

**CENTRUM  
HOUT**



RAPPORTAGE

# Woningbouw in hout

**PIANO** ● EXPERTISECENTRUM  
AANBESTEDEN

**De  
circulaire  
bouweconomie**

**Project**

Rapportage Woningbouw in hout

**Datum**

Juni 2021

**Opdrachtgever**

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO)  
namens PIANOo en het Transitieteam Circulaire  
Bouweconomie  
Irma Thijssen

**Opdrachtnemer, coördinatie en uitvoering**

Centrum Hout te Almere  
Mariëtte Willems

**Rapporteurs**

Thijs Luijckx  
- Bouwkosten-Watkostdebouwvaneenuurwoning  
Peter Kuindersma – Nieman Groep  
Helmer Weterings – Centrum Hout  
Mariëtte Willems – Centrum Hout

**Klankbordgroep**

Marieke Keyzer – Alwel  
Marco Bakx – Stadlander  
Joab Ventevogel – Stadlander

**Copyright © juni 2021 Centrum Hout**

Alle rechten voorbehouden. Teksten uit deze uitgave mogen met bronvermelding verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt worden. Beeldrechten zijn auteursrechtelijk beschermd. Voor het in enige vorm of op enigerlei wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier gebruiken van beelden, is voorafgaand toestemming nodig van de auteursrechtelijke houders.

# Inhoud

- 1 Houtbouw in Nederland**  
Duurzaam bouwen in hout, kenmerken hout en houtbouwsystemen [p. 3](#)
  - 2 Houtbouwsystemen**  
Type houtbouwsystemen, afwerkingen [p. 7](#)
  - 3 Bouwkosten**  
Benchmark, methode, vergelijking bouwkosten, exploitatiekosten [p. 10](#)
  - 4 Bouwkundige prestaties**  
[p. 14](#)
  - 5 Huurder en verhuurder**  
[p. 21](#)
  - 6 Grondstoffen en milieu**  
MPG, CO2 emissie en opslag, stikstof, circulariteit [p. 22](#)
  - 7 Bosbeheer en beschikbaarheid**  
Duurzaam bosbeheer, beschikbaarheid hout [p. 26](#)
  - 8 Uitvraag**  
[p. 30](#)
- Verwijzingen** [p. 32](#)      **Meer informatie** [p. 33](#)

De 'Rapportage Woningbouw in hout' gaat in op houtbouwsystemen die toegepast (kunnen) worden in de (sociale) woningbouw in Nederland. De scope is van seriematige grondgebonden woningen tot appartementsgebouwen van maximaal zes bouwlagen.

De Rapportage is ontwikkeld in het kader van de Buyer Group Houtbouw, een samenwerking van acht Brabantse Woningcorporaties onder de naam 'Lente'. De betreffende corporaties zijn: Alwel, Area, Brabant Wonen, Casade, Stadlander, TIWOS, WonenBrebreg en Zayaz. Deze corporaties zien kansen voor houtbouw, maar hebben ook veel vragen. Deze Rapportage geeft een overzicht van de beschikbare informatie en gaat in op de

voordelen en aandachtspunten van bouwen in hout. Het heeft niet als doelstelling projectspecifieke oplossingen te bieden.

De Buyer Groups zijn een initiatief vanuit het Rijk, IPO, VNG en UVW. Zij worden gefinancierd uit de Klimaatveloppe (ministerie van Infrastructuur en Waterstaat) en het budget circulair bouwen (ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties). Coördinatie is in handen van PIANOo.

Voorjaar 2021 is ook het **Inspiratieboek 'Woningbouw in hout'** verschenen, met 18 voorbeeldprojecten, inclusief interviews met woningcorporaties, architecten en bouwers.



## 1

# Houtbouw in Nederland

## Duurzaam bouwen in hout

De woningbouwproductie moet de komende jaren fors omhoog. Tegelijkertijd is de bouw een grootgebruiker van grondstoffen en verantwoordelijk voor een aanzienlijk gedeelte van de CO<sub>2</sub>-emissies. Bouwen met hout maakt CO<sub>2</sub>-reductie mogelijk en draagt daarmee bij aan de klimaatdoelstellingen. Bij de productie wordt nauwelijks CO<sub>2</sub> uitgestoten, dit in tegenstelling tot andere bouwmethoden. In hout wordt CO<sub>2</sub> langdurig opgeslagen en daarmee aan de atmosfeer onttrokken. Er is geen sprake van uitputting van (fossiele) delfstoffen, er wordt juist gebruikgemaakt van de hernieuwbare (biobased) grondstof

hout. Daarom staan houtbouwssystemen volop in de belangstelling.

In deze rapportage is de nadruk gelegd op houtskeletbouw (HSB), kruislaaghout (CLT) en modulebouw.

Houtbouwssystemen die toegepast worden in landen zoals Duitsland, Oostenrijk en Scandinavië wijken af van de Nederlandse prestatie-eisen en houtbouwmethodieken. Kennis en ervaring uit deze landen is leerzaam, echter vaak beperkt bruikbaar voor de Nederlandse toepassingen.

Op de Nederlandse (bouwtechnische) Hogescholen en Universiteiten wordt momenteel weinig aandacht besteed aan geïndustrialiseerde houtbouw. Dit verklaart mede het tekort aan kennis bij relevante marktpartijen, waaronder architecten, bouwkostendeskundigen en constructeurs. Dit verdient (meer) aandacht.

## Woningcorporaties

Als publieke opdrachtgever van sociale woningbouw willen corporaties duurzaam bouwen en bijdragen aan klimaatdoelstellingen. Er ligt een bouwopgave van 1 miljoen woningen voor de komende 10 jaar. Dit resulteert in 100.000 woningen per jaar. Er is een groeiende belangstelling om te bouwen in hout.

Woningcorporaties hebben gezamenlijk 2,4 miljoen sociale huurwoningen in bezit en beheer. **Het grootste deel van het woningbestand bestaat uit grondgebonden woningen tot appartementsgebouwen met maximaal zes bouwlagen.** Dit is dan ook de scope van deze rapportage. Er worden ook hogere gebouwen in hout gerealiseerd. Echter, bij deze projecten zijn houtspecialisten betrokken en zal voor een project-specifieke aanpak worden gekozen.

Figuur 1: Woonvoorziening jongeren te 's-Hertogenbosch - BrabantWonen



### Gemeente

Als een project voldoet aan het stedenbouwkundig plan, bestemmingsplan en Bouwbesluit, zijn er voor gemeenten formeel geen belemmeringen voor de toepassing van houtbouwsystemen. Een gemeente kan houtbouw stimuleren door het op te nemen als beleidsdoel, locaties beschikbaar te stellen voor houtbouw, kennisdeling en via communicatie met omwonenden en toekomstige bewoners.

Figuur 2: 40 appartementen in Wognum  
- de Woonschakel

### Certificatie

Houtbouwsystemen voldoen net als traditionele bouwmethoden aan alle eisen van het Bouwbesluit. Aanvullend op de Bouwbesluit-eisen worden bij KOMO-certificering kwaliteitseisen gesteld, zodat alle relevante prestaties van elementen of bouwdelen optimaal worden geborgd. Dit vereenvoudigt ook het borgingproces, wanneer de Wet Kwaliteitsborging voor bouwen is ingevoerd. Kies daarom voor een bedrijf dat voorzien is van deze KOMO-certificatie, want niet alle bedrijven hebben dit. Sinds kort is er ook KOMO certificatie voor CLT mogelijk, maar dit staat nog in de kinderschoenen. In het buitenland wordt veelvuldig CLT toegepast.

Deze ervaring is deels te

vertalen naar de Nederlandse toepassingen.

Om voor de markt helderheid te

krijgen in een optimale borging van kwaliteit, werkt Centrum Hout aan een kwaliteitskeurmerk voor Houtbouwsystemen.

### Opschaling woningproductie

De woningbouwopgave is uitdagend. Tot 2030 wordt er ingezet op 100.000 woningen per jaar. De uitdaging voor milieubewuster bouwen is dus groot. Door CO<sub>2</sub>-intensieve materialen als beton, baksteen en staal te vervangen door houtbouwsystemen wordt hieraan een bijdrage geleverd. Bouwen in hout is in Nederland niet vreemd. Grootschalig bouwen met hout vergt echter in alle fases van het bouwproces specifieke kennis en deskundigheid. Betrek vroegtijdig specialisten, adviseurs en leveranciers van houtbouwsystemen en bundel de krachten. Benut

### Milieu Investeringsaftrek

Via de Milieu Investeringsaftrek (MIA) kunnen ondernemers fiscale korting krijgen voor investeringen in 'milieuvriendelijke bedrijfsmiddelen'. Sinds 2019 kunnen ook woningcorporaties gebruikmaken van de MIA-regeling, voor een circulaire woning (code G 6102) of een circulaire gevel (code G 6105). Voor een woning mag de MPG maximaal 0,5 zijn. Dit is met houtbouw te realiseren. De korting kan zo'n 10% bedragen.<sup>1</sup>



ook de kennis en ervaringen van andere corporaties. Op deze manier worden de voordelen van hout en houtbouwsystemen optimaal benut.

### Opschaling houtbouwsector

Stofjassen en timmerpotloden op de productielocaties van houtbouwsystemen zijn al lang verleden tijd. Industrialisatie, robotisering, standaardisering (meer seriematig) en nauwere samenwerking in de houtbouwketen leiden tot verhoging van de productiecapaciteit en verlaging van faalkosten. Geavanceerde houtbewerkingsmachines schaven, frezen en korten af op een nauwkeurige en efficiënte manier. Digitale

informatie uit de ontwerpfase wordt doorgezet naar de geautomatiseerde productiestraten.

Voor de producerende bedrijven, die willen investeren in opschaling, is het belangrijk dat er een continue stroom van houtbouwprojecten komt. Op deze manier kan relatief eenvoudig worden opgeschaald naar het niveau dat past bij de vraag.

In Europa zijn er genoeg duurzaam beheerde bossen om te voorzien in de opschaling. Op het moment van schrijven van dit rapport hebben Corona en de toenemende mondiale vraag naar hout invloed op de

houtleveringen en prijsniveau. Vraag en aanbod zijn niet goed op elkaar afgestemd. Het ligt in de lijn der verwachting dat dit een tijdelijk issue is.

### Overzicht van de keten

In onderstaande keten is het proces van boomkap tot realisatie van het bouwproject in beeld gebracht. De Nederlandse importeur of houthandel verzorgt het voorraadbeheer en de computergestuurde houtbewerking. Bij de houtbouwer vindt veelal de projectmatige maatvoering plaats, maar dit kan ook door de houthandel worden gedaan.

Naaldhout uit duurzaam  
beheerde bossen



Voorraadbeheer  
en houtbewerking  
(maatvoering)



Assemblage element door  
houtbouwer



Transport elementen  
naar bouwplaats



Montage elementen op  
bouwplaats



Gerealiseerd  
houtbouwproject



demontage



Figuur 3: Overzicht van de keten

## KENMERKEN

### Hout

#### Hernieuwbaar biobased

Hout is een biologische grondstof en geen fossiele grondstof. Biologische grondstoffen zijn afkomstig uit de levende natuur en zijn hernieuwbaar, oftewel ze groeien bij.

#### Natuurproduct

Hout zal bijdragen aan een comfortabele leefomgeving en gezond binnenklimaat.

#### CO<sub>2</sub>-opslag

Groeiende bomen slaan CO<sub>2</sub> op. Door bossen duurzaam te beheren, blijven de bomen groeien en hernieuwen en wordt steeds opnieuw CO<sub>2</sub> opgeslagen. Dit draagt bij aan de wereldwijde CO<sub>2</sub>-verlaging.

#### Duurzaam

FSC-, PEFC-, STIP- of Keurhout-certificaten zijn door de overheid geaccepteerd als keurmerk of handelsketen. Hiermee wordt het duurzaam beheren van bossen geborgd.

## KENMERKEN

### Prefabricage

#### Korte bouwtijd

De prefab-elementen worden op de bouwplaats snel gemonteerd tot een woning of woongebouw. De huurder kan snel genieten van de woning. De corporatie heeft eerder huurinkomsten en kan het woningtekort sneller verminderen. Omwonenden hebben minder lang last van bouwactiviteiten.

#### Industrialisatie

De houtsector is aan het opschalen. Steeds meer productielijnen zijn geautomatiseerd en gerobotiseerd.

#### Minder stikstof

Door prefabricage zijn er minder vervoersbewegingen door vrachtwagens en personenauto's rondom de bouwplaats.

#### Kwaliteit

Op de productielocatie is geen hinder van onaangename weersomstandigheden. In combinatie met KOMO-certificatie en automatisering resulteert dit in een constante kwaliteit van de geproduceerde elementen.

#### Bouwplaats

Meer prefabricage betekent een kortere bouwtijd en schonere bouwplaats. Er is een kleinere kans op ondeskundig personeel op de bouwplaats en daarmee een kleinere kans op vertraging van de bouwtijd.

#### Lagere faalkosten

De hoge mate van prefabricage en de standaardisering van detailleringen leiden tot lagere faalkosten op de bouwplaats.

## KENMERKEN

### Houtbouwssystemen

#### Flexibel ontwerp en losmaakbaarheid

Er is een grote mate van ontwerp-vrijheid, dankzij de flexibele bouwmethodiek en het productieproces van de elementen. Bij een juiste detaillering is losmaakbaarheid geborgd.

#### Uitstraling

Het houtbouwstelsel (draagconstructie) is veelal niet zichtbaar. De gevel- en dakafwerking uiteraard wel. Deze kan houtachtig zijn, maar vele andere materialen zijn ook mogelijk.

#### Wooncomfort

Op zomerse dagen kan er in een woning zonder zonwering meer warmte binnenkomen dan gewenst. Bij een lichte bouwmethode stijgt de temperatuur in de woning sneller dan bij een zware bouwmethode. In de avond is een lichte woning echter ook weer sneller af te koelen. Dat geldt ook voor de periode na een hittegolf.

#### Extra energiezuinig

Houtbouwssystemen zijn energiezuinig. Hogere thermische isolatieprestaties (NOM) zijn eenvoudig realiseerbaar door het opdikken van het hout en de isolatie ertussen.

#### Toekomstbestendig

Indien de woningbehoefte wijzigt (andere doelgroepen), dan kan hier relatief eenvoudig op geanticipeerd worden, doordat houtbouwssystemen eenvoudig aanpasbaar zijn.

#### Leidingen

Leidingen kunnen onzichtbaar worden geïntegreerd in de elementen.

## KENMERKEN

### Houtbouwssystemen

#### Lichte bouwmethode

Het casco van een houtbouwstelsel weegt ca. 1/5 van het gewicht van een steenachtig casco. Dit resulteert in een duidelijke vermindering van het materiaalgebruik voor de betonnen fundering of mogelijk hergebruik van de bestaande fundering.

#### Weinig bouwvocht

Houtbouwssystemen zijn droge en schone bouwmethoden. Na montage van alle elementen op de bouwplaats kan direct gestart worden met de binnenaafbouw.

#### Aardbevingsbestendig

Houtbouwssystemen zijn schokbestendig en in aardbevingsgebieden toepasbaar.

#### Circulair

Elementen kunnen worden hergebruikt. Indien hergebruik niet mogelijk is, dan zijn de materialen van het element op een andere manier in te zetten (recyclen, cascaderen).

#### Minder energie- en CO<sub>2</sub>-uitstoot

Kijken we van de kap van de bomen tot aan de realisatie van een woning, dan is de benodigde energie- en CO<sub>2</sub>-uitstoot lager dan bij zware bouwmethoden.

#### Minder stikstof

Door het lichte gewicht kunnen er meerdere elementen op één vrachtwagen en is minder zwaar materieel nodig.

#### Herbruikbaar afval

Afval van materiaal is door zaagwerkzaamheden e.d. op een productielocatie goed te scheiden (hoogwaardig herbruikbaar). Op de bouwplaats is er weinig afval meer.





## 2

## Houtbouw- systemen

Al eeuwenlang wordt er in hout gebouwd. In vooroorlogse projecten werden de stijlen, sporen en beplating op de bouwplaats samengesteld. De eerste seriematige en industriële houtskeletbouwprojecten dateren van medio twintigste eeuw. Grootschalige projecten met CLT en modulebouw zijn in Nederland echter pas de laatste vijf tot tien jaar in opkomst.

### Type houtbouwsystemen

Er zijn verschillende houtbouwsystemen op de markt. Bij al deze bouwmethoden bestaat de draagconstructie uit hout. Er is sprake van industrialisatie en prefabricage, de mate waarin is verschillend. De meest bekende houtbouwsystemen zijn:

- Houtskeletbouw (HSB)
- Kruislaaghout (CLT)
- Modulebouw

Voor modulebouw geldt dat deze te herleiden is naar HSB of CLT of een combinatie hiervan. Iedere producent levert zijn eigen systeem. Binnen deze rapportage zijn ze derhalve beperkt meegenomen.

Figuur 4: Cubestee, 43 wooneenheden voor tijdelijke huisvesting in Eindhoven

Er zijn bedrijven die gespecialiseerd zijn in het leveren van prefab houten vloer-, gevel- of dakelementen. De opbouw van deze elementen kan herleid worden naar houtskeletbouw, CLT of hybride varianten.

Glulam en LVL zijn lamineertechnieken die aanvullend kunnen zijn bij de toepassing van houtbouwsystemen.

Bij alle bouwsystemen worden isolatie, folie en/of beplating toegevoegd om te voldoen aan de eisen voor geluidsisolatie en brandwerendheid. Per bouwmethode en gestelde eisen wordt de juiste combinatie van deze materialen bepaald.

### Afwerkingen

#### Binnenzijde

Bij wanden en plafonds is de gipsplaat de meest voorkomende afwerking. Er zijn vele typen gipsplaten, waaronder gipskarton- of gipsvezelplaten, met ieder diverse varianten. De benodigde prestatie-eisen zijn bepalend voor de keuze. Bij CLT is het mogelijk het hout in het zicht te laten (zie 5. Bouwkundige prestaties).



### **Buitenzijde**

Bij houtbouwsystemen zijn dezelfde afwerkopties mogelijk als bij draagconstructies van beton of kalkzandsteen:

- Geveldelen (hout)
- Gevelbeplating
- Gevelisolatiesysteem (stucwerk)
- Baksteen
- Steenstrips

Zie ook het 'Inspiratieboek Woningbouw in hout' met 18 voorbeeldprojecten.

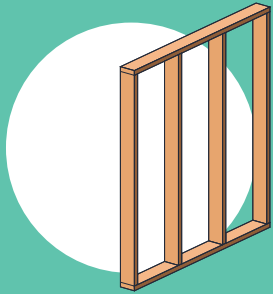


Figuur 5: Woonlinie 3-laags  
appartementengebouw in Andel – Bazalt Wonen



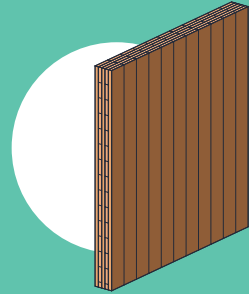


# Type houtbouwsystemen



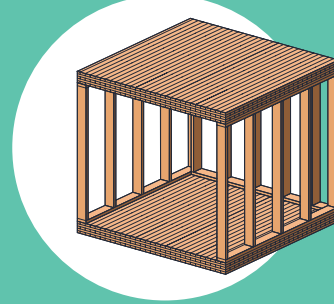
## Houtskeletbouw (HSB)

- Elementen zijn samengesteld uit vurenhouten balken.
- Gangbare toepassing tot zes bouwlagen.
- Afmeting houten balken tot ca. 5 m lengte,
- Kunnen dragend en niet-dragend zijn.
- Slanke constructies doordat isolatie tussen de houten balken wordt aangebracht, waardoor groter verhuurbaar woonoppervlak t.o.v. zware bouwmethoden (beton, kalkzandsteen).
- Combinatie met beplating en isolatie draagt zorg voor warmte-isolatie, geluidsisolatie en brandwerendheid.



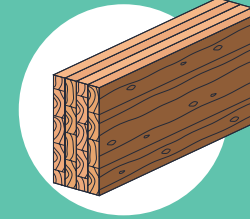
## Kruislaaghout (CLT)

- CLT staat voor Cross Laminated Timber.
- Constructieve elementen, die zijn samengesteld uit drie of meer lagen kruislings verlijmd lamellen.
- Ook wel 'massieve' houtbouw genoemd.
- Geproduceerde panelen tot ca. 20 m lang, 3 m breed en 500 mm dik.
- Sterke, stabiele en stijve elementen, waardoor grotere overspanningen mogelijk zijn.
- Aan de binnenzijde is hout in het zicht of afgewerkt met een gipsplaat.
- Buitenste lamellen liggen in de lengterichting van paneel.
- Aanvullende opbouw t.b.v. warmte-isolatie, geluidsisolatie en brandwerendheid.



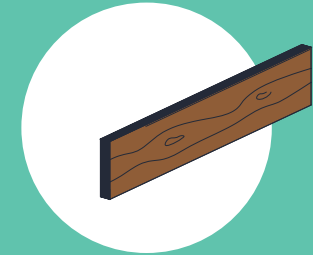
## Modulebouw

- Kant-en-klare ruimtelijke modules die op locatie tegen of op elkaar worden gemonteerd.
- Beperkte ontwerp vrijheid, kortere ontwerptijd
- Modules zijn complete woonunits inclusief toilet en badkamer.
- Modules zijn elementen gebaseerd op de HSB- of CLT-bouwmethode.
- Combinatie met andere constructieve materialen komt ook voor, een zogenaamde hybride bouwmethode.



## Glulam

- Glulam is een samenvoeging van glue-laminated.
- De gelamineerde balken bestaan uit houten lamellen die parallel (dus niet kruislings) zijn verlijmd.
- Vooral gebruikt voor gelamineerde houten spanten tot wel 30 m overspanning.
- Kan gecombineerd worden met HSB of CLT.



## LVL

- LVL staat voor Laminated Veneer Lumber.
- De gelamineerde balken bestaan uit meerdere dunne fineerlagen met een dikte van enkele mm's.
- De grenen- en vuren-fineerlagen kunnen parallel en kruislings verlijmd zijn.
- Met LVL-elementen voor vloeren en daken kunnen grote overspanningen (tot circa 20 m) worden gerealiseerd.



## 3

## Bouwkosten

Woningen met een houtbouw-draagconstructie hebben andere kenmerken dan de meer gangbare draagconstructies van kalkzandsteen en beton. De grote vraag is wat het verschil in bouwkosten is.

Bij dit onderzoek zijn de bouwkosten gedefinieerd als de bouwsom plus de indirecte bijkomende kosten voor architect, adviseurs en andere out-of-pocket ontwikkelkosten.

Een optimaal gebouwontwerp in hout is niet optimaal voor andere materialen en vice versa. Een bouwkostenvergelijk van één referentie-ontwerp, uitgevoerd in verschillende materialen is daarom niet goed mogelijk.

Materialen en arbeid vormen ieder circa de helft van de totale bouwsom.<sup>2</sup> Daarnaast vormen de materiaalkosten van de draagconstructie slechts een beperkt deel van de totale materiaalkosten. Installaties en de binnen-afwerking hebben een groter aandeel hierin.

Een vergelijk van bouwkosten kan niet gebaseerd worden op het prijsverschil tussen de materialen hout en beton of kalkzandsteen.

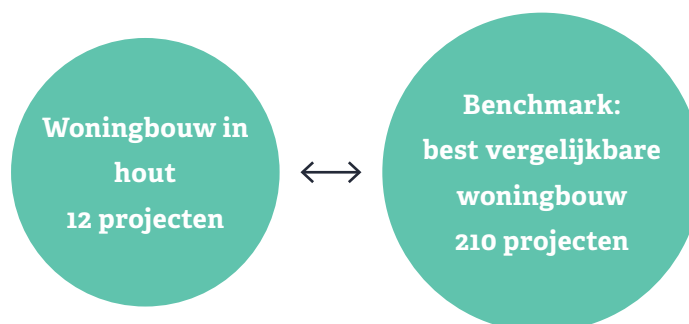
- De hoeveelheden materiaal per constructie verschillen, omdat de eigenschappen van materialen verschillend zijn. Denk aan gewicht, overspanningen, isolatiewaarden, uitstraling en flexibiliteit in ontwerp.
- De arbeidskosten verschillen per type materiaal.

Op het moment van schrijven van deze rapportage is de vraag naar bouwmaterialen groter dan het aanbod. Door deze disbalans stijgen de prijzen van onder andere staal, hout en kunststoffen. De verwachting van Centrum Hout is dat dit een tijdelijk issue is, omdat de beschikbaarheid van hout in Europa voldoende is. Het effect van de verhoogde materiaalsprijs van hout wordt sterk gedempt, omdat de bouwsom voor een groot deel wordt bepaald door installaties en arbeid.

### Benchmark

Om inzicht te krijgen in de totale bouwkosten van HSB- of CLT-woningen in de sociale huursector is gezocht naar (nagenoeg) gerealiseerde projecten van corporaties. Via het netwerk van Centrum Hout, de database van Watkostdebouwvaneenhuurwoning en in media is gezocht naar houtbouwprojecten van corporaties. Bij deze projecten hebben de woningen een houten draagconstructie (HSB of CLT) en voldoen ze aan het Bouwbesluit voor permanente woningen, ondanks het feit dat twee projecten tijdelijke woningen zijn.

De bouwkosten van deze projecten zijn afgezet tegen de best vergelijkbare projecten (vooral beton en kalkzandsteen) in de benchmark 'Watkostdebouwvaneenhuurwoning'.<sup>3</sup>



Voor ieder houtbouwproject is een aparte benchmark opgesteld met best vergelijkbare projecten uit de totale benchmark. Het betreft woningbouwprojecten die in dezelfde periode zijn of worden opgeleverd, met hetzelfde woningtype, dezelfde woninggrootte en energieprestatie.

	HSB	CLT	Totaal
Grondgebonden	4	2	6
Appartementen	2	4	6
Totaal	6	6	12

Figuur 6: Aantal projecten per categorie

## Methode

In deze analyse zijn de bouwkosten per houtbouwproject vergeleken met de bouwkosten van de 15 best vergelijkbare projecten in de benchmark 'Watkostdebouwvaneenhuurwoning'.

Bij dit onderzoek zijn de bouwkosten gedefinieerd als de bouwsom plus de indirect bijkomende kosten voor architect, adviseurs en andere out-of-pocket ontwikkelkosten. Door de som van de bouwsom plus de indirect bijkomende kosten zijn de bouwkosten van projecten die in een vroeg planstadium in de

markt zijn gezet vergelijkbaar met projecten die door corporaties ontwikkeld zijn (tot DO of bestek).

- Het voordeel van deze methode is dat gekeken wordt naar het totale bedrag aan bouwkosten voor corporaties. De effecten van het gebruik van verschillende materialen en bouwwijzen zijn verdisconteerd in dit bedrag. Het voordeel van een hoge mate van prefabricage is bijvoorbeeld slechts ten dele gerelateerd aan de keuze voor hout (prefabricage wordt in de praktijk ook toegepast in betonbouw). Anderzijds hoeft een bouwer - als dit voordeel er is - dit helemaal niet door te berekenen aan opdrachtgevers.
- Een nadeel aan deze methode is dat verschillen ook kunnen samenhangen met andere factoren dan het gekozen materiaal. Dit nadeel is zoveel mogelijk uitgesloten door de houtbouwprojecten af te zetten tegen de best vergelijkbare projecten in termen van woningtype, woninggrootte en energieprestatie.
- Een ander nadeel is dat er alleen gekeken kan worden naar de huidige stand van de techniek. Eventuele kostenvoordelen van innovatie en opschalen blijven buiten beschouwing.

## Benchmark 'Watkostdebouwvaneenhuurwoning'

Watkostdebouwvaneenhuurwoning biedt sinds 2011 een platform waarop aangesloten corporaties kennis delen over nieuwbouw en sinds 2018 ook woningverbeteringsprojecten. Aangesloten corporaties voeren van alle projecten informatie op over de kwaliteit, kosten, exploitatie en het ontwikkelproces. De database bevat 210 projecten met opleverdatum tussen 2018 en 2023. Dat is circa 20% van de nieuwbouwproductie van corporaties in Nederland.

### Projectinventarisatie (houtbouw en benchmark)

- Het aantal woningen per project
- De woninggrootte (m<sup>2</sup> gebruiksoppervlakte)
- De energieprestatie (epc)
- De bouwtijd (van start bouw tot oplevering)
- De bouwkosten

## Vergelijking bouwkosten

Er zijn 12 houtbouwprojecten van corporaties onderzocht. **Dit aantal projecten is te beperkt om harde conclusies te trekken.** Het geeft wel een eerste indicatie van de verschillen in bouwkosten ten opzichte van de benchmark.

De vergelijkingen met de benchmark laten zien dat het mogelijk is om concurrerend te bouwen met hout.

Er is onderscheid gemaakt in de bouwmethode en het type woning.

	HSB	CLT
Grondgebonden	-2%	+27%
Appartementen	-21%	+14%
Gemiddeld	-8%	+18%

Figuur 7: Bouwkosten per woning in percentage ten opzichte van benchmark

- De bouwkosten van de HSB-projecten zijn gemiddeld lager dan de benchmark.
- De bouwkosten van de CLT-projecten zijn gemiddeld hoger dan de benchmark.

Deze uitkomst wordt mede veroorzaakt door de pilot-status en extra ambities (naast het houtbouwsysteem) bij de projecten. Hiervoor kan niet worden gecorrigeerd in de benchmark. Desondanks lijken de bouwkosten van CLT-projecten hoger te liggen dan de benchmark.

### Elementen of modulebouw

Uit de analyse van de bouwkosten blijkt dat verdere standaardisatie en prefabricage tot lagere bouwkosten leidt. De bouwkosten van houten modulebouw zijn vergeleken met de benchmark gunstiger dan in projecten waarbij elementen op de bouwplaats worden samengevoegd.

	HSB	CLT
Elementen	+1%	+34%
Modulebouw	-16%	+3%

Figuur 8: Bouwkosten ten opzichte van de benchmark (3 houtbouwprojecten per categorie)

### Korte bouwtijd

Houtbouwprojecten worden circa twee keer zo snel gerealiseerd (start bouw tot oplevering). Dat geldt zowel voor grondgebonden woningen als voor appartementen. Bij appartementen met HSB ligt dit in dezelfde lijn. Met CLT is de impact op de bouwtijd geringer.

	HSB	CLT
Grondgebonden	-49%	-45%
Appartementen	-48%	-17%

Figuur 9: Bouwtijd ten opzichte van de benchmark

Indien er een splitsing wordt gemaakt tussen het samenstellen van een woning met elementen of modulebouw, dan is de impact op de bouwtijd anders.

- Elementenbouw is vooral met HSB een snellere bouwmethode dan de benchmark.
- Modulebouw is zowel met HSB als CLT aanzienlijk sneller.

	HSB	CLT
Elementen	-52%	-17%
Modulebouw	-46%	-36%

Figuur 10: Percentage van de bouwtijd elementenbouw en modulaire bouw ten opzichte van benchmark

Het financiële effect van een korte bouwtijd is in de vergelijking van de bouwkosten van de corporaties verdisconteerd. Een korte bouwtijd kan wel andere financiële voordelen met zich meebrengen.

- Bij binnenstedelijke locaties ervaren omwonenden minder lang geluids- en verkeersoverlast. Dit kan leiden tot minder intensieve inspraakprocessen met omwonenden.
- Bij sloop-nieuwbouw is voor een kortere periode een alternatieve woning nodig.

### Hout is een relatief licht materiaal

Hout is relatief licht, waardoor de fundering en constructie lichter uitgevoerd kunnen worden. Dit voordeel is meegenomen in de vergelijking met de benchmark.

In één onderzocht sloop-nieuwbouwproject zijn de houtbouwwoningen op de fundering van de oude woningen gebouwd. Hiermee zijn de kosten voor het

verwijderen van de oude fundering en het aanleggen van nieuwe bespaard. Deze besparing is slechts van beperkte invloed op de genoemde percentages in figuur 7 en 8. Naast het besparen op de kosten van de fundering is dit een slimme manier van circulair bouwen.

Daar komt bij dat het werken met lichter materiaal leidt tot minder zwaar bouwverkeer en daarmee een geringere belasting van de infrastructuur (schade aan stoepen en opnieuw in te zaaien gras) en minder geluidsoverlast.

Deze voordelen spelen vooral bij binnenstedelijke locaties (woonwijken). Het voordeel is lastig uit te drukken in euro's en komt slechts voor een deel ten goede aan corporaties.

## Exploitatiekosten

Corporaties geven meer geld uit aan een woning tijdens de exploitatie dan aan de bouwkosten. De exploitatiekosten bestaan o.a. uit:

- Gederfde huurinkomsten
- Onderhoud en tussentijdse woningverbeteringen
- Restwaarde woning (herbruikbaarheid)

### Huurinkomsten

Een woningproject genereert eerder huurinkomsten bij een kortere bouwtijd. Bij vervangende woningbouw is de periode zonder huurinkomsten korter. Een bouwtijdverkorting van een half jaar levert enkele duizenden euro's extra huurinkomsten op.

### Onderhoud

De draagconstructie vergt geen onderhoud, ook niet bij mutaties. Dat geldt zowel voor houten als steenachtige draagconstructies. De hoogte van onderhoudslasten wordt vooral bepaald door het materiaal van de gevelbekleding, kozijnen en technische installaties.

### Restwaarde

In de waarderingssystematiek voor corporaties wordt de eindwaarde berekend na 15 jaar exploitatie. De ma-

terialisering van de draagconstructie heeft geen effect op deze berekening. De beleids- en marktwaarde van een woning met een houten draagconstructie zijn daarom gelijk aan een woning met een steenachtige draagconstructie.

Een veel genoemd voordeel van houtbouw is de herbruikbaarheid van het materiaal, en dus een hogere restwaarde. Voor de waarde van het materiaal is het van belang hoe lang het gebruikt wordt en niet hoe vaak het opnieuw wordt gebruikt. De herbruikbaarheid van hout en elementen is een voordeel, als dit ertoe leidt dat woningen of onderdelen van woningen langer meegaan. Denk hierbij aan de aanpasbaarheid voor nieuwe doelgroepen, zoals bij zorggeschikte woningen of optoppen. Losmaakbare detaillering is belangrijk in het kader van aanpasbaarheid en herbruikbaarheid.

Het financiële voordeel van herbruikbaarheid en flexibiliteit is sterk gerelateerd aan de leeftijd waarop dit hergebruik of deze aanpassing van de woning plaatsvindt. Het is daarom lastig om hier een algemeen prijskaartje aan te hangen.





## 4

## Bouwkundige prestaties

Een integrale bouwprojectbenadering leidt tot een optimale ontwerp- en bouwphase binnen de gestelde (project-specifieke) randvoorwaarden. Hierbij is het essentieel om deskundigen zoals de architect, gespecialiseerde adviseur, constructeur en bouwer en/of houtbouwer tijdig in het proces te betrekken. Let erop dat ze een passie voor, kennis van en ervaring met het bouwen in hout hebben en deze kennis en werkzaamheden niet gaan inkopen.

Zowel grondgebonden woningen als appartementen kunnen in de HSB- en CLT-bouwmethode worden uitgevoerd. De eisen bij appartementen liggen vaak

hoger dan bij grondgebonden woningen en daardoor is de opbouw van de vloer-, gevel- en dakelementen verschillend. Bij kruislaaghout kan de keuze gemaakt worden om het hout aan de binnenzijde van de woning in het zicht te laten of af te werken met een plaatmateriaal.

Net als bij bouwsystemen van kalkzandsteen of beton moeten houtbouwsystemen voldoen aan de wet- en regelgeving. Per project zullen de vereiste prestaties en wensen geïnventariseerd moeten worden. De oplossingsrichtingen kunnen heel divers zijn. Zorg voor een juiste afstemming van de technische installaties en bouwsystemen.

Onderstaande informatie is belangrijk voor de beeldvorming. De exacte invulling zal project-specifiek bepaald moeten worden.

### Constructief

De draagconstructie van een woning mag uiteraard niet bezwijken. In het Bouwbesluit wordt uitgegaan

van een ontwerplevensduur van vijftig jaar. De gangbare HSB-bouwmethode is toe te passen tot circa zes bouwlagen. Bij meer bouwlagen wordt de belasting van de bovenliggende verdiepingen te groot en/of is de stabiliteit onvoldoende.

CLT is toepasbaar bij zowel grondgebonden woningen, gestapelde laagbouw en hoogbouw. Gebouwen tot 18 verdiepingen zijn niet meer vreemd. Zowel bij HSB als bij CLT zijn vloeroverspanningen van 5 m regulier. Bij grotere overspanningen wordt gekozen voor LVL of hybride vloeren, waarbij hout wordt gecombineerd met staal of beton.

Door het lichte gewicht van houtbouwsystemen kan de fundering minder zwaar worden uitgevoerd of de noodzaak van palen achterwege blijven. Bij herbouw van woningen kan eventueel ook gebruik worden gemaakt van de bestaande fundering. Het optoppen van woningen en appartementsgebouwen met een houtbouwsysteem is inmiddels ingeburgerd bij corporaties.



### Brandveiligheid

Net als andere bouwsystemen moeten ook HSB- en CLT-bouwssystemen voldoen aan regelgeving op het gebied van brandveiligheid.

- Bij HSB wordt voldaan aan de brandveiligheidseisen door de combinatie van het houten frame, isolatie en één of twee (gips)platen.
- Bij CLT kunnen aan de binnenzijde gipsplaten worden toegevoegd om aan de brandveiligheidseisen te voldoen. Blijft CLT in het zicht, dan wordt de brandwerendheid gerealiseerd door overdimensionering van het hout. Bij brand verkooft de buitenste laag van het hout, waardoor de rest van het hout 'beschermd' wordt tegen verdere inbranding.
- Hout heeft een **voorspelbaar brandgedrag**, waardoor veelal de brandwerendheid van een constructie op basis van rekenregels is te bepalen. Hout verkooft, maar vervormt niet.
- Neem het risico op brand en de mogelijke gevolgen (bruikbaarheid) hiervan mee in het ontwerpproces. Stem bouwkundige en installatietechnische maatregelen hierop af.
- Doorvoeringen voor installaties en sparingen in brandwerende wanden moeten brandwerend worden uitgevoerd. Leveranciers bieden hiervoor onderzochte en goedgekeurde oplossingen.

	Houtskeletbouw	Kruislaaghout (CLT)	
Constructie	Hout niet in het zicht	CLT niet in het zicht	CLT in het zicht
Verdiepingsvloer			
Woning-scheidende vloer			
Woning-scheidende wand			
Gevel			

Figuur 11: Schematische weergave van optionele constructies in hun toepassing. Niet alle folies, membranen e.d. zijn getekend.



Figuur 12: 211 Duurzame passief woningen Velve Lindenhof te Enschede

De bouwregelgeving is gericht op de mogelijkheid tot het veilig verlaten van de woning of het woongebouw. Het gaat niet over de beperking van schade. De eisen die aan de brandwerendheid van een constructie gesteld worden, variëren (bijvoorbeeld 30, 60, 90 en 120 minuten). Keuzes in type en maatvoering van hout, isolatie en beplatingen leiden tot oplossingen. Zo zijn er diverse varianten gipsbeplatingen met ieder hun specifieke kenmerken op het gebied van brandveiligheid.

Een veelbesproken onderwerp bij CLT is het delamineren bij brand. Bij toepassing van de huidige PUR-lijm tussen de lamellen kan de verkoolde laag afbladderen, waardoor de volgende laag van het kruislaaghout wordt blootgesteld aan de brand. Wanneer een MUF-lijm wordt toegepast, zal de koollaag de rest van het hout beschermen en blijft de inbrandsnelheid gelijk aan de inbrandsnelheid van het hout zelf.

### Energiezuinigheid

Per 1 januari 2021 zijn de BENG-eisen in werking getreden voor alle nieuwbouwprojecten. BENG staat voor Bijna Energieneutrale Gebouwen. Hiermee komt de EPC-methodiek te vervallen.

- BENG 1: Energiebehoefte
- BENG 2: Energiegebruik
- BENG 3: Aandeel hernieuwbare energie

De BENG-eisen worden berekend conform de NTA 8800-methodiek, die ook gebruikt wordt voor het bepalen van het nieuwe Energielabel. Uit ervaring blijkt dat houtbouwprojecten hieraan kunnen voldoen.<sup>4</sup>

Met bouwen in hout zijn ook nul-op-de-meter woningen (NOM) en passiefhuizen te realiseren. Door het zogenaamd 'opdikken' van hout en de extra isolatie ertussen zijn hoge isolatiewaarden te realiseren.

### Thermische isolatie

Bij HSB wordt de isolatie aangebracht tussen de houten balken (stijlen, regels, sporen en vloerbalken). Bij iedere houten balk wordt de isolatielijn onderbroken, hetgeen een ongunstig effect heeft op de isolatiewaarde van het element. Dit wordt meegenomen in de bepaling van de warmteweerstand (Rc-waarde) van de vloer-, gevel- of dakconstructie. Gunstige bijkomstigheid is dat hout, in vergelijking met andere constructiematerialen, relatief goed isoleert. Softwareprogramma's van bijvoorbeeld isolatiefabrikanten worden gebruikt om Rc-berekeningen te maken.

Figuur 13: Isoleren van gevelelement op productielocatie





Bij zowel HSB als CLT kan gekozen worden voor biobased isolatiematerialen zoals vlasplaten, houtvezelplaten of cellulose. Deze materialen hebben over het algemeen een iets ongunstigere (lagere) isolatiewaarde, waardoor circa 5-10 mm dikker geïsoleerd moet worden dan bij de wat meer traditionele isolatiematerialen zoals glas- en steenwol.

#### **Wooncomfort - TO<sub>juli</sub>**

Tegelijkertijd met de BENG-eisen is ook het indicatiegetal TO<sub>juli</sub> van kracht geworden. Deze TO<sub>juli</sub>-indicator wordt alleen geëist bij nieuwbouwwoningen en staat voor TemperatuurOverschrijding in de maand juli. Er wordt een grenswaarde van 1,2 gesteld om de kans op oververhitting in woningen tijdens de zomer te beperken.<sup>5</sup>

Oplossingsrichtingen om aan de TO<sub>juli</sub>-eis te voldoen zijn:

- Bouwkundig: oriëntatie woning, zonwering, type en grootte glasoppervlakten, overstekken, zomernachtventilatie.
- Maak in de ontwerpfase berekeningen, zodat tijdig passende keuzes worden gemaakt.
- Actieve koeling: warmtepomp (bodem of lucht), externe koude-levering, airco's. Bij toepassing

van actieve koeling hoeft er niet aan de TO<sub>juli</sub>-eis gerekend te worden (de eis vervalt).

Een houtbouwsysteem is een lichte bouwmethode. Deze bouwsystemen hebben een lage massa en daardoor een lagere warmtecapaciteit. Hierdoor is de warmte-opslag in de constructie beperkt. Bij zoninstraling warmt de binnenruimte van een woning sneller op, maar bij avond/nachtkoeling is deze warmte ook weer sneller verdwenen. Zware constructies zijn thermisch 'traag': ze hebben last van een na-ijleffect. Na opwarming straalt de constructie lang na. Bij gelijke ventilatie tijdens de avond en nacht, zal een lichte woning de warmte sneller kwijtraken. Uit recent doorgerekende houtbouwprojecten blijkt dat de resultaten van TO<sub>juli</sub> bij woningen met een lichte bouwconstructie hoger (ongunstiger) uitvallen dan van projecten met een zware constructie. Centrum Hout heeft naar de oorzaak hiervan onafhankelijk onderzoek laten doen door Arup.<sup>6</sup> Zij adviseren nader onderzoek te doen naar enkele gehanteerde uitgangspunten van TO<sub>juli</sub>, vooral gerelateerd aan het positieve effect van het versneld afkoelen van lichte bouwconstructies. De Projectgroep 'Energieprestatie gebouwen' gaat in 2021 de TO<sub>juli</sub>-methodiek evalueren.

#### **Luchtdicht bouwen**

De belangrijkste redenen om luchtdicht te bouwen zijn energiebesparing, verbetering comfort, voorkoming vochtproblemen en de realisatie van een goede geluidsisolatie en brandveiligheid. Ongeacht of er wel of niet een dampremmende laag in de constructie wordt aangebracht, moet een goede luchtdichting gerealiseerd worden. Dit vergt zowel tijdens het ontwerp als in de uitvoering aandacht.

Figuur 14: Prefab dakelementen op de bouwplaats



Bij HSB wordt veelal een dampremmende laag aangebracht, maar deze kan, afhankelijk van de constructieopbouw, ook achterwege worden gelaten. CLT wordt standaard zonder dampremmende laag uitgevoerd.

### Vochthuishouding

HSB- en CLT-elementen worden zodanig samengeteld, dat er na montage geen regenwater in de draagconstructie kan komen, ook niet tijdens het transport en de bouwphase.

Hout en andere biobased materialen zijn in staat waterdamp op te nemen en later weer af te staan.

Daarmee ontstaat de mogelijkheid om damp-open te bouwen met biobased isolatiematerialen zoals vlasplaten, houtvezelplaten of cellulose. Een dergelijke constructieopbouw leidt tot een extra comfortabel binnenklimaat. Bij damp-open constructies dient de buitenzijde van de constructie meer damp-open te zijn dan de binnenzijde. Bij HSB is damp-open bouwen nog een keuze, bij kruislaaghout is het de standaard.

### Geluidsisolatie

Bij zware bouwmethoden wordt de geluidsisolatie vooral bepaald door de massa. Bij lichte bouwmethoden wordt de geluidsisolatie bepaald door akoestisch ontkoppelde constructies of het massa-veersysteem.

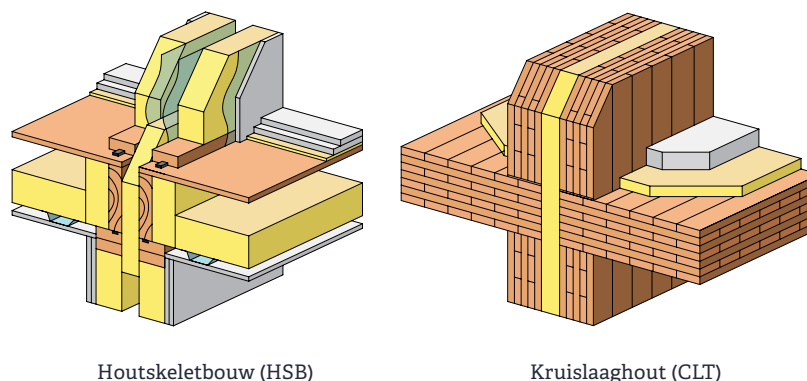
Woningscheidende wanden worden veelal opgebouwd uit twee elementen gescheiden door een spouw (de akoestische ontkoppeling). Bij CLT worden soms ook enkelschalige elementen toegepast met aan één of twee zijden een buigslappe voorzetwand (massa-veersysteem).

De onderlinge aansluitingen van vloeren, (woningsscheidende) wanden en daken spelen een belangrijke rol in de geluidsoverdracht. Dit wordt flankerende geluidsoverdracht genoemd. Besteed hier in de ontwerpfase aandacht aan.

De Bouwbesluit-eis voor geluidsisolatie van verdiepingsvloeren binnen een woning is laag. Vooral loopgeluiden kunnen tot klachten leiden, wanneer

bewoners een zware vloerconstructie (beton) als referentie hebben. Overweeg om de prestatie-eis hoger te leggen en heb extra aandacht voor de laagfrequente tonen. Door het aanbrengen van een akoestisch verend opgelegde dekvloer is dit op te lossen. Een droge dekvloer bestaat uit een verende laag (isolatie) met beplating(en) en een natte dekvloer uit een verende laag met daarop een cement of gipsgebonden dekvloer.

Constructies kunnen trillingen van wasmachines, verwarmings-, koel- en ventilatie-installaties overdragen. Vroegtijdig aandacht besteden aan de opstelling van installaties (op trillingsdempers), doorvoeren door constructies en het verloop en de materialisering van kanalen en leidingen is belangrijk.



Figuur 15: Schematische weergave aansluiting woningscheidende wand met verdiepingsvloer

### Installaties

Bij de keuze van het installatieconcept gaat het erom dat het passend is bij (lichte) houtbouwsystemen. Denk hierbij aan de optie van een kleinere vermogensbehoefte, korte reactietijd, lage temperatuurverwarming. De combinatie met duurzame installatieconcepten is uiteraard mogelijk.

Bij leidingen kan gekozen worden voor inbouw of opbouw. Installatietechniek is een specialisme en hiervoor dient een deskundige ingeschakeld te worden.

### **CLT in het zicht**

Met CLT bestaat de mogelijkheid het hout in het zicht te laten. Dit kan voor zowel de vloeren als de wanden. Een en ander is wel afhankelijk van de gestelde eisen uit het Bouwbesluit op het gebied van geluidsisolatie en brandveiligheid. De keuze voor het wel of niet in het zicht laten van het CLT moet vroeg in het ontwerpproces worden gemaakt.

CLT is te leveren in drie oppervlaktekwaliteiten:

- niet-zichtkwaliteit
- industrie-zichtkwaliteit
- woon-zicht kwaliteit

Referentieprojecten bekijken is goed voor de juiste beeldvorming.

### **Gezonde leefomgeving**

Wonen in een houtbouwwooning is gezond. Er is geen sprake van vocht, schimmel, emissiegassen en radonstraling, die slecht zijn voor onze gezondheid. Hout is natuur- en mensvriendelijk, niet-toxisch en uitstekend isolerend. De prettige woonbeleving wordt

## Aandachtspunten bij kruislaaghout (CLT) in het zicht



- 1** Kruislaaghout (CLT) in het zicht geeft een warme uitstraling en draagt bij aan een relaxte sfeer in de woning
- 2** Kruislaaghout (CLT) in het zicht is mogelijk bij alle wanden en plafonds, maar kan bijvoorbeeld ook alleen bij de plafonds
- 3** Hout is een natuurproduct, waardoor oneffenheden (ongelijke lamellen, naden tussen de lamellen, krimpscheuren, noesten) hierin aanwezig zullen zijn. Het oppervlak zal minder strak zijn dan bij stucwerk.
- 4** Met kruislaaghout (CLT) in het zicht zijn aanvullende materialen nodig om te kunnen voldoen aan de vereiste prestaties op het gebied van brand en geluid. Overweeg de consequenties voor onderhoud (bij mutaties).
- 5** Geef instructies wat de huurder wel/niet mag t.a.v het ophangen van accessoires en wat er wordt verwacht bij mutaties. Voor de huurder zou dit beperkingen kunnen geven en/of na verloop van tijd kan het kruislaaghout (CLT) esthetisch degraderen. Oplossing kan zijn om na verloop van tijd een beplating eroverheen te zetten.
- 6** Circa 90% van alle CLT is vuren/grenen. Deze houtsoorten zijn van nature relatief zacht. Beschadigen/krassen/deuken zijn daarom niet te voorkomen.
- 7** Hout is een natuurproduct, dus zal na verloop van tijd verkleuren. Met lakken, oliën en beitsen is het oppervlak zowel esthetisch als qua beschadigingen te beschermen.
- 8** Hout draagt bij aan een vochtregulerend binnenklimaat. Een luchtvochtigheid in de woning tussen de 40 en 60% vermindert oneffenheden (naden en krimpscheuren) in het oppervlak. Deze vochtigheid is overigens ook goed voor de bewoners zelf.

versterkt als hout in het zicht blijft. Voor kwantificatie van deze aspecten is nader onderzoek nodig. Er komen in de gebouwde omgeving verschillende stoffen voor die slecht kunnen zijn voor onze gezondheid. Voor bouwmaterialen zijn radongas en formaldehyde opgenomen in het Bouwbesluit. Radongas is voornamelijk afkomstig uit steenachtige bouwmaterialen. Bij houtbouwsystemen en de gebruikelijke afwerkmaterialen is nauwelijks tot geen sprake van radonemissies.

Bij houtbouwsystemen is er aandacht voor formaldehyde vanwege de toegepaste lijmen. Voor de samenstelling van houtbouwsystemen worden geen lijmen, maar schroeven, spijkers en nieten gebruikt. In plaatmaterialen als OSB, triplex, spaanplaat en CLT zit lijm, maar deze zijn tegenwoordig formaldehydevrij verkrijgbaar. Ook lijmloos CLT heeft inmiddels zijn intrede gedaan; hierbij wordt bijvoorbeeld gebruikgemaakt van houten deuvels.

### **Aardbevingsbestendigheid**

Aardbevingen worden geassocieerd met de gaswinning in Groningen. Toch heeft ook het zuiden van het land ermee te maken als gevolg van de steenkoolwinning in het verleden en een breuklijn in de aardbo-

dem. Bij aardbevingen zijn de massa en stijfheid van het gebouw bepalend voor de gevolgen ervan. Door het lichte gewicht en de flexibiliteit (meebewegen en terugveren) van houtbouwsystemen leidt dit tot veel minder schade. Er zijn aanvullende richtlijnen om aardbevingsbestendig te bouwen met hout.<sup>7</sup>

### **Onderhoud**

Houtbouwsystemen vereisen geen onderhoud, omdat de constructie wordt afgeschermd tegen weersinvloeden. Onderhoud is alleen nodig aan de buitenschil, dus bijvoorbeeld de gevelafwerking, boeiboorden en kozijnen. Dit is niet anders dan bij de traditionele bouwmethode met beton en kalkzandsteen.

Begin bij een adequaat ontwerp en detailleringen. Wordt er gekozen voor het onbehandeld toepassen van hout, kies dan voor houtsoorten met een duurzaamheidsklasse 1 of 2, of hout dat door thermische of chemische modificatie een hogere duurzaamheidsklasse heeft verkregen. Geadviseerd wordt om houtsoorten met duurzaamheidsklasse 3-5 te verduurzamen (Vacuum-druk onder KOMO) of af te werken met een verfsysteem.<sup>8</sup>

Figuur 16: 16 woningen in Weert - Wonen Limburg



## 5

# Huurder en verhuurder

Houtbouwsystemen hebben kenmerken die van belang zijn voor de huurder en verhuurder.

## Huurder

### Houtbouwsysteem

De houten draagconstructie is veelal niet zichtbaar (alleen optie bij CLT). Desondanks zullen veel huurders trots zijn in een duurzame woning te wonen.

### Wooncomfort

De gevelconstructie van een houtbouwsysteem is dunner dan bij beton/ kalkzandsteen, waardoor er een groter woonoppervlak is.

Een houtbouwsysteem heeft weinig thermische massa, zodat de binnenruimtetemperatuur snel en energiezuinig reageert op de behoefte van de bewoner. Bij discontinu gebruik van ruimtes, bijvoorbeeld een werkkamer, is een lichte woning met verwarming of actieve koeling veel sneller op te warmen dan wel af te koelen.

In de zomer zorgt zonwering voor beperking van de zinstraling overdag en kan de woning door ventilatie in de avond en nacht weer snel afkoelen.

### Gezonde leefomgeving

Hout is een organisch bouw materiaal en kan door het vochtregulerend vermogen bijdragen aan een gezonde binnenluchtkwaliteit.

### Kwaliteit en stevigheid

De woning voldoet aan alle Bouwbesluit-eisen, waardoor de kwaliteit geborgd is. Hiermee is ook de stevigheid van de woning geborgd. Wanneer er geklopt wordt tegen de constructie, kan deze holler klinken dan bij beton of kalkzandsteen, maar dat zegt niets over de stevigheid.

### Ophangen accessoires

Gebruik de juiste schroeven/pluggen voor het ophangen van accessoires.

## Verhuurder

### Houtbouwsysteem

Een licht bouwsysteem kan het gevoel van 'goedkoop' geven. Informatie over de kwaliteit en duurzaamheid van de bouwmethode is extra belangrijk.

### Aanpasbaarheid

Bij wijziging huurdersprofiel zijn ruimten eenvoudiger aanpasbaar.

### Geluidsisolatie

De geluidsisolatie van een woning is goed. Bij grondgebonden woningen wordt geadviseerd een hogere geluidsisolatie voor de verdiepingsvloer voor te schrijven dan het Bouwbesluit voorschrijft, vanwege het verwachtingsniveau van de bewoner. Bij appartementen dient extra aandacht besteed te worden aan trillingsgeluiden (lopen, wasmachine). Hiervoor zijn beproefde oplossingen.

### Ophangen accessoires

Geef instructies over de wijze van het ophangen van accessoires. Bij te verwachten intensief gebruik van woningen of veel mutaties is een extra beplating achter de gipsplaat te overwegen. Voor het dichtzetten van gaten zijn 'standaard' methoden beschikbaar.

### Kruislaaghout in zicht

Dichtgezette gaten en mogelijke beschadigingen zullen na mutatie zichtbaar zijn. Overweeg bij de start van het project in hoeverre dit acceptabel is. Betrek hierbij de doelgroep en verwachting van mutatiefrequentie.

### Waterbestendigheid

Kijkend naar badkamers, toilet en keuken, dan is dit niet anders dan bij beton of kalkzandsteen. Besteed aandacht aan correcte detailleringen.

## 6

# Grondstof en milieu

Met bouwen in hout wordt woningbouw gerealiseerd die duurzaam, circulair en biobased is. Ook wordt bijgedragen aan klimaatdoelen door de lagere uitstoot van CO<sub>2</sub> en stikstof en de CO<sub>2</sub>-opslag in hout.

Hout uit duurzaam beheerde bossen is ruim voldoende aanwezig binnen Europa en hernieuwbaar. Mede door het lage gewicht heeft hout een gunstige milieuscore.

De milieuscore van een materiaal wordt vaak uitgedrukt per kg. Daardoor lijken zware materialen een goede score te hebben ten opzichte van hout. Echter,

in de toepassing (vloer, wand) zit veel meer kg materiaal dan bij hout. De milieuscore van zware materialen is daardoor uiteindelijk aanzienlijk slechter.

De toepassing van hout en houtbouwsystemen biedt verschillende milieuvoordelen in vergelijking tot traditionele bouwwijzen. Denk hierbij aan:

- Gunstige MPG-score
- Reductie CO<sub>2</sub>-emissies en CO<sub>2</sub>-opslag
- Vermindering stikstofemissies
- Circulariteit

## MilieuPrestatie Gebouwen (MPG)

De MilieuPrestatie Gebouwen (MPG) is bij elke omgevingsvergunning verplicht. De MPG geeft aan wat de milieubelasting is van de materialen die in een gebouw of woning worden toegepast. Hoe lager de MPG-score, hoe duurzamer het gebouw is. Voor deze bepaling worden de levenscyclusanalyses (LCAs) van materialen gebruikt. In LCAs worden zowel de uitgestoten als opgeslagen CO<sub>2</sub> bepaald. In de MPG-bepaling wordt de opgeslagen CO<sub>2</sub> echter niet meegenomen.

Vanaf 1 juli 2021 wordt de grenswaarde van de MPG aangescherpt van 1,0 naar 0,8. Het belang van het

kieszen voor milieuvriendelijke materialen, zoals hout, wordt hiermee groter. Een stapsgewijze verdere verlaging van de eis naar 0,5 wordt verwacht in 2030 en uiteindelijk 0 in 2050.

## Aandachtspunten voor hout in de huidige MPG

De milieuprestaties van houtproducten en houtbouwsystemen onderscheiden zich positief ten opzichte van andere bouwmethoden. Dat komt vooral door de milieuvriendelijke oogst (winning), eenvoudige verwerking van hout en het lage gewicht in de toepassing. Ondanks de goede MPG-score worden enkele eigenschappen van hout in de huidige bepalingsmethode nog niet of onvoldoende gewaardeerd:

- Opslag van CO<sub>2</sub> in hout wordt nog niet gewaardeerd. Er zijn eind 2020 Kamervragen gesteld waarop acties zijn uitgezet.
- De circulariteit en hernieuwbaarheid van hout worden nog niet gewaardeerd.
- Er wordt uitgegaan van verbranding van hout bij einde levensduur, terwijl houtproducten goed repareerbaar en herbruikbaar zijn.
- De verbranding van (niet-recyclebaar) hout is beoordeeld als vervanging van biomassa en niet als vervanging van de mix van alle energiebronnen, zoals in de rest van Europa. Dit leidt tot een 66% minder gunstige totaalscore voor hout.<sup>9</sup>

## CO<sub>2</sub>-emissies en CO<sub>2</sub> opslag

### Reductie CO<sub>2</sub>-emissies

De bouw is een grootgebruiker van grondstoffen en is verantwoordelijk voor een aanzienlijk gedeelte van de CO<sub>2</sub>-emissies. Bij ontginnen en productie van verschillende bouwmaterialen is veel (fossiele) energie benodigd. Houtbouwsystemen hebben echter een relatief lage carbon footprint. Hout groeit in het bos, is relatief eenvoudig te oogsten, is licht in gewicht tijdens transport en makkelijk te bewerken.

De impact op de klimaatverandering wordt uitgedrukt in 'CO<sub>2</sub>-equivalent'. Hiermee kan het effect van verschillende broeigassen (bv methaan) in één getal worden uitgedrukt.

Door W/E Adviseurs is een onderzoek uitgevoerd naar de klimaatwinst door bouwen in hout. Hierbij is uitgegaan van 69.000 woningen, waarvan 35% rijwoningen, 10% 2-1 kap, 10% vrijstaand en 45% appartementen.<sup>10</sup> In dit onderzoek varieert de bouwmethode tussen een houtskeletbouw (HSB)-variant en 'zware-variant'. Een zware variant heeft een draagstructuur van beton en/of kalkzandsteen.

#### CO<sub>2</sub>-emissie zonder CO<sub>2</sub> opslag [ton CO<sub>2</sub> eq.]

	BVO m <sup>2</sup>	HSB	Zwaar	Vershil
Tussenwoning	146	44.8	57.8	23%
2-1-kap	180	55.9	78.8	29%
Vrijstaand	264	80.9	106.7	24%
Appartementgeb.	77	25.9	34.4	24%

Figuur 17: Ton CO<sub>2</sub>-eq emissie van woningtypen voor HSB en zware bouwmethoden.

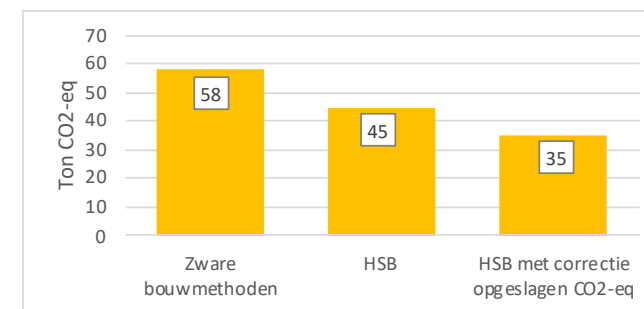
Het verschil in CO<sub>2</sub>-emissies bij een tussenwoning met HSB en een zware bouwmethode (beton of kalkzandsteen) bedraagt 23%. Bij andere woningtypen kan het oplopen tot 29%. Het positieve effect van CO<sub>2</sub>-opslag in hout is hierin niet meegenomen.

### CO<sub>2</sub>-opslag in hout

Bomen halen via fotosynthese CO<sub>2</sub> uit de lucht. Een boom in de groeifase legt meer CO<sub>2</sub> vast dan een volgroeide boom. Door duurzaam geproduceerd hout toe te passen wordt CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer vastgelegd in de bouwketen en wordt bijgedragen aan een gezonder leefklimaat.

Bomen halen tijdens de groei per m<sup>3</sup> hout, afhankelijk van de houtsoort, circa 0,9 ton CO<sub>2</sub> uit de lucht.<sup>11</sup> Zoals eerder aangegeven is deze positieve bijdrage

aan de vermindering van CO<sub>2</sub> in de atmosfeer (nog) niet meegenomen in wet- en regelgeving.



Figuur 18: Ton CO<sub>2</sub>-eq emissie voor een tussenwoning per bouwmethode

Indien bij een tussenwoning de hoeveelheid opgeslagen CO<sub>2</sub> niet wordt meegenomen, dan wordt bij uitvoering in HSB 22% minder CO<sub>2</sub>-emissies uitgestoten dan bij een zware bouwmethode. Wordt de opgeslagen CO<sub>2</sub> wel meegenomen, dan is het verschil 40%.<sup>10</sup> Afhankelijk van het woningtype kan dit verschil nog verder oplopen.

Bij een woning met CLT, wordt meer hout toegepast in de draagconstructie, waardoor de hoeveelheid opgeslagen CO<sub>2</sub> aanzienlijk hoger is. De hoeveelheid opgeslagen CO<sub>2</sub> kan dan zelfs groter zijn dan de uitgestoten CO<sub>2</sub>. Daarmee is een woning CO<sub>2</sub>-negatief en draagt het, in tegenstelling tot traditionele bouw, bij aan het tegengaan van klimaatverandering.<sup>12</sup>



### CO<sub>2</sub>-emissies woningbouw

De keuze voor de bouwmethode van de draagconstructie heeft dus impact op de CO<sub>2</sub>-emissies van de totale woningbouw. Het vergroten van het marktaandeel HSB (huidig → groter → streef) levert een reductie op van CO<sub>2</sub>-emissies.

Toelichting: Voor dit onderzoek is een onderverdeling gemaakt tussen HSB en zware woningen. Op basis van de verdeling is de CO<sub>2</sub>-uitstoot van opleverbare woningen doorgerekend volgens vigerende wetgeving (BENG, Bouwbesluit, MPG).

**Op basis van de tabel, zonder CO<sub>2</sub>-opslag, is de reductie bij realisatie van 10.000 HSB-woningen circa 175.000 ton CO<sub>2</sub>-eq. Wordt de opgeslagen CO<sub>2</sub> wel meegenomen, dan is dit circa 280.000 ton.**

Reductie	HSB		Zwaar		Totaal HSB + zwaar	Reductie	
	Aantal	CO <sub>2</sub> -eq*	Aantal	CO <sub>2</sub> -eq*	CO <sub>2</sub> -eq*	CO <sub>2</sub> -eq*	%
Huidig	1.500	91	67.500	3.682	3.772	0	0%
Groter	11.553	574	57.448	3.016	3.589	183	4,8%
Streef	45.713	2.226	23.288	807	3.034	739	19,6%

Figuur 19: Reductie CO<sub>2</sub>-eq door opschaling houtbouw (**exclusief** de in hout opgeslagen CO<sub>2</sub>).<sup>10</sup>

\* Reductie in 1000 ton CO<sub>2</sub>-eq

Reductie	HSB		Zwaar		Totaal HSB + zwaar	Reductie	
	Aantal	CO <sub>2</sub> -eq*	Aantal	CO <sub>2</sub> -eq*	CO <sub>2</sub> -eq*	CO <sub>2</sub> -eq*	%
Huidig	1.500	59	67.500	3.682	3.740	0	0%
Groter	11.553	448	57.448	3.016	3.464	277	7,4%
Streef	45.713	1.737	23.288	807	2.545	919	24,6%

Figuur 20: Reductie CO<sub>2</sub>-eq door opschaling houtbouw (**inclusief** de in hout opgeslagen CO<sub>2</sub>).<sup>10</sup>





## Stikstof

Vanaf augustus 2019 is het niet meer toegestaan om de hoeveelheid stikstof in een Natura2000-gebied te vergroten. Tijdens transport en bouwplaatsactiviteiten komt stikstofoxide (NOx) vrij in de hiervoor gevoelige natuur. Bouwen met hout speelt hierop in door de hoge mate van prefabricage en gewichtsbesparing.

Geprefabriceerde houtconstructies zijn circa 80% lichter dan traditionele steenachtige constructies.<sup>13</sup> Hierdoor kan ook de fundering lichter worden uitgevoerd. Door de prefabricage en het lichte gewicht zijn er tot vijfmaal minder transportbewegingen van bouwmaterialen op de bouwplaats.<sup>14</sup>

Door het lichtere tilgewicht kan lichter materieel worden ingezet en zijn elektrische kranen optioneel. Daarnaast is een bouwkraan doorgaans alleen voor het monteren van de houten elementen benodigd. Voor een doorsnee woning kan men rekenen op doorgaans 3-7 werkdagen, maar het kan zelfs korter. Doordat er minder bouwplaatspersoneel nodig is, gedurende een kortere bouwtijd, wordt veel woon-werkverkeer voorkomen.

## Circulariteit

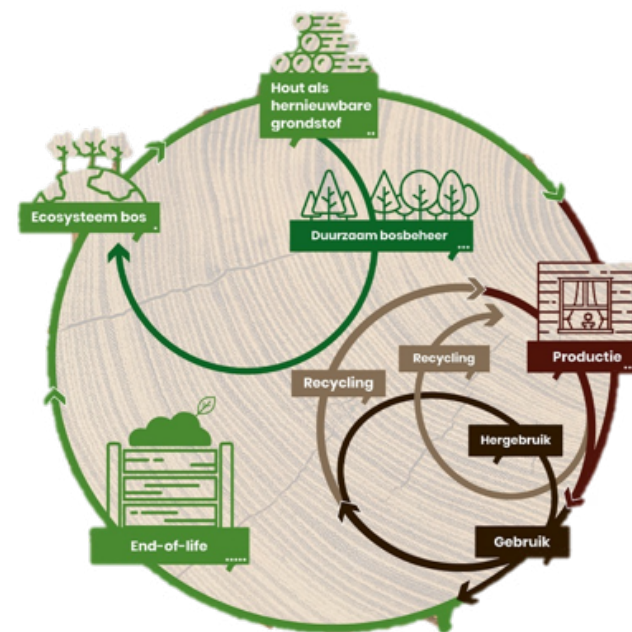
Samengevat staat er in het Rijksbrede programma 'Nederland Circulair in 2050' geformuleerd dat er gestreefd wordt naar een economie waarin alleen nog duurzaam geproduceerde of hernieuwbare grondstoffen worden gebruikt en hoogwaardige recycling en hergebruik wordt gestimuleerd.

### Hout is hernieuwbaar

Hout afkomstig uit duurzaam beheerd bos is een hernieuwbare grondstof. Duurzaam bosbeheer ziet erop toe dat bossen vitaal blijven en de biodiversiteit geborgd wordt. Hout is een onuitputtelijke circulaire grondstof. Dit wordt de biologische kant van circulariteit genoemd.

### Recycling, cascaderen en hergebruik

Naast de biologische kant van circulariteit kan hout ook in technische zin bijdragen aan circulariteit. Voordeel van houtbouwsystemen is de prefabricage waarmee materiaalverliezen worden beperkt. Daarnaast bieden de droge (geschroefde) bevestigingen en het relatief lichte gewicht perspectief voor hoge losmaakbaarheid en hoogwaardig hergebruik.



Figuur 21: Biologische (groen) en technische (bruin) kant van hout bij circulariteit

Is hoogwaardig hergebruik niet mogelijk, dan is cascaderen de volgende stap. Dit is een laagwaardiger wijze van recycling. Voorbeelden hiervan zijn meubels, kozijnen, plaatmaterialen of de biochemische industrie, waar de bouwstoffen uit hout gewonnen kunnen worden.



# 7

## Bosbeheer en beschikbaarheid hout

Hout en houtproducten worden steeds meer toegepast, waardoor de vraag naar hout toeneemt. Hoe zit het met het bosbeheer en de beschikbaarheid van hout in Europa en Nederland?

### Duurzaam bosbeheer

Voorheen ging de aandacht van bosbeheer uit naar maximale houtproductie. Afgelopen decennia is het vooral gericht op ecologie, productie en recreatie. Belangrijk is het voeren van duurzaam bosbeheer.

## 7 Principes van duurzaam bosbeheer

### 1. Bosbehoud

Het bosareaal moet worden beschermd.

### 2. Bosvitaliteit

De bosvitaliteit moet worden gehandhaafd.

### 3. Biodiversiteit

Biodiversiteit en ecologische processen moeten worden behouden.

### 4. Productfuncties

De productfunctie van het bos moet worden gewaarborgd door verantwoord beheer, voorzichtige oogst en verzekeren van verjonging.

### 5. Milieufunctie

De milieu- en beschermende functie van het bos moet worden gehandhaafd en, waar nodig, verbeterd.

### 6. Sociaal-economische functie

Het bosbeheer moet economisch gezond zijn en bijdragen aan het welzijn van de betrokkenen, inclusief de lokale bevolking.

### 7. Governance

Het beheer voldoet aan relevante (inter)nationale (bos)wet- en regelgeving.

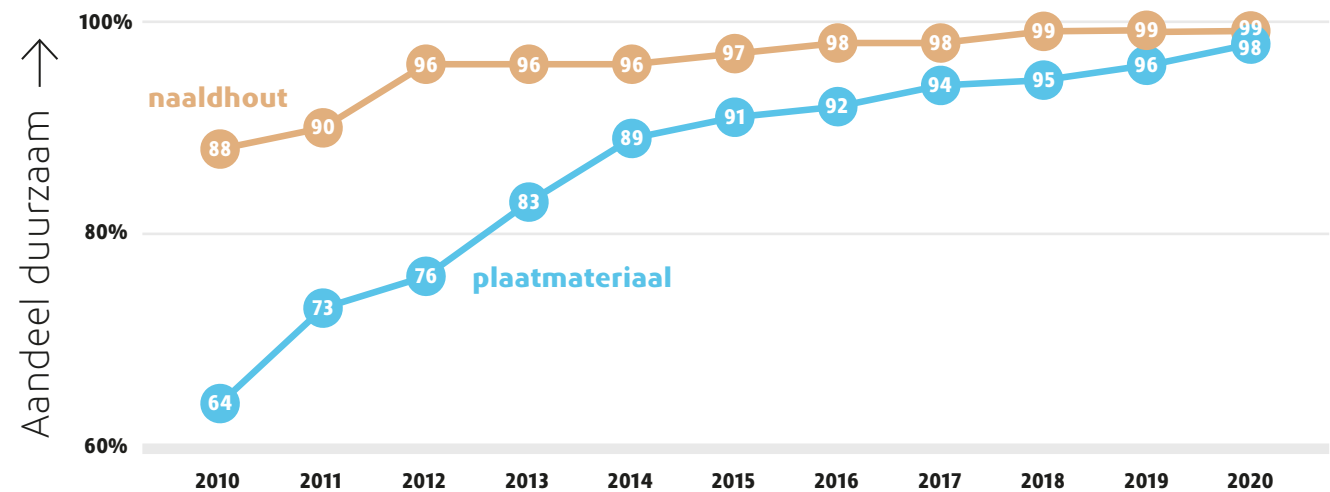
### Aantoonbaar duurzaam houtgebruik

In Nederland beoordeelt de TPAC (Timber Procurement Assessment Committee) houtcertificatiesystemen. Deze certificatiesystemen stellen eisen en geven invulling aan onder andere het beheer en de herleidbaarheid van hout. Om gecertificeerd hout van niet-gecertificeerd hout te onderscheiden, zijn regels gemaakt in de CoC (Chain of Custody)-standaard. Momenteel zijn FSC, PEFC, Keurhout en STIP goedgekeurde systemen.



Figuur 22: In Nederland goedgekeurde systemen

Vanaf 1 januari 2015 zijn (semi)overheden verplicht om 100% duurzaam hout in te kopen. Hout en houtproducten moeten voldoen aan de eisen van TPAC, of met aanvullend bewijs aantoonbaar voldoen aan de inkoop-eisen van de overheid.<sup>15</sup>



Figuur 23: aandeel aantoonbaar duurzame herkomst

### Ontbossing

Vaak nog worden houtbouwtoepassingen, ten onrechte, in verband gebracht met ontbossing. Wereldwijd zijn de voornaamste drijfveren van ontbossing:

- omvorming naar commerciële landbouw (met name soja- en palmolieplantages)
- lokale landbouw
- infrastructuur
- mijnbouw
- stedelijke groei

Het certificeren van bossen en de toepassing van gecertificeerd hout is een belangrijk middel tegen ontbossing. Met het beheer en de bijkomende financiële waarde van het bos neemt de kans op ontbossing en omzetting tot een andere vorm van landgebruik significant af.

Het certificeren van bossen begint met de vraag naar duurzaam hout. Hoe groter de vraag naar (aantoonbaar) duurzaam hout, des te meer boseigenaren kiezen voor de exploitatie van duurzaam beheerde bossen.

## Beschikbaarheid hout

Nederland importeert zo'n 94% van al het toegepaste hout. Hiervan is meer dan 90% afkomstig uit Europa (Zweden, Finland, Duitsland, Oostenrijk) en 4% uit de subtropen. Het betreft vooral de import van gezaagd naaldhout, gezaagd loofhout en plaatmaterialen.<sup>16</sup> In 2019 bedroeg de naaldhoutimport 2,8 miljoen m<sup>3</sup>, terwijl deze in 2008 (net voor de crisis) 3,2 miljoen m<sup>3</sup> bedroeg.<sup>17</sup>

De beschikbaarheid van hout wordt bepaald door de combinatie van vraag en aanbod. Op het moment van het schrijven van dit rapport zijn er onregelmatigheden in de leveringen van hout. De eerste helft van 2021 hebben onduidelijkheden over de marktpotentie en belemmeringen door Corona invloed gehad op beslissingen in het begin van de houtketen. In plaats van een verwachte krimp van de markt is de vraag naar hout mondiaal toegenomen. Hierdoor is een jaar later vraag en aanbod niet goed op elkaar afgestemd. Het ligt in de lijn der verwachting dat dit een tijdelijk issue is.

### Vraag naar hout

Bij een draagconstructie van HSB is minder hout nodig dan bij CLT. Bij een groeiende vraag naar houtbouwsystemen in 2030 is de keuze van het houtbouwstelsel van invloed op de benodigde m<sup>3</sup> hout.

Vraag naar hout in 2030	100% HSB	100% CLT
Woningen 10.000	0,25 miljoen m <sup>3</sup>	0,43 miljoen m <sup>3</sup>
per jaar 80.000	2,0 miljoen m <sup>3</sup>	3,4 miljoen m <sup>3</sup>

Figuur 24: Vraag naar hout bij groeiend aantal houtbouwwooningen per jaar

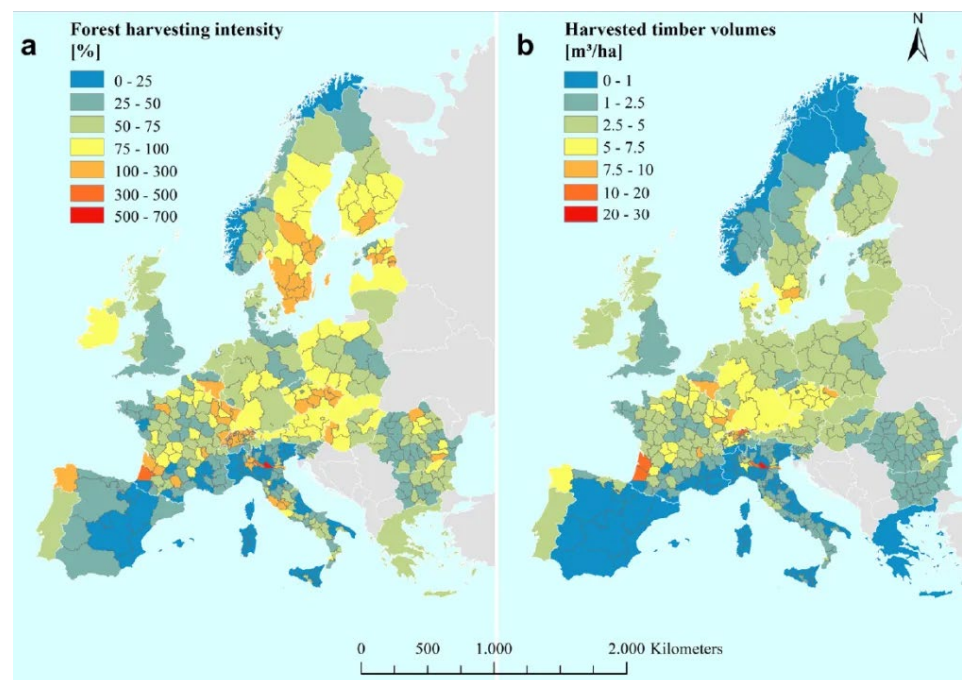
Bij een groei naar 80.000 houtbouwwooningen per jaar met 65% HSB en 35% kruislaathout (CLT), zal de vraag naar hout toenemen met 2,3 miljoen m<sup>3</sup> per jaar.

De Nederlandse vraag naar hout is op Europese schaal een bescheiden hoeveelheid.

### Aanbod Europees hout

Europese bossen bedekken ongeveer 38% van het landoppervlakte van de EU-lidstaten (EU 27+ UK). In de EU groeit er gemiddeld per jaar circa 720 miljoen m<sup>3</sup> hout bij (bijgroei), waarvan 520 miljoen m<sup>3</sup> wordt geoogst. Hierdoor neemt de levende houtvoorraad jaarlijks toe.<sup>18</sup>

Figuur 25: Gemiddelde houtoogst in percentages (a) en kubieke meters (b) van de totale bijgroei per jaar



Vanuit het oogpunt van duurzaam bosbeheer is een verhoging van het oogstaandeel te verantwoorden. Bij een verhoogd oogstaandeel van 80% van de bijgroei, zou dat resulteren in een toename van meer dan 50 miljoen m<sup>3</sup> hout per jaar.

Het potentieel aan extra oogst vanuit het Europese bos is, conform duurzaam bosbeheer, ruim voldoende om aan de Nederlandse en west-Europese vraag te voldoen.

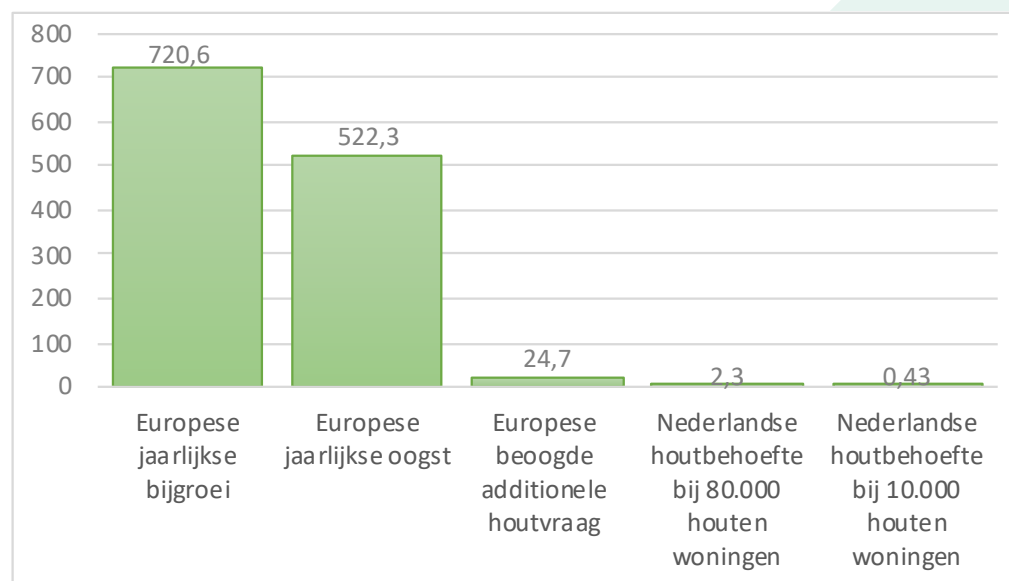
### Nederlands hout

Opschaling van Nederlandse houtzagerijen en recycling kunnen een bijdrage leveren aan het beschikbare hout. Vooralsnog kan Nederlands hout, gezien de omvang van het Nederlandse bosareaal, slechts een bescheiden rol spelen in het benodigde hout.

Ondanks het feit dat er in Nederland jaarlijks zo'n 2,6 miljoen m<sup>3</sup> hout bijgroeit, wordt hiervan maar 0,1 miljoen m<sup>3</sup> hout geproduceerd dat geschikt is voor de bouw. Daarmee kunnen jaarlijks ongeveer 3.900 HSB-woningen of 1.900 CLT-woningen worden gerealiseerd.<sup>19</sup>

Hoewel niet al het hout geschikt is voor de bouw, wordt er nog veel hout laagwaardiger toegepast dan mogelijk zou zijn. De beperkende factor hierin is niet het hout, maar een tekort aan Nederlandse houtzagerijen.

### Vraag en aanbod



Figuur 26: Vraag en aanbod van hout (in miljoen m<sup>3</sup>)

# 8

## Uitvraag

### 15 tips voor een goede uitvraag

- 1.** Leg de duurzaamheidsambities op bestuurlijk niveau, in beleid en op projectniveau vast.
- 2.** Benoem uitgangspunten, randvoorwaarden, en combinatie met andere opgaven.  
Bijvoorbeeld: Een lage CO<sub>2</sub>-uitstoot, circulair bouwen, hernieuwbaar of biobased bouwen, natuurinclusief bouwen, duurzaam bosbeheer, losmaakbaarheid, lichte bouwmethode, BENG, NOM, passief bouwen, aardgasvrij, maximaal bouwtempo/bouwtijd, werkomstandigheden op de bouwplaats, materialenpaspoort, toekomstige restwaarde, demontageplan, etc.
- 3.** Creëer intern draagvlak  
Betrek bestuurders, projectleiders, duurzaamheidsdeskundigen, inkopers, financiële afdeling, gebouwbeheerders, onderhoudsafdeling, communicatie afdeling. en zet enthousiaste projectleiders in voor het project in.
- 4.** Geef vroeg in het ontwerp- of bouwproces aan dat je kiest voor houtbouw (HSB, CLT of Modulebouw).
- 5.** Benut expertise uit de markt, bv via dialoog of marktconsultatie.
- 6.** Benut ervaringen en contacten van collega-corporaties, door te sparren, vraagstukken uit te wisselen, of via projectbezoek. Dit helpt het lerend vermogen en innovatiekracht van de sector.
- 7.** Kies bij de selectie van architect, constructeur en adviseur voor specialisten met ervaring met houtbouw; vraag naar visie en referentieprojecten.
- 8.** Werk samen in een ontwerp- en bouwteam met alle disciplines, voor een optimaal ontwerp. Betrek eventueel ook de houtbouwer.

- 9.** Kies bij de selectie van een bouwer voor een bedrijf met ervaring met houtbouw; vraag naar visie en referentieprojecten; Een bouwer die zelf in hout gaat bouwen (en dit niet inkoop).
- 10.** Kies voor een uitvraag op basis van EMVI, in plaats van traditioneel (laagste prijs). Zo kan er gestuurd worden op prestaties en ambities. Bijvoorbeeld:
  - a. Design and Build: Kies middels prestatie-eisen en gunningscriteria de beste inschrijver (architect met houtbouwer) met het beste ontwerp, maximale duurzaamheid, dat past binnen het gestelde maximum budget.
  - b. Design, Build and Maintain: hierbij wordt ook het onderhoud meegenomen.
  - c. Circulair aanbesteden: In een vroeg stadium via een marktconsultatie partijen (architect en houtbouwer) selecteren op basis van kennis en ervaring met houtbouw. Samen (inclusief gemeente en eventueel omgeving bij inbreidingslocatie) een houtbouwontwerp uitwerken op basis van een integraal PvE met prestatie-eisen en ambities binnen een taakstellend budget.
- 11.** Vraag om een integraal ontwerp, inclusief installatieconcept dat past bij een lichte bouwconstructie.
- 12.** Borg de kwaliteit door te vragen naar gecertificeerd hout en een houtbouwsysteem met KOMO certificering.
- 13.** Zorg voor een goed D-MJOP, of besteed onderhoud via een integraal meerjaren DBFMO prestatiecontract uit.
- 14.** Wellicht is een gezamenlijke uitvraag met collega-corporaties een optie. Standardisering, opschaling en groot inkopen maken een optimaal ontwerp en kostenreductie mogelijk.
- 15.** Gebruik de inkooptools van Aedes, zoals de Leidraad Aanbesteden.

**Deze tips zijn gebaseerd op informatie uit de Buyer Group bijeenkomsten, input van drie Lente-corporaties, ervaringen van Centrum Hout, het Inspiratieboek Woningbouw in hout, de Handreiking Circulair Inkopen in 8 stappen B&U, Aedes inkoopdocumenten, en expertise van PIANOo, RVO en de Groene Huisvesters.**

# Verwijzingen

## Nr. Omschrijving

1. Milieu-investeringsaftrek en Willekeurige afschrijving milieu-investering  
[www.rvo.nl/miavamil](http://www.rvo.nl/miavamil)
2. CBS – inputprijsindex bouwkosten 2010-2015  
<https://www.cbs.nl/-/media/cbs/onze-diensten/methoden/dataverzameling/aanvullende-onderzoeksbeschrijvingen/documents/2019/input-nb-2015100-basisverlegging--nl-def.pdf>
3. <https://www.watkostdebouwvaneenhuurwoning.nl/>
4. Lenteakkoord, sept 2020, Woningbouw volgens BENG en TOjuli  
<https://www.lente-akkoord.nl/wp-content/uploads/2020/09/Lente-akkoord-brochure-BENG-TOjuli-2020.pdf>
5. LenteAkkoord, januari 2021, Factsheet Zomercomfort in nieuwe woningen;  
<https://www.lente-akkoord.nl/wp-content/uploads/2021/01/ZEN-factsheet-Zomercomfort-in-nieuwe-woningen.pdf>
6. Arup, 2020, Rapport TOjuli & Thermische Massa  
Opvraagbaar bij Centrum Hout, sectie houtbouwsystemen
7. Centrum Hout, 2020, Aardbevingbestendig bouwen met houtskeletbouw:  
<https://houtbouwsystemen.nl/aardbevingsbestendig-bouwen/>
8. Centrum Hout, 2018, Gevelbekleding van massief hout  
[https://www.houtdatabase.nl/infobladen/houtwijzer\\_gevelbekleding-massief-hout\\_jan2018.pdf](https://www.houtdatabase.nl/infobladen/houtwijzer_gevelbekleding-massief-hout_jan2018.pdf)
9. NIBE, augustus 2019 Notitie aan Centrum Hout: 'Ontwikkeling module D voor houten producten
10. W/E Adviseurs, 2020, Duurzamer bouwen door toepassing hout – vervolgonderzoek klimaatwinst bouwen in hout. Aantal woningen is gebaseerd op EIB bouwprognose 2020
11. Van Dam, & Van den Oever, 2019, Catalogus biobased bouwmaterialen (WUR)
12. TNO, 2021, Een verkenning van het potentieel van CO<sub>2</sub>-opslag.
13. Waugh Whistlethorn architects, 2018, 100-CLT-Projects-London.
14. Ramage, M., Foster, R., Smith, S., Flanagan, K & Bakker, R, 2017, Super Tall Timber: design research for the next generation of natural structure. The Journal of Architecture.
15. Pianoo, <https://www.pianoo.nl/nl/themas/maatschappelijk-verantwoord-inkopen-duurzaam-inkopen/productgroepen/kantoorgebouwen/eisen>
16. Van den Briel, J., & Teeuwen, S, 2019, Meer inlands hout in de bouw goed voor Klimaatakkoord. Opgehaald van Probosbosberichten: <https://www.probos.nl/bosberichten-2019>
17. Probos, 2019, Import hout en plaatmaterialen
18. Forest Europe, 2015, Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe. <https://www.foresteurope.org/docs/fullsoef2015.pdf>
19. Probos, 2020, Beschikbaarheid van hout in Nederland en Europa-Factsheet gericht op meer hout in de bouw.





## Meer informatie

### Websites

[www.circulairebouweconomie.nl](http://www.circulairebouweconomie.nl)  
[www.pianoo.nl](http://www.pianoo.nl)  
[www.houtnatuurlijkvanu.nl](http://www.houtnatuurlijkvanu.nl)  
[www.houtbouwsystemen.nl](http://www.houtbouwsystemen.nl)

### Rapportages

- Circulaire bouweconomie, 2021, Inspiratieboek 'Woningbouw in hout'
- Invest-NL en ABN-AMRO: Bouwen aan een houten toekomst  
<https://www.circle-economy.com/resources/building-a-future-in-timber>
- Studio Marco Vermeulen: Ruimte voor Biobased bouwen  
<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/11/02/rapport-ruimte-voor-biobased-bouwen-strategische-verkenning>
- Nibe: Biobased: een pijler van de circulaire bouweconomie  
<https://natuurvezelapplicatiecentrum.eu/wp-content/uploads/2020/11/Biobased-een-pijler-van-de-circulaire-bouweconomie.pdf>
- Nibe: Potentie van biobased materialen in de bouw  
<https://circulairebouweconomie.nl/wp-content/uploads/2019/07/CBE->

Eindrapportage-potentie-biobased-materialen-NIBE-juli-2019.pdf

- CEI-Bois: Hout – bouwen aan de biobased circulaire economie (vertaald)  
<https://www.houtnatuurlijkvanu.nl/hout-bouwen-aan-de-biobased-circulaire-economie/>
- Has the wooden skyscraper revolution finally arrived?  
<https://www.cnn.com/style/article/wooden-skyscraper-revolution-timber/index.html>
- Handboek houtskeletbouw, ISSO (in samenwerking met Centrum Hout), december 2020

### Beeldmateriaal (projecten)

- BrabantWonen
- Katja van Roosmalen (voorpagina)
- Centrum Hout / NBvT
- Barli
- De Groot Vroomshoop
- Houkesloot Prefab
- Ursem modulaire bouwsystemen
- Woodteq houtconstructies

**Opmaak rapport**  
Graphius

Deze Rapportage is ontwikkeld in het kader van de Buyer Group Houtbouw. Dit is een inkoop samenwerking van acht Brabantse woningcorporaties onder de naam 'Lente': Alwel, Area, BrabantWonen, Casade, Stadlander, TIWOS, WonenBreburch en Zayaz. Samen hebben zij meer dan 100.000 woningen in hun bezit. In het voorjaar van 2020 is door hun houtbouw bij nieuwbouwprojecten benoemd als thema binnen het lopende programma Duurzaamheid. Het doel is om samen te leren door te doen en zo een rol te vervullen bij de opschaling van woningbouw in hout. Zomer 2020 is de Buyer groep gevormd en gestart met een Kennisdocument en een Reisprogramma van acht bijeenkomsten met deskundigen, marktpartijen, voorbeeldprojecten en interviews. Het Reisprogramma loopt tot juni 2021, met begeleiding van Jetske Thielen en Jurgen Arts. De vragen en ervaringen van de corporaties zijn het uitgangspunt voor deze Rapportage.