

Circulair Ontwerpen



24 MEI

Techniek college Rotterdam

Gemaakt door: Ali, Hassan & Murshed

Inhoud

Losmaakbaar ontwerpen en bouwen (gemaakt door Hassan Outmani)	3
Is er gewerkt met BIM (gemaakt door Murshed Alshahaf)	5
Is er gebruikt gemaakt van het (Madaster) materialenpaspoort (gemaakt door Hassan Outmani).....	6
Wat zijn de bouwcomponenten met de hoogste materiaalgebonden emissies (gemaakt door Murshed Alshahaf).....	7
Beargumenteer welke alternatieven (of niet) je hebt gekozen en wat dat betekent voor het ontwerp en detail (gemaakt door Murshed Alshahaf).....	7
Schaduwkosten van de materialen (gemaakt door Hassan Outmani)	10
Berekeningen CO2/ stikstof/ fijnstof footprint van de materialen (gemaakt door Ali Sevik)	11
Bouwplaats inrichting (nul op de bouwplaats) (gemaakt door Ali Sevik).....	13
MPG-berekening (gemaakt door Ali Sevik)	16
Conclusie.....	17
Bijlagen	18
CO2 berekening	18

Los maakbaar ontwerpen en bouwen (gemaakt door Hassan Outmani)

In deze rapportage zal ik u meenemen in ons ontwerp over de drie cruciale onderwerpen in de bouwsector: Is het project/ontwerp los maakbaar en opnieuw te bouwen, of er gebruik is gemaakt van het materialenpaspoort (madataster) en de schaduwkosten van materialen? We zullen ontdekken hoe deze concepten elkaar overlappen en bijdragen aan een duurzamere en circulair bouwproject. Bovendien zullen we ook bespreken of er sprake is over schaduwkosten van materialen, die de indirecte kosten en negatieve effecten van het productieproces of de grondstoffenwinning, het transport en de afvalverwerking kan hebben. Laten we dieper ingaan op deze onderwerpen en ontdekken hoe ze een positieve impact kunnen hebben op de bouwsector en het milieu.



Met los maakbaar ontwerpen en bouwen wordt er bedoeld of het gebouw en constructies die flexibel, herbruikbaar en demontabel zijn. Dat is ons ontwerp zeer zeker aangezien wij gebruik hebben gemaakt van scharnieren die aan de houten balken bevestigd zijn. Bovendien is er extra aandacht besteed aan het hergebruik van vloeren. De evaluatie van het project toont aan dat deze ontwerp hebben bijgedragen aan een verhoogde flexibiliteit, herbruikbaarheid en duurzaamheid.

Het gebruik van scharnieren die aan de houten balken zijn geschroefd, heeft het mogelijk gemaakt om verschillende elementen van het bouwontwerp demontabel te maken. Deze scharnieren bieden een stevige bevestiging, terwijl ze tegelijkertijd de mogelijkheid bieden om componenten gemakkelijk te verwijderen en opnieuw te monteren. Dit resulteert in een hoge flexibiliteit, waardoor aanpassingen en uitbreidingen in de toekomst mogelijk zijn zonder dat dit ten koste gaat van de structuur van het gebouw.

Een ander opmerkelijk aspect van het project is het hergebruik van gevels. Door gevels op een zorgvuldige manier te demonteren en te conditioneren, kunnen ze worden hergebruikt in nieuwe bouwprojecten. Dit bespaart niet alleen waardevolle grondstoffen, maar vermindert ook de afvalstromen en de impact op het milieu. Bovendien kunnen hergebruikte gevels een uniek karakter en waarde toevoegen aan het nieuwe bouwproject.

Het ontwerp is zorgvuldig gepland om de demontage en het hergebruik van materialen te vergemakkelijken. Hierdoor wordt de levensduur van de materialen verlengd en wordt de impact op het milieu verminderd.

Is er gewerkt met BIM (gemaakt door Murshed Alshahaf)

Building Information Modeling (BIM) is een innovatieve benadering van het ontwerpen, bouwen en beheren van gebouwen en infrastructuur. Het maakt gebruik van digitale modellen om informatie te verzamelen, op te slaan en te delen gedurende de hele levenscyclus van een project. Deze rapportage biedt een overzicht van de belangrijkste aspecten van BIM, de voordelen ervan en de toepassing ervan in de bouwsector.

Wat is BIM?

BIM is een proces waarbij digitale modellen van een bouwproject worden gemaakt. Deze modellen bevatten geometrische en niet-geometrische informatie, zoals technische specificaties, kostenramingen, materialenlijsten en plannings. BIM faciliteert de samenwerking tussen alle betrokken partijen, zoals architecten, ingenieurs, aannemers en facility managers, door het delen van informatie in een gecentraliseerde omgeving.

Voordelen van BIM

BIM biedt talloze voordelen voor de bouwsector:

1. **Verbeterde samenwerking:** BIM bevordert de samenwerking en communicatie tussen verschillende disciplines binnen een projectteam. Alle betrokkenen hebben toegang tot dezelfde up-to-date informatie, wat resulteert in een betere coördinatie en minder fouten.
2. **Efficiëntie en kostenbesparing:** Door gebruik te maken van BIM kunnen ontwerpfouten vroegtijdig worden opgespoord en opgelost, waardoor de kosten van herbewerking worden verminderd. Bovendien helpt BIM bij het optimaliseren van de materiaalkeuze en het plannen van de bouwfasen, wat leidt tot efficiëntere bouwprocessen.
3. **Visualisatie en simulatie:** BIM stelt projectteams in staat om het bouwproject te visualiseren en te simuleren voordat de bouw daadwerkelijk begint. Dit helpt bij het identificeren van knelpunten en het nemen van geïnformeerde beslissingen, wat resulteert in betere ontwerpen en een verbeterde bouwkwaliteit.
4. **Onderhoud en beheer:** BIM voorziet ook in de behoeften van facility management. De digitale modellen kunnen worden gebruikt voor het plannen van onderhoudstaken, het beheren van activa en het optimaliseren van energieverbruik gedurende de levensduur van een gebouw.

Toepassing van BIM

BIM wordt steeds meer toegepast in de bouwsector, zowel op kleine als grote schaal. Het wordt gebruikt in verschillende fasen van een project, zoals conceptueel ontwerp, gedetailleerd ontwerp, bouw en faciliteitenbeheer. BIM-software zoals Autodesk Revit, Bentley Microstation en ArchiCAD bieden geavanceerde mogelijkheden voor het maken en beheren van BIM-modellen.

Uitdagingen en toekomstige ontwikkelingen

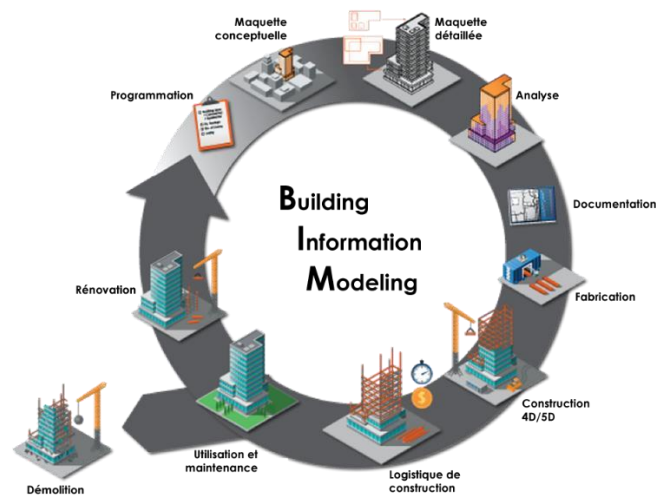
Hoewel BIM vele voordelen biedt, zijn er ook uitdagingen bij de implementatie ervan. Deze omvatten de kosten van BIM-software en -training, de behoefte aan gestandaardiseerde processen en protocollen, en de noodzaak van samenwerking tussen verschillende belanghebbenden.

Toekomstige ontwikkelingen in BIM omvatten onder andere de integratie van BIM met andere technologieën zoals kunstmatige intelligentie en virtual reality, verbeterde interoperabiliteit tussen BIM-software en uitgebreid gebruik van BIM in duurzaam ontwerp en constructie.

Wij hebben bij dit project ook gebruik gemaakt van BIM-software, Revit om precies te zijn. Revit hebben we gebruikt om ons ontwerp te maken en het bouwkundig met de juiste materialen te laten kloppen, vervolgens hebben we ons model in TWI-motion geladen om mooie renders en omgeving van het pand te laten maken.

Conclusie

BIM heeft de potentie om de bouwsector te transformeren door middel van verbeterde samenwerking, efficiëntie en bouwkwaliteit. Het gebruik van digitale modellen gedurende de hele levenscyclus van een project zorgt voor betere besluitvorming en optimalisatie van middelen. Hoewel er uitdagingen zijn, zal de verdere ontwikkeling van BIM-technologieën naar verwachting leiden tot bredere acceptatie en een grotere impact op de bouwsector in de toekomst.



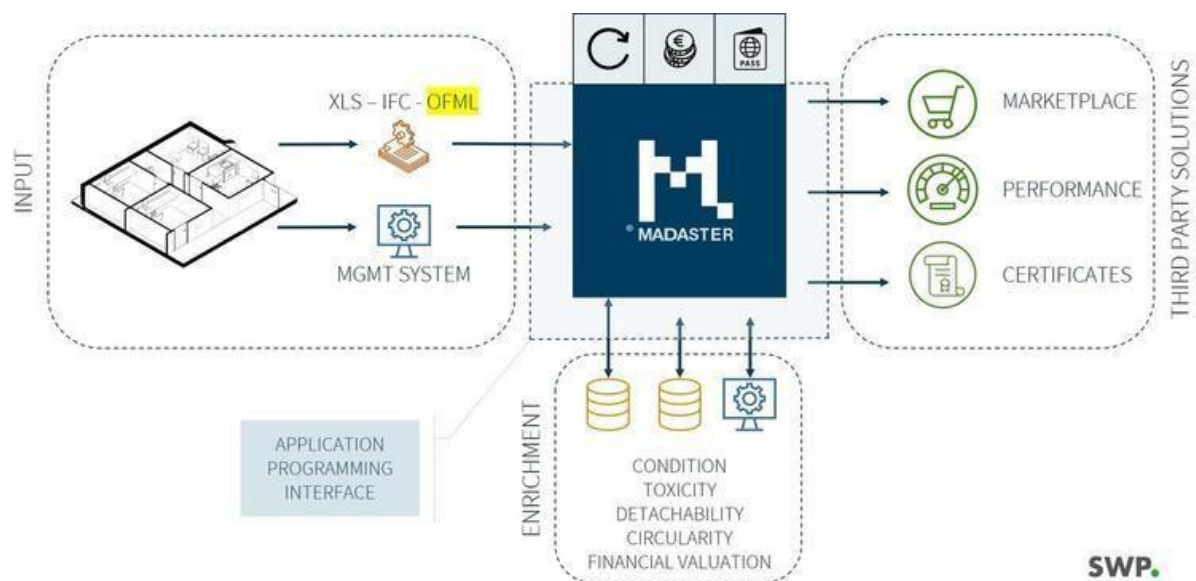
Is er gebruikt gemaakt van het (Madaster) materialenpaspoort

(gemaakt door Hassan Outmani)

Tijdens het bouwproces is zeker gebruik gemaakt van het materialenpaspoort, in dit geval het madaster. Dit instrument biedt een gedetailleerd overzicht van de gebruikte materialen en producten in het gebouw. Het materialenpaspoort bevat informatie over de herkomst, samenstelling en kwaliteit van de materialen. Het bouwproject heeft dit paspoort effectief gebruikt om de materialen te identificeren, te traceren en te documenteren gedurende hun levenscyclus. Hierdoor wordt het mogelijk om materialen na gebruik eenvoudig te demonteren, te recyclen of te hergebruiken, wat resulteert in een efficiënter en duurzamer gebruik van grondstoffen. Voorbeeld dat aanwezig is in ons bouwproject, zoals gedocumenteerd in het materialenpaspoort (madaster), is baksteen. De gebruikte bakstenen zijn zorgvuldig vastgelegd in het paspoort, inclusief informatie over hun herkomst, afmetingen en kenmerken.

Het materialenpaspoort verschaft ons waardevolle gegevens over de bakstenen, zoals hun productieproces, eventuele behandelingen en kwaliteitscertificeringen. Dit stelt ons in staat om een gedetailleerd inzicht te krijgen in de herkomst en samenstelling van de bakstenen, wat belangrijk is bij het beoordelen van hun duurzaamheidsprestaties

Het materialenpaspoort ons voorziet van essentiële informatie over de gebruikte materialen in een gebouw.



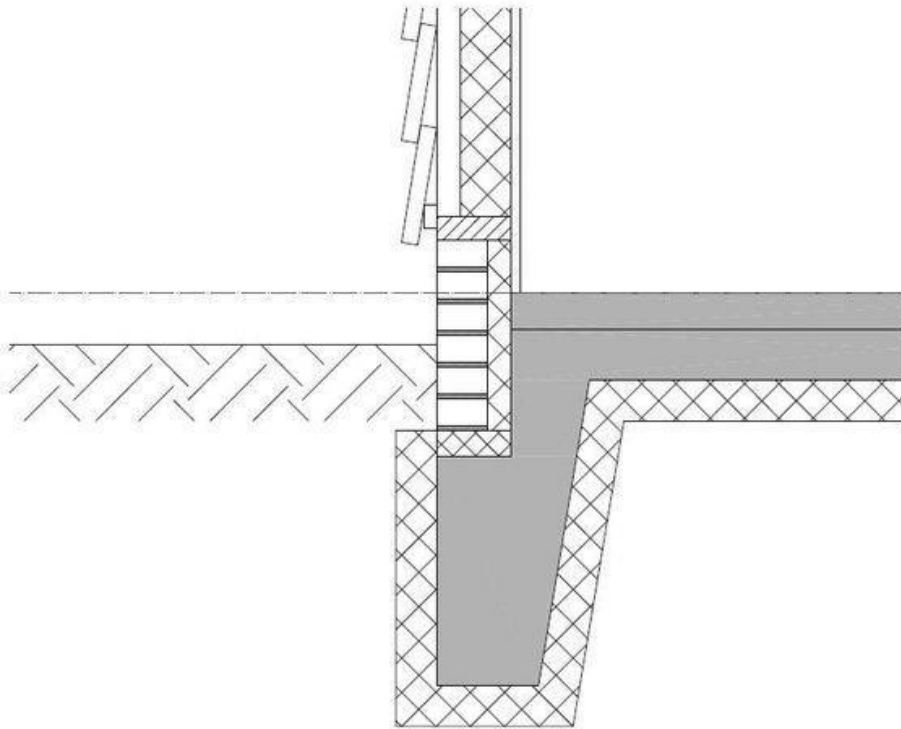
Wat zijn de bouwcomponenten met de hoogste materiaal gebonden emissies (gemaakt door Murshed Alshahaf)

Beargumenteer welke alternatieven (of niet) je hebt gekozen en wat dat betekent voor het ontwerp en detail (gemaakt door Murshed Alshahaf)

Deze rapportage onderzoekt twee alternatieve bouwmethoden, namelijk houtskeletbouw en betonnen fundering en vloer, met een specifieke focus op duurzaamheid. We zullen de kenmerken, voordelen en duurzame aspecten van elk van deze methoden bespreken, evenals eventuele uitdagingen die zich kunnen voordoen.

Houtskeletbouw

Houtskeletbouw is een constructiemethode waarbij een structuur wordt gebouwd met behulp van houten balken en stijlen als basisframe. Op het gebied van duurzaamheid biedt houtskeletbouw diverse voordelen:



1. Hernieuwbare bron: Hout is een hernieuwbare bouwgrondstof, omdat bomen kunnen worden gekweekt en geoogst op een duurzame manier. Het gebruik van hout als bouw materiaal vermindert de afhankelijkheid van niet-hernieuwbare bronnen zoals beton en staal.
2. Koolstofopslag: Hout heeft de eigenschap om koolstof op te slaan. Bomen nemen tijdens hun groei koolstofdioxide op en slaan deze op in hun vezels. Door hout als bouw materiaal te gebruiken, wordt de koolstof opgeslagen in de gebouwconstructie, waardoor de CO₂-uitstoot wordt verminderd.
3. Energie-efficiëntie: Hout heeft goede isolerende eigenschappen, waardoor gebouwen die met houtskeletbouw zijn geconstrueerd energie-efficiënter kunnen zijn. Houten wanden en vloeren bieden natuurlijke thermische isolatie, waardoor de energiebehoefte voor verwarming en koeling wordt verminderd.
4. Korte bouw tijd: Houtskeletbouw maakt gebruik van geprefabriceerde elementen, wat resulteert in een snellere bouw tijd. Dit leidt tot minder verstoring van de omgeving en vermindering van de bouwafvalproductie.

Betonnen fundering en vloer

Betonnen funderingen en vloeren zijn gangbare constructie-elementen in de bouwsector. Hoewel beton voordelen biedt, zijn er ook enkele duurzaamheidsaspecten om rekening mee te houden:

5. Duurzaamheid van materialen: Beton is samengesteld uit cement, aggregaten en water. Cementproductie is echter een energie-intensief proces en gaat gepaard met de uitstoot van broeikasgassen. Het gebruik van duurzame alternatieven voor cement, zoals geopolymeren, kan de milieueffecten verminderen.

6. Energie-efficiëntie: Betonnen constructies hebben over het algemeen een hoge thermische massa, wat kan bijdragen aan energie-efficiënte gebouwen door warmte te absorberen en geleidelijk af te geven. Dit kan de behoefte aan actieve verwarmings- en koelsystemen verminderen.

. Levensduur en onderhoud: Beton heeft over het algemeen een lange levensduur en vereist weinig onderhoud. Dit kan bijdragen aan duurzame constructies met een lagere behoefte aan materialen en middelen op de lange termijn.

Uitdagingen en toekomstige ontwikkelingen

Bij het overwegen van duurzaamheid in alternatieve bouwmethoden zijn er enkele uitdagingen en aandachtspunten, zoals:

1. Levenscyclusanalyse: Het is belangrijk om een grondige levenscyclusanalyse uit te voeren om de totale milieu-impact van elk bouw materiaal en -methode te beoordelen, inclusief de winning, productie, constructie, gebruik en verwijdering ervan.

2. Water- en energieverbruik: Zowel houtskeletbouw als betonconstructies hebben water- en energiebehoeften tijdens de productie en constructie. Het is belangrijk om efficiënte methoden te gebruiken en de impact op natuurlijke hulpbronnen te minimaliseren.

3. Innovatieve oplossingen: Voortdurende technologische ontwikkelingen en onderzoek in de bouwsector kunnen bijdragen aan de verbetering van duurzaamheidsaspecten van zowel houtskeletbouw als betonconstructies. Dit omvat het gebruik van duurzamere bouwmaterialen, energie-efficiënte systemen en recycling van materialen.

Conclusie

Zowel houtskeletbouw als betonnen fundering en vloer hebben duurzaamheidsvoordelen en uitdagingen. Houtskeletbouw profiteert van het gebruik van een hernieuwbare bron, koolstofopslag en energie-efficiëntie. Betonnen constructies hebben daarentegen een lange levensduur en thermische massa, maar moeten aandacht besteden aan de milieueffecten van cementproductie. Bij het kiezen tussen deze alternatieve bouwmethoden is het belangrijk om een holistische benadering te hanteren, waarbij rekening wordt gehouden met de specifieke context, duurzaamheidscriteria en levenscyclusanalyse van het project.

Schaduwkosten van de materialen (gemaakt door Hassan Outmani)

Ten slotte hebben we niet zoveel schaduwkosten aangezien we hiermee rekening mee hebben gehouden. Wij hebben gebruik gemaakt van duurzame en lokaal geproduceerde materialen, wat bij dragen aan het minimaliseren van de schaduwkosten. Hier is een voorbeeld:

Door gebruik te maken van hout uit duurzaam beheerde bossen in de omgeving. Dit betekent dat het hout afkomstig is van bossen waarbij rekening wordt gehouden met allerlei economische aspecten van bosbeheer. Door het gebruik van lokaal geproduceerd hout hebben we de transportafstanden kunnen beperken, wat een vermindering van de milieubelasting en de bijbehorende schaduwkosten



En nogmaals hebben we ervoor gezorgd dat de gebruikte materialen een lange levensduur hebben en eenvoudig kunnen worden gedemonteerd en hergebruikt. Door de herbruikbaarheid van de materialen te vergroten, minimaliseren we de behoefte aan nieuwe materialen en verminderen we de schaduwkosten die met de productie en het transport ervan.

Berekeningen CO2/ stikstof/ fijnstof footprint van de materialen (gemaakt door Ali Sevik)

Het berekenen van de CO2- en stikstofemissies van duurzame materialen is belangrijk omdat het bijdraagt aan het begrijpen en beoordelen van de milieuprestaties van deze materialen. Het helpt bij het identificeren van de potentiële impact van materialen op klimaatverandering en luchtkwaliteit, en het stelt ontwerpers, bouwers en beleidsmakers in staat om weloverwogen beslissingen te nemen bij het selecteren van materialen voor bouwprojecten.

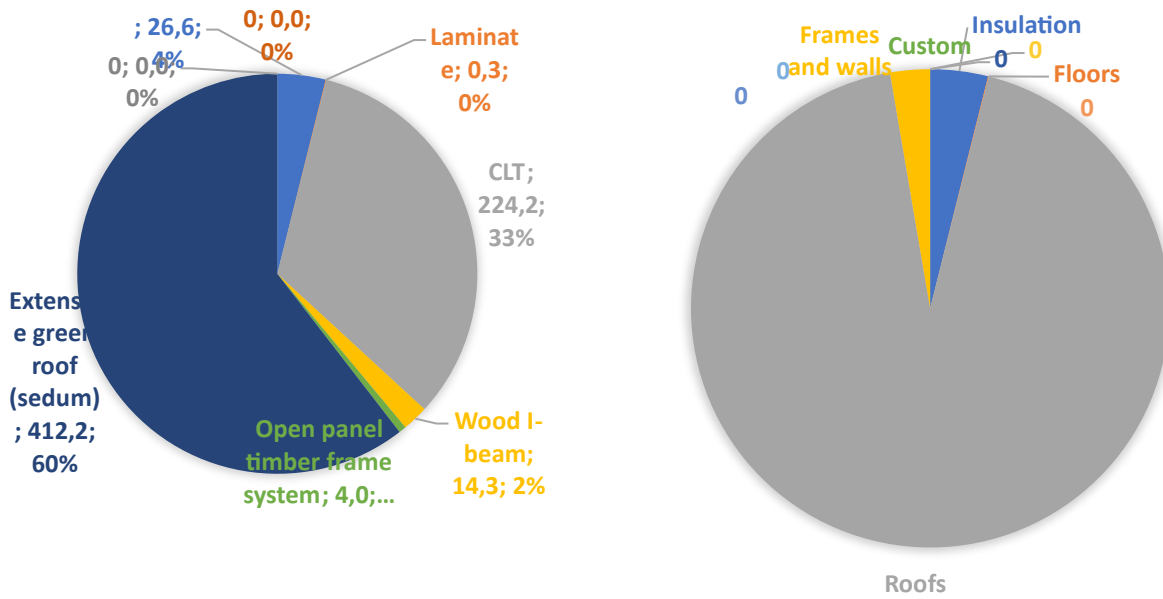
Waarom moeten we het berekenen?

1. Inzicht in milieueffecten: Door de CO2- en stikstofemissies van materialen te berekenen, krijgen we inzicht in hun specifieke bijdrage aan de milieubelasting. Dit helpt bij het vergelijken van materialen en het maken van bewuste keuzes om de impact op het milieu te verminderen.
2. Klimaatverandering: CO2 is een belangrijk broeikasgas dat bijdraagt aan klimaatverandering. Door de CO2-voetafdruk van materialen te berekenen, kunnen we de bijdrage van materialen aan de uitstoot van broeikasgassen identificeren en alternatieve materialen kiezen met een lagere CO2-uitstoot.
3. Luchtkwaliteit: Stikstofverbindingen kunnen bijdragen aan luchtvervuiling en hebben nadelige effecten op de gezondheid van mens en milieu. Het berekenen van de stikstofemissies van materialen helpt bij het identificeren van de bronnen van stikstofuitstoot en kan bijdragen aan het verminderen van de luchtvervuiling.
4. Duurzaamheidsbeoordeling: Het berekenen van de CO2- en stikstofemissies van materialen maakt deel uit van een breder scala aan criteria die worden gebruikt bij duurzaamheidsbeoordelingen van bouwprojecten. Door deze emissies te kwantificeren, kunnen gebouwen en infrastructuurprojecten worden geëvalueerd op hun milieu-impact en kunnen duurzame keuzes worden bevorderd.
5. Beleidsvorming: Het berekenen van de CO2- en stikstofemissies van materialen is ook relevant voor het ontwikkelen van beleid op het gebied van duurzaam bouwen en milieubescherming. Het stelt beleidsmakers in staat om richtlijnen en regelgeving op te stellen die gericht zijn op het verminderen van de milieu-impact van materialen en het bevorderen van duurzaamheid in de bouwsector.

Door het berekenen van CO2- en stikstofemissies kunnen we een holistisch beeld krijgen van de milieueffecten van duurzame materialen. Het stelt ons in staat om weloverwogen beslissingen te nemen en bij te dragen aan de transitie naar een meer duurzame en milieuvriendelijke bouwsector.

**TON CO2 STORED BY
PRODUCT**

**TON CO2 STORED BY
CATEGORY**



Basement	Insulation	Métisse	Not applicable	35	518,0	M 3	26,57
Ground floor	Floors	Laminat e	Unit must be kg, unless you provide a density in the next column.	#N/B	266,0	Kg	0,34
1st floor	Roofs	CLT	Select wood type or provide the CLT density in next column. In EU, CLT from spruces is most common and recommended.	Provide additional information or fill in here the specific CLT density	136.595,3	Kg	224,21
1st floor	Frames and walls	Wood lbeam	Unit must be kg, unless you provide a density in the next column.	#N/B	9.324,8	Kg	14,30
Ground floor	Boards/plancks	MOSO Bamboo X-treme	Not applicable	1150		Kg	#N/B
1st floor	Boards/plancks	MOSO Bamboo X-treme	Not applicable	1150	4,0	To n	5,90

Other	Frames and walls	Open panel timber frame system	Unit must be kg. NOTE: using the timber frame products results in a less accurate CO2 storage estimation then using 'Other wood material' in the category 'Boards/planks'.	#N/B	2.500,0	Kg	4,04
Basement	Roofs	Extensive green roof (sedum)	Unit must be m2	#N/B	300,0	M ²	412,21
Foundation	Custom	Please select product category first	Please provide here the value for: CO2storage (kgCO2/kg product)	Provide here the density of your product in kg/m3	5,0	Kg	#WAARDE!

Bouwplaats inrichting (nul op de bouwplaats) (gemaakt door Ali Sevik)

Bouwplaats inrichting verwijst naar het proces van het plannen, organiseren en inrichten van de fysieke ruimte waarin een bouwproject zal plaatsvinden. Het omvat het creëren van een georganiseerde, functionele en veilige werkomgeving voor alle betrokken partijen, zoals bouwvakkers, aannemers en leveranciers. Een effectieve bouwplaats inrichting draagt bij aan een soepel verloop van het bouwproces en kan de efficiëntie en veiligheid verbeteren.

Een duurzame en efficiënte bouwplaats inrichting richt zich op het minimaliseren van negatieve milieueffecten en het optimaliseren van hulpbronnen. Hier zijn enkele maatregelen die kunnen worden genomen om duurzaamheid en efficiëntie op een bouwplaats te bevorderen:

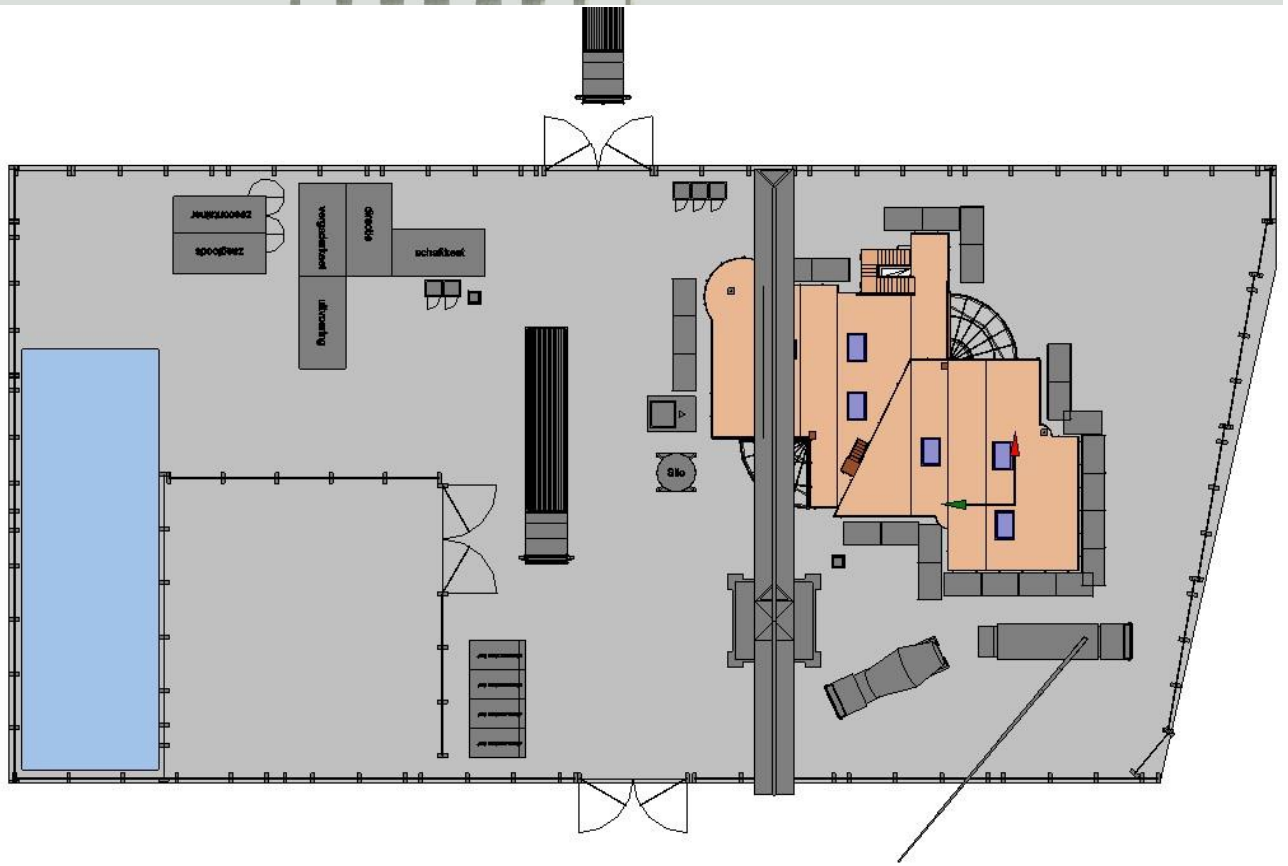
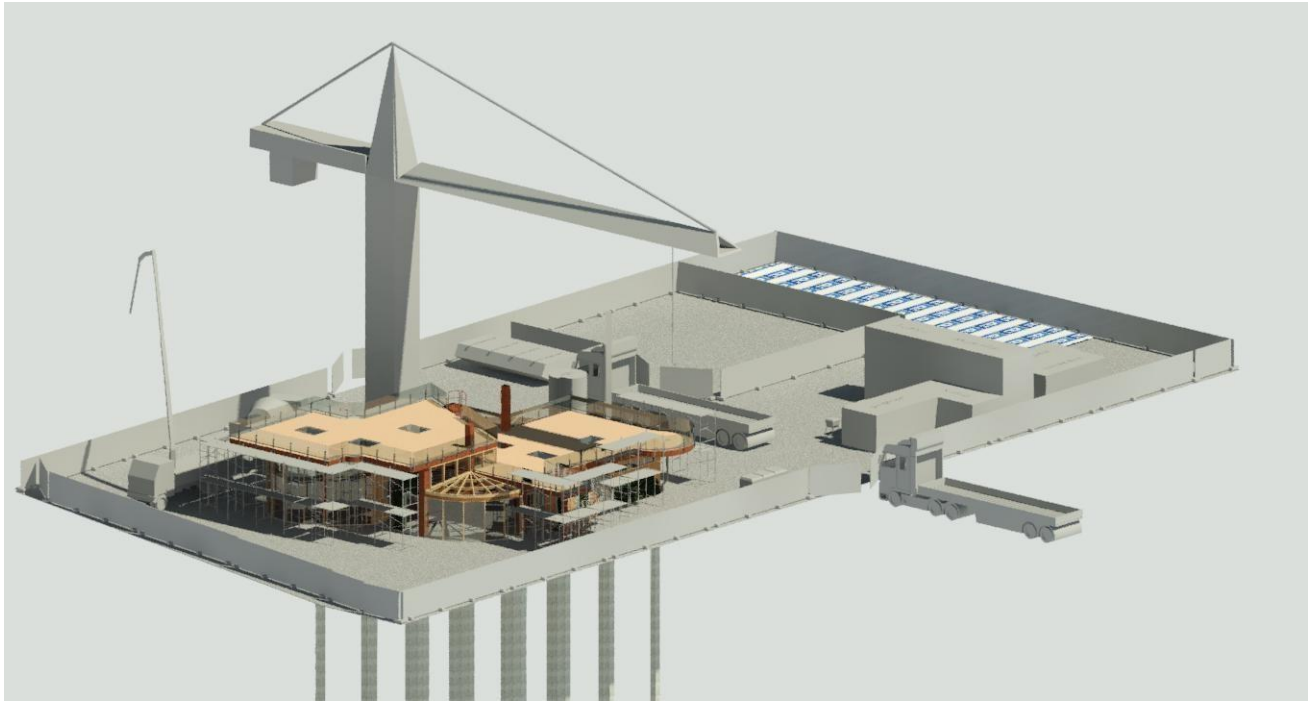
1. Afvalbeheer: Implementeer een adequaat afvalbeheersysteem om afval te verminderen, hergebruiken en recyclen waar mogelijk.
2. Energie-efficiëntie: Maak gebruik van energiezuinige apparatuur en verlichting. Zorg voor goede isolatie in bouwketen en kantoren om energieverlies te minimaliseren.
3. Waterbeheer: Gebruik efficiënte methoden voor waterverbruik en zorg voor adequate afvoersystemen om waterverontreiniging te voorkomen.

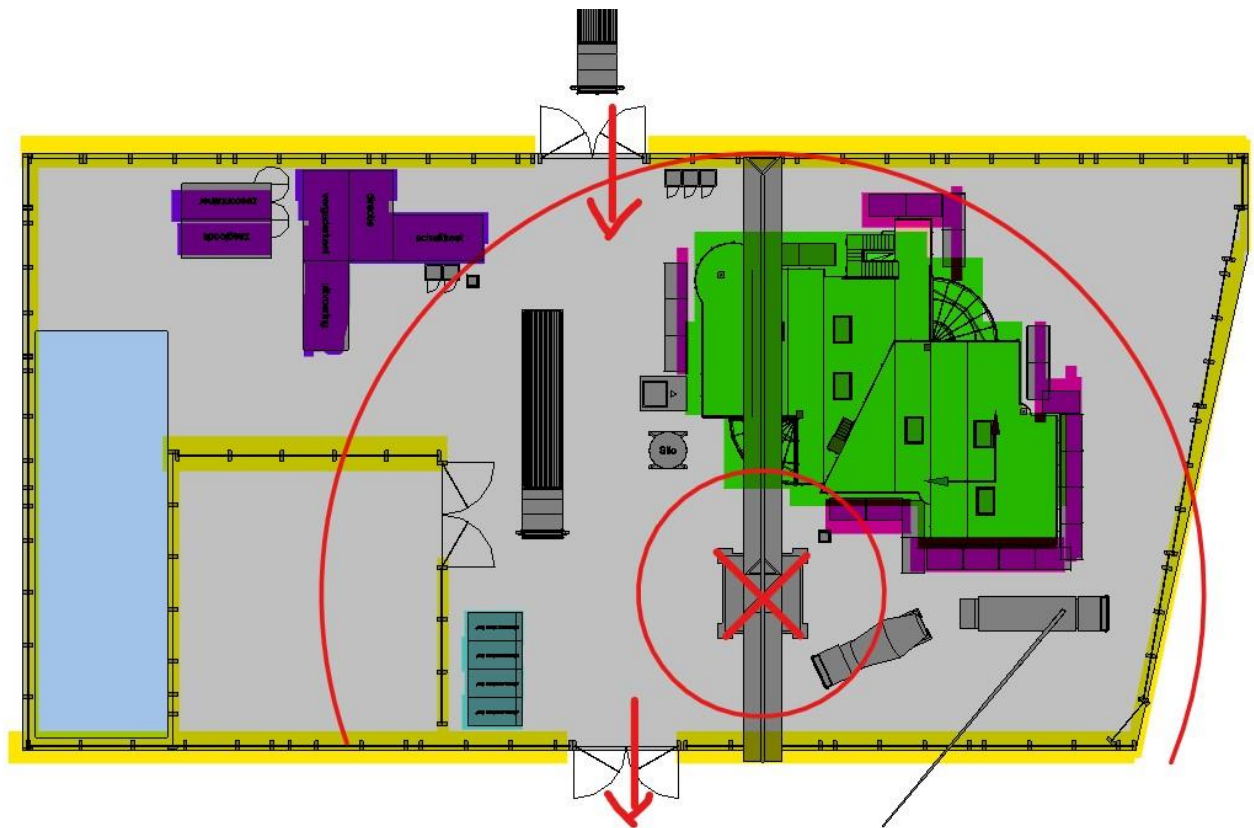
4. **Materiaalkeuze:** Selecteer duurzame bouwmaterialen met een lage milieubelasting. Geef de voorkeur aan gerecyclede materialen of materialen die gemakkelijk kunnen worden gerecycled.
5. **Groene bouwplaats:** Richt groene zones in met beplanting om de biodiversiteit te bevorderen en de luchtkwaliteit te verbeteren.
6. **Logistiek en transport:** Plan de levering van materialen en apparatuur efficiënt om onnodig transport en verkeerscongestie te verminderen.
7. **Veiligheid en gezondheid:** Zorg voor veiligheidsmaatregelen, zoals duidelijke signalering, veiligheidstraining en ergonomische werkplekken om ongevallen en gezondheidsproblemen te voorkomen.

Als het gaat om mijn ervaring met duurzame en efficiënte bouwplaats inrichting, heb ik recentelijk gewerkt aan een bouwproject waarbij deze principes werden toegepast. We hebben een rigoureuus afvalbeheersysteem opgezet, waarbij we afvalstromen zorgvuldig hebben gescheiden en gerecycled. Daarnaast hebben we gebruik gemaakt van energiezuinige bouwapparatuur en hebben we geïnvesteerd in goed geïsoleerde bouwketen en kantoren om energieverlies te minimaliseren.

Om waterverontreiniging te voorkomen, hebben we zorgvuldig gepland voor waterbeheer en adequate afvoersystemen geïnstalleerd. We hebben ook materialen geselecteerd op basis van duurzaamheid en milieuvriendelijkheid, waarbij we de voorkeur gaven aan gerecyclede of recyclebare materialen.

Hieronder zien jullie onze Revit 3d programma van bouwplaats inrichting tekenplan. Eerste foto zoals jullie kunnen zien is dan 3D model van het, ernaast wordt het met kleuren aangegeven wat wordt functies zijn geplaatst in het tekenplan. Kleur groen is plek waar hele project opgebouwd zijn. Paarse kleur is dan keten en lichte paars is dan steigers aangezien hebben niet overal nodig vandaar heb ik het in benodigde plekken geplaatst. En dan gele kleur is dan hekken toegang opening wordt rechtstreek van zuid dus gelijkkomt vrachtwagen en laad het uit wat hij moet en dan gelijk rechtdoor uit van het bouwplaats. Blauwe vak is dan parkeerplaats voor de werkers en onderaannemers. Met een rode cirkel heb ik aangegeven hoeveel diameter breed de kraan mag draaien.





MPG-berekening (gemaakt door Ali Sevik)

De MPG-berekening staat voor Milieuprestatie Gebouwen en is een methode om de milieuprestatie van een gebouw te beoordelen. Het is een belangrijk instrument in de bouwsector om de duurzaamheid van gebouwen te meten en te vergelijken. Het doel van de MPG-berekening is het bevorderen van duurzaam bouwen en het verminderen van de milieueffecten van gebouwen gedurende hun levenscyclus.

De berekening van de MPG is van belang omdat gebouwen een aanzienlijke impact hebben op het milieu. Tijdens de productie, de bouw, het gebruik en de sloop van gebouwen worden natuurlijke hulpbronnen verbruikt en ontstaan er emissies die bijdragen aan klimaatverandering en andere milieuproblemen. Door de MPG van een gebouw te berekenen, kunnen ontwerpers, bouwers en beleidsmakers inzicht krijgen in de milieueffecten en de duurzaamheid van verschillende ontwerp- en materiaalkeuzes.

De MPG-berekening wordt uitgevoerd aan de hand van levenscyclusanalyse (LCA). Hierbij worden alle milieueffecten gedurende de gehele levenscyclus van een gebouw in kaart gebracht, vanaf de winning van grondstoffen tot aan de sloop en verwijdering van materialen. De berekening houdt rekening met verschillende factoren, zoals de materiaalkeuze, energieverbruik, transport, watergebruik en afvalbeheer.

De MPG wordt uitgedrukt in een getal, de milieuprestatiecoëfficiënt. Hoe lager dit getal, hoe milieuvriendelijker het gebouw wordt geacht. De MPG wordt vaak uitgedrukt in kilogram CO₂equivalenten per vierkante meter bruto vloeroppervlak per jaar (kg CO₂-eq/m²/jaar). Het biedt een maatstaf om de duurzaamheid van gebouwen te vergelijken en kan worden gebruikt om duurzaamheidsdoelstellingen te formuleren en te beoordelen.

Door de MPG-berekening toe te passen, kunnen ontwerpers en bouwprofessionals inzicht krijgen in de milieueffecten van hun keuzes en kunnen ze streven naar gebouwen met een lagere milieubelasting. Het stimuleert het gebruik van duurzame materialen, energie-efficiënte ontwerpen en het verminderen van afval, wat bijdraagt aan een meer duurzame bouwsector.

Conclusie

Het duurzame paviljoen heeft aanzienlijk minder CO₂-uitstoot in vergelijking met traditionele gebouwen. Door het gebruik van hernieuwbare energiebronnen, energie-efficiënte systemen en materialen met een lage milieubelasting, wordt de uitstoot van broeikasgassen aanzienlijk verminderd. Het paviljoen toont aan dat het mogelijk is om een comfortabele en functionele ruimte te creëren met een minimale negatieve impact op het milieu.

Reflectie over bouwplaats inrichting: Bij het ontwerp en de bouw van het duurzame paviljoen is ook aandacht besteed aan de inrichting van de bouwplaats. Er is gestreefd naar een duurzame en milieuvriendelijke aanpak gedurende het hele proces. Zo zijn er maatregelen genomen om afval te verminderen, water efficiënt te gebruiken en de verstoring van de omgeving te minimaliseren. Daarnaast zijn lokale materialen gebruikt om transportafstanden te verminderen en is er rekening gehouden met de biodiversiteit rondom de bouwplaats.

Overzichtelijke samenvatting van de PMG-berekening: De PMG-berekening, ook wel bekend als de Primair Milieubelasting Grondstoffen, is een methode om de milieubelasting van materialen en producten te beoordelen. Hieronder volgt een overzichtelijke samenvatting van de PMG-berekening voor het duurzame paviljoen:

Materialen:

Er is gebruik gemaakt van duurzame materialen met een lage milieubelasting, zoals gerecyclede materialen en materialen afkomstig uit duurzaam beheerde bronnen.

De keuze voor lokale materialen heeft transportafstanden geminimaliseerd, wat de milieubelasting verlaagt.

Energie:

Het paviljoen maakt gebruik van hernieuwbare energiebronnen, zoals zonne-energie en windenergie, om in de energiebehoefte te voorzien.

Energie-efficiënte systemen, zoals geavanceerde isolatie en energiezuinige apparatuur, verminderen het energieverbruik.

Water:

Waterbesparende maatregelen zijn toegepast, zoals regenwateropvang en het gebruik van waterzuinige sanitaire voorzieningen.

Bouwplaats:

Tijdens de bouw is er zorgvuldig omgegaan met afval en is er gestreefd naar een efficiënt gebruik van materialen.

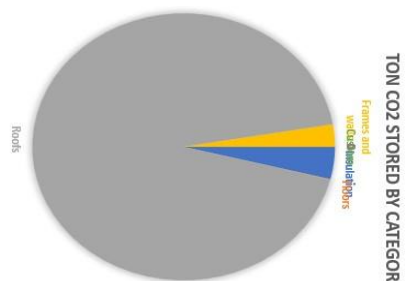
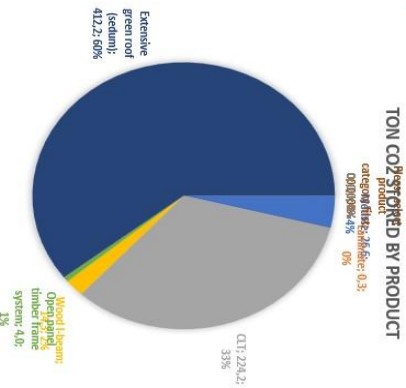
De bouwplaat inrichting is zo ontworpen dat versterking van de omgeving en de biodiversiteit minimaal is.

Door deze maatregelen te nemen, is de PMG-score van het duurzame paviljoen significant verlaagd, waardoor de milieubelasting aanzienlijk verminderd is in vergelijking met conventionele bouwmethoden.

Bijlagen

CO2 berekening

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Project name:							
2	Number of residences:	1						
3	Liveable m ² /residency:							
4	Results:	<p>TON CO₂ STORED BY PRODUCT</p> <p>Category: CLT, density: 33% Open panel timber frame system: 40% Boards/planks: 26% Frames and walls: 0% Other: 0%</p>						
5	#WAAANDE	Total tons of stored CO ₂						
6	#WAAANDE	CO ₂ stored per residency						
7	#WAAANDE	CO ₂ stored per 120m ²						
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24	Construction level	Product category	Biobased products	Additional information	Average density (kg/m ³)	Quantity of product	Unit	tCO ₂ stored
25	Basement	Insulation	Mérisse	Not applicable	35	518,0	m ³	26,57
26	Ground floor	Floors	Laminate	Unit must be kg, unless you provide a density in the next column.	#N/B	266,0	kg	0,34
27	1st floor	Roofs	CLT	Select wood type or provide the CLT density in next column. In EU CLT from spruces is most common and recommended.	Provide additional information or fill in here the specific CLT density	136.595	kg	224,21
28	1st floor	Frames and walls	Wood -I-beam	Unit must be kg, unless you provide a density in the next column.	#N/B	9.324	kg	14,30
29	Ground floor	Boards/planks	MOSO Bamboo X-treme	Not applicable	1150		kg	#N/B
30	1st floor	Boards/planks	MOSO Bamboo X-treme	Not applicable	1150		kg	5,90
31	Other	Frames and walls	Open panel timber frame system	Unit must be kg, NOTE: using the timber frame products results in a less accurate CO ₂ storage estimation than using "Other wood material" in the category "Boards/planks".	#N/B	2.500,0	kg	4,04



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Product	Min. CO ₂ -storage (kgCO ₂ /kg)	Average CO ₂ -storage (kgCO ₂ /kg)	Max. CO ₂ -storage (kgCO ₂ /kg)	n datapoints	Min. Density (kg/m ³)	Average Density (kg/m ³)	Max. Density (kg/m ³)	Average Density from spruces (kg/m ³)	Average Density from larches (kg/m ³)	Source1	Source2	Source	Source	Source
1 Accoya (Scots Pine)	#N/B	1,37	#N/B	#N/B	#N/B	540	#N/B			Environmental -	-	-	-	-
4 Bamboo plywood	#N/B	1,57	#N/B	#N/B	650	675	700			https://www.r Carbon dioxide https://w	-	-	-	-
5 Bamboo plywood	#N/B	1,52	#N/B	#N/B	520	610	700			ICE database -	Hourdatabase -	-	-	-
6 Chipboard	1,31	1,55	#N/B	1,65	#N/B	675	#N/B			ICE database -	Hourdatabase -	-	-	-
7 Closed panel timber frame system	#N/B	1,55	#N/B	1,78	#N/B	530	#N/B	470	590	ICE database -	CLT Technical -	-	-	-
8 CLT	1,38	1,64	#N/B	1,78	#N/B	110	#N/B			https://ecococ-	-	-	-	-
9 Ecocon (straw frame timber beams included)	#N/B	244,00 (kgCO ₂ /m ³)	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B			https://www.c-	-	-	-	-
10 Elephant grass	#N/B	1,76	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B			https://www.r-	-	-	-	-
11 Extensive green roof (sedum)	#N/B	1,37 kgCO ₂ /m ²	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B			ICE database -	North America Data (env. 479 EPD EPD. Nord	-	-	-
12 Fibreboard	0,87	1,58	#N/B	2,03	#N/B	558,6	674			ICE database -	Hourdatabase -	-	-	-
13 Gijlam	0,12	1,41	#N/B	2,11	406	900	900			ICE database -	Hourdatabase -	-	-	-
14 Hardboard	#N/B	1,64	#N/B	#N/B	#N/B	750	800			ICE database -	Hourdatabase -	-	-	-
15 Hardwood	1,46	1,59	#N/B	1,82	700	30	36			ICE database -	Hourdatabase -	-	-	-
16 Hemp insulation	1,66	1,79	#N/B	1,93	30	302,5	330			https://www.r https://www.g https://m https://in	-	-	-	-
17 Hemp-line blocks (non-load bearing)	0,89	0,95	#N/B	1,00	275	302,5	330			https://www.r Life cycle treei-	-	-	-	-
18 Isovias	#N/B	1,28	#N/B	2,35	#N/B	#N/B	#N/B			ICE database -	Hourdatabase -	-	-	-
19 Laminate	-0,38	1,59	#N/B	2,35	#N/B	#N/B	#N/B			ICE database -	Hourdatabase -	-	-	-
20 Laminated strand lumber	#N/B	1,59	#N/B	#N/B	480	515	550			ICE database -	Hourdatabase -	-	-	-
21 Laminated veneer lumber	1,34	1,64	#N/B	1,84	#N/B	#N/B	#N/B			ICE database -	Hourdatabase -	-	-	-
22 Lindelum	#N/B	1,50	#N/B	#N/B	450	625	800			ICE database -	Hourdatabase -	-	-	-
23 MDF	#N/B	1,47	#N/B	#N/B	25	35	45			https://www.e (a) PDF J -	-	-	-	-
24 Métrisse	#N/B	1,61	#N/B	#N/B	#N/B	700	#N/B			MOSO's Bamb-	-	-	-	-
25 MOSO Bamboo Side/Plain Pressed	#N/B	1,56	#N/B	#N/B	#N/B	1150	#N/B			https://www.e (a) PDF J -	-	-	-	-
26 MOSO Bamboo High Density (SWB)	#N/B	1,49	#N/B	#N/B	#N/B	1150	#N/B			MOSO's Bamb-	-	-	-	-
27 MOSO Bamboo UltraDensity	#N/B	1,48	#N/B	#N/B	#N/B	1150	#N/B			MOSO's Bamb-	-	-	-	-
28 MOSO Bamboo X-treme	#N/B	1,39	#N/B	#N/B	#N/B	1200	#N/B			MOSO's Bamb-	-	-	-	-
29 MOSO Bamboo N-durance	#N/B	1,61	#N/B	#N/B	#N/B	665	750			ICE database -	Hourdatabase -	-	-	-
30 Open panel timber frame system	#N/B	1,50	#N/B	1,96	600	665	750			ICE database -	Hourdatabase -	-	-	-
31 OSB	1,02	1,50	#N/B	1,96	#N/B	#N/B	#N/B			ICE database -	Hourdatabase -	-	-	-
32 Other wood material														
33 Paper wool														
34 Parquet	1,16	1,62	#N/B	2,56	#N/B	660	#N/B			ICE database -	https://epd-on-Technical -	-	-	-
35 Particle board	1,00	1,48	#N/B	1,95	520	610	700			ICE database -	Hourdatabase -	-	-	-
36 Plywood	0,95	1,61	#N/B	2,43	400	625	850			ICE database -	Hourdatabase -	-	-	-
37 Sheep wool	#N/B	1,83	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B			https://ivto or -	-	-	-	-
38 Softwood	0,49	1,55	#N/B	1,86	230	315	400			ICE database -	Hourdatabase -	-	-	-
39 Strand woven bamboo	#N/B	1,27	#N/B	#N/B	#N/B	1080	#N/B			https://www.r Carbon dioxide -	-	-	-	-

Wood type	Density w 12% moisture (kg/m ³)	Estimated C-%	Source1	Source2	Deciduous trees	C-%	Coniferous trees	C-%
Abachi (<i>Triplachton scleroxylon</i>)	390	50,00%	Motivate Centurium hout.co	Big leaf maple (<i>Acer macrophyllum</i> P.	49,64% ± 0,27%	Pacific silver fir (<i>Abies amabilis</i> (Dougl.) Forbes)	48,55% ± 0,99%	
Aburina (Pouteria spp.)	1100	50,00%	Motivate Centurium hout.co	Mahoe (<i>Acer negundo</i> L.)	49,34% ± 0,53%	Balsam fir (<i>Abies balsamea</i> (L.) Mill.)	50,08% ± 0,45%	
Acapu / Brunihart (<i>Voacopoua americana</i>)	950	50,00%	Motivate Centurium hout.co	Red maple (<i>Acer rubrum</i> L.)	46,64% ± 0,52%	Noothka cypress (<i>Chamaecyparis nootkatensis</i> (D. DC	52,84% ± 0,55%	
Afrika - Boussie (<i>Azizelia bijnandensis</i>)	785	50,00%	Motivate Centurium hout.co	Sugar maple (<i>Acer saccharum</i> Marsh	49,32% ± 0,19%	Red cedar (<i>Juniperus virginiana</i> L.)	52,14% ± 0,88%	
Alfombra (<i>Stylobolus vermelho</i> (Aldina heterophy	880	50,00%	Motivate Centurium hout.co	Red alder (<i>Alnus rubra</i> Bong.)	47,70% ± 0,12%	American larch (<i>Larix laricina</i> (Du Roi) K. Koch)	47,21% ± 0,35%	
American ash (<i>Fraxinus americana</i> L.)	675	48,28% ± 0,36%	White Ash https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333	Yellow birch (<i>Betula alleghaniensis</i> Bri	46,27% ± 0,33%	Western larch (<i>Larix occidentalis</i> Nutt.)	47,60% ± 0,21%	
American beech (<i>Fagus grandifolia</i> Ehrh.)	720	46,60% ± 0,39%	American beech (<i>Fagus grandifolia</i> Ehrh.)	Paper birch (<i>Betula papyrifera</i> Marsh	48,37% ± 0,21%	White spruce (<i>Picea glauca</i> (Mill.) B.S.P.)	50,39% ± 0,45%	
American larch (<i>Larix laricina</i> (Du Roi) K. Koch	595	47,21% ± 0,35%	Tamarack https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333	Hickory (<i>Carya Nutt.</i>)	48,47% ± 0,41%	Sitka spruce (<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carr.)	49,95% ± 0,02%	
American linden (<i>Tilia americana</i> L.)	540	46,43% ± 0,17%	Houtindo https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333	American beech (<i>Fagus grandifolia</i> Ehrh.)	46,60% ± 0,59%	Jack pine (<i>Pinus banksiana</i> Lamb.)	50,40% ± 0,43%	
American sycamore (<i>Platanus occidentalis</i> L.)	545	49,97% ± 0,82%	Sycamore https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333	American ash (<i>Fraxinus americana</i> L.)	48,28% ± 0,36%	Lodgepole pine (<i>Pinus contorta</i> Dougl.)	50,32% ± 0,43%	
Angelim pedra / Sapupira (<i>Hymenobolium spc</i>	750	50,00%	Motivate Centurium hout.co	Black ash (<i>Fraxinus nigra</i> Marsh.)	47,80% ± 0,48%	Ponderosa pine (<i>Pinus ponderosa</i> Laws.)	52,47% ± 0,38%	
Angelim vermelho (<i>Dimizia spp.</i>)	1000	50,00%	Motivate Centurium hout.co	Butternut (<i>Juglans cinerea</i> L.)	48,53% ± 0,36%	Red pine (<i>Pinus resinosa</i> Ait.)	53,28% ± 0,33%	
Araracanga (<i>Aspidosperma spp.</i>)	900	50,00%	Motivate Centurium hout.co	Eastern black walnut (<i>Juglans nigra</i> L.)	49,17% ± 0,12%	Weimouth pine (<i>Pinus strobus</i> L.)	49,74% ± 0,16%	
Ayous (<i>Triplachton scleroxylon</i>)	390	50,00%	Motivate Centurium hout.co	American sycamore (<i>Platanus occide</i>	49,97% ± 0,82%	Douglas fir (<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mill.) Franco)	50,50% ± 0,36%	
Azobé (<i>Lophira alata</i>)	1050	50,00%	Motivate Centurium hout.co	Quaking aspen (<i>Populus tremuloides</i>	47,09% ± 0,75%	Northern white cedar (<i>Thuja occidentalis</i> L.)	51,72% ± 0,17%	
Balsam fir (<i>Abies balsamea</i> (L.) Mill.)	400	50,08% ± 0,45%	Balsam Fir https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333	Black cottonwood (<i>Populus trichocarpa</i>	49,25% ± 0,25%	Western red cedar (<i>Thuja plicata</i> Donn)	51,54% ± 0,38%	
Bangkrai (<i>Shorea spp.</i>)	900	50,00%	Motivate Centurium hout.co	Black cherry (<i>Prunus serotina</i> Ehrh.)	49,53% ± 0,18%	Canadian hemlock (<i>Tsuga canadensis</i> (L.)	50,33% ± 0,32%	
Basalocus (<i>Dyckonia guianensis</i>)	750	50,00%	Motivate Centurium hout.co	White oak (<i>Quercus alba</i> L.)	48,57% ± 0,22%	Western hemlock (<i>Tsuga heterophylla</i> (Raf.) Saeg.)	50,60% ± 0,45%	
Beuken (<i>Betula sylvatica</i>)	680	46,60% ± 0,39%	Motivate Centurium hout.co	Northern red oak (<i>Quercus rubra</i> L.)	49,63% ± 0,32%	Giant redwood (<i>Sequoiadendron giganteum</i> (Lindl.)	55,16% ± 0,52%	
Bigleaf maple (<i>Acer macrophyllum</i> Pursh)	545	49,64% ± 0,27%	Motivate Centurium hout.co	Willow (<i>Salix</i> L.)	49,05% ± 0,58%	<i>Sequoiadendron giganteum</i> (sw)	54,66% ± 0,27%	
Billinga (<i>Nauclaea spec. div.</i>)	900	50,00%	Motivate Centurium hout.co	American linden (<i>Tilia americana</i> L.)	46,43% ± 0,17%	<i>Sequoiadendron giganteum</i> (tz)	52,52% ± 0,27%	
Bintangor (<i>Calophyllum spp.</i>)	660	50,00%	Motivate Centurium hout.co	Elm (<i>Ulmus</i> L.)	46,32% ± 0,27%	Average:	51,05% ± 0,40%	
Black ash (<i>Fraxinus nigra</i> Marsh.)	545	47,80% ± 0,48%	Motivate Centurium hout.co	Average:	48,41% ± 0,36%			
Black cherry (<i>Prunus serotina</i> Ehrh.)	560	49,53% ± 0,18%	Black Ash https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333					
Black cottonwood (<i>Populus trichocarpa</i> Torr. &	385	49,25% ± 0,25%	Black Cot https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333					
Bossé (<i>Gourea cedrata</i>)	700	50,00%	Motivate Centurium hout.co	Calculator (https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333)				
Box elder (<i>Acer negundo</i> L.)	485	49,34% ± 0,53%	Motivate Centurium hout.co	Calculator (https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333)				
Butternut (<i>Juglans cinerea</i> L.)	435	48,53% ± 0,36%	Box Elder https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333					
Californian redwood (<i>Sequoia sempervirens</i>)	380	54,11% ± 0,55%	Butternut https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333					
Canadian hemlock (<i>Tsuga canadensis</i> (L.)	450	50,33% ± 0,32%	Motivate Centurium hout.co	Calculator (https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333)				
Ceder (<i>Cedrela odorata</i>)	550	50,00%	Eastern H https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333					
Cedrona (<i>Cedrelinga coteaefornis</i>)	520	50,00%	Motivate Centurium hout.co	Calculator (https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333)				
Congo Khaya (<i>Khaya grandifoliola</i>)	575	50,00%	Motivate Centurium hout.co	Calculator (https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333)				
Courbaril / Jatoba (<i>Hymenaea spp.</i>)	900	50,00%	Motivate Centurium hout.co	Calculator (https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333)				
Cumaru (<i>Dypteryx odorata</i>)	1050	50,00%	Motivate Centurium hout.co	Calculator (https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333)				
Cupuba / Kopei (<i>Goupa glabra</i>)	850	50,00%	Motivate Centurium hout.co	Calculator (https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333)				
Curupay (<i>Andenanthera colubrina</i>)	1000	50,00%	Motivate Centurium hout.co	Calculator (https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333)				
Demerare groenhart (<i>Chlorocardium rodiei</i>)	1000	50,00%	Motivate Centurium hout.co	Calculator (https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333)				
Demmen (<i>Adlet spp</i>)	420	49,32% ± 0,72%	Motivate Centurium hout.co	Calculator (https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333)				
Douglas (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	530	50,50% ± 0,36%	Motivate https://www.sciencelibrary.com/science/article/abs/doi/10.5961/953403000333					

$$\text{aantal m}^3 \text{ hout} \times \frac{\text{dichtheid hout (bij 12\% luchtvochtigheid in kg/m}^3\text{)}}{1 + (12 / 100)} = \text{367} \times 2$$