Kennisbank Biobased Bouwen

THEMA KENNISMODULE | MDF EN HDF

Samenvatting

Soorten vezelplaten:

- Houtachtige plaatmaterialen zijn o.a. MDF, HDF, LDF, spaanplaat, OSB, multiplex en LVL
- MDF (Medium Density Fibreboard) is een homogene, fijnvezelige plaat, ideaal voor profileren, schilderen en fineren
- HDF (High Density Fibreboard) is dichter en sterker dan MDF, veel gebruikt voor vloeren
- LDF (Low Density) en ULDF (Ultra Light) zijn lichter en geschikt voor toepassingen met lagere sterkte-eisen

Speciale types MDF:

- Vochtwerend (MDF-E): Geschikt voor vochtige ruimtes, vaak groen gekleurd
- Brandvertragend (MDF-MR): Behandeld met brandvertragende zouten, vaak roze gekleurd
- Tricoya: Zeer duurzaam, vochtbestendig MDF met geacetyleerde vezels
- Buig-MDF: Eenzijdig ingezaagd voor buigtoepassingen
- Gekleurd MDF: Bijvoorbeeld zwart MDF voor esthetische toepassingen
- Decoratief MDF: Voorzien van folies, fineer of HPL

Grondstoffen & Productie:

- Gemaakt van resthout of dunningshout (vaak naaldhout)
- Geproduceerd via het droge procedé met kunstharslijm (vaak UF of PU)

Gebruik en onderhoud:

- Binnen gebruiken in droge omstandigheden, buitentoepassingen alleen met bescherming
- Goed beschermen tegen vocht, opslaan op droge, vlakke ondergrond
- Onderhoud: in droge ruimtes weinig nodig; in vochtige omstandigheden bescherming aanbrengen

Hergebruik & duurzaamheid:

- Hergebruik was moeilijk door parafine, maar nieuwe technieken maken recycling mogelijk
- Voor hergebruik moet MDF schoon zijn (geen lijmresten)

Normen en certificering:

- Belangrijke normen: NEN-EN 316, 622-1, 622-5, 13986-1, 12369-1
- DoP (Declaration of Performance) geeft prestaties en milieugegevens van de plaat

Inhoud van deze lesmodule

1 Kennisbank module | MDF en HDF 3
1.1 Materiaalomschrijving 3
1.1.1 Medium Density Fibreboard 4
1.1.2 High Density Fibreboard (HDF) 4
1.1.3 LDF en Ultra light MDF 4
1.1.4 Vochtwerend MDF (MDF-E)/Brandvertragend MDF (MDF-MR) 4
1.1.5 BuigMDF 5
1.1.6 Gekleurd MDF 5
1.1.7 Decoratief MDF 5
1.1.8 MDF met oppervlaktestructuur 5
1.2 Grondstoffen 5
2 Herkomst 5
3 Productie 6
3.1 Gebruikte lijmen 6
4 Toepassing en verwerking 6
5 Afmetingen 8
6 Eigenschappen 9
7 Opslag en transport 10
8 Gebruik en onderhoud 10
9 Demontage en hergebruik 10
10 Certificering 11
11 Leveranciers 11
12 Normen 11
13 Bronnen 11
14 Relatie met relevante kennismodules in deze Kennisbank Biobased Bouwen 12
15 Versiebeheer 17

1 Kennisbank module | MDF en HDF

Productgroep
Houtachtige plaatmaterialen – Vezelplaat - Medium Density Fibre Board - MDF



3.1.2.1.4.3 foto 1 | Van boven naar beneden: MDF Light, MDF, HDF en MDF Vochtwerend, © Centrum Hout

1.1 Materiaalomschrijving

Er zijn veel verschillende soorten houtachtige plaatmaterialen op de markt, elk met hun specifieke eigenschappen en samenstellingen. De platen die voornamelijk bestaan uit houtvezels zijn zachtboard, hardboard, MDF (Medium Density Fibreboard) en HDF (high Density Fibreboard). Houtachtige platen kunnen ook zijn opgebouwd uit houtsnippers of houtspaanders. Deze plaatmaterialen staan bekend als spaanplaat en OSB (Oriented Strand Board). Daarnaast zijn er platen die zijn opgebouwd uit laagjes houtfineer: triplex ook wel multiplex genoemd. Platen met dikke fineren en grote afmetingen noemen we Laminated Veneer Lumber (LVL). Deze worden gerekend tot de ‘’Engineered Woodproducts’.

In deze materiaalkaart wordt MDF beschreven. Daarnaast is er ook een korte beschrijving van High Density Fibreboard (HDF), Low Density Fibreboard (LDF) en andere soorten MDF. De andere genoemde houtachtige plaatmaterialen zijn beschreven in aparte kennismodules.

1.1.1 Medium Density Fibreboard

MDF is een homogene, tweezijdig gladde en mooi af te werken plaatmateriaal. De introductie van dit plaatmateriaal maakte een grote kwaliteitssprong mogelijk in het gebruik van vezelplaten. Een belangrijk kenmerk van MDF is de uitstekende mogelijkheid tot profileren en bewerken. Dit vanwege de fijne, gesloten vezelbinding. De gladde vlakken en randen zijn met alle soorten verf, decorfolie en fineer af te werken.

De volumieke massa van MDF varieert van 450 (Ultra Light) tot meer dan 800 kg/m3 (HDF). De dikte varieert van 1,8 tot 60 mm. Standaard plaatafmeting is 1250x 2500 mm, maar in vele andere maten te verkrijgen (zie tabel 1.). Standaard MDF heeft een volumieke massa van 650 tot 800 kg/m3

1.1.2 High Density Fibreboard (HDF)

Wanneer de druk bij de persing wordt opgevoerd ontstaat een High Density Fibreboard (HDF), dat een hogere stijfheid en drukvastheid kent dan MDF. Daarom worden grote volumes MDF, maar vooral HDF toegepast in de productie van laminaatvloeren.

1.1.3 LDF en Ultra light MDF

Low Density Fibreboard (LDF) wordt ook wel MDF Light genoemd. Dit type vezelplaat heeft ook fijne vezels, maar heeft een veel lichtere of zelfs hele lichte persing, speciaal ontwikkeld voor lichte toepassingen, zoals gebruiksvoorwerpen of deurvullingen. Ultra light MDF (ULDF) heeft een nog lichtere persing en is uitermate geschikt voor toepassing in toepassingen die hoge stijfheid vereisen bij een laag gewicht, zoals elektrische toestellen, mallen (gietvormen) etc..

1.1.4 Vochtwerend MDF (MDF-E)/Brandvertragend MDF (MDF-MR)

Er zijn ook MDF platen met een vochtwerende en zelfs brandvertragende behandeling die hen geschikt maakt voor gebruik in vochtige ruimten of in ruimten met verhoogd brandgevaar. Bij vochtwerende MDF voor exterieurtoepassing (MDF-E) wordt er polyurethaanlijm gebruikt en een heel klein beetje parafine toegevoegd. Voor MDF_FR wordt tijdens de productie brandvertragende zouten toegevoegd, waardoor het in een hogere klasse voor de vlamuitbreiding komt dan standaard MDF.

Ter herkenning is aan vochtwerende MDF meestal een groene, en aan brandvertragend behandeld MDF een roze kleur toegevoegd.

Tegenwoordig is er ook een methode om MDF vochtwerend te maken door de vezels onder druk te impregneren met Acetylanhedryde: Tricoya. Deze methode is ook wel bekend van de behandeling van massief hout tot Accoya.



3.1.2.1.4.3 foto 2 | Buig MDF © Centrum Hout

1.1.5 BuigMDF

Er is ook MDF dat eenzijdig is ingezaagd en daarmee gebogen kan worden in rondingen, het zogeheten buig-MDF.

1.1.6 Gekleurd MDF

Naast lijm kan aan de vezels eenvoudig ook kleurstof worden toegevoegd. Zo is er tegenwoordig bijvoorbeeld zwart MDF op de markt, voor bijvoorbeeld het maken van speakerboxen. In principe zijn alle kleuren mogelijk, maar zijn wel grote partijbestellingen noodzakelijk om productie ervan betaalbaar te maken.

1.1.7 Decoratief MDF

Omdat MDF veel gebruikt wordt in de meubelindustrie worden grote partijen MDF ook op vraag van de klant voorzien van een kleur- of motieffolie, een melaminelaag, een kunstharsplaat (hpl) of echt houtfineer, zodat de panelen direct verwerkt kunnen worden tot eindproduct.

1.1.8 MDF met oppervlaktestructuur

Hierbij is in het oppervlak een reliëf geperst dat later kan worden afgewerkt met verf of lak.

1.2 Grondstoffen

Als houtsoort wordt meestal naaldhout en soms ook loofhout gebruikt.

2 Herkomst

MDF wordt gemaakt van vezels gemaakt van rondhoutstammen die vrijkomen na dunning. Ook wordt schoon rest- en tophout gebruikt.

3 Productie

De rondhoutstammen worden ontbast en verspaand, waarna ze worden vervezeld en gedroogd. MDF wordt gemaakt volgens het droge procedé. Dat betekent, dat aan de droge houtvezels kunstharslijm, zoals Ureum Formaldehyde, wordt toegevoegd. Daarna worden ze op een bed verdeeld en vindt de persing plaats onder hoge druk en temperatuur.



3.1.2.1.4.3 foto 3 | Koeling van warmgeperste MDF platen, © Henk ten Bouwhuis, Koninklijke Jongeneel BV

3.1 Gebruikte lijmen

Ureum- -Formaldehyde (MUF) of Polyurethaanlijm (PU)

4 Toepassing en verwerking

MDF vindt de meeste toepassing in de meubelindustrie en de interieurbouw, voor keukens, meubelen, decorstukken etc.. Door de uitstekende bewerkingseigenschappen kent MDF (MDF-LA voor constructieve en blijvende toepassing) een zeer breed toepassingsgebied, zoals voor:

- Meubilair, voor woningen, scholen, kantoren enz.,
- Complete maatkeukens
- Kindermeubilair, speelattributen en speelgoed, die sterk, gif- en splintervrij en kindveilig moeten zijn, van formaldehydearm MDF
- MDF met pvc-folie in tv- en stereomeubelen en, door de goede akoestische eigenschappen, luidsprekerboxen
- Schaalmodellen en maquettes
- Scheidingswanden, waarbij 6 tot 12 mm dik MDF wordt bevestigd op stijl- en regelwerk

- Decoratieve wandbekledingen van stroken MDF die rondom zijn voorzien van een groef en afgewerkt met een grondlaag, houtfineer of folie. Tussen de gewoonlijk 100 mm brede stroken wordt een decoratieve veer aangebracht. In openbare gebouwen is brandvertragend behandeld MDF meer geschikt
- Computervloeren van MDF-tegels van 600 □ 600 mm
- Parket van circa 100 mm brede stroken MDF of HDF met rondom een messing en groef. De stroken kunnen zijn afgewerkt met gelakt fineer, melamine of kunststoflaminaat (HPL)
- Plafondtegels, ingelegd in een systeemraster, of plafondstroken die worden aangebracht op een regelwerk
- Geprofileerde lijsten en plinten, kooflijsten, architraven en kroonlijsten, al dan niet voorzien van fineer of kunststoffolie
- Vensterbanken. Als ze in aanraking komen met een vochtige ondergrond (metsel- en stucwerk) wordt bij voorkeur vochtbestendig gelijmd MDF gebruikt
- Bekledingsplaten voor vlakke binnendeuren uit dun MDF
- Brandwerende deuren van massief brandvertragend MDF
- Buitendeuren, gemaakt uit een vlakke plaat waarop vormdelen en lijsten zijn gelijmd of waarin de profileringen worden gefreesd
- Vlakke buitendeuren met een dekplaat die is opgebouwd uit twee dunne lagen HDF met een tussenlaag van aluminium. Het aluminium geeft de deuren de stabiliteit
- Trappen, waarbij HDF niet alleen een grotere sterkte geeft, maar de trillingen beter dempt dan massief hout.

MDF is net zo eenvoudig te zagen, boren en lijmen als massief hout. Bij het zagen voorkomt een kleine zaagtand het uitbreken van vezels. Zorg altijd voor persoonlijke beschermingsmiddelen. Zorg er ook voor dat de plaat goed platligt en tijdens het bewerken niet kan schuiven, om letsel te voorkomen. Verder is het belangrijk het fijne stof dat bij de machinale bewerking van MDF vrijkomt, goed af te voeren door een adequate afzuiginstallatie. Omdat het fijne stof kan leiden tot een explosie en/of spontane ontbranding is het aan te raden de afzuiginstallatie te voorzien van vonkdetectoren en een automatische brandblusinstallatie:

MDF kan eenvoudig worden gezaagd en geprofileerd. Omdat het vanwege de hoge dichtheid en het relatief grote percentage kunsthars iets meer zal slijten heeft hardmetalen snijgereedschap de voorkeur. MDF kan worden gezaagd met lasersnijapparatuur en geprofileerd met CNC-gestuurde bovenfrezen. Deze leveren strakke kanten die weinig nabewerking vergen. Bij scherpe hoeken en randen is de kans op beschadigingen en een onregelmatige laklaag mogelijk. De geprofileerde kanten hebben een grotere absorptie en moeten voor de afwerking worden gedicht met een sealer.

De fabrieksmatig geschuurde platen zijn geschikt voor afwerking met een lak of laminaat. Bij zeer hoge kwaliteitseisen, zoals bij hoogglanslak of dun laminaat, is het wenselijk MDF na te schuren met korrel 160 tot 240. Zorg bij het schroeven of spijkeren voor voldoende afstand tot de rand in verband met scheurvorming. Bij het aanbrengen van bevestigingsmiddelen in de kopse (zaagkanten) altijd voorboren om splijten te voorkomen.

Bij het aanbrengen van een afwerklaag moet het MDF eerst worden ontvet (parafine). Dit kan met ammoniak oplossing of een ander daarvoor geschikt ontvettend middel zoals terpentine, tinner etc. Zorg daarbij altijd voor persoonlijke bescherming en een goed geventileerde ruimte.

Mechanische verbindingen kunnen worden gemaakt met schroeven en nieten. Vanwege het gevaar voor splijten kunnen alleen dunnere nagels worden gebruikt. Geschikte schroeven zijn paanplaat-schroeven met parallelle schacht en dubbele spoed. Voorboren is, vooral in de kanten, noodzakelijk. Aan te bevelen is om de schroefkoppen te verzinken. Nieten moeten voor een betere hechting zijn gecoat met lijmhars, behalve in de randen. Haakse verbindingen kunnen in verstek, met zwaluwstaart en met geprofileerde beuken of berken deuvels worden gemaakt.

5 Afmetingen

MDF wordt in verschillende afmetingen geleverd:

Type MDF	Dikte (mm)	Lengte (mm)	Breedte (mm)
Standaard	3-4-6-8-9-10-12-14-5 -16-18-19-22-25-28-32 -35-38-40	2440-2620-274-2750 -2800-3050-3660-4150 -4200-5290	1220-1525-1830-1850 -2070-2200
Vochtwerend	6-9-12- 14,5-15-16-18 -19-22-25-30	2440-2745-3050-3660 -4150	1220-1525-1850-3050
Licht	8-9-9,5-10-11,4-12-14 -15-18-25	2440-3050	1220
Ultralicht	16-19-22-25-30	3660	1850-2200
Brandvertragend	12-15,8-16-17,5-18-19 -25	2440-2745-3050-3660	1220-1525-2070
Exterieur	6-9-12-15-18-22-25	2440-3050-2745	1220-1525
HDF	5-6-6,8-7,8-8	op aanvraag	op aanvraag
Buig-MDF	8-10	2800	1030
Gekleurd MDF	16-19-25	1620-4100-5240	2070

6 Eigenschappen

De eigenschappen van MDF zijn afhankelijk van plaattype, volumieke massa en fabrikant. De belangrijkste eigenschappen worden in onderstaande tabel weergegeven:

Eigenschap	Waarde	Eenheid
Warmtegeleidingscoëfficiënt	0,07 (400 kg/m^3), 0,10 (600 kg/m^3) en 0,14 (800 kg/m^3)	W/m⍰K
Warmteopslagcapaciteit	Afhankelijk van plaattype	J/kg⍰K
Thermische faseverschuiving	Afhankelijk van plaattype	uur
Dichtheid/volumieke massa (droog)	De volumieke massa van MDF varieert van 450 kg/m3 (UL-MDF) tot meer dan 800 kg/m3 (HDF).	kg/m^3
Dampdiffusieweerstand (nat)	5 (400 kg/m^3), 12 (600 kg/m^3) en 20 (800 kg/m^3)	m^1
Dampdiffusieweerstand (droog)	10 (400 kg/m^3), 20 (600 kg/m^3) en 30 (800 kg/m^3)	m^1
Vocht absorberend vermogen	Afhankelijk van plaattype	
Vochtbestendigheid	MDF-MR Goed	
Opgeslagen koolstof (GWPbiogenic)	936 (gemiddelde)	kgC/m^3
Global warming potential (GWPtot)	4,51	KgCO_2/m^3
Geluidisolatie (frequentiegebied tussen 1 en 3 kHz)	Afhankelijk van plaattype	dB
Geluidabsorptie	Afhankelijk van plaattype	
Drukweerstand (sterkte)	12,5	N/mm^2
Brandklasse	De brandklasse MDF > 600 kg/m3 en > 9 mm: D-s2, d0, als vloerplaat Dfl-s1.	
Milieuclassificatie MKI (set A2)	Zie fabrikantdata, of https://milieudatabase.nl/nl/viewer/	€/m2/bvo/jaar
Biologische afbreekbaarheid	Matig	
Keurmerken duurzaam bosbeheer	FSC en PEFC	

Opmerking bij bovenstaande waarden
Het is belangrijk om bij de leverancier de productwaarden op te vragen. Als je de data opvraagt, let er dan op dat het gevalideerde en gecertificeerde waarden betreft. Meer informatie vindt je op de site van de rijksoverheid[1]

[1] *https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/bouwproducten/vraag-en-antwoord/wat-is-een-prestatieverklaring-voor-bouwproducten*

7 Opslag en transport

MDF heeft na productie over het algemeen een houtvochtgehalte van circa 7%. Tijdens opslag en transport kan dit veranderen; bescherm daarom het plaatmateriaal tegen regen en vocht. Bij langdurige opslag moet de ruimte geconditioneerd zijn. Om zwel of krimp van plaatmateriaal bij directe verwerking te voorkomen laat je de platen aan het vochtgehalte van de ruimte wennen door het minimaal 1 dag van te voeren in de ruimte waar het wordt aangebracht te plaatsen. Verdere aanbevelingen:

- Sla de platen binnen op, leg ze horizontaal neer, niet direct op de vloer, maar op droge balkjes (max. 80 cm hoh) of op een pallet
- Leg onder de platen een waterdicht folie als de ondergrond vochtig is
- Platen moeten recht boven elkaar liggen om beschadigingen of door verschuiving ongelukken veroorzaken
- Draag persoonlijke beschermingsmiddelen zoals handschoenen om splinters te voorkomen.

8 Gebruik en onderhoud

MDF is gemaakt van naald- en ook loofhout, waarin ook spinthout zit. Daarom is het aan te raden om in permanente vochtige omgeving, zoals ‘’beschut buiten’’ een beschermende verf of beitslaag aan te brengen, om schimmels te voorkomen. Direct en langdurig blootstellen aan regen en (bodem)vocht is sterk af te raden vanwege diktezwelling. MDF kan bevestigd worden met nagels, schroeven en nieten, bij voorkeur van rvs om roestplekken bij vochtige omstandigheden te voorkomen. Geprofileerde nagels hebben de voorkeur boven gladde nagels of nieten. Bevestigingsmiddelen moeten minimaal 8 mm uit de rand worden aangebracht.
In droge omstandigheden heeft MDF geen onderhoud nodig.

9 Demontage en hergebruik

MDF kan eenvoudig worden losgeschroefd.
MDF was lang niet her te gebruiken vanwege de toegevoegde parafine, dat het MDF glad en vochtafstotend maakt. Sinds kort is een procedé ontwikkeld waarbij de parafine en andere additieven gescheiden kunnen worden van de vezels, die weer kunnen worden hergebruikt.

MDF dat vrijkomt uit sloop dient ontdaan te zijn van eventuele lijm en PUR-resten en andere verontreinigingen om in aanmerking te komen voor hergebruik.

10 Certificering

Houtachtige plaatmaterialen moeten volgens de Europese Bouwproductenverordening (CPR) een CE-markering hebben. Op de zijkant van elke plaat staat een merkteken met codes waarmee de fabrikant en plaattype opzoekbaar worden. Op de bijbehorende prestatieverklaring (DoPC) staan de technische en in de toekomst ook de milieueigenschappen van het betreffende plaatmateriaal.
Houtachtige plaatmaterialen zijn bijna altijd voorzien van een keurmerk voor duurzaam bosbeheer: Forest Stewardship Council (FSC) of Pan European Forest Certification System (PEFC)(zie voor meer info: www.inkoopduurzaamhout.nl).

11 Leveranciers

MDF is te koop bij alle houthandelaren en bouwmaterialen leveranciers in Nederland.
De belangrijkste producenten van spaanplaat in Europa zijn:

- Kronospan.com
- West Fraser.nl (Norbord)
- Sonaearauco.com
- Medite Smartply: mdfosb.com

12 Normen

Belangrijke normen waarin de eigenschappen van MDF worden beschreven zijn

NEN-EN 316	Vezelplaat - Definitie, classificatie en aanduidingen
NEN-EN 622-1	Vezelplaten - Specificaties - Deel 1: Algemene eisen
NEN-EN 622-5	Vezelplaten - Specificaties - Deel 5 - Eisen voor platen vervaardigd volgens het droge proces (MDF)
NEN-EN 13986 -1	Houtachtige plaatmaterialen voor gebruik in de bouw – Eigenschappen, conformiteitsbeoordelingen en merken
NEN-EN 12369-1	Houtachtige plaatmaterialen- karakteristieke waarden voor constructief ontwerpen - deel 1 OSB, Spaanplaat en vezelplaat

13 Bronnen

- Houtachtige plaatmaterialen – houtinfo.nl – infoblad 2022
- https://kennis.cultureelerfgoed.nl/index.php/Zachtboardwat-is-zachtboard (geraadpleegd op 21-03-2025)
- https://www.joostdevree.nl/bouwkunde2/zachtboard.htm (geraadpleegd op 21-03-2025)

14 Relatie met relevante kennismodules in deze Kennisbank Biobased Bouwen

1.1. Why (Opgaven) – Urgentie, Grondstoffentransitie en meer

1.1.1. Urgentie Grondstoffentekorten
1.1.2. Parijs 2050
1.1.3. NL programma's Circulaire Economie
1.1.4. Rol Bouwsector
1.1.5. CO2 uitstoot
1.1.6. Aantasting Milieu, biodiversiteit …

1.2. Definities

1.2.1. Van lineair naar circulair
1.2.2. Duurzaamheid versus circulariteit
1.2.3. Natuurinclusief versus klimaatadaptief
1.2.4. Definities circulair ontwerpen

1.3. Modellen en (reken)tools

1.3.1. Model R-ladder
1.3.2. Model Lagen van Brand
1.3.3. Model LCA
1.3.4. MPG
1.3.5. BCI
1.3.6. CO2-tool
1.3.7. BENG

1.4. Strategieën

1.4.1. Circulaire principes
1.4.2. Schaalniveaus circulariteit
1.4.3. Preventie-waardebehoud-waardecreatie
1.4.4. Natuurinclusief bouwen

2. Biobased Bouwen

2.1. Doelstellingen

2.1.1. Waarom Bouwen met Biobased Bouwmaterialen?
2.1.2. 'Van Plant tot Pand' - Kansen Biobased Bouwen
2.1.3. NABB
2.1.4. Reductie stikstof …

3. LCA Fase - PRODUCTIE

3.1. Winning van grondstoffen

3.1.1. Secundaire grondstoffen

3.1.1.1. Technologische cyclus
3.1.1.2. Demontage - Sloop
3.1.1.3. Kleding
3.1.1.4. Papier

3.1.2. Plantaardig - Natuurlijke cyclus]

3.1.2.1. Hout
3.1.2.1.1. Massief Hout
3.1.2.1.2. Bewerkt Hout
3.1.2.1.2.1 CLT
3.1.2.1.2.2 LVL
3.1.2.1.2.3 Glulam
3.1.2.1.3. Houtvezel Isolatieplaten (thermische isolatie)
3.1.2.1.4. Houtvezelplaat
3.1.2.1.4.1 Hardboard
3.1.2.1.4.2 Zachtboard
3.1.2.1.4.3 MDF en HDF
3.1.2.1.5. Houtspaanderplaat
3.1.2.1.5.1 Spaanplaat
3.1.2.1.5.2 OSB
3.1.2.1.6. Triplex
3.1.2.2. Hennepvezel isolatie
3.1.2.3. Lisdodde
3.1.2.4. Vlaswolisolatie
3.1.2.5. Zeewier
3.1.2.6. Bamboe Interieur
3.1.2.7. Strobalen bouwmethode
3.1.2.8. Miscanthus
3.1.2.9. Kalkhennepbeton
3.1.2.10. Geëxpandeerde Kurkisolatie
3.1.2.12. Grasisolatieplaten
3.1.2.13. Riet
3.1.2.16. Vlasspaanplaat
3.1.2.17. Inblaasstro
3.1.2.18. Stro isolatie infill methode
3.1.2.19. Bamboe exterieurafwerking
3.1.2.20. Kalkhennep blokken

3.1.3. Dierlijke cyclus
3.1.3.1. Wol

3.1.4. Overige grondstoffen
3.1.4.1. Mycelium isolatiepanelen
3.1.4.2. StampLeem en LeemSteen

3.1.5. (Bio)Composieten
3.1.5.1. Biocomposieten met plantaardige vezels en minerale grondstoffen
3.1.5.2. Biocomposieten met plantaardige vezels
3.1.5.3. BioFoam isolatie

3.2. Transport
3.2.1. Keten Agro-Productie-Fabricage
3.3. Productie
3.3.1. Grondstof - Materiaal - Product - Element
3.3.2. Bewerkingen grondstoffen en materialen
3.3.3. Modulair
3.3.4. Samengestelde bouw
3.3.5. Opslag versus emissie CO2
3.3.6. Opschalen
3.4. Productie Isolatiematerialen
3.4.1. Biobased IsolatieMaterialen
3.4.2. Bindmiddelen en impregneerstoffen
3.5. Productie Plaatmaterialen
3.5.1. Biobased PlaatMaterialen
3.5.2. Bindmiddelen en impregneerstoffen
3.6. Productie Constructieve elementen
3.6.1. Constructieve biobased elementen
3.6.2. Bindmiddelen en impregneerstoffen
4. LCA Fase – BOUW
4.1. Transport
4.1.1. Keten productie-montage
4.1.2. Materiaal vs Product vs Element vs Unit
4.2. Bouw- en installatieproces, aanleg
4.2.1. Initiatieffase
4.2.1.1. GPR Gebouw, BREEAM
4.2.1.2. Het Nieuwe Normaal
4.2.1.3. Circulair bouwen met biobased bouwmaterialen
4.2.1.4. BBL – Gemeente
4.2.1.5. Circulair uitvragen – aanbesteden
4.2.1.6. Integrale strategieën
4.2.1.7. Circulaire ambities
4.2.1.8. Preventie-waardebehoud-waardecreatie
4.2.2. Haalbaarheid product/marktcombinaties
4.2.2.1. Kengetallen
4.2.2.2. Capaciteit
4.2.2.3. Marktcomform
4.2.2.4. Opname en materiaalpaspoort
4.2.2.5. PvE / schets door adviseur
4.2.2.6. Inschrijven voor ontwerpers – architecten
4.2.3. Projectdefinitie

4.2.3.1. Opschaalbaarheid
4.2.3.2. Persoonlijk
4.2.3.3. Aanbestedingsvorm aannemer – consortium

4.2.4. Voorontwerp
4.2.4.1. Constructieprincipes
4.2.4.2. Damp-open bouwen
4.2.4.3. Carbon Based Design
4.2.4.4. Gezond Bouwen
4.2.4.5. Kwaliteit en Garantie
4.2.4.6. VO
4.2.4.7. Hergebruik (R-Ladder)
4.2.4.8. Passief Bouwen

4.2.5. Definitief ontwerp
4.2.5.1. MPG
4.2.5.2. Biobased Isolatiematerialen
4.2.5.3. R-waarde, warmtecapaciteit, faseverschuiving, verdamping
4.2.5.4. Brandveiligheid
4.2.5.5. Circulaire materialen
4.2.5.6. Montage, demontage, remontage producten
4.2.5.7. Constructiecontrole
4.2.5.8. 'Bouwbesluit' eisen

4.2.6. Definitief (technisch)-ontwerp
4.2.6.1. Losmaakbaar detailleren
4.2.6.2. Droge verbindingen
4.2.6.3. Luchtdicht bouwen

4.2.7. Uitvoeringsgereed ontwerp
4.2.7.1. Uitvoeringslogistiek
4.2.7.2. Montage en demontage voorschriften (materialenpaspoorten)
4.2.7.3. WKB Circulair bouwen met Biobased Bouwmaterialen
4.2.7.4. Voorbereiding

4.2.8. Uitvoering
4.2.8.1. LEAN werkproces toepassen tbv leren en innoveren
4.2.8.2. Uitvoering als bouwmanager
4.2.8.3. Oplevering, uitzonderingen bouwbesluit en hoe je daar mee om gaat

5. B – GEBRUIK

5.1. Gebruik
5.1.1. Handleiding voor gebruiker
5.1.2. Levensduur en Kwaliteit
5.1.3. Hergebruik/herwinbaar

5.2. Onderhoud

5.2.1. MJOB maken en bewaken
5.2.2. Nazorg/MJOP

5.3. Reparaties
5.3.1. Klachten en nazorg
5.3.2. Nazorg/MJOP

5.4. Vervangingen
5.4.1. Onderhoud
5.4.2. Losmaakbaarheid
5.4.3. Hergebruik bij vervanging

5.5. Hernieuwing
5.5.1. Verbeteringstrajecten en innoveren

5.6. Operationeel energiegebruik / Passief huis

5.7. Operationeel watergebruik

6. SLOOP

6.1. Sloop
6.1.1. Sloop vs Demontage
6.1.2. Methoden sloop

6.2. **Demontage**
6.2.1. Waardemodel sloop
6.2.2. Elementen - Producten - Materialen - Grondstoffen Bronnen

6.3. **Transport**
6.3.1. Keten sloop-verwerking
6.3.2. Afvalscheiding bron vs locatie verwerking

6.4. **Afvalbewerking**
6.4.1. Principes
6.4.1.1. Keten hergebruik hout
6.4.1.2. Cascadering
6.4.2. Verwerking tot grondstoffen
6.4.2.1. Duurzaamheidsklassen
6.4.2.2. Onbehandeld vs Behandeld hout
6.4.2.3. Natuurlijke cyclus – composteren
6.4.3. Verwerking materialen en producten
6.4.3.1. Kwaliteitsbeoordeling
6.4.4. Stort – Verbranding
6.4.4.1. Hergebruik energie
6.4.4.2. Biochar

6.5. Finale afvalbewerking, producten op basis van secundaire grondstoffen
6.5.1. Producten op basis van secundaire grondstoffen

7. HERGEBRUIK
7.1. Materiaal paspoort i.c.m. 3-D model

7.2. Urban mining
7.3. Tussenhandel secundaire materialen
7.4. Kwaliteitsbeoordeling
7.5. Regelgeving
7.6. Reuse vs Repurpose

15 Versiebeheer

Nr.	Datum	Auteur	Organisatie	Opm.	Status
01	29-04-2025	Eric de Munck	Centrum Hout		Startdocument
02	01-06-2025	Dirk Vroegindeweij	Windesheim		Aanvulling
03					
04					