

Duurzaam produceren

PROJECT 'NIEUWE HOUTSOORTEN VOOR DE WATERBOUW'

Duurzaam geproduceerd en gecertificeerd hout wordt steeds meer gemeengoed. Inherent aan duurzaam bosbeheer is het op de markt komen van nieuwe, relatief onbekende houtsoorten, zoals een aantal 'zware' voor de waterbouw. FSC Nederland onderwierp via het project 'Nieuwe houtsoorten voor de waterbouw' de momenteel leverbare soorten uit Brazilië, Guatemala en Bolivia aan een duurzaamheids- en sterkteonderzoek, met verheugend resultaat.



De vraag was: presteren deze Latijns Amerikaanse soorten qua duurzaamheid en sterkte even goed als de reeds bekende waterbouwhoutsoorten? Om verantwoord te construeren, zijn de beschikbare, veelal indicatieve gegevens niet nauwkeurig genoeg. Dat was voor FSC Nederland reden voor het onderzoek. De uitkomsten zijn gunstig: het merendeel van de 'nieuwe' houtsoorten blijkt geschikt voor waterbouwkundige constructies.

Maar ook de wijze van detailleren speelt een belangrijke rol. De traditionele manier, zoals we die kennen van

remmingwerken en meerstoelen, is eigenlijk houtonvriendelijk. De directe hout-op-houtverbindingen en het ingekeepte kopse hout hebben een dusdanige permanente vochtbelasting, dat ook de bekende houtsoorten van duurzaamheidsklasse 2 en 1 vaak niet langer dan 25 respectievelijk 35 jaar meegaan. Met verbeterde, duurzame detailleringen bereikt men daarentegen een aanzienlijke verlenging van de levensduur en is het bovendien verantwoord hout van duurzaamheidsklasse 3 toe te passen. In het kader van het project is een werkboek gemaakt,

waarin de traditionele en verbeterde constructiedetails met hun vochtbelasting en te bereiken levensduur naast elkaar zijn gezet.

Nieuwe houtsoorten

Op veel plaatsen in de wereld wordt hard gewerkt aan duurzaam bosbeheer. De motivatie hiervoor is een halt toe te roepen aan het verloren gaan van veel bosareaal als gevolg van slecht beheer. Bij goed bosbeheer gaat het bovenal om de instandhouding van het bos, met inbegrip van de ecologische functies, biodiversiteit en natuur-

en detailleren

waarde. Het hieruit voortvloeiende kapbeleid en de selectie welke bomen worden geveld, maakt dat er meer en andere houtsoorten op de markt komen. Voor de toepasser is het echter haast ondoenlijk uit deze veelheid een juiste keuze te maken. Toch is het niet nodig dat constructeurs en aannemers alle houtsoorten bij naam kennen en op uiterlijk kunnen herkennen. Veel belangrijker is dat men kan volstaan met het voorschrijven welke sterkten duurzaamheidsklasse het te leveren hout minimaal moet bezitten. Van de houtsoorten dienen derhalve de prestaties op het vlak van sterkte en duurzaamheid eenduidig bekend te zijn. Deze worden bij voorkeur bepaald met snelle, non-destructieve testmethoden. In het kader van het project is gebruik gemaakt van dergelijke beproevingsmethoden voor de indeling van een aantal nieuwe houtsoorten uit Brazilië, Guatemala en Bolivia.

Zestien nieuwe soorten

Voor bij waterbouwkundige constructies heeft men in de praktijk behoefte aan duidelijkheid over de duurzaamheid van een nieuwe houtsoort. Literatuur- en lokale gegevens zijn indicatief en vaak niet eenduidig. Om te zorgen dat de benodigde data beschikbaar komen, heeft FSC Nederland aan SHR Hout Research te Wageningen opdracht gegeven de duurzaamheid bij grondcontact van zestien Latijns Amerikaanse houtsoorten te bepalen. Dit is gedaan met de relatief snelle laboratoriumtesten volgens NVN-ENV 807 (*Houtverduurzamingsmiddelen - Bepaling van de werking tegen zachtrotschimmels en andere groundbewonende micro-organismen*); bij de traditionele 'kerkhofproef' vergt het onderzoek soms meer dan 25 jaar.

Houtsoorten inschalen

Bij de laboratoriumtest plaatst men per houtsoort 160 stukjes hout, afkomstig van 20 verschillende planken, in bakken met grond. Na 16, 24 en 32 weken wordt een deel van de monsters uit de bakken gehaald en gewogen. Het gewichtsverlies aan het eind van

TABEL 1. ZESTIEN HOTSORTEN UIT BRAZILIË, GUATEMALA EN BOLIVIA. BEPALING VAN DE DUURZAAMHEID IN GRONDCONTACT

Handelsnaam	Botanische naam	Herkomst	Duurzaamheidsklasse
Cuchi (urunday)	Astronium urundeuva, A. macrocalyx, A. concinnum, A. balansae	Bolivia	2
Curupay	Piptadenia macrocarpa	Bolivia	2
Sapucaia	Lecythis pisonis	Brazilië	2
(Louro) itaúba	Mezilaurus itauba	Brazilië	2
Piquia	Caryocar villosum	Brazilië	3
Sucupira amarela (mandioqueira, gele kabbes)	Qualea paraensis	Brazilië	2
Sucupira vermelho (andira, rode kabbes)	Andira spp.	Brazilië	3
Muiracatiara (gonçalo alves)	Astronium lecontei Ducke	Brazilië	2
Acapu (bruinhart)	Vouacoupa americana Aubl.	Brazilië	2
Jarána	Lecythis spp.	Brazilië	2
Manchiche	Lonchocarpus spp., L. hondurensis	Guatemala	3
Pucte	Bucida buceros	Guatemala	3
Tatajuba	Bagassa guianensis	Brazilië	1
Parajuba	Manilkara spp.	Brazilië	2
Massaranduba	Manilkara huberi	Brazilië	2
Maparajuba	Manilkara spp.	Brazilië	2

◀ Beton-houtconstructie. Remmingwerk van beton met houten wrijfgordingen en -stijlen. De houten balken zijn over de gehele lengte rechtstreeks aan de betonnen ondergrond bevestigd. De boutkoppen zijn ingelaten in het hout. In de wrijfstijlen zitten inkepingen bij de aansluiting met de gordingen.

de proef is een maat voor de duurzaamheid bij grondcontact. Aan de hand van de zogeheten x-waarde kan men nu de houtsoort inschalen in een van de duurzaamheidsklassen uit NEN-EN 350-1 (*Duurzaamheid van hout en op hout gebaseerde producten - Natuurlijke duurzaamheid van massief hout - Deel 1: Richtlijn voor de principes van het beproeven en het classificeren van de natuurlijke duurzaamheid van hout*). Officieel bestaat er nog geen gevalideerde correlatie tussen laboratoriumtest en duurzaamheidsklassen. In de praktijk wordt deze echter al wel gehanteerd. De uitkomst van het onderzoek is dat vier van de geteste houtsoorten in duurzaamheidsklasse 3 vallen en twaalf in ten minste klasse 2, in welke laatste ook azobé zit volgens NEN-EN 350-2 (*Deel 2: Richtlijn voor de natuurlijke duurzaamheid en behandelbaarheid van geselecteerde voor Europa belangrijke houtsoorten*). Zie tabel 1.

(Non-)destructieve bepaling

Het destructief bepalen van de sterktecijfers, waarbij een groot aantal balken op bezwijken wordt belast, is een

omvangrijke en kostbare aangelegenheid. Voor het beproeven van meerdere nieuwe houtsoorten is deze werkwijze niet aan de orde. In plaats daarvan is voor de sterktebepaling van negen Braziliaanse houtsoorten gebruik gemaakt van de non-destructieve testmethode, ontwikkeld door TNO Bouw te Delft. De werking van de TNO Mobile Timber Grader is gebaseerd op een trillingsmeting, gecombineerd met de gewichtsbepaling via weging. Per houtsoort zijn 40 balken getest, waarvan 75% op non-destructieve wijze met de trillingsmeting en slechts 25% met de traditionele destructieve beproevingsmethode. De zogeheten karakteristieke waarden van de drie voor de sterkteklasse-indeling benodigde grootheden - buigsterkte, elasticiteitsmodulus en volumieke massa - heeft men vervolgens berekend door de non-destructieve en destructieve meetgegevens te combineren. Aldus heeft men de houtsoorten kunnen indelen in sterkteklassen, variërend van D30 t/m D50. Naast de sterkteklasse-indeling ▶

heeft TNO bovendien de Janka-hardheid bepaald. Deze eigenschap is een belangrijke maat voor de slijtvastheid, wanneer hout bijvoorbeeld in een remmingwerk wordt toegepast. Zie tabel 2.

Werkboek details

Een voor de hand liggende vraag is nu of de in duurzaamheidsklasse 3 ingedeelde houtsoorten op dezelfde manier toepasbaar zijn als de 'bekende' waterbouwhoutsoorten. Voor de beantwoording dient men de aandacht te richten op de verbindingen in de constructie. Vochtphoping en houtaan-tasting spelen zich vooral daar af. Bij de traditionele constructiewijze worden gordingen, klossen en kespen met boutverbindingen strak tegen de palen bevestigd. Algemeen bezwaar hiervan is dat de directe hout-op-houtverbindingen met hun grote aansluitvlakken in feite voortdurend nat zijn en blijven. Van oudsher maakt men voor dit soort constructies gebruik van houtsoorten uit duurzaamheidsklasse 2 en 1. Echter, door de voortdurende hoge vochtbelasting is ook dit hout na 25 respectievelijk 35 jaar aangetast en moeten de constructies worden gerenoveerd of vervangen.

Veel beter is het met een aangepaste detaillering het directe hout-op-hout-

TABEL 2. NEGEN BRAZILIAANSE HOUTSOORTEN. INDELING IN STERKTEKLASSEN EN HARDHEID VOLGENS JANKA

Handelsnaam	Botanische naam	Sterkte-klasse*	Janka-hardheid (N)**	
			Langsvlak	Kopse vlak
Cupiúba (kopie)	Goupia glabra	D35	9716	9928
(Louro) itaúba	Mezilaurus itauba	D40	5667	6548
Sucupira amarela (mandioqueira, gele kabbes)	Qualea paraensis	D40	10.094	12.180
Sucupira vermelho (andira, rode kabbes)	Andira spp.	D30	7136	9421
Uchi torrado (uxi)	Sacoglottis guianensis, Vantanea parviflora, V. micranta	D40	9832	11.506
Muiracatiara (gonçalo alves)	Astronium lecointei Ducke	D40	9490	8752
Jarána	Lecythis spp.	D40	9365	9322
Sapucaia	Lecythis pisonis	D50	13.999	14.084
Piquia marfim (araracanga)	Aspidosperma desmanthum	D50	10.071	11.095

* Op basis van 40 proefstukken per houtsoort, met reductiefactor van 0,78 op de buigsterkte; bij groter aantal proefstukken heeft de reductiefactor een grotere waarde en is indeling in hogere sterkteklasse haalbaar.
** Bij vochtgehalte 12%.

contact en opsluiting van kopshout te vermijden en daarmee de vochtbelasting drastisch te verminderen. Er zijn goede mogelijkheden voor een verbeterde detaillering. FSC Nederland heeft Ingenieursbureau Boorsma te Drachten een werkboek laten samenstellen met de verbeterde detailleringen naast de traditionele constructiewijzen.

Zie als voorbeelden de figuren 1 t/m 4 aan het eind van het artikel.

Lange levensduur klasse 3

Boorsma heeft dit werk gedaan voor remmingwerken, meerstoelen, bruggen, steigers, sluisdeuren en damwanden. Bij elk geschetst aansluitdetail is kort de mate van vochtblootstelling omschreven en welke duurzaamheidsklasse minimaal nodig is voor het halen van een levensduur van 25, 35 of > 35 jaar. Als hulpmiddel voor het definiëren van de mate van vochtblootstelling is gebruik gemaakt van de indeling

▽ Remmingwerk, gecombineerd met aanlegsteigers.



in risicoklassen volgens NEN-EN 335-1 (*Duurzaamheid van hout en op hout gebaseerde producten - Definitie van risicoklassen voor biologische aantasting - Deel 1: Algemeen*). Zie tabellen 3 en 4.

Duidelijk komt naar voren dat de verbeterde detailleringen enerzijds de levensduur aanzienlijk verlengen en anderzijds het gebruik van hout uit duurzaamheidsklasse 3 mogelijk maken. Er zij vermeld dat een goede detaillering alleen werkt, als er ook regelmatig onderhoud wordt gepleegd (schoonhouden). De verbeterde detailleringen komen deels overeen met de handreikingen in het onlangs verschenen CUR Handboek 213 *Hout in de GWW-sector, 'duurzaam detailleren in hout'*. De aansluitdetails voor met name houten bruggen zijn gebaseerd op praktijkvoorbeelden uit het buitenland, waar veel ervaring is met overspanningen in naaldhout.

Remmingwerk

Remmingwerken, te vinden bij bruggen en sluizen, dienen om schepen te geleiden en de kunstwerken te beschermen tegen aanvaring en beschadiging. De constructie bestaat uit een of meer palenrijen met gordingen. De laatste zorgen ervoor dat de belasting van een schip dat tegen de constructie aanvaart, over meerdere palen wordt verdeeld. De gordingen zijn in de lengterichting gekoppeld via lengtelassen (schuine liplassen). Tussen twee boven elkaar gelegen gordingen zijn verticale wrijfstijlen op de palen bevestigd. Kenmerkend voor deze traditionele opbouw zijn de directe hout-op-hout-verbindingen, vaak gecombineerd met inkepingen in paal en gordingen. Deze laatste zijn brede balken, waarop gemakkelijk water blijft staan en inwaternet in oppervlaktescheuren.

Feiten en getallen

Project:	Nieuwe houtsoorten voor de waterbouw
Opdrachtgever:	FSC Nederland Driebergen
Duurzaamheidsonderzoek:	SHR Hout Research Wageningen
Sterkteonderzoek:	TNO Bouw Delft
Werkboek constructiedetails*:	Ingenieursbureau Boorsma BV Drachten
Leveranciers hout:	Houthandel A. van den Berg BV Nieuwerbrug a/d Rijn, Bekol International BV Aalten, Impa Parket BV Bergen op Zoom, Timbrian Europe NV Oostmalle (B)
Financiering:	Fonds Collectief Onderzoek GWW Ede, Rijkswaterstaat DWW Delft, FSC Nederland Driebergen

* Te downloaden via www.fscnl.org.

TABEL 3. INDELING IN RISICOKLASSEN

Risicoklasse	Toepassing	Bevochtigingsgraad
1	Geen grondcontact, beschermt en droog	Permanent droog, houtvochtgehalte ≤ 20%
2	Geen grondcontact, beschermt met geringe kans op nat worden	Houtvochtgehalte incidenteel, kortdurend > 20% ¹⁾
3	Geen grondcontact, onbeschermt	Houtvochtgehalte regelmatig, kortdurend > 20% ¹⁾
4a	In contact met water	Permanente blootstelling aan vocht (houtvochtgehalte > 20%) ²⁾
4b	In contact met grond	Permanente blootstelling aan vocht/grond (houtvochtgehalte > 20%)
5	In contact met zout water	Permanente blootstelling aan zout water (houtvochtgehalte > 20%) ³⁾

1) Kortdurend: enkele dagen tot een week.

2) Hout dat zich permanent onder water (onder de (grond)waterlijn) bevindt, is afgesloten van vrije zuurstof en wordt niet aangetast. In die situatie is de indeling in een risicoklasse niet relevant.

3) Hout in zout of brak water staat tevens bloot aan mogelijke aantasting door mariene boorders, zoals paalworm en gribbel. De weerstand daartegen wordt niet bepaald door detaillering en indeling in risicoklassen, maar door de specifieke samenstelling van het hout en de aanwezigheid van bepaalde inhoudstoffen. Op deze aantasting gaat dit rapport verder niet in.

De indeling in risicoklassen is gebaseerd op NEN-EN 335-1. Zij vormt een praktisch hulpmiddel voor de beoordeling van de vochtblootstelling en de consequenties voor de toe te passen houtsoorten. Een risicoklasse wordt gekenmerkt door de frequentie en de mate waarin het houtvochtgehalte boven de kritieke waarde van 20% uitkomt. Het optredende houtvochtgehalte is afhankelijk van detaillering van de aansluitingen. Vooral risicoklasse 2, 3 en 4 zijn van belang. Binnen risicoklasse 4 maakt het een groot verschil of er sprake is van daadwerkelijk grondcontact (paal in de grond) of dat het hout weliswaar permanent nat maar vrij van de grond is. Om die reden is hier risicoklasse 4 onderverdeeld in 4a en 4b. NEN-EN 335-1 kent deze onderverdeling niet.

TABEL 4. MINIMAAL BENODIGDE DUURZAAMHEIDSKLASSE VAN HET HOUT PER RISICOKLASSE

Risicoklasse	Houtvochtgehalte	Benodigde duurzaamheidsklasse		
		Gewenste levensduur		
		25 jaar	35 jaar	> 35 jaar
2	Incidenteel, kortdurend > 20%	4	4	4
3	Regelmatig, kortdurend > 20%	3	2	1
4a	Permanent > 20%	2	1	-
4b	Permanent > 20% + grondcontact	1	-	-
5	Permanent > 20% (zout water)	1	1	-

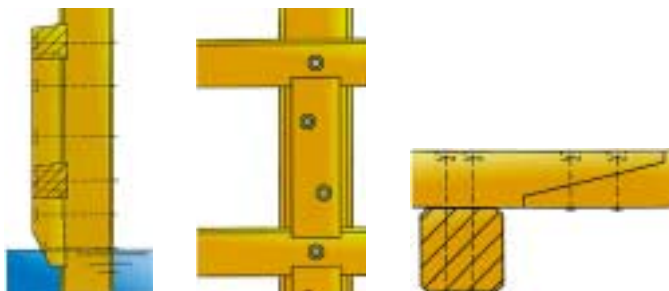
Het verbeterde ontwerp bestaat uit liggers, samengesteld met smallere balken. De balken worden samengevoegd met stalen stiften met tussenringen als afstandhouders, zodat ze vrij van

elkaar blijven. Dankzij de stalen stiften zijn er geen verzonken boutgaten nodig. De bevestiging aan de palen verloopt eveneens met tussenringen. Lengtelassen worden geformeerd met een overlap van de balken. Door alle gordingen boven elkaar aan één zijde van de palen aan te brengen, in plaats van verspringend voor en tussen de palen, is de onderlinge gordingafstand veel kleiner en kunnen wrijfstijlen achterwege blijven.

Deze verbeterde constructiewijze vermindert de vochtbelasting van de gordingen aanzienlijk, zodat de risicoklasse verschuift van 4 naar 3.

Een bijkomend voordeel zijn de kleinere benodigde afmetingen, zodat meer houtsoorten in aanmerking komen.

Figuur 1. Oud: traditioneel remmingwerk



Blootstelling aan vocht: capillaire vochttopzuiging in aansluitvlakken tussen wrijfstijl en paal en tussen gording en paal; vochttopzuiging in kops hout in de ingekepte verbindingen, verzonken boutgaten en schuine liplas; inwatering in langsscheuren in de gordingen bij scheurgevoelige houtsoorten en in geval van (nagenoeg) vierkante doorsnede met ingesloten hart

Risicoklasse: in eerste instantie klasse 3; door permanente aanwezigheid vocht overgaand in 4a; na verloop van jaren door aangetast hout en vuilop-hoping overgaand in 4b

Gewenste levensduur **25 jaar** → duurzaamheidsklasse 2

Gewenste levensduur **35 jaar** → duurzaamheidsklasse 1

Nieuw: remmingwerk met samengestelde gordingen



Blootstelling aan vocht: afwaterend profiel samengestelde gording, waardoor geen water op bovenzijde balken blijft staan; minder scheurvorming door rechthoekige doorsnede van balken; samenstellende balken vrij van elkaar en van paal door tussenringen t.p.v. stift- resp. boutverbinding, zodat geen capillaire aansluitvlakken ontstaan; geen ingelaten boutkoppen en geen wrijfstijl, zodat geen opzuiging in kops hout ontstaat; geen schuine liplas, maar koppeling via overlap met open voeg; regelmatig onderhoud nodig (schoonhouden)

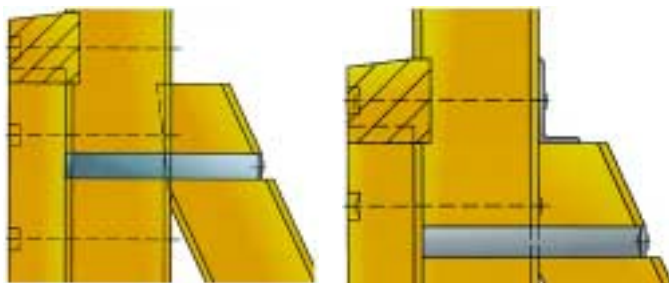
Risicoklasse: 3

Gewenste levensduur **25 jaar** → duurzaamheidsklasse 3

Gewenste levensduur **35 jaar** → duurzaamheidsklasse 2

Gewenste levensduur **> 35 jaar** → duurzaamheidsklasse 1

Figuur 2. Oud: traditionele schoorpaalconstructie



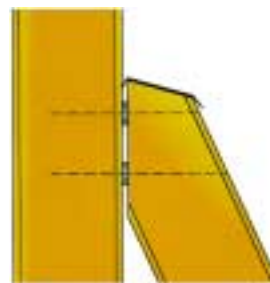
Blootstelling aan vocht: vochttopzuiging in capillaire aansluitvlak (tevens kopshout) tussen schoor- en verticale paal; vochttopzuiging in kopse hout van ingekepte tandverbinding (links) en onder hoekstaal (rechts); vochttopzuiging in ingekepte verbinding van stalen beugel

Risicoklasse: in eerste instantie klasse 3; door permanente aanwezigheid vocht overgaand in 4a; na verloop van jaren door aangetast hout en vuilop-hoping overgaand in 4b

Gewenste levensduur **25 jaar** → duurzaamheidsklasse 2

Gewenste levensduur **35 jaar** → duurzaamheidsklasse 1

Nieuw: schoorpaal met open verbinding



Blootstelling aan vocht: stiftverbinding voor opnemen schoorkracht en tussenringen als afstandhouders, die het hout in het aansluitvlak vrij van elkaar houden; het kopse hout van de schoorpaal is afgedekt via een metalen of kunststof afdekking met afstaande randen (afdruppen)

Risicoklasse: 3

Gewenste levensduur **25 jaar** → duurzaamheidsklasse 3

Gewenste levensduur **35 jaar** → duurzaamheidsklasse 2

Gewenste levensduur **> 35 jaar** → duurzaamheidsklasse 1

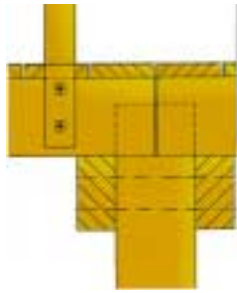
Bruggen

In Nederland worden jaarlijks vele voetgangers- en fietsersbruggen in hout uitgevoerd. De traditionele constructiewijze is het plaatsen van palen met kespen, waarop de langsliggers zijn opge-

legd met daar weer op de dekplanken. Het landhoofd is veelal eenvoudig van opzet: een houten damwand met gording, waarop de brugliggers rusten. Ook worden deze laatste wel rechtstreeks in het talud gelegd. De aanslui-

ting van liggers met kespen, kespen met palen en liggers ter plaatse van het landhoofd zijn directe hout-op-houtverbindingen, waar behalve vocht ook vuil wordt opgehoopt. In Duitsland, Zwitserland, Oostenrijk en Scan-

Figuur 3. Oud: traditionele houten (fiets)brug

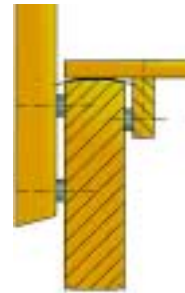


Blootstelling aan vocht: capillaire vochttopzuiging in oplegvlakken aan onderzijde dekplanken; opzuiging in kops hout in aansluiting dekplanken met leuningstijl en in eventuele inkepingen bij verzonken boutkoppen in dekplanken; indien niet regelmatig schoongemaakt: vuilophoping en begroeiing (mos)

Risicoklasse: door permanente aanwezigheid vocht in eerste instantie klasse 4a; door vuil en aangroei (mos) tussen planken en in 'antislip' groeven snel overgaand in 4b

Gewenste levensduur **25 jaar** → duurzaamheidsklasse 1

Nieuw: brugligger met open verbindingen



Blootstelling aan vocht: smalle dekplanken zonder groeven (zie hierna 'open dek'), met stalen stiften (geen verzonken boutgaten) bevestigd aan hulpregel aan onderzijde; langsligger aan bovenzijde afgedekt met metaalplaat of EPDM-rubber: hulpregel en leuningstijl aan weerszijden langsligger bevestigd met houtdraadbouten en tussenringen als afstandhouders; regelmatig onderhoud nodig (schoonhouden)

Risicoklasse: dekplanken 3 à 4a; langsligger en leuningstijl 3

Gewenste levensduur **25 jaar** → langsligger/stijl duurzaamheidsklasse 3

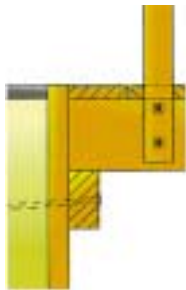
dekplanken duurzaamheidsklasse 2

Gewenste levensduur **35 jaar** → langsligger/stijl duurzaamheidsklasse 2

dekplanken duurzaamheidsklasse 1

Gewenste levensduur **> 35 jaar** → langsligger/stijl duurzaamheidsklasse 1
dekplanken n.v.t.

Figuur 4. Oud: oplegging brugligger op houten damwand



Blootstelling aan vocht: oplegging langsligger op gording van damwand (houten landhoofd); opsluiting kopshout balkeinde; capillair aansluitvlak tussen ligger en gording; opsluiting bovenzijde ligger t.p.v. dekplank tegen damwand; hout ter plaatse voortdurend vochtig; indien niet regelmatig schoongemaakt: vuilophoping en begroeiing (mos)

Risicoklasse: door permanente aanwezigheid vocht klasse 4a; door vuil, begroeiing en reeds aangetast hout overgaand in 4b

Gewenste levensduur **25 jaar** → duurzaamheidsklasse 2

Gewenste levensduur **35 jaar** → duurzaamheidsklasse 1

Nieuw: oplegging brugligger met stalen schoen



Blootstelling aan vocht: oplegging liggereinde hoofdligger met stalen oplegschoen (links); desgewenst deze integreren in stalen dwarsdrager c.q. kipsteun (rechts); bevestiging hoofdligger in stalen schoen met luchtige verbindingen (bouten + tussenringen); voorts voor verdere detaillering hoofdligger: bovenzijde afgedekt, aan onderzijde waterhollen, kopse eind ligger afgeschuind en vrij van grond en beton; hout regelmatig maar kortdurend vochtig, kan meteen weer drogen

Risicoklasse: 3

Gewenste levensduur **25 jaar** → duurzaamheidsklasse 3

Gewenste levensduur **35 jaar** → duurzaamheidsklasse 2

Gewenste levensduur **> 35 jaar** → duurzaamheidsklasse 1

dinavië zijn de bruggen vaak van naaldhout. Hier is de detaillering zodanig, dat luchtige verbindingen en het afdekken van liggers voor risicoklasse 3

zorgen. In geval van een dicht dek is zelfs sprake van klasse 2. Van groot belang is dat het hout bij de opleggingen vrij van de grond blijft. Een goede

mogelijkheid is een stalen oplegschoen op een betonstrook of -poer. □

Jan Banga