

REFERENTIEDOCUMENT

Houtconstructies

Versie 3.1
Datum september 2004
Status definitief

REFERENTIEDOCUMENT

Houtconstructies

Project- en documentidentificatie

Referentiedocument	Houtconstructies
Documentnummer	KuBOS-2004-045-T
Project	KuBOS
Projectcode	PBMS 5664
Versie	3.1
Datum	september 2004
Status	definitief

Vastgesteld

Functie	Naam	datum	paraaf
Projectleider	H.E. Klatter		
Bevoegd gezag	K. Tjaden		
Productmanager Instandhoudingsadviezen	F. Rodewijk		

Auteursrecht

Behoudens uitzondering door de wet gesteld mag zonder schriftelijke toestemming van de Bouwdienst Rijkswaterstaat niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van fotokopie, microfilm, opslag in computerbestanden of anderszins, hetgeen ook van toepassing is op gehele of gedeeltelijke bewerking.

De Bouwdienst Rijkswaterstaat is met uitsluiting van ieder ander gerechtigd de door derden verschuldigde vergoedingen te innen en/of daartoe in en buiten rechte op te treden, voor zover deze bevoegdheid niet is overgedragen.

Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
1.1 Kader	3
1.2 Definities.....	3
1.3 Onderdelen.....	4
1.4 Normen	7
1.5 Leeswijzer	8
2. Functie en functie-eisen	9
2.1 Functies houtconstructies.....	9
2.2 Functie-eisen aan houtconstructies.....	10
3. Ontwerpaspecten van belang voor beheer en onderhoud	13
3.1 Dominante faalmechanismen en verouderingsverloop	13
3.2 Conditieparameters en interventieniveaus	17
4. Onderhoud.....	19
4.1 Onderhoudsvisie.....	19
4.2 Onderhouds- en vervangingsintervallen	19
4.3 Kostenkengetallen	20
5. Inspectie	23
5.1 Uitgangspunten inspectie	23
5.2 Schadebeelden.....	23
5.3 Inspectieinstructies.....	23
6. Literatuur.....	27
Bijlage I Inventarisatie houtconstructies Rijkswaterstaat.....	29

1. Inleiding

1.1 Kader

Dit referentiedocument heeft betrekking op het beheer en onderhoud van houtconstructies in de civiele bouw (met uitzondering van funderingen). Houtverduurzaming wordt in dit document niet behandeld (met uitzondering van de ontwikkeling van milieuvriendelijke methoden).

De in dit document opgenomen informatie heeft betrekking op ruim 95% van alle houtconstructies, die in het beheer en onderhoud zijn bij Rijkswaterstaat (bron: inventarisatie uitgevoerd volgens bijlage I). Hierbij is met name gekeken naar de houtconstructies, die in het verleden het meest frequent zijn toegepast.

De vermelde kennis is grotendeels een bundeling van ervaringen uit de praktijk en theoretische beschouwingen vanuit aanwezige vakliteratuur. De kennis omtrent houtconstructies is bij Rijkswaterstaat met name aanwezig bij de volgende instanties: de Dienstkringen van de Regionale Directies van Rijkswaterstaat, Bouwdienst Rijkswaterstaat en Dienst Weg- en Waterbouwkunde Rijkswaterstaat. Daarnaast zijn er in Nederland een aantal bedrijven en instanties, die gespecialiseerd zijn in de aanleg en herstel van houtconstructies of hierin een adviserende functie vervullen (bijv. Centrum Hout te Almere).

1.2 Definities

In dit document worden de volgende definities gehanteerd:

- Achterhar Een draaistijl van een sluisdeur of een horizontale balk waarom de val van een ophaalbrug draait.
- Cellulose Organische koolstofverbinding in hout [3].
- Duurzaamheidsklasse Een kwaliteitsaanduiding van hout gebaseerd op de natuurlijke duurzaamheid van een houtsoort (voor een overzicht zie tabel 2) [2].
- Dwarsscheuren Scheurvorming evenwijdig aan het kopse of dwarsvlak [2].
- FSC Forest Stewardship Council, organisatie (uit de Verenigde Staten van Amerika) die zich bezighoudt met het opstellen, implementeren en controleren van maatregelen met betrekking tot verantwoorde bosbouw.
- Geleidewerk Een constructie ter geleiding van de scheepvaart voorafgaand aan en in de doorvaart van een schutsluis en/of beweegbare brug.
- K-klasse Een internationale kwaliteitsaanduiding van hout, als referentie naar de sterkte-eigenschappen (NEN 1912, uitgave augustus 1998).
- Lignine Zie cellulose
- Kopse vlak Een kopse vlak is ieder vlak dat loodrecht staat op de lengte-as van de stam¹ [2].
- KVH Kwaliteitseisen Voor Hout voor bouwkundige en waterbouwkundige doeleinden.
- Langsscheuren Scheurvorming evenwijdig aan de lengte-as van de stam [2].
- Natuurlijke
duurzaamheid De natuurlijke duurzaamheid van hout is de mate waarin een bepaalde houtsoort, zonder speciale behandeling, zijn eigenschappen behoudt in de specifieke eindtoepassing [2].

¹ Hierbij dient ook gedacht te worden aan een plank, balk of een paal.

- Remmingwerk Een opstelplaats voor afgemeerde schepen voorafgaand aan de doorvaart van een schutsluis en/of beweegbare brug.
- Wrijfgording Een stuk hout dat aan de buitenzijde van kaden en sluismuren is geplaatst, als stootbescherming voor de scheepvaart.

Voor verdere uitleg van de begrippen wordt verwezen naar de KVH 1980 (NEN 5461).

De interpretatie van de levensduur van een constructie kan verschillend van aard zijn [5]. De belangrijkste begrippen die hiermee verband houden zijn: constructief, maatschappelijk, economisch, technisch en ontwerp.

- Constructieve levensduur: de tijdsperiode waarbij wordt voldaan aan de technische eisen met betrekking tot veiligheid en bruikbaarheid.
- Maatschappelijke levensduur: de tijdsperiode waarbij wordt voldaan aan de functie-eisen.
- Economische levensduur: de tijdsperiode waarbij onderhoud (vanuit financieel oogpunt) in verhouding goedkoper is dan het kunstwerk te slopen eventueel in combinatie met totale nieuwbouw.
- Technische levensduur: een combinatie van constructieve levensduur en maatschappelijke levensduur.
- Ontwerplevensduur: een referentieperiode, zoals deze wordt gehanteerd tijdens het ontwerp (meestal gebaseerd op een aangenomen maatschappelijke levensduur).

In dit document wordt, indien er sprake is van levensduur, gesproken over de technische levensduur.

1.3 Onderdelen

1.3.1 Constructies en onderdelen

Hout is toegepast in diverse typen kunstwerken, zoals sluisen, duikers, stuwen, bruggen en aanleginrichtingen. Daarnaast komt hout voor in oeververdedigingen, aanvaarconstructies en beschermconstructies voor de scheepvaart en in geluidswering. In de onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de meest voorkomende houten onderdelen per kunstwerk(deel).

Kunstwerk(deel)	Onderdelen
Beschermingsconstructies en overige scheepvaartvoorzieningen	Aanvaarconstructie, aanvaarbalk, beschermconstructie, bordes, dukdalf, geleidewerk, gording, hoekbescherming, paal, remmingwerk, schoor, vulklos, wrijfgording, wrijfschort, wrijfstijl
Sluisen, duikers en stuwen	Aanslag, achteraanslag, achterhar, beplanking, bovenregel, onderaanslag, onderregel, middenregel, puntdeur, schoor, schotbalk, schuif, stroombrekbal, tussenregel, vooraanslag, voorhar, wrijfgording, zij-aanslag, zij-afdichting
Bruggen	Aanslag, achterhar, balk, beschermconstructie, bordes, gording, rijvloer, schoor, (vleugel-/ front-)wand, wrijfgording
Oeververdedigingen	Bordes, damwand, wand
Geluidswering	Beplanking, geluidswering

Tabel 1 Kunstwerk(deel) met bijbehorende houten onderdelen

In dit referentiedocument is de onderhoudsstrategie beschreven voor een sluisdeur/schuif, remming- en/of geleidewerk, brugdek en (dam)wand.

1.3.2 Houtsoorten

Voor toepassing in de weg- en waterbouw komen een groot aantal houtsoorten in aanmerking. De meest gangbare soorten zijn in combinatie met hun toepassingen en eigenschappen vermeld in Tabel 2.

Bij de keuze ten aanzien van het toepassen van hout, wegen de volgende aspecten mee: de afmetingen en de kwaliteit. Vooral de factor kwaliteit is hierbij van belang. De kwaliteit wordt voornamelijk bepaald door de mechanische eigenschappen en de duurzaamheid van het materiaal.

Houtsoort	D	K	toepassing	belangrijkste eigenschappen
Angeleim Vermelho	I		O, C	<ul style="list-style-type: none"> • machinaal goed te bewerken • bij het aanbrengen van ijzeren bevestigingsmiddelen in nat hout kunnen grijsblauwe verkleuringen ontstaan • hout geeft af, dus niet toepasbaar voor zitbanken e.d.
Afzelia	I		B	<ul style="list-style-type: none"> • weinig krimp • moeilijk bewerkbaar • neiging tot splijten • redelijk goed bestand tegen zuren • veroorzaakt corrosie bij aanraking met ijzer • verhindert lokale verharding bij aanraking betonspecie moeilijk verfbaar (eventueel voorbehandelen met ammoniak)
Azobé	I	70	C, S, B, O	<ul style="list-style-type: none"> • moeilijk bewerkbaar • moeilijk schroef- en spijkerbaar • beperkte mate bestand tegen zuren en ander chemicaliën • redelijk bestand tegen paalwormaantasting
Bangkirai	I		C, B, O	<ul style="list-style-type: none"> • goed bewerkbaar • slijtvast
Basralocus	I		C	<ul style="list-style-type: none"> • hoog siliciumgehalte in hout • hoge slijtage bewerkingsmaterieel • goed spijkerbaar • goed afwerkbaar met oppervlaktebeschermings-middelen • makkelijk splijtbaar in radiale richting • zeer goed bestand tegen paalwormaantasting
Bilinga	I		C, S, B, O	<ul style="list-style-type: none"> • redelijk bestand tegen paalwormaantasting • hout werkt in hoge mate • voorboren bij schroeven en spijkers noodzakelijk
Bruinhart	I		C	<ul style="list-style-type: none"> • zeer hard • slijtvast
Demerara Groenhart	I		C	<ul style="list-style-type: none"> • redelijk goed bewerkbaar • slecht schroef- en spijkerbaar • zeer goed bestand tegen paalwormaantasting

Houtsoort	D	K	toepassing	belangrijkste eigenschappen
Europees Douglas	III		C	<ul style="list-style-type: none"> goed bewerkbaar
Europees Eiken	II-III		C	<ul style="list-style-type: none"> goed bewerkbaar goed schroef- en spijkerbaar goed afwerkbaar met oppervlaktebeschermings-middelen
Europees Grenen	IV	17/24	O	<ul style="list-style-type: none"> goed bewerkbaar goed afwerkbaar met oppervlaktebeschermings-middelen
Europees Vuren	IV	17/24	heipalen	<ul style="list-style-type: none"> goed bewerkbaar goed schroef- en spijkerbaar goed afwerkbaar met oppervlaktebeschermings-middelen (met uitzondering van beits)
Iepen	IV		B	<ul style="list-style-type: none"> taai en weinig werking
Iroko	I		B	<ul style="list-style-type: none"> van nature moeilijk af te werken met lakken veroorzaakt corrosie bij aanraking met metaal
Jarrah	I		C	<ul style="list-style-type: none"> hard zeer taai
Karri	III		O	<ul style="list-style-type: none"> hard
Keruing	III		C, B	<ul style="list-style-type: none"> goed bewerkbaar goed schroef- en spijkerbaar neiging tot scheurvorming
Lariks	III		B, O	<ul style="list-style-type: none"> hoog harsgehalte
Manbarklak	II		C	<ul style="list-style-type: none"> hoog siliciumgehalte in hout slechts in behakte vorm toe te passen zeer goed bestand tegen paalwormaantasting
Merbau	II		C, S	<ul style="list-style-type: none"> redelijk bewerkbaar redelijk tot moeilijk schroef- en spijkerbaar
Peroba de campos	I		C	<ul style="list-style-type: none"> goed bewerkbaar oppervlakte zorgvuldig afwerken in verband met opstaan houtvezels goed afwerkbaar met oppervlaktebeschermingsmiddelen (met uitzondering van beits)
Robinia	II		C	<ul style="list-style-type: none"> zeer vast hoge splijtweerstand
Walaba	I		C, O	<ul style="list-style-type: none"> goed te bewerken neiging tot splijten redelijk schroef- en spijkerbaar (voorboren)

Tabel 2 Houtsoorten en bijbehorende toepassingen en eigenschappen [bron: 2/4]

B = bruggen / brugdekken

C = beschermconstructies scheepvaart

O = oeeververdedigingen

S = sluisen, duikers en stuwen

De meeste verbindingsmiddelen van houten constructies zijn niet van hout, maar van verzinkt of roestvast staal. Het fysisch, chemisch en mechanisch gedrag van deze middelen is totaal verschillend met dat van hout. Alhoewel deze verbindingsmiddelen van essentieel belang kunnen zijn voor een constructie, worden deze binnen dit document verder niet behandeld. Dit geldt tevens voor lijmverbindingen.

1.4 Normen

De eerste (reken)norm voor houtconstructies vormt de N 1055 (TGB 1955). Hierin zijn een zevental artikelen opgenomen specifiek voor hout. Deze behandelen op hoofdlijnen de maximale drukspanningen van een paar houtsoorten en geven rekenregels ten behoeve van het bepalen van de toelaatbare slankheid bij voornamelijk samengestelde constructies. De eerste uitgebreide normering vindt plaats in 1976, door middel van de NEN 3853 (TGB 1972 Hout). Deze vervangt op dat moment de N 1055 met betrekking tot de bovengenoemde artikelen en aanverwante eisen/normeringen. De TGB 1972 geeft naast sterkte-eisen ook berekeningsmethoden aan. In december 1991 is NEN 6760/6761 (TGB 1990 Houtconstructies) van kracht geworden.

Naast (reken)normen zijn er ook normen voor bepaalde houtsoorten met betrekking tot hun specifieke materiaaleigenschappen. Bijvoorbeeld de normen die gebundeld zijn in de verschillende KVH-en. Hierbij worden onderscheiden de versies van 1966 en 1970. De laatste en tevens huidige normering op dit gebied betreft de KVH 1980 (NEN 5461). Daarnaast zijn er enkele "losse" normeringen, voornamelijk gericht op de woning- en utiliteitsbouw.

In dit document wordt, indien er sprake is van de TGB respectievelijk de KVH, gesproken over de TGB 1990 en de KVH 1980.

1.5 Leeswijzer

Het referentiedocument "Houtconstructies" bestaat uit 6 hoofdstukken en 1 bijlage.

De hoofdstukstructuur van het document is als volgt:

- Hoofdstuk 1 "Inleiding", waarin een beschrijving wordt gegeven van de houtconstructies en houtsoorten waarvoor dit referentiedocument van toepassing is.
- Hoofdstuk 2 "Functies en functie-eisen". In dit hoofdstuk wordt de relatie gelegd tussen houtconstructies en gestelde functie(s) en functie-eisen.
- Hoofdstuk 3 "Ontwerpaspecten van belang voor beheer en onderhoud", waarbij de volgende aspecten aan de orde komen:
 - optredende schadebeelden en functieverlies
 - dominante faalmechanismen en verouderingsverloop;
 - conditieparameters en interventieniveaus.
- Hoofdstuk 4 "Onderhoud". Dit hoofdstuk gaat in op het onderhoud van houtconstructies dat nodig is om de constructie aan de gestelde functie(s) en functie-eisen te laten voldoen. De volgende punten worden behandeld:
 - onderhoudsstrategie;
 - onderhouds- en vervangingsintervallen;
 - kostenkengetallen onderhoud.
- Hoofdstuk 5 "Inspectie", waarbij een overzicht wordt gegeven van de noodzakelijke inspectie-activiteiten en de achtergrond hiervan. Het volgende komt hierbij aan bod:
 - schadebeelden;
 - inspectie-instructies;
- Hoofdstuk 6 "Literatuur".

Bijlage I geeft het resultaat weer van een gedane inventarisatie van onderdelen van hout, zoals deze in DISK² staan vermeld.

² Data Informatie Systeem Kunstwerken onder beheer van Bouwdienst Rijkswaterstaat te Zoetermeer

2. Functie en functie-eisen

2.1 Functies houtconstructies

2.1.1 Algemeen

Vanuit de opdeling naar toepassingen, kunnen houten constructies de volgende functies dienen:

- dragend/kerend; hierbij vervult het hout vanuit constructief oogpunt een dragende of kerende functie;
- beschermend/geleidend; hierbij dient het houtwerk een bepaalde achterliggende constructie te beschermen;
- esthetisch; hierbij vervult het hout een functie vanuit een architectonische visie, waarbij de toonbaarheid centraal staat.

De esthetische functie kan nooit als enige functie aan een constructie worden toebedeeld. Hierbij dient altijd een combinatie aanwezig te zijn met minimaal één van de overige functies.

Bij het vervullen van één of meerdere functies dient altijd aan de volgende randvoorwaarden te worden voldaan:

- (voldoende) veiligheid;
- (voldoen aan) milieueisen;
- beschikbaarheid.

Veiligheid

De veiligheid is van essentieel belang en is verankerd in het voldoen aan de constructieve eisen, die aan de bewuste constructie worden gesteld. Deze eisen betreffen: sterkte en elasticiteit. Het niet voldoen aan de eisen met betrekking tot sterkte en elasticiteit leidt tot het niet voldoen aan de benodigde veiligheid en daarmee tot afkeuren van de houtconstructie. De duurzaamheid van een materiaal wordt gedefinieerd als de mate van vergankelijkheid [5]. Hoe duurzamer een materiaal is, des te langer blijven de eigenschappen, zoals deze vanuit constructief oogpunt van belang zijn, intact. Er is dus een belangrijke relatie tussen de duurzaamheid en de constructieve eisen die verband houden met het voldoen aan de veiligheid.

Milieu

Hout is van natuurlijke oorsprong. Tijdens het vervullen van één of meerdere functies zal er niet of nauwelijks invloed worden uitgeoefend op het milieu, op voorwaarde dat het hout niet is behandeld met uitloogbare en tevens schadelijke verduurzamingsmiddelen. Hiervoor bestaan diverse (wettelijke) normen en richtlijnen.

Vanuit de DWW³ zijn hierover diverse rapporten en bladen (zoals DWW-wijzer 51 "Verduurzaamd hout in de waterbouw") verschenen. Daarnaast dient hout benodigd voor herstel- of reconstructiewerkzaamheden zoveel mogelijk te zijn voorzien van het FSC-keurmerk.

Beschikbaarheid

De aan een constructie toebedeelde functie dient in principe altijd beschikbaar te zijn. Wanneer omstandigheden zorgen voor geheel of gedeeltelijke uitval van een functie, dient deze zo spoedig mogelijk, naar het oordeel van de onderhoudsverantwoordelijke (op basis van de gestelde eisen), te worden hersteld. De periode van niet-

³ Dienst Weg- en Waterbouwkunde te Delft

beschikbaarheid, als gevolg van het uitvoeren van onderhoudsmaatregelen is per situatie afhankelijk van de omvang van de werkzaamheden, de geldende bepalingen en de eventuele aanwezigheid van reserveonderdelen. Dit laatste geldt met name voor sluisdeuren en schuiven. Dit zijn onderdelen die vaak kunnen worden uitgewisseld tegen een reserve-exemplaar.

In dit document worden geen perioden van niet-beschikbaarheid, als gevolg van het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden, opgegeven.

2.1.2 Functies onderdelen

Om bepaalde onderdelen kritischer te kunnen behandelen met betrekking tot inspectie- en afkeurcriteria is een selectie gemaakt van de belangrijkste onderdelen. De selectie betreft de volgende onderdelen:

- sluisdeur/schuif;
- remmingwerk/geleidewerk;
- brugdek;
- (dam)wand.

De informatie vermeld over deze onderdelen dient als voorbeeld voor de niet genoemde onderdelen.

Aan de genoemde onderdelen worden de volgende functies gekoppeld:

- sluisdeur/schuif:
 - * dragend/kerend;
 - * esthetisch;
- remmingwerk/geleidewerk:
 - * beschermend/geleidend;
- brugdek:
 - * dragend/kerend;
- (dam)wand:
 - * dragend/kerend.

2.2 Functie-eisen aan houtconstructies

2.2.1 Functie-eisen

Ten aanzien van de functies worden momenteel de volgende eisen gesteld:

- dragend/kerend:
 - * constructietechnisch:
 - de constructie dient de ontwerpbelastingen te kunnen opnemen en daarbij tevens te voldoen aan de eisen ten aanzien van de sterkte en elasticiteit, zoals deze worden genoemd in de TGB 1990/NEN 6790/6791 "Houtconstructies" in combinatie met NEN 6700/6702⁴;
 - de constructie dient geheel water- en/of grond dicht te zijn of dit te benaderen;
 - * materiaaltechnisch:
 - voldoende duurzaamheid (duurzaamheidsklasse I-II);

⁴ Oudere constructies dienen te worden beoordeeld op voorgaande normeringen.

- beschermend/geleidend:
 - * constructietechnisch:
 - de constructie dient de ontwerpbelastingen (voornamelijk dynamische belastingen) te kunnen opnemen en daarbij tevens te voldoen aan de eisen ten aanzien van de sterkte en elasticiteit, zoals deze worden genoemd in de TGB 1990/NEN 6790/6791 "Houtconstructies" in combinatie met NEN 6700/6702;
 - de constructie dient in voldoende mate "glad" te zijn (geen uitsteeksels), waardoor schade aan de scheepvaart wordt voorkomen;
 - er dient in voldoende mate krachtsoverdracht naar een achterliggende constructie te kunnen plaatsvinden;
 - * materiaaltechnisch:
 - voldoende duurzaamheid (duurzaamheidsklasse I-III);
- esthetisch:
 - * constructietechnisch:
 - het houtwerk dient qua toonbaarheid te voldoen aan de eisen van de beheerder of ontwerper.

2.2.2 Eisen t.a.v. sterkte en elasticiteit

In de huidige normering (NEN 1912, uitgave augustus 1998) ten aanzien van houtsterkten en de hierbij behorende elasticiteitsmoduli wordt uitgegaan van zogenaamde K-klassen. De normering omtrent deze K-klassen is niet voor alle houtsoorten even duidelijk. Voor een aantal echter zijn deze wel bekend. Dit betreft bijvoorbeeld voor:

- vuren en grenen, kwaliteitsklasse C: sterkteklasse K 24;
- azobé, kwaliteitsklassen A en B: sterkteklasse K 70.

De definitie van de K-klasse is aangegeven in paragraaf 1.2.

2.2.3 Eisen t.a.v. duurzaamheid

Naast het bekend zijn van de mechanische eigenschappen, is het tevens van belang om de keuze van de houtsoort af te stemmen op de vereiste levensduur. In **Tabel 2** wordt hiervan een overzicht gegeven. Normen die hierop een aanvulling vormen zijn: NEN-EN 335-1/2/3, NEN-EN 350-2 en NEN-EN 351-1 "Durability of wood and wood-based products".

De weerstand of resistentie tegen biologische aantasting en in het bijzonder tegen schimmelaantasting dient als belangrijkste aspect van de duurzaamheid van een houtsoort te worden beschouwd. Overige aantastingsvormen zijn over het algemeen afhankelijk van hun toepassing. De relaties tussen houtsoort, duurzaamheidsklasse, sterkteklasse, toepassingen en de hierbij behorende specifieke materiaaleigenschappen zijn aangegeven in **Tabel 3**.

Klasse duurzaamheid	Hout in een vochtige omgeving (A) levensduur (jaar)	Hout blootgesteld aan weer en wind (B) levensduur (jaar)	Verduurzaamd, gevernist of geverfd hout (C) levensduur (jaar)	Laboratoriumonderzoek gewichtsverlies ten gevolge van schimmelaantasting in de situatie overeenkomend met kolom A van deze tabel
I	meer dan 25	50	onbeperkt	0-1 %
II	15-25	40-50	onbeperkt	1-5 %
III	10-15	25-40	onbeperkt	5-10 %
IV	5-10	12-25	10-30	10-30 %
V	minder dan 5	6-12	13-20	30 % en hoger

Tabel 3 Duurzaamheidsklassen [bron: 1 en 2]

In bovenstaande tabel is de levensduur van hout in verschillende duurzaamheidsklassen in verschillende omgevingen weergegeven. Met hout in een vochtige omgeving wordt bedoeld: hout in voortdurende aanraking met vochtige grond, zonder dat deze grond onder water staat, terwijl het hout niet is verduurzaamd of anders is beschermd (A). Met aan weer en wind blootgesteld hout wordt bedoeld: hout dat niet verduurzaamd is of anders door vernis en verf e.d. beschermd is (B).

Op dit moment worden er verschillende initiatieven ontwikkeld met betrekking tot het milieuvriendelijk verduurzamen van hout. Bijvoorbeeld door middel van het stomen van hout (volgens het PLATO-proces) of door het acetyleren. Genoemde methoden zijn echter nog in onvoldoende mate ontwikkeld.

3. Ontwerpaspecten van belang voor beheer en onderhoud

3.1 *Dominante faalmechanismen en verouderingsverloop*

De levensduur van een houtconstructie is gerelateerd aan de mate van degradatie tijdens de gebruiksfase van deze constructie. Degradatie kent in hoofdzaak drie oorzaken:

- stilstand (veroudering),
- gebruik (slijtage),
- een combinatie van stilstand en gebruik.

3.1.1 *Invloedsfactoren*

In dit document is getracht de degradatie weer te geven aan de hand van de verschillende invloedsfactoren, waaraan houtconstructies worden blootgesteld. Dit kunnen factoren van buitenaf zijn, maar bijvoorbeeld ook gebreken in de kwaliteit van de constructie.

De factoren die invloed hebben op het degradatieproces zijn:

- de omgeving:
 - * ligging ten opzichte van de waterlijn (bovenwater/wind-waterlijn/onderwater);
 - * zout/zoet water;
 - * beschut/niet beschut;
 - * vervuiling (chemisch/niet-chemisch);
 - * ligging (kust, binnenland);
 - * oriëntatie (noord, oost, zuid, west).
- de kwaliteit van het hout:
 - * natuurlijke duurzaamheid;
 - * natuurlijke eigenschappen (werking, splijtweerstand);
 - * verduurzaming (inwendig).
- de constructieve aspecten:
 - * ontwerp (zorgvuldig, onzorgvuldig);
 - * uitvoering excl. conservering (zorgvuldig, onzorgvuldig);
 - * uitwendige conservering⁵ (zorgvuldig, onzorgvuldig).
- het gebruik:
 - * intensief/extensief.
- het onderhoud:
 - * intensief/extensief.

Deze invloedsfactoren kunnen leiden tot het ontstaan van diverse schadebeelden. Hierbij spelen zich vaak meerdere processen gelijktijdig af.

⁵ Hiermee wordt bedoeld: conserveringssystemen, zoals verf, coating, vernis, etc.

3.1.2 Schadeprocessen

De schadebeelden bij houtconstructies zijn in vier hoofdgroepen in te delen:

- scheurvorming,
- oppervlakteschade,
- desintegratie hout,
- vervuiling.

Per schadebeeld wordt in tabelvorm een overzicht gegeven van een aantal oorzaken en/of processen, een eventuele procesduur en de voornaamste invloedsfactoren. De genoemde procesduur heeft betrekking op de periode, waarin het proces zou kunnen leiden tot gedeeltelijk of volledige desintegratie van het betreffende constructie-onderdeel en betreft een aanname. Hoewel aanvaringen e.d. soms een grote invloed kunnen hebben op het ontstaan van schadebeelden, worden deze niet opgenomen in voornoemde tabellen. Genoemde oorzaken vallen onder incidenten (niet-planbaar).

Scheurvorming

Scheurvorming kan ontstaan als gevolg van een overbelasting van de structuur van het bewuste constructie-onderdeel of als gevolg van natuurlijke eigenschappen (in relatie tot o.a. vocht) van het toegepaste hout en kan zich zowel in de vorm van langsscheuren als van dwarsscheuren voordoen. De verschillende typen scheurvorming zijn in het algemeen goed zichtbaar.

Scheurvorming is in principe niet toelaatbaar, met dien verstande dat langsscheuren niet altijd funest behoeven te zijn. Feit is wel dat in genoemde situatie de krachtsoverdracht intern wordt herverdeeld, maar de constructie boet in op stijfheid en sterkte en zal uiteindelijk bezwijken. Dwarsscheuring is in alle gevallen niet toelaatbaar.

Scheurvorming		
	oorzaak/proces	invloedsfactoren
1	werking van het hout als gevolg van vochtwisselingen	<ul style="list-style-type: none">• natuurlijke eigenschappen (werking, splijtweerstand)• ontwerp (zorgvuldig, onzorgvuldig)
2	overbelasting van de constructie	<ul style="list-style-type: none">• ontwerp (zorgvuldig, onzorgvuldig)• uitvoering (zorgvuldig, onzorgvuldig)• gebruik (intensief, extensief)

Tabel 4 Oorzaak en proces "scheurvorming"

Oppervlakteschade

De voornaamste oorzaak van oppervlakteschade, afgezien van slijtage, moet worden gezocht in bepaalde soorten schimmels en bacteriën. In principe ontstaat hierdoor niet of nauwelijks schade, maar dit is wel een indicatie dat het hout te nat is [2]. Houtsoorten met een hoog ligninegehalte zijn over het algemeen goed bestand tegen bacteriële aantasting.

Oppervlakteschade		
	oorzaak/proces	invloedsfactoren
1	mechanisch aantasting (slijtage)	<ul style="list-style-type: none">• ligging ten opzichte van de waterlijn (bovenwater/wind-waterlijn/onderwater)• beschut/niet beschut• verduurzaming (inwendig)• uitwendige conservering (zorgvuldig, onzorgvuldig)• ontwerp (zorgvuldig, onzorgvuldig)• uitvoering (zorgvuldig, onzorgvuldig)• gebruik (intensief, extensief)
2	biologische aantasting door schimmel en/of bacteriën	<ul style="list-style-type: none">• ligging ten opzichte van de waterlijn (bovenwater/wind-waterlijn/onderwater)• beschut/niet beschut• natuurlijke duurzaamheid• verduurzaming (inwendig)• uitwendige conservering (zorgvuldig, onzorgvuldig)

Tabel 5 Oorzaak en proces "oppervlakteschade"

Desintegratie hout

De belangrijkste oorzaken die kunnen leiden tot volledige desintegratie van hout zijn:

- bepaalde houtrotsoorten, zoals bruinrot, witte rot en zachte rot;
- bepaalde soorten weekdieren, met als voornaamste exponent de paalworm;
- de gribbel (een kreeftachtige).

Het spreekt min of meer voor zich dat het hout hierdoor versneld zijn eigenschappen met betrekking tot sterkte en stijfheid zal verliezen.

Houtrotsoorten

Schimmels zoals bruinrot, witte rot en zachte rot tasten de celstructuur van het hout aan, waardoor het hout als het ware het onderlinge verband verliest. Bruinrot is te herkennen aan een bruine verkleuring van het aangetaste hout en (voor zover zichtbaar) krimpscheuren evenwijdig en loodrecht op de vezelrichting. Witte rot is zichtbaar in de vorm van een witte verkleuring van het hout. Hierbij is de aantasting van het hout reeds in een ver gevorderd stadium [3].

Bij zachte rot laten de cellen als het ware los van de oorsprong. Dit fenomeen valt des te meer op wanneer er bevestigingsmiddelen zijn aangebracht in de constructie, waarmee de afname ten opzichte van het oorspronkelijke oppervlak valt te beoordelen [3].

Paalworm

De paalworm valt onder de groep weekdieren. Hij komt voor in zout en brak water. De worm boort lange ronde gangen in hout. Wanneer dit geconcentreerde mate plaatsvindt, verliest het hout ter plaatse zijn sterkte. Houtwormen kunnen tot een meter lang worden. Het schadebeeld is gemakkelijk te herkennen, doordat het hout de structuur heeft gelijk aan die van een "gatenkaas", met gatdiameters tot 10 mm.

Gribbel

De gribbel komt voor aan de kust. Het diertje boort gangen in het hout in de zuurstofrijke zone ter plaatse van de waterlijn. Het hout ter plaatse verzwakt en kan door mechanische invloeden wegslijten. De gribbel boort steeds dieper, waardoor de doorsnede van het hout gradueel afneemt ("zandlopervorm").

Desintegratie hout		
	oorzaak/proces	invloedsfactoren
1	biologische aantasting (houtrot, marine boorders)	<ul style="list-style-type: none">• ligging ten opzichte van de waterlijn (bovenwater/wind-waterlijn/onderwater)• zoet/zout water• natuurlijke duurzaamheid• conservering (inwendig)• uitwendige conservering (zorgvuldig, onzorgvuldig)
2	overbelasting van de houtconstructie	<ul style="list-style-type: none">• ontwerp (zorgvuldig, onzorgvuldig)• uitvoering (zorgvuldig, onzorgvuldig)• gebruik (intensief, extensief)

Tabel 6 Oorzaak en proces "desintegratie hout"

Vervuiling

Hoewel vervuiling niet direct als schadebeeld hoeft te worden beschouwd, kan het soms een indicatie geven ten aanzien van de omstandigheden waaraan hout wordt blootgesteld. Bijvoorbeeld algengroei op het hout. Dit geeft aan dat het hout (zeer) vochtig is en niet of nauwelijks de gelegenheid krijgt om te drogen. Dit kan op termijn leiden tot werkelijke problemen in de vorm van bijvoorbeeld houtrot of schimmelvorming.

Vervuiling		
	oorzaak/proces	invloedsfactoren
1	vervuiling (algengroei), hoog vochtgehalte en weinig lichtval	<ul style="list-style-type: none">• beschut/niet beschut• ligging (kust, binnenland)• oriëntatie (noord, zuid etc.)• onderhoud (intensief, extensief)

Tabel 7 Oorzaak en proces "vervuiling"

3.2 Conditieparameters en interventieniveaus

De functie-eisen resulteren in interventieniveaus en afkeurcriteria voor de onderdelen sluisdeur/schuif, remmingwerk/ geleidewerk, brugdek en damwand (zie onderstaande tabellen). De afkeurcriteria dienen als richtlijn; per onderdeel en/of toepassing kan hiervan af worden geweken. De mate waarin dit plaatsvindt, is ter beoordeling van de onderhoudsplichtige.

Tussenliggende situaties, waarbij sprake is van het aanwezig zijn van één of meer schadebeelden, maar waarbij de ernst zodanig is dat niet tot reparatie dient te worden overgegaan, kunnen in een percentage schade ten opzichte van de betreffende afkeurcriterium worden uitgedrukt. De afkeurcriteria staan in een willekeurige volgorde vermeld; uit deze volgorde kan de mate van belangrijkheid niet worden afgeleid.

Interventieniveaus per schadebeeld	Dragende/kerende functie	Esthetische functie ⁶
Scheurvorming	<ul style="list-style-type: none">watervoerende scheuren worden <u>niet</u> geaccepteerdlangscheuren door het hart worden geaccepteerd, zolang de doorbuiging niet overmatig toeneemtdwarsscheuren worden <u>niet</u> geaccepteerd	<ul style="list-style-type: none">opvallende scheurvorming wordt <u>niet</u> geaccepteerd
Oppervlakteschade	<ul style="list-style-type: none">bij krachts- en spanningspunten in de constructie is een schade tot een diepte ≤ 3 mm acceptabel	<ul style="list-style-type: none">opvallende oppervlakteschade wordt <u>niet</u> geaccepteerd
Desintegratie hout	<ul style="list-style-type: none">bij krachts- en spanningspunten in de constructie wordt deze schade niet geaccepteerdbij de overige onderdelen is een afname tot ca. 10 % van de doorsnede acceptabel	<ul style="list-style-type: none">opvallende desintegratie wordt <u>niet</u> geaccepteerd
Vervuiling	<ul style="list-style-type: none">zolang dit het functioneren van de constructie niet hindert of belemmerd, wordt dit geaccepteerd	<ul style="list-style-type: none">opvallende vervuiling wordt <u>niet</u> geaccepteerd

Tabel 8 Interventieniveaus sluisdeur/schuif

⁶ NB. Voor esthetica zijn er (nog) geen algemene normen beschikbaar. Derhalve is de zwaarste eis gehanteerd. Ten aanzien van de in een specifieke situatie te hanteren eisen dient vooraf overleg plaats te vinden met de beheerder.

Interventieniveaus per schadebeeld	Beschermende/geleidende functie
Scheurvorming	<ul style="list-style-type: none"> • langscheuren door het hart worden geaccepteerd, zolang de doorbuiging niet overmatig toeneemt • dwarsscheuren worden <u>niet</u> geaccepteerd • scheurvorming "door en door" wordt niet geaccepteerd
Oppervlakteschade	<ul style="list-style-type: none"> • een afname tot ca. 20 % van de doorsnede is acceptabel, zolang de doorbuiging niet overmatig toeneemt
Desintegratie hout	<ul style="list-style-type: none"> • bij krachts- en spanningspunten in de constructie wordt deze schade <u>niet</u> geaccepteerd • bij de overige onderdelen is een afname tot ca. 25 % van de doorsnede acceptabel
Vervuiling	<ul style="list-style-type: none"> • vervuiling wordt geaccepteerd

Tabel 9 Interventieniveaus remmingwerk/ geleidewerk

Interventieniveaus per schadebeeld	Dragende/kerende functie
Scheurvorming	<ul style="list-style-type: none"> • langscheuren door het hart worden geaccepteerd, zolang de doorbuiging niet overmatig toeneemt • dwarsscheuren worden <u>niet</u> geaccepteerd • scheurvorming "door en door" wordt <u>niet</u> geaccepteerd
Oppervlakteschade	<ul style="list-style-type: none"> • schade tot een diepte ≤ 3 mm is acceptabel
Desintegratie hout	<ul style="list-style-type: none"> • geen enkele vorm wordt geaccepteerd, met uitzondering van de kopse zijden van de niet-belaste uiteinden van dekplanken tot een diepte van 50 tot 100 mm (afhankelijk van de situatie)
Vervuiling	<ul style="list-style-type: none"> • vervuiling wordt geaccepteerd, behalve wanneer dit het functioneren van de constructie hindert en/of belemmerd

Tabel 10 Interventieniveaus brugdek

Interventieniveaus per schadebeeld	Dragende/kerende functie
Scheurvorming	<ul style="list-style-type: none"> • watervoerende scheuren worden <u>niet</u> geaccepteerd • dwarsscheuren worden niet geaccepteerd
Oppervlakteschade	<ul style="list-style-type: none"> • schade tot een diepte ≤ 5 mm is acceptabel
Desintegratie hout	<ul style="list-style-type: none"> • bij krachts- en spanningspunten in de constructie wordt deze schade <u>niet</u> geaccepteerd (ter voorkoming van bovenmatige vervorming)
Vervuiling	<ul style="list-style-type: none"> • vervuiling wordt geaccepteerd

Tabel 11 Interventieniveaus (dam)wand

4. Onderhoud

4.1 Onderhoudsvisie houtconstructies

Houtconstructies vervullen soms een belangrijke functie. Goed onderhoud is dan van evident belang. Te vroeg onderhouden is duur, te laat is in bepaalde situaties zelfs gevaarlijk. Daarom dient de onderhoudsstrategie ten aanzien van het variabele onderhoud van de genoemde constructies toestandafhankelijk te zijn.

Het onderhoud, zoals dit dient plaats te vinden, kan in twee soorten worden opgedeeld:

- variabel onderhoud,
- vast onderhoud.

Het vast onderhoud kan meestal beperkt worden tot het jaarlijks schoonspuiten van de constructie, in combinatie met het beoordelen van de staat van onderhoud.

Het variabel onderhoud omvat het vervangen van versleten en/of verouderde onderdelen (houten elementen).

Hoewel dit document is gericht op hout, kan er bij grotere herstel- en/of reconstructiewerken ook naar alternatieven voor hout worden gekeken. Hierover geeft bijvoorbeeld de DWW-wijzer 65 "Hout in de waterbouw" enige informatie.

4.2 Onderhouds- en vervangingsintervallen houtconstructies

De vervangingsintervallen van een sluisdeur of schuif variëren tussen 15 en 35 jaar; die van een remming- of geleidewerk tussen 10 en 35 jaar, die van een brugdek tussen 5 en 35 jaar en die van een damwand tussen 5 en 35 jaar.

4.3 Kostenkengetallen onderhoud houtconstructies

De kostenkengetallen zijn oorspronkelijk gebaseerd op prijspeil januari 1999 en vervolgens aangepast naar prijspeil januari 2004 met behulp van prijsindexcijfers van de CAO-lonen per maand (inclusief bijzondere beloningen) voor de bedrijfstak Bouwnijverheid (bron: CBS). Er wordt uitgegaan van uitvoering overdag en alle genoemde bedragen zijn exclusief BTW. Ten aanzien van de opbouw van de kosten wordt de structuur aangehouden zoals weergegeven in Tabel 12:

Directe kosten	- Materiaalkosten	A
	- Materieeluren	
	- Manuren	
	- Huren	
	- Leveranties	
Indirecte kosten	- Eenmalige kosten	B
	- Tijdgebonden kosten	(+25%)
	- Algemene kosten	C
	- Winst en risico	(+15%)

Tabel 12. Kostenstructuur

De eenmalige en tijdgebonden kosten (B) zijn inclusief kosten voor milieuvorzieningen.

Alle genoemde bedragen zijn exclusief:

- verkeersmaatregelen (afzettingen, omleidingsroutes e.d.);
- bereikbaarheidsvoorzieningen (duikwerkzaamheden)
- lokale, situatie-specifieke invloeden;
- engineering en personele kosten RWS;
- BTW,

Dat houdt in dat de directe kosten van manuren, materieel en materiaal met een factor 1,25 worden vermenigvuldigd om de eenmalige en tijdgebonden kosten te verrekenen. Dit bedrag wordt vervolgens met 1,15 vermenigvuldigd om de som van de directe en indirecte kosten te bepalen.

Het variabel onderhoud omvat het vervangen van versleten en/of verouderde onderdelen (houten elementen). Gezien de verschillende omstandigheden waaronder dit dient plaats te vinden dienen de kostenindicaties met de nodige omzichtigheid te worden gehanteerd.

Houtsoort	Eenheid	directe kosten (A)	directe + indirecte (A+ B+ C)
Azobé	€/m ³	919	1.321
Bangkirai (200 x 50 mm)	€/m ¹	7,54	10,84
Basralocus	€/m ³	1.384	1.990
Europees Douglas	€/m ³	533	766
Europees Eiken	€/m ³	1.879	2.701
Europees Grenen/Vuren	€/m ³	320	460
Iroko (125 x 75 mm)	€/m ¹	11,27	16,20
Keruing	€/m ³	429	616
Merbau	€/m ³	692	995
(Wenge)	€/m ³	1.785	2.566
(Western Red Cedar)	€/m ³	938	1.348

Tabel 13 Kostenkengetallen variabel onderhoud in Euro's (excl. BTW)

5. Inspectie

5.1 *Uitgangspunten inspectie*

In deze paragraaf is een tabel opgenomen met de uitgangspunten die betrekking hebben op de inspectie van houtconstructies. Deze tabel vormt de schakel tussen de uitgangspuntenlijst en het referentiedocument.

Onderdeel	type inspectie (incl. aard en omgeving)	min. interval	max. interval
sluisdeur/ schuif	Technische Inspectie	4	6
sluisdeur/ schuif	Functioneringsinspectie	0.5	1
remmingwerk/ geleidewerk	Technische Inspectie	4	6
remmingwerk/ geleidewerk	Functioneringsinspectie	0.5	1
brugdek	Technische Inspectie	4	6
brugdek	Functioneringsinspectie	0.5	1
damwand	Technische Inspectie	4	6
damwand	Functioneringsinspectie	0.25	1

Tabel 14 Uitgangspunten inspectie

5.2 *Schadebeelden*

De schadebeelden bij houtconstructies zijn in vier hoofdgroepen ingedeeld:

- scheurvorming,
- oppervlakteschade,
- desintegratie hout,
- vervuiling.

5.3 *Inspectieinstructies*

Om een goede onderhouds- en inspectieplanning te kunnen vervaardigen, is het noodzakelijk om de uitgangspunten, zoals deze gehanteerd worden ten aanzien van levensduurverwachtingen, regelmatig te toetsen in de praktijk. Hiervoor dienen inspecties te worden uitgevoerd. De mate waarin dit plaats vindt is afhankelijk van de onderhoudsstrategie en de onderhoudsverwachting; één en ander overeenkomstig de B&O-systematiek.

Een houtconstructie wordt op de aanwezigheid van de groepen schadebeelden (scheurvorming, oppervlakteschade, desintegratie hout en vervuiling) geïnspecteerd en beoordeeld.

In de onderstaande tabellen zijn voor enkele houten onderdelen de instructies opgenomen voor technische inspecties.

Schadebeeld	Inspectie-instructies
Scheurvorming	<ul style="list-style-type: none"> • beoordeel de constructie op scheurvorming • leg schriftelijk per scheur de scheurbreedte, -lengte en locatie vast • daar waar zichtbaar en/of constateerbaar, leg de vervorming vast
Oppervlakteschade	<ul style="list-style-type: none"> • beoordeel de constructie op de vorming van oppervlakteschade • indien mogelijk beklop het hout en tracht de diepte van de schade middels het steken met een schroevendraaier o.i.d. vast te stellen • tracht de aard van de oorzaak van de schade vast te stellen • leg schriftelijk per schade de afmetingen (inclusief diepte) en locatie vast
Desintegratie hout	<ul style="list-style-type: none"> • beoordeel de constructie op de vorming van oppervlakteschade • indien mogelijk beklop het hout en tracht de diepte van de schade middels het steken met een schroevendraaier o.i.d. vast te stellen • tracht de aard van de oorzaak van de schade vast te stellen • leg schriftelijk per schade de afmetingen (inclusief diepte) en locatie vast • bepaal de hoeveelheid te vervangen elementen (of elementdelen)
Vervuiling	<ul style="list-style-type: none"> • beoordeel de constructie op vervuiling • leg schriftelijk de aard, de omvang en de ernst van de vervuiling vast

Tabel 15 Inspectie-instructies voor sluisdeur/schuif

Schadebeeld	Inspectie-instructies
Scheurvorming	<ul style="list-style-type: none"> • beoordeel de constructie op scheurvorming • leg schriftelijk per scheur de scheurbreedte, -lengte en locatie vast • daar waar zichtbaar en/of constateerbaar, leg de vervorming vast
Oppervlakteschade	<ul style="list-style-type: none"> • beoordeel de constructie op de vorming van oppervlakteschade • indien mogelijk beklop het hout en tracht de diepte van de schade middels het steken met een schroevendraaier o.i.d. vast te stellen • tracht de aard van de oorzaak van de schade vast te stellen • leg schriftelijk per schade de afmetingen (inclusief diepte) en locatie vast • daar waar zichtbaar en/of constateerbaar, leg de vervorming vast
Desintegratie hout	<ul style="list-style-type: none"> • beoordeel de constructie op de vorming van oppervlakteschade • indien mogelijk beklop het hout en tracht de diepte van de schade middels het steken met een schroevendraaier o.i.d. vast te stellen • tracht de aard van de oorzaak van de schade vast te stellen • leg schriftelijk per schade de afmetingen (inclusief diepte) en locatie vast • bepaal de hoeveelheid te vervangen elementen (of elementdelen)
Vervuiling	<ul style="list-style-type: none"> • n.v.t.

Tabel 16 Inspectie-instructies voor remmingwerk/geleidewerk

Schadebeeld	Inspectie-instructies
Scheurvorming	<ul style="list-style-type: none"> • beoordeel de constructie op scheurvorming • leg schriftelijk per scheur de scheurbreedte, -lengte en locatie vast • daar waar zichtbaar en/of constateerbaar, leg de vervorming vast
Oppervlakteschade	<ul style="list-style-type: none"> • beoordeel de constructie op de vorming van oppervlakteschade • indien mogelijk beklop het hout en tracht de diepte van de schade middels het steken met een schroevendraaier o.i.d. vast te stellen • tracht de aard van de oorzaak van de schade vast te stellen • leg schriftelijk per schade de afmetingen (inclusief diepte) en locatie vast
Desintegratie hout	<ul style="list-style-type: none"> • beoordeel de constructie op de vorming van oppervlakteschade • indien mogelijk beklop het hout en tracht de diepte van de schade middels het steken met een schroevendraaier o.i.d. vast te stellen • tracht de aard van de oorzaak van de schade vast te stellen • leg schriftelijk per schade de afmetingen (inclusief diepte) en locatie vast • bepaal de hoeveelheid te vervangen elementen (of elementdelen)
Vervuiling	<ul style="list-style-type: none"> • beoordeel de constructie op vervuiling • leg schriftelijk de aard, de omvang en de ernst van de vervuiling vast

Tabel 17 Inspectie-instructies voor brugdek

Schadebeeld	Inspectie-instructies
Scheurvorming	<ul style="list-style-type: none"> • beoordeel de constructie op scheurvorming • leg schriftelijk per scheur de scheurbreedte, -lengte en locatie vast
Oppervlakteschade	<ul style="list-style-type: none"> • beoordeel de constructie op de vorming van oppervlakteschade • indien mogelijk beklop het hout en tracht de diepte van de schade middels het steken met een schroevendraaier o.i.d. vast te stellen • tracht de aard van de oorzaak van de schade vast te stellen • leg schriftelijk per schade de afmetingen (inclusief diepte) en locatie vast
Desintegratie hout	<ul style="list-style-type: none"> • beoordeel de constructie op de vorming van oppervlakteschade • indien mogelijk beklop het hout en tracht de diepte van de schade middels het steken met een schroevendraaier o.i.d. vast te stellen • tracht de aard van de oorzaak van de schade vast te stellen • leg schriftelijk per schade de afmetingen (inclusief diepte) en locatie vast • bepaal de hoeveelheid te vervangen elementen (of elementdelen)
Vervuiling	<ul style="list-style-type: none"> • n.v.t.

Tabel 18 Inspectie-instructies voor (dam)wand

Schimmelaantasting van een houten onderdeel kan men in de praktijk op de volgende wijze herkennen:

- kloppen met een hamer of hard voorwerp (de klank is dof bij aangetast en helder bij gezond hout);
- met een scherp voorwerp in het hout steken (in aangetast hout gaat dit makkelijk, in gezond hout aanzienlijk moeilijker);
- controleren van houten onderdelen op vervorming (hol en bol staan);
- in besloten ruimten een muffe lucht constateren;
- de aanwezigheid van bruin poeder (sporen) bij ernstige aantasting;
- loslatende conservering;
- gemakkelijk te verpulveren hout bij ernstige aantasting [3].

6. Literatuur

- [1] Tysma, Sj. e.a., PolyTechnisch zakboekje, uitgave Koninklijke PBNA te Arnhem, 1994
- [2] Wiselius, S.I., Houtvademecum, uitgave Kluwer Technische Boeken B.V. te Deventer, 1990
- [3] Hoek, ir. M., Houtverduurzaming... een noodzaak, uitgave Nijgh periodieken te Schiedam, 1980
- [4] Hout in de weg- en waterbouw, nrs. 9, 23, 24, uitgave DWW te Delft
- [5] Van Dale Groot Woordenboek der Nederlandse Taal, 12^e herziene druk, uitgave Van Dale Lexicografie te Utrecht/Antwerpen, 1993

Bijlage I Inventarisatie houtconstructies Rijkswaterstaat

De samenstelling van de in tabel 1 weergegeven onderdelen, is gebaseerd op een analyse met betrekking op de aanwezigheid en hoeveelheid onderdelen vermeld in DISK. Hieruit is een selectie gemaakt, waarbij getracht is om 95% van alle voorkomende onderdelen in dit document op te nemen.

Onderdeel	aantal	geselecteerd	Onderdeel	aantal	geselecteerd
aanslag	302	X	meerstoel	17	
aanvaarbalk	6		onderaanslag	74	X
aanvaarconstructie	123	X	onderafdichting	2	
achteraanslag	59	X	paal	111	X
achterhar	49	X	plafondbekleding	12	
achterloopsheidscherm	2		puntdeur	9	
afdekplaat	6		puntstuk	3	
afdichting	16		remmingwerk	163	X
baan	2		rijvloer	164	X
balk	46	X	schoor	59	X
beplanking	59	X	schotbalk	23	
bescherminstructie	69	X	schuif	73	X
bordes	28	X	schuifaanslag	4	
dak	1		schuiver	4	
damwand	117	X	stopstreep	8	
deur	39	X	stroombreekbalk	28	X
drijfraam	12		trap	4	
dukdalf	17		vleugelwand	4	
frontwand	2		vloer	57	X
geleidewerk	122	X	vooraanslag	64	X
geluidwering	14		voorhar	49	X
gording	181	X	vulklos	25	X
hoekbescherming	205	X	vulling	128	X
keerwand	2		wand	54	X
kozijn	26	X	wandbekleding	3	
lijst	1		wrijfging	721	X
loopbordes	9		wrijfschort	162	X
loopbrug	43	X	wrijfstijl	310	X
loopsteiger	8		zij-aanslag	58	X
luik	10		zij-afdichting	35	X
meerpaal	13				

Tabel 19 Overzicht houten onderdelen in beheer bij Rijkswaterstaat