sup>1)</sup> [www.f3o.nl/03\\_SHR.ppt](http://www.f3o.nl/03_SHR.ppt)

<sup>2)</sup> [www.f3o.nl/04.SHR\\_houtaantasting\\_onder\\_water\\_stopt\\_het\\_ooit.pdf](http://www.f3o.nl/04.SHR_houtaantasting_onder_water_stopt_het_ooit.pdf)

<sup>3)</sup> [www.hipgroen.nl/wp-content/uploads/documents/HIP-Groen\\_Rapport\\_SHR.pdf](http://www.hipgroen.nl/wp-content/uploads/documents/HIP-Groen_Rapport_SHR.pdf)

## 5. Alternatieven voor tropisch hardhout

Er zijn verschillende redenen waarom de markt naar alternatieven voor tropisch hardhout zoekt. Zo wordt kwalitatief hardhout schaarser, waardoor de prijs ervan oploopt. Daarnaast hebben alternatieven als HDPE kunststof en thermisch veredeld naaldhout een technische levensduur die ongeveer tweemaal zo lang is als die van tropisch hardhout. Een derde reden is de voorkeur voor lokale hulpbronnen, om o.a. de CO<sub>2</sub> uitstoot te beperken.

Houten damwanden zijn toepasbaar in situaties waar damwandplanken nodig zijn met een lengte tot circa 6 à 7 meter in combinatie met een technische levensduur van 25 jaar. In deze situaties zijn de volgende alternatieve materialen een alternatief voor tropisch hardhout:

- Thermisch verduurzaamd naaldhout;
- Combi-damwand;
- Beton;
- Kunststof;
- Staal.

Deze materialen worden hieronder besproken, waarbij gekeken wordt naar de technische levensduur en de kosten voor aanschaf, plaatsing en onderhoud.

Voor combi-damwand zijn verschillende combinaties beschikbaar op de markt. Bij combi-damwand wordt goedkoop Europees naaldhout (onder water) gecombineerd met tropisch hardhout, kunststof of thermisch verduurzaamd naaldhout (boven water).



*Kunststof damwand met afwerkrand van tropisch hardhout*

#### *Technische levensduur*

De materiaalkeuze is medebepalend voor de levensduur van de damwand, naast andere ontwerpaspecten en een correcte plaatsing. De materialen kunststof HDPE, beton en hebben allen een langere technische levensduur dan tropisch hardhout.

**Deze alternatieven gaan tenminste 50 jaar mee, dus circa twee zo lang als tropisch hardhout.** Dit scheelt na 25 jaar een extra ronde aan ontwerp-, aanschaf- en plaatsingskosten.

Thermisch verduurzaamd hout is nog relatief jong. De levensduur zal zich nog moeten bewijzen. In het verleden is niet al het thermisch verduurzaamd hout geschikt gebleken voor GWW-toepassingen.

Combi-damwanden waarbij boven water tropisch hardhout wordt gebruikt, gaan niet langer mee dan damwanden van volledig tropisch hardhout. Het voordeel van deze combi-damwanden ligt in de lagere aanschafprijs vanaf bepaalde planklengtes.

#### *Materiaalkosten*

Betonnen damwandplanken kunnen in aanschaf circa 40 procent goedkoper zijn dan damwandplanken van duurzaam tropisch hardhout.

Combi-damwandplanken van naaldhout en tropisch hardhout zijn vanaf een planklengte van circa 5 meter voordeliger dan planken van volledig tropisch hardhout. Belangrijk is de verhouding tussen naaldhout en tropisch hardhout. Afhankelijk van de afmetingen is naaldhout circa driemaal zo goedkoop als tropisch hardhout. Het productieproces om beide houtsoorten te verbinden is relatief duur, zodat combi-damwand niet interessant is voor lage damwanden.

Stalen damwandplanken zijn duurder in aanschaf dan planken van tropisch hardhout. Stalen damwand is vanwege de vorm van de planken (groot weerstandmoment) geschikt voor zware constructies. Een ander voordeel is de beschikbaarheid van lange planklengten.

Thermisch verduurzaamd hout en kunststof zijn als materiaal duurder dan tropisch hardhout. Het voordeel van deze materialen is de langere technische levensduur.

#### *Plaatsing en onderhoud*

Damwandplanken van tropisch hardhout zijn eenvoudig te bewerken, wat bijvoorbeeld van belang is bij het aanbrengen van de gordingen. Houten damwandplanken zijn minder breed dan damwandplanken van beton of staal, zodat er eenvoudig bochten meegemaakt kunnen worden. Door de kleine plankbreedte zijn de planken met relatief licht materieel te plaatsen. Het plaatsen van damwanden van thermisch verduurzaamd hout en combi-damwand is vergelijkbaar met het plaatsen van damwand van tropisch hardhout. Damwandplanken van beton zijn circa zevenmaal zo zwaar als van tropisch hardhout, wat gevolgen kan hebben voor de zwaarte van het in te zetten materieel. Beton kan beschadigen bij het plaatsen, wat voor beton eerder een bezwaar is dan voor hout vanwege de benodigde minimum dekking van de wapening. De aanwezige wapening en benodigde dekking zijn ook beperkingen bij het bewerken van beton. Betonnen damwanden behouden hun sterkte in de loop van de tijd.

Kunststof damwanden zijn eenvoudig te bewerken en door het lage gewicht eenvoudig te plaatsen. Geschikt voor relatief lichte constructies. De weekmakers in kunststof zijn gevoelig voor UV-straling, waardoor de sterkte in de tijd afneemt. Het kunststof

kan beschermd worden tegen UV-straling door toevoegingen aan de grondstof of door de oppervlakte te beschermen met een coating.

Voor stalen damwand is zwaarder materieel nodig dan bij houten damwand, omdat de stalen wandplanken breder zijn. Stalen damwand is gevoelig voor corrosie, waardoor in de loop van de tijd de sterkte afneemt en de levensduur beperkt wordt. De corrosie kan worden tegen gegaan door het toepassen van een kathodische bescherming.

### Conclusies

Conclusies over de verschillende materialen.

- Beton kan in situaties de voordeligste keuze zijn. In de loop van de tijd neemt de sterkte van beton niet af. Wel kan beton beschadigen. In plaatsing is beton minder flexibel dan hout.
- Tropisch hardhout is voor constructies met een gewenste levensduur tot 25 jaar economisch vaak de voordeligste keuze, doordat het materiaal voor veel projecten betaalbaar is en het relatief eenvoudig te plaatsen is. Bij houten damwanden vanaf 5 meter hoogte kunnen combi-damwandplanken van tropisch hardhout en naaldhout een besparing opleveren.
- Combi-damwand waar naaldhout gecombineerd wordt met kunststof of thermisch verduurzaamd hout is gunstig als er hoge eisen gesteld worden aan de technische levensduur (meer dan 25 jaar). Het voordeel van deze materialen is dat het net als tropisch hardhout eenvoudig te plaatsen is.
- Kunststofdamwand is toepasbaar in lichte constructies.
- Staal is geschikt voor zware constructies en als planken nodig zijn van meer dan 8 meter lengte.

## 6. Innovatieve beschoeiing

In dit laatste hoofdstuk wordt een innovatieve beschoeiing besproken, die bestaat uit een combinatie van materialen, waarvan de technische levensduur tenminste 50 jaar bedraagt. In samenwerking met

gemeente Gouda heeft HIP Groen uit Driebruggen deze beschoeiing ontwikkeld als duurzaam alternatief voor beschoeiingen van tropisch hardhout. De beschoeiing is geschikt voor het keren van oevers met een hoogte tot maximaal 40 cm boven de waterlijn. Waar lange palen nodig zijn, zoals in veengebieden, is dit beschoeiingssysteem concurrerend met beschoeiingen van tropisch hardhout.

Onder de waterlijn wordt vurenhout toegepast. Vurenhout is door de dichte structuur van zowel spint- als kernhout goed bestand tegen aantasting door bacteriën. In de zone rondom en boven de waterlijn, die gevoelig is voor schimmelaantasting, wordt kunststof HDPE gebruikt. Deze combinatie van vurenhout en kunststof HDPE heeft een technische levensduur van tenminste 50 jaar, mits de vurenhouten schotten permanent onder water blijven. Vanwege schimmelaantasting gaat een traditionele beschoeiing van tropisch hardhout 25 tot 30 jaar mee.

Als uitgangspunt bij het ontwerpen van deze beschoeiing is genomen het maximaal gebruik maken van aantrekkelijk geprijsd Europees naaldhout. Kunststof HDPE wordt alleen gebruikt waar het technisch nodig is. Het gebruikte hout is afkomstig uit duurzaam beheerd bos, wat aangetoond wordt met een PEFC-certificaat. Al het kunststof is volledig gerecycled.

Vurenhout is duurzamer dan gerecycled kunststof. Vurenhout is een hernieuwbare grondstof, terwijl kunststof gemaakt wordt van een eindige grondstof (aardolie).



*Beschoeiing type Gouda van HIP Groen*



Onderstaande tabel laat zien dat in veengebieden, waar lange palen nodig zijn en de oeverhoogte boven de waterlijn beperkt is, het mogelijk is om ruim 80 tot 90 procent vurenhout toe te passen in een beschoeiing.

Een tweede ontwerpaspect is snelle plaatsing. Traditioneel worden meestal eerst de palen geplaatst en daarna de schotten, waarna tenslotte de schotten en de palen aan elkaar worden verbonden met slotbouten. Bij beschoeiing type Gouda zijn geen slotbouten nodig, wat veel tijd bespaart. De palen zijn snel op de juiste plaats te zetten, door ze in geleidebuizen te steken die al aan het schot vast zitten. Eerst wordt het schot geplaatst, waarna de palen in geleidebuizen worden gestoken, die al aan het schot vastzitten. Zo zijn de palen snel op de juiste plaats te zetten en in de bodem te drukken of te trillen. De bevestiging van de palen aan de schotten wordt gerealiseerd doordat de palen in de geleidebuizen klemmen, zodra de voorgedroogde palen zich volgezogen hebben met water. Totdat moment is een spijker

afdoende om het schot te fixeren tegen opdrijven. Het bovenste deel van een vurenhouten paal, het gedeelte dat zich boven de waterlijn bevindt, zal in de loop van de tijd weggroten. Dit benadeelt de stabiliteit van de beschoeiing niet, omdat de paal onder de waterlijn over voldoende lengte in de geleidebuis knelt. Door dit knellen wordt de geleidebuis constructief één geheel met de houten paal.

De beschoeiing is robuuster ontworpen dan andere beschoeiingen, waarin kunststof en naaldhout worden gecombineerd. De beschoeiing kan daarom met zwaarder materieel geplaatst worden, zodat het in meer situaties toepasbaar is. Zo kan in moeilijkere bodems met puin en zandlagen de beschoeiing worden geplaatst door een graafmachine met trilblok.

Opgeteld zijn de kosten voor materiaal en plaatsing in veengrond vergelijkbaar met de kosten voor een traditionele beschoeiing van tropisch hardhout, terwijl de technische levensduur ongeveer het dubbele is.

## Volumepercentages vurenhout en HDPE

| Schothoogte<br>Omschrijving<br>cm |   | Volume<br>vurenhout<br>[%] | Volume<br>HDPE<br>[%] | Totaal<br>[%] |
|-----------------------------------|---|----------------------------|-----------------------|---------------|
| 60                                | Paal: rond 85 mm, L=2500 mm, h.o.h. 625 mm<br>Schot: 350 mm HDPE, 250 mm vurenhout  | 81,5                       | 18,5                  | 100           |
| 80                                | Paal: rond 85 mm, L=3000 mm, h.o.h. 625 mm<br>Schot: 350 mm HDPE, 450 mm vurenhout  | 85,6                       | 14,4                  | 100           |
| 100                               | Paal: rond 85 mm, L=3500 mm, h.o.h. 625 mm<br>Schot: 350 mm HDPE, 650 mm vurenhout  | 88,2                       | 11,8                  | 100           |
| 120                               | Paal: rond 95 mm, L=4000 mm, h.o.h. 625 mm<br>Schot: 350 mm HDPE, 850 mm vurenhout  | 90,1                       | 9,9                   | 100           |
| 140                               | Paal: rond 95 mm, L=4500 mm, h.o.h. 625 mm<br>Schot: 350 mm HDPE, 1050 mm vurenhout | 91,4                       | 8,6                   | 100           |

### Toelichting:

HIP Groen beschoeiing type Gouda (hoogte tot 20 cm boven de waterlijn)

Grondslag veen

Vurenhout PEFC (planken, klampen en palen)

Kunststof HDPE volledig gerecycled (paneel en geleidebuizen)



**HIP Groen**

Driebruggen

T: 085 - 75 000 75

[info@hipgroen.nl](mailto:info@hipgroen.nl)

[www.hipgroen.nl](http://www.hipgroen.nl)