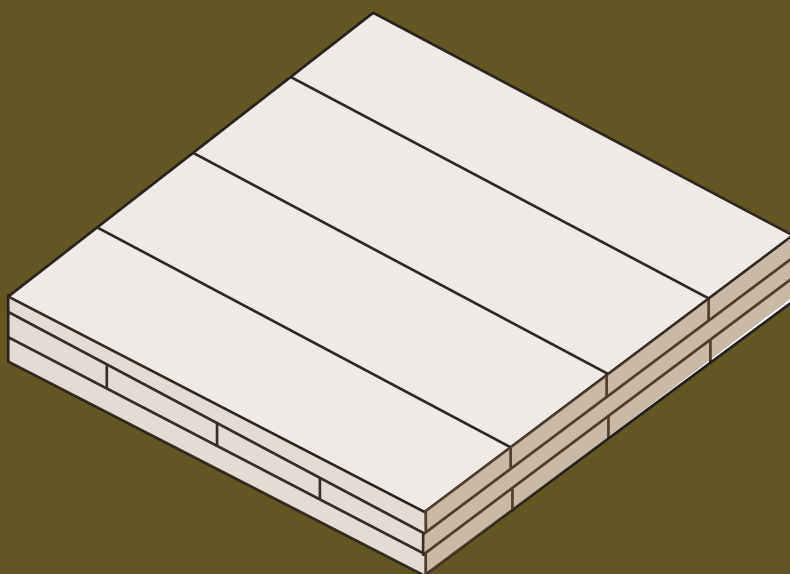


Vuistregels voor houtbouw

voor meerlaagse woongebouwen
in de ontwerpfase



INBO

Inhoud

Houtbouw	8
Waar staan we nu?	
Is dit houtbouw?	
Wat is houtbouw volgens de Gemeente Amsterdam?	
Houtbouwsystemen en modulair bouwen	
Houtproducten zijn in ontwikkeling	
Vuistregels	18
Voor stedenbouwkundige en architect	
Beukmaten	
Constructievormen meerlaags woongebouwen	
Rationele en repetitieve opzet	
Uitzonderingen in de 'restruimte'	
Buitenruimte	
Koeling	
Bouwproces	30
Roadmap woningbouw	
Bouwproces	
Bouwsnelheid	
Bouwkosten	
Inspiratie	38
Samenvatting	48



Merel Vos, adviseur houtbouw INBO en Gustaf Jackson, architect INBO
© Hetportretbureau

**‘Als we meer begrip hebben van de toepassing van hout,
kunnen we juist door de meerlaagse woongebouwen een
fikse slag maken in de opschaling van houtbouw.’
Merel Vos, adviseur houtbouw INBO en initiatiefnemer/
auteur van deze publicatie**

‘Bij INBO willen we goeie woningen, buurten, en steden maken die duurzaam zijn. En hout is daar een heel goed middel voor.’

Jop Alberts, architect en partner INBO



Jop Alberts, architect en partner INBO
© Thea van den Heuvel

Houtbouw

Waar staan we nu?

Is dit houtbouw?

Wat is houtbouw volgens de Gemeente Amsterdam?

Houtbouwsystemen en modulair bouwen

Houtproducten zijn in ontwikkeling

Waar staan we nu?

2017

Innovators

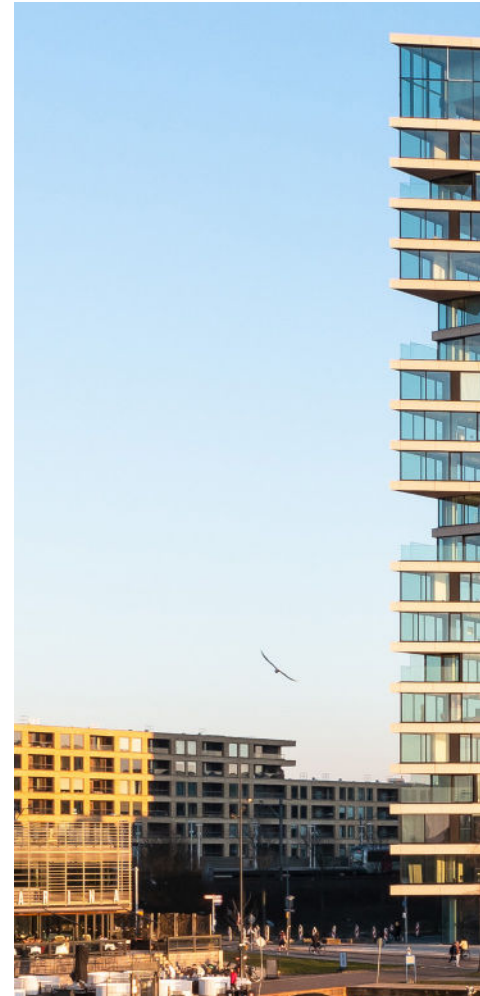


2022

Early adoptors



Ofis Arhitekti - Living Unit
© Janez Martincic



Team V Architectuur - HAUT
© Jannes Linders/Team V
Architectuur

→ **NU** →

Early majority



Rapp Architekt - Prinz Eugen Park
© Conné van d' Grachten

Is dit houtbouw?

Ja. Dit gebouw heeft een bakstenen gevel, maar de constructie bestaat bijna volledig uit hout (CLT).

Waugh Thistleton architects - Dalston Works
© Daniel Shearing



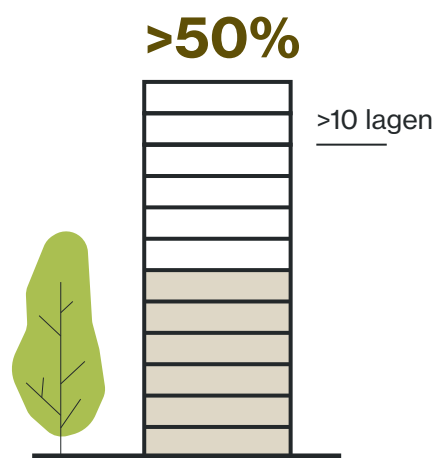


BIG - 79 Park
©Laurian Ghinitoiu/BIG

Nee. Dit gebouw heeft een prachtige houten gevel, maar de constructie is van beton.

Wat is houtbouw volgens de Metropoolregio Amsterdam?

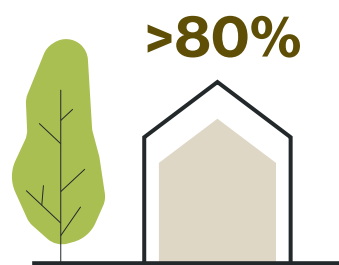
In Nederland hebben we het over 'houtbouw' als een specifiek percentage van het volume van de draagconstructie 'biobased' is (excl. fundering):



>50%
voor gestapelde
woningbouw vanaf
10 lagen



>65%
voor gestapelde
woningbouw onder
10 lagen



>80%
voor grondgebonden
woningen

Bepaald door de Metropoolregio Amsterdam en vastgelegd in het 'Convenant Green Deal Houtbouw', 2021





Houtbouwsystemen

Voor- en nadelen van de verschillende houtbouwsystemen die nu het meest toegepast worden.

CLT en Glulam

- + Geschikt voor hogere bouw
- + Hout in het zicht mogelijk (ruwbouw is afbouw)
- + Solide
- + Goed herbruikbaar
- Bouwkosten liggen (nu nog) hoger

HSB

- + Betaalbaar bouwen
- + Veel kennis reeds beschikbaar
- Minder hoog bouwen (tot ca. 5 lagen)
- Meer werk op de bouwplaats

Modulair bouwen

- + Veel potentie op gebied van betaalbaar en snel bouwen
- Zijn nog volop in ontwikkelingsfase; weinig proven concepts

In de praktijk zien we veel combinaties van de verschillende systemen.

Glulam
Gelamineerde ligger/kolom
Acton Ostry Architects Inc. - Brock commons tallwood house
© KK Law (met dank aan Acton Ostry Architects)





CLT

Cross Laminated Timber

Waugh Thistleton architects - Dalston Works

© Daniel Shearing



HSB

Houtskeletbouw

ORGA architect - Avolare Wildopvang

© ORGA architect

Houtproducten zijn in ontwikkeling

Naast de bestaande systemen/producten vinden er momenteel veel innovaties plaats op het gebied van houtbouw. Een aantal voorbeelden.

Prefab Hout-betonvloer (HBV)

- + Oplossing voor stabiliteit, brand en akoestiek
- + Behoud van droog en snel bouwen
- + Grotere overspanning mogelijk
- + Zeer geschikt voor appartementengebouwen

Laminated Veneer Lumber (LVL)

- + Meer stabiliteit
- + Grotere overspanning mogelijk

Hybrid sandwich wall element (LVL - insulation - concrete)

- + Oplossing voor stabiliteit, brand en akoestiek
- + Makkelijk toepasbaar binnen de traditionele bouwmethode
- + Behoud van droog en snel bouwen
- + Zeer geschikt voor appartementengebouw

LVL - insulation - concrete
Hybrid sandwich wall element
Metsä Group





HBV
 Prefab Hout-betonvloer
 HolzBetonVerbund



LVL
 Laminated Veneer Lumber



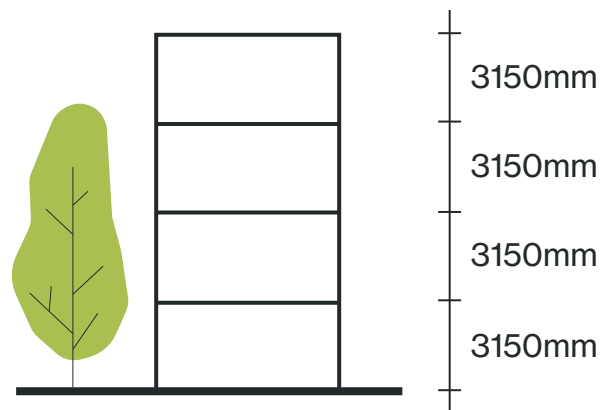
Vuistregels

Voor stedenbouwkundige en architect
Beukmaten
Constructievormen meerlaags woongebouwen
Rationele en repetitieve opzet
Uitzonderingen in de 'restruimte'
Buitenruimte
Koeling

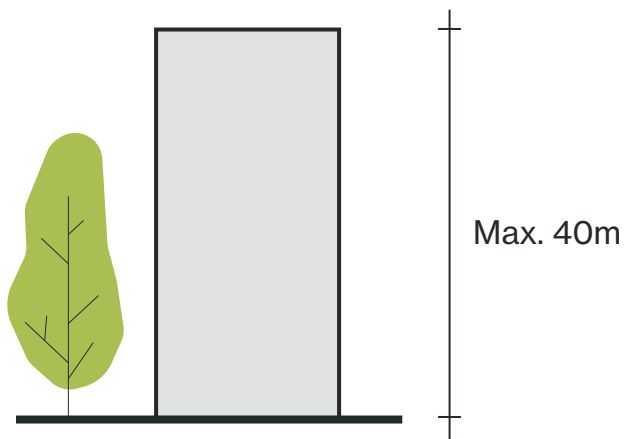
Voor stedenbouwkundige en architect

Belangrijke dimensies om aan te houden tijdens de schetsontwerpfase.

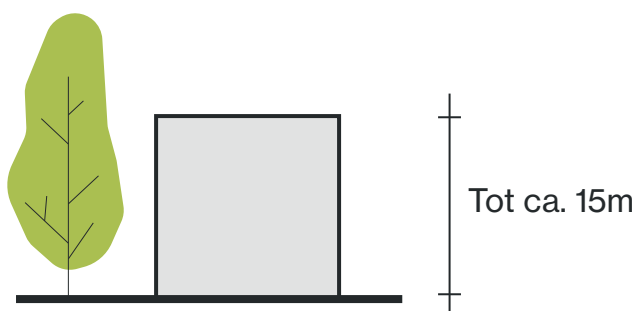
Verdiepingshoogte



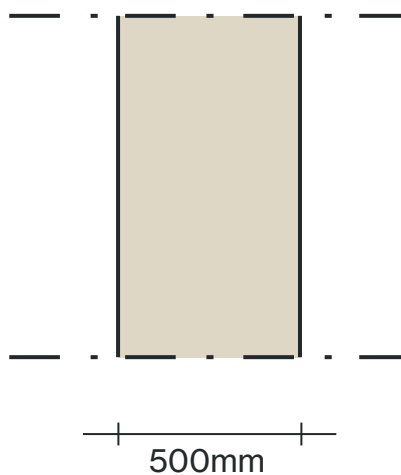
Gebouwhoogte
CLT en Glulam



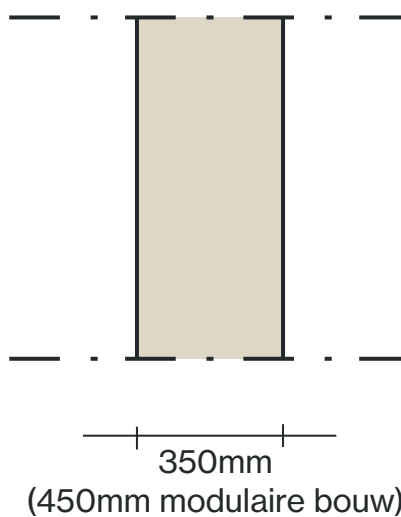
Gebouwhoogte
HSB



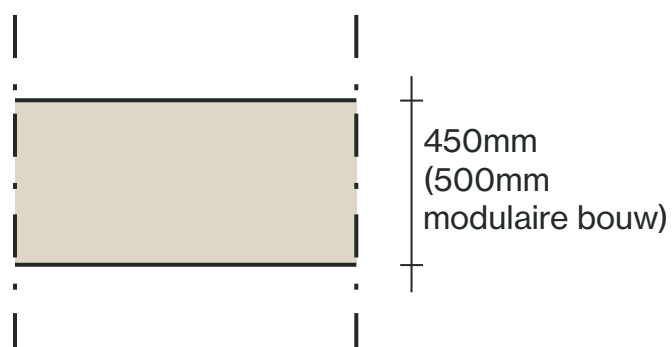
Externe wand



Dragende en
woningscheidende
wand



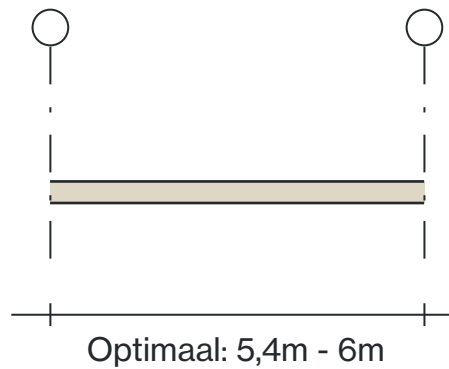
Woningscheidende
vloer



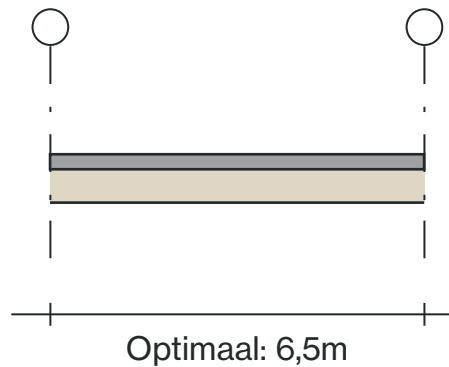
Beukmaten

Verschillende type vloeren met de bijbehorende meest optimale overspanning.

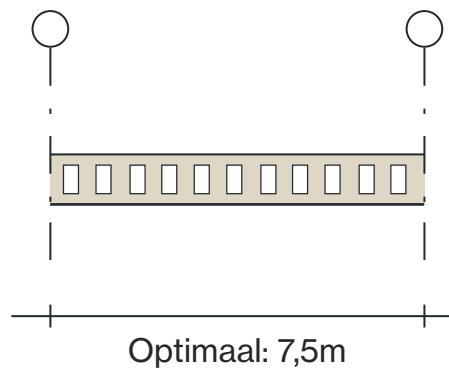
CLT vloer



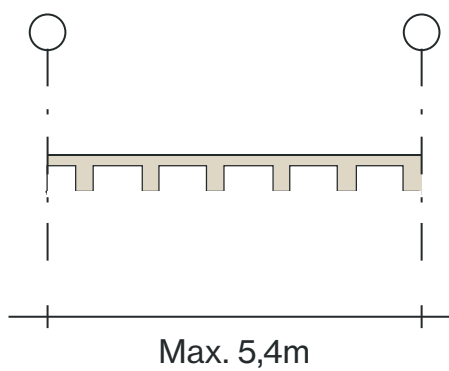
Prefab Hout (CLT) -betonvloer



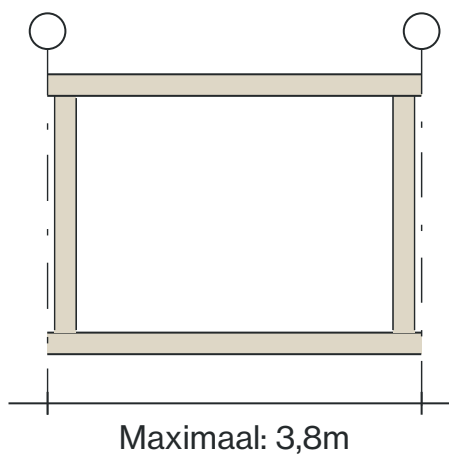
Houten kanaalplaat vloer (o.b.v. LVL balken)



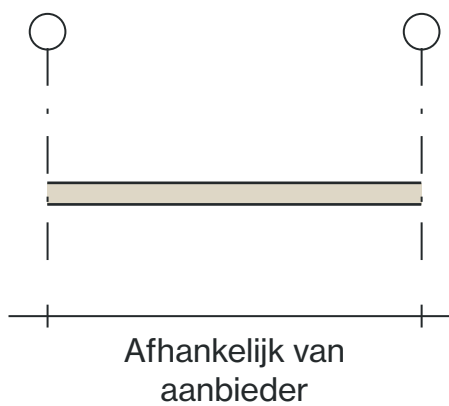
Houten balklaag
(o.b.v. geschaafde balken)



Modules
(geschikt voor transport)

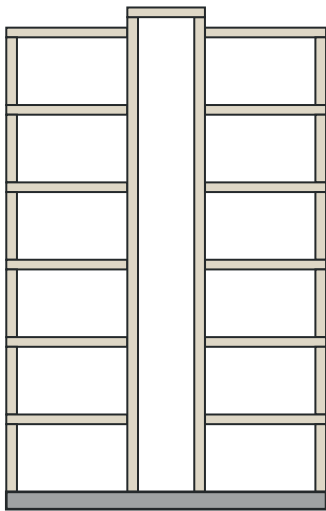


Modulair bouwsysteem

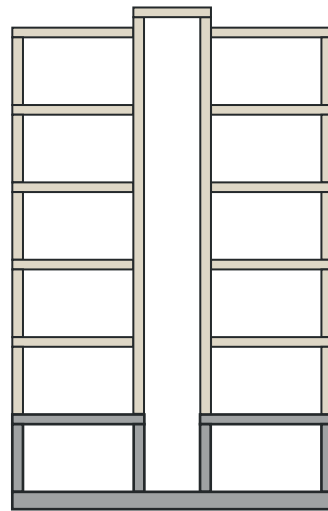


Constructievormen meerlaags woongebouwen

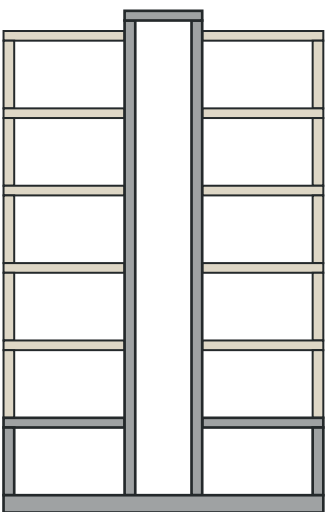
Verskillende constructievormen met de
bijbehorende meest optimale gebouwhoogtes.



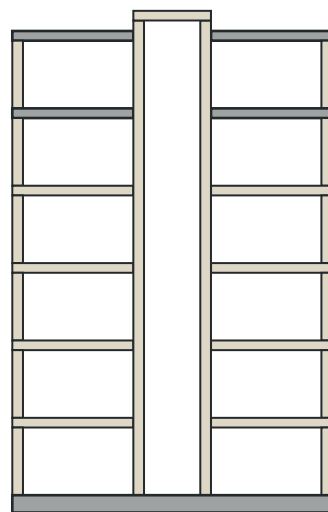
Volledig hout
Tot en met 12 verdiepingen



Betonnen podium
Tot en met 12 verdiepingen



Betonnen liftschacht
Vanaf 8 verdiepingen

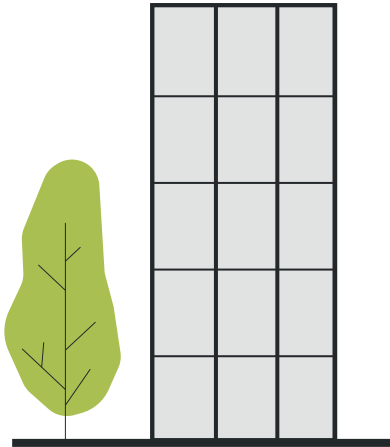


Betonnen toplaag
Vanaf 12 verdiepingen

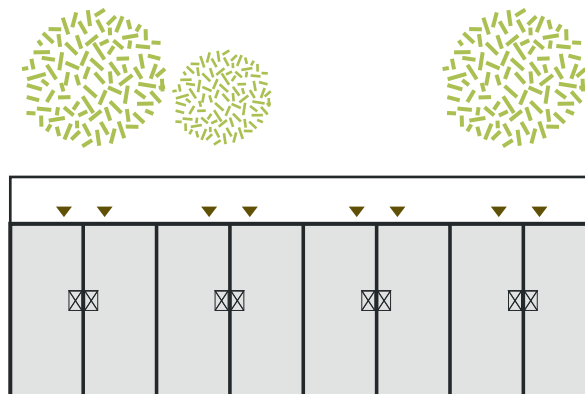
Rationele en repetitieve opzet

Ontwerpregels voor een optimale gebouwoopzet.

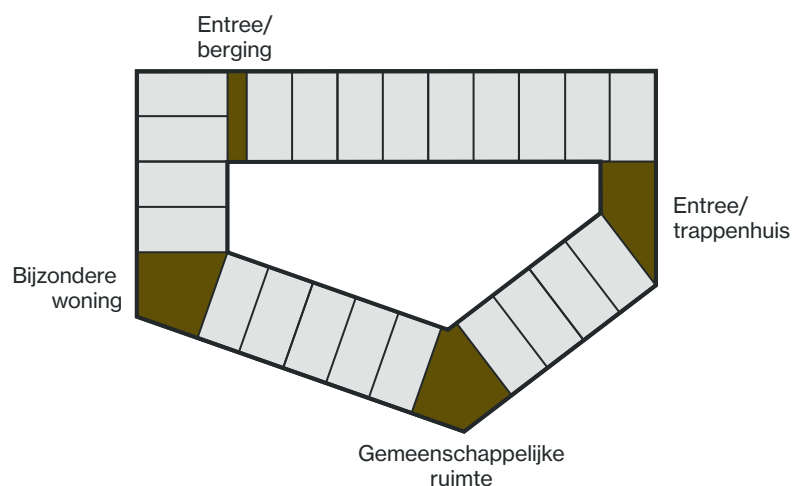
Repeterende doorsnede



Repeterende plattegrond



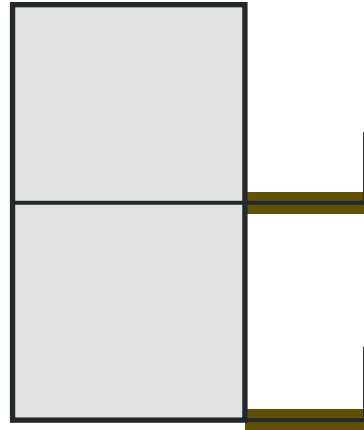
Uitzonderingen in de 'restruimte'



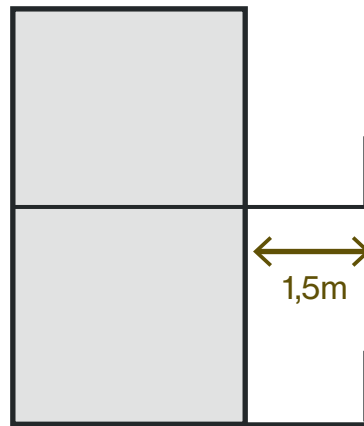
Buitenruimte

Bij houtbouw kan een balkon niet worden aangestort, zoals we nu bij betonbouw gewend zijn. Daarom zijn er andere oplossingen om een balkon toe te passen bij houtbouw.

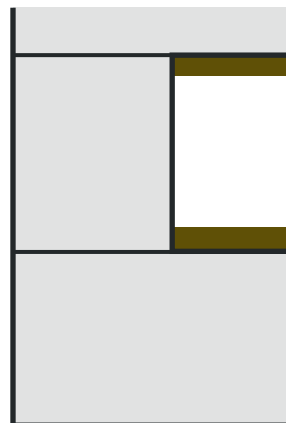
Vloer laten uitkragen en inpakken met isolatie



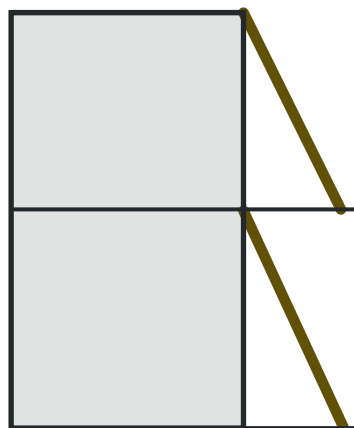
Ophangen:
max 1,5m



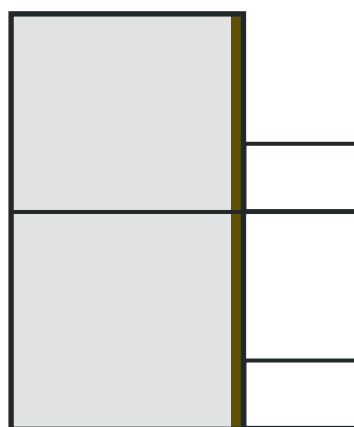
Loggia



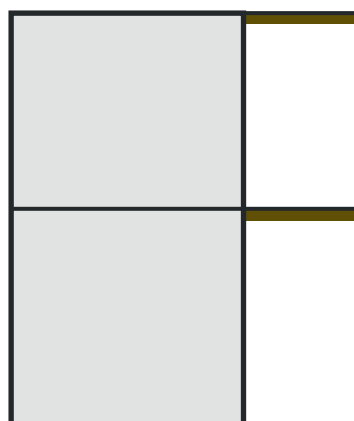
Trekstangen



Kolom in gevel



Externe constructie

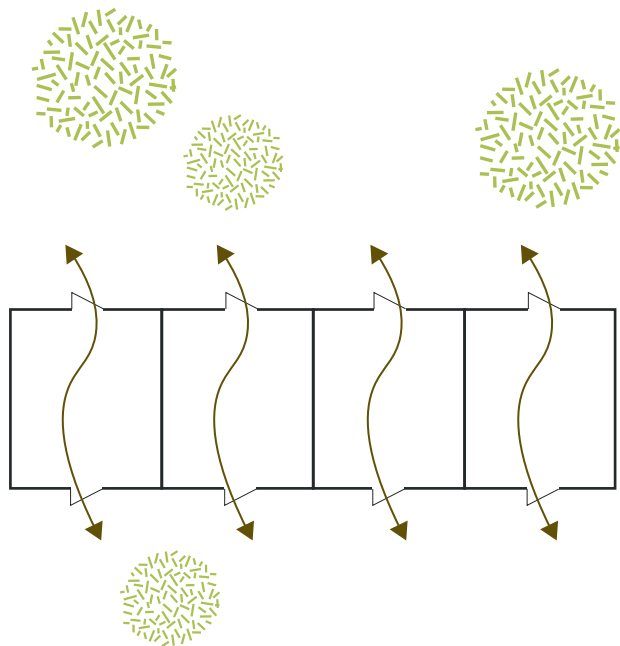


Koeling

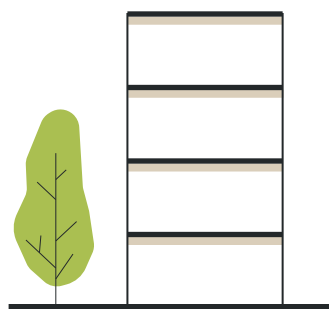
Lichte constructies, zoals houtbouw, warmen snel op en dat kan een uitdaging zijn met de huidige BENG-eisen. Om deze reden zijn er versoepelingen opgenomen in de BENG voor lichtgewichtconstructies.

Echter, een lichtgewichtconstructie koelt ook snel af, er kan daarom goed gebruik gemaakt worden van natuurlijke koeling. Door deze vuistregels aan te houden wordt natuurlijke koeling gefaciliteert, waardoor voorkomen kan worden dat er koelinginstallaties moeten worden opgenomen in het gebouw.

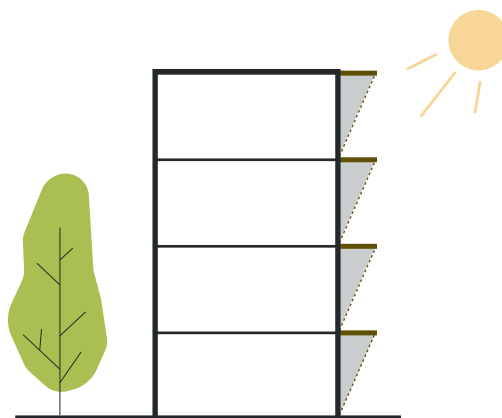
Goede luchtcirculatie
in plattegrond
(spuiventilatie)



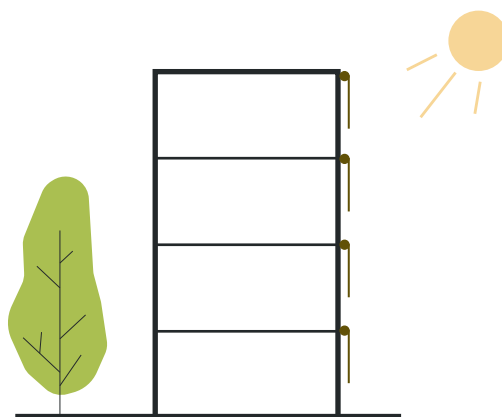
Hout in zicht
(goed voor lucht-
vochtigheid binnen)



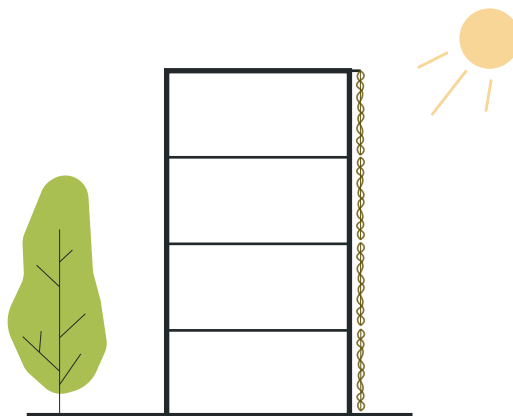
Overstek op
de zuidgevel



Zonwering op
de zuidgevel



Beplanting voor
de zuidgevel
(groen in de zomer,
kaal in de winter)



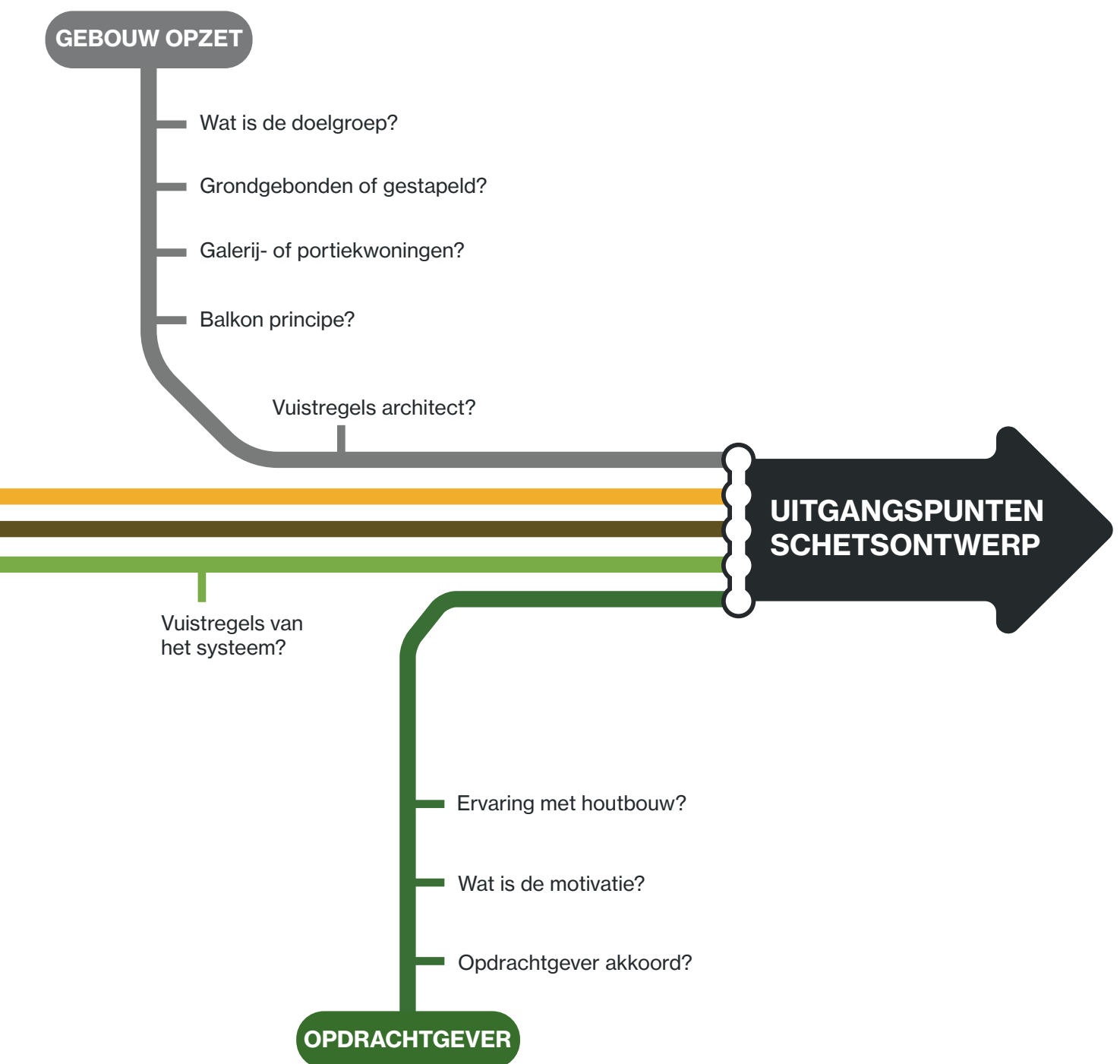
Bouwproces

Roadmap woningbouw
Bouwproces
Bouwsnelheid
Bouwkosten

Roadmap woningbouw

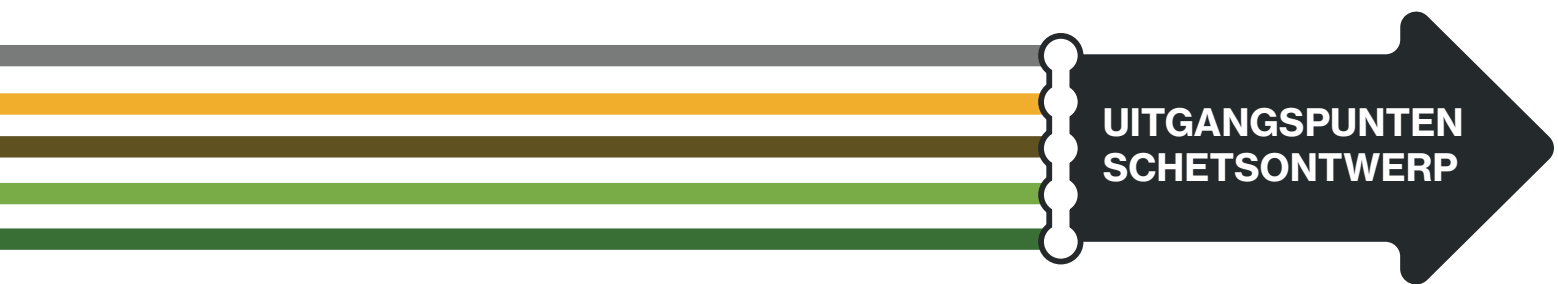
Bij houtbouw is het belangrijk om zoveel mogelijk uitgangspunten op een rijtje te hebben vóórdat het ontwerpproces start. Dat scheelt aanzienlijk in de kosten. Deze roadmap laat zien aan welke uitgangspunten je hierbij kunt denken.



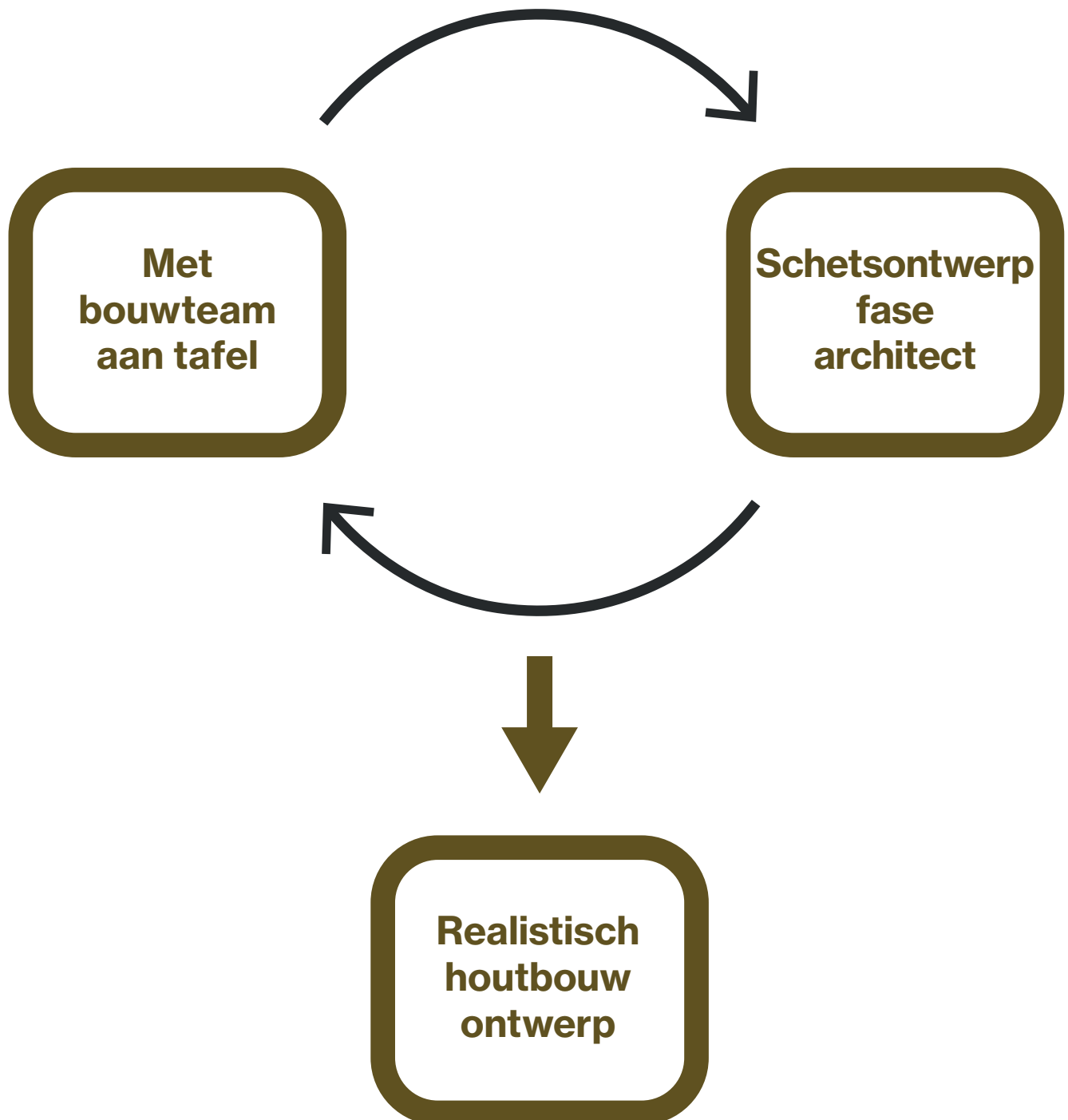


Bouwproces

Het bouwproces bij houtbouw ziet er anders uit dan het traditionele proces, waarbij er per fase steeds een partij bij komt. Bij houtbouw wil je het liefst in een vroeg stadium alle partijen al betrokken hebben, zeker ook de houtbouwer. Reken er dus op dat de ontwerpfase meer tijd in beslag neemt, en de uitwerkingsfase minder.



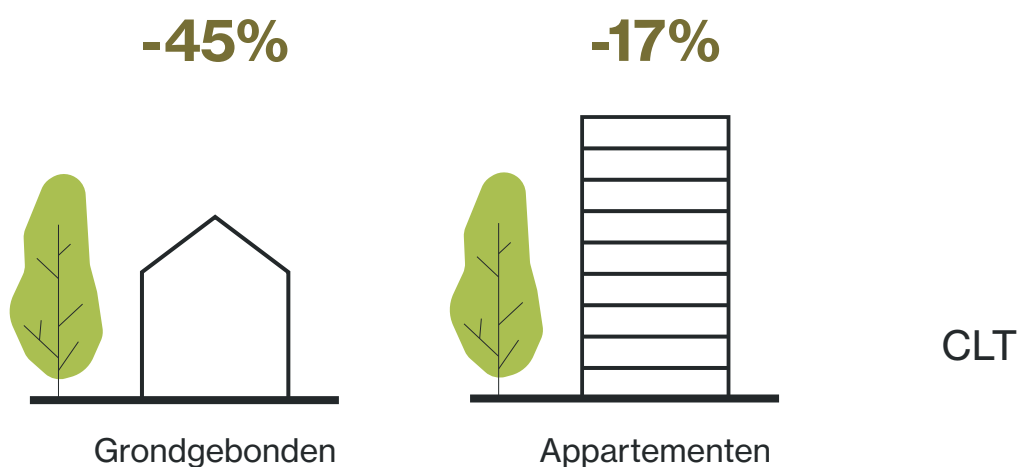
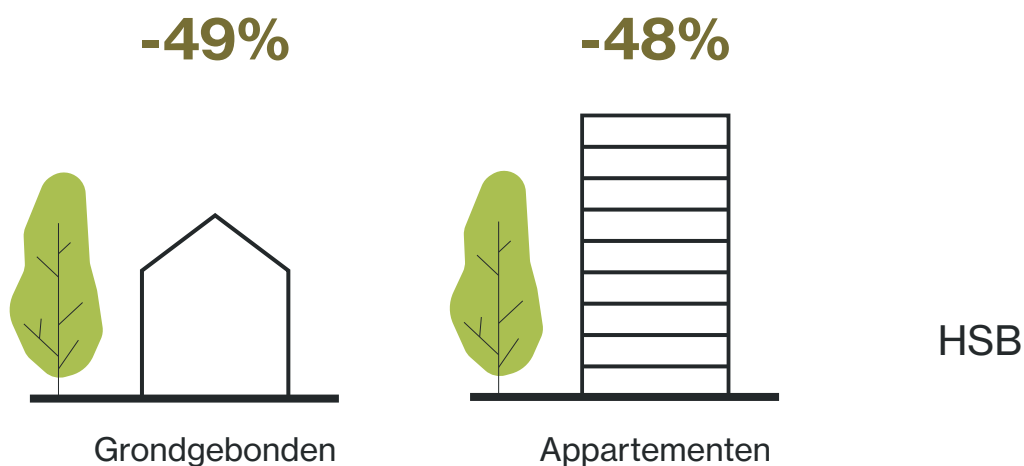
Regelmatig contact bouwteam
d.m.v. schetsen/Revit



Bouwsnelheid

Uit onderzoek blijkt dat de bouwsnelheid van HSB en CLT veel hoger ligt dan bij 'traditionele bouw'.

Bouwtijd van houtbouw projecten in de woningbouw afgezet tegen de best vergelijkbare projecten in 'traditionele bouw' (voornamelijk beton en kalkzandsteen):

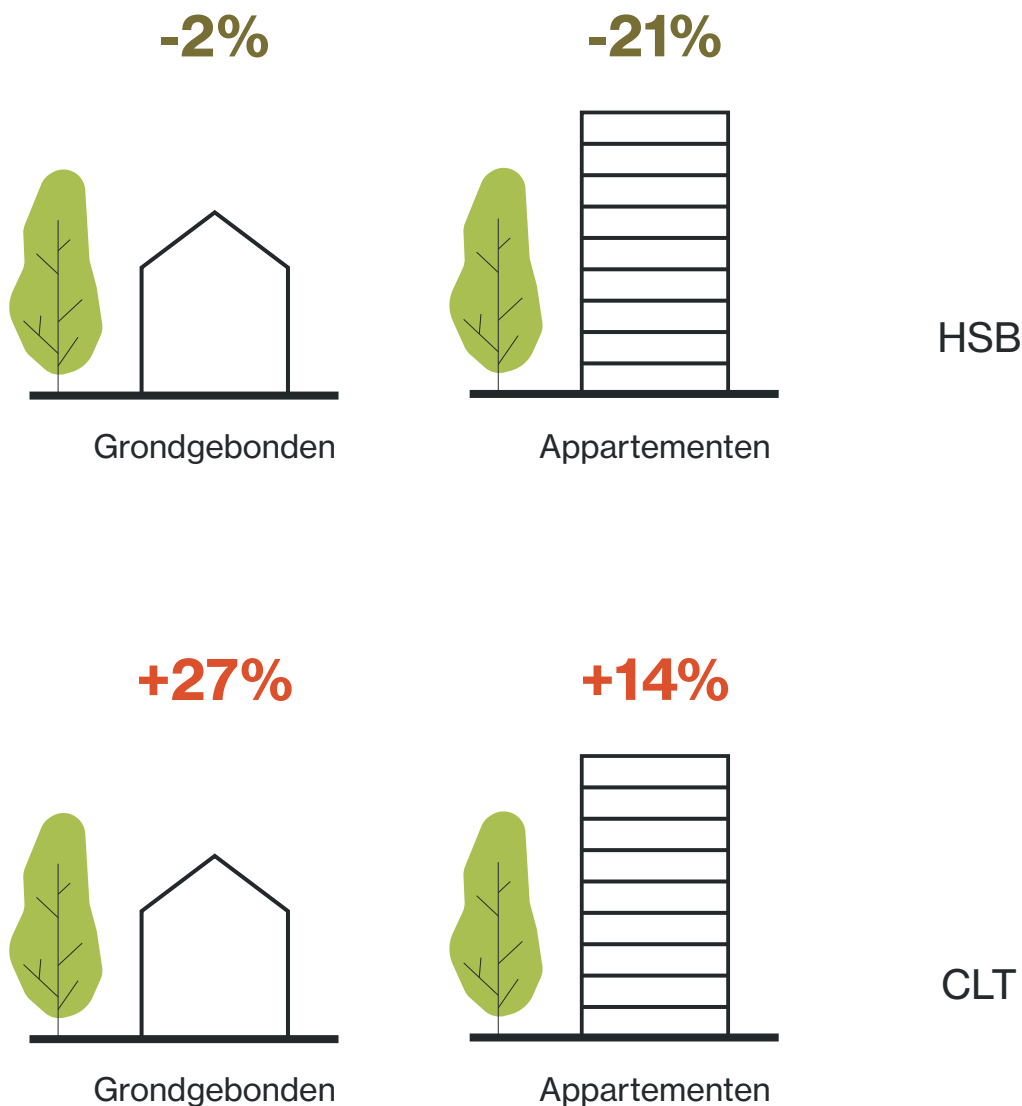


Bron:
Rapportage Woningbouw in Hout, juni 2021 (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland)

Bouwkosten

Uit onderzoek blijkt dat de bouwkosten van HSB lager liggen dan bij 'traditionele bouw'. De bouwkosten van CLT liggen (nu nog) hoger.

Bouwkosten van houtbouw projecten in de woningbouw afgezet tegen de best vergelijkbare projecten in 'traditionele bouw' (voornamelijk beton en kalkzandsteen):



Inspiratie

Uitdaging

Beheercoöperatie 33Bovengronds Delft

INBO

Start bouw

oktober 2023

Programma

Beheercorporatie met 33 app.,
gemeenschappelijke ruimte, fietsparkeren

Keuze voor hout

CO2 reductie, bouwsnelheid (weinig opstelruimte
binnenstad), innovatief, wens vanuit belegger

Bouwmethode

CLT vloer en wand, HSB buitengevel met
keramische en minerale steenstrips, en houten
rabatdelen

Draagconstructie

Betonnen kern, betonnen plint, rest CLT wanden
en vloeren

Beukmaat

5,85m

Rationele en repetitieve opzet

Balkons

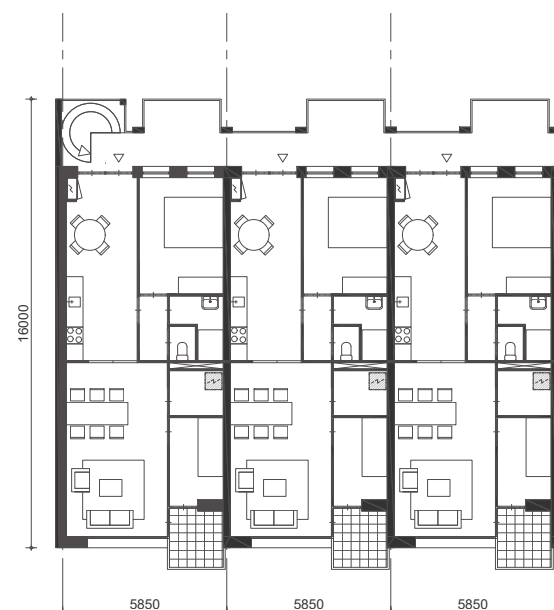
Ingepakte CLT en opgehangen CLT

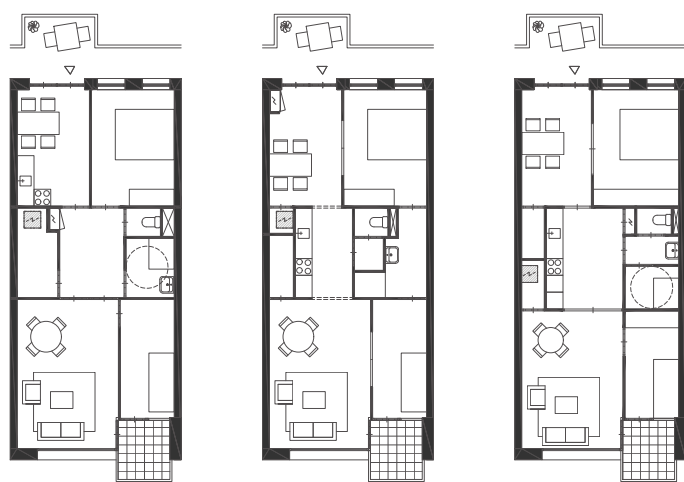
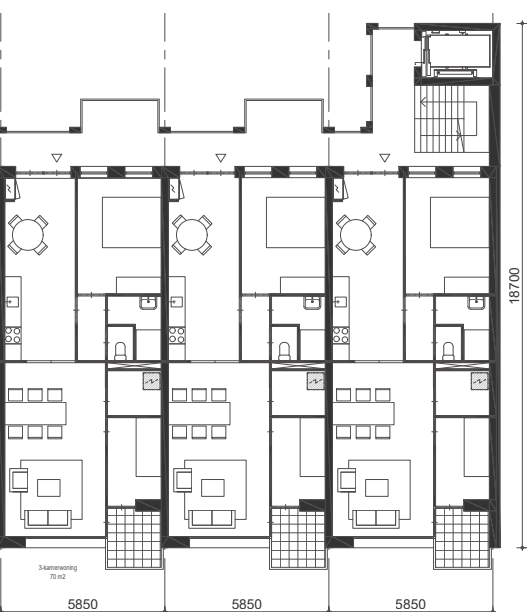
Galerij

Externe constructie van glulam balken en liggers

Koeling

Spui ventilatie, overstekken, mechanische
ventilatie





flexibele woningtypologieën





Paris Apartments

Mars Architectes

Programma

16 appartementen in het binnenhof van een bestaand gebouw in Parijs

Keuze voor hout

Lichtgewicht en daarom geschikt om te bouwen op de bestaande parkeergarage

Bouwmethode

CLT/Glulam + houten gevel

Beukmaat

4,5m

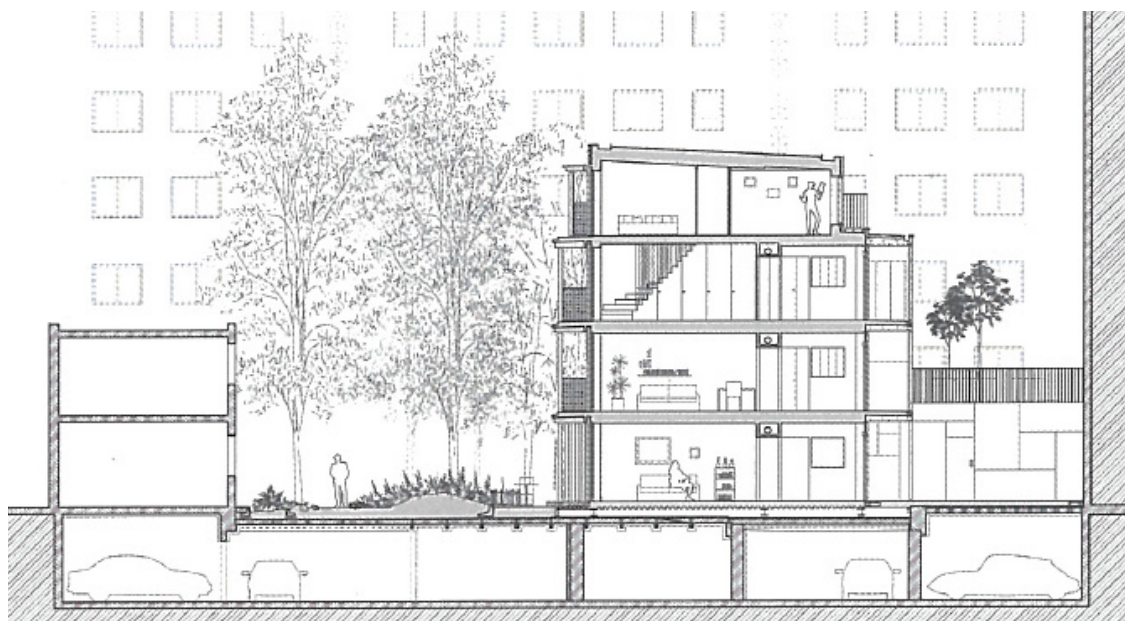
Rationele en repetitieve opzet

Balkons en galerij

Externe constructie van glulam en CLT vloeren

Koeling

Dmv overstekken en spuiventilatie





© Charly Broyez



Cornellà Barcelona

Peris+Toral arquitectes

Programma

85 sociale huurwoningen

Keuze voor houtbouw

Voordelen van prefab bouwen, voor de woonkwaliteit en vanwege CO₂ reductie

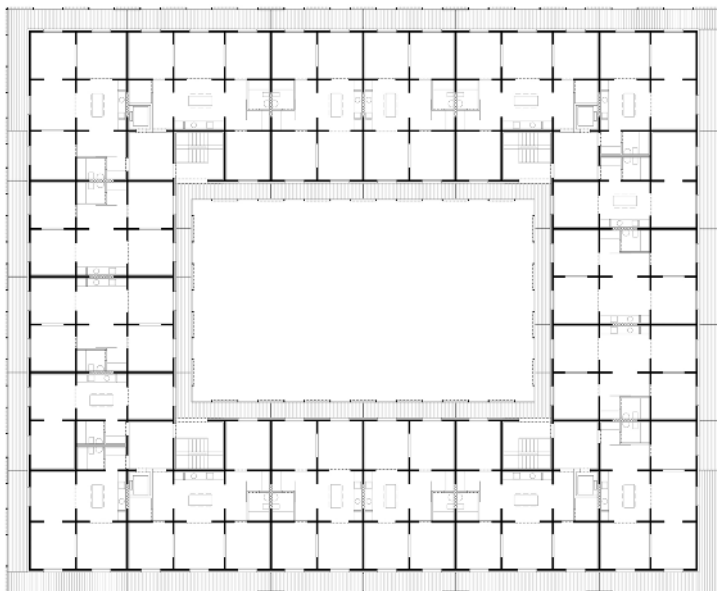
Bouwmethode

CLT constructie

Zeer rationele opzet, grid van 3,6m x 3,6m

Ontwerp-maatregelen koeling

1. Goede luchtcirculatie in opzet plattegrond
2. Houten lamellen als zonwering
3. Balkons zijn overstekken tegen felle zon
4. Hout in het zicht: goed voor luchtvochtigheid binnen
5. Ventilatie binnenterrein door opening op het noorden





© Jose Hevia



Samenvatting

Samenvatting

1

We zitten nu in de *'early majority'*-fase: er zijn al enkele voorbeelden op grote schaal, maar er wordt nog steeds geïnnoveerd. Wees hiervan bewust en zorg voor de juiste 'innovatie-mindset' bij alle partijen.

2

Houtbouwproducten zijn volop in ontwikkeling en bieden veel potentie voor de toekomst. De vuistregels kunnen dus veranderen in de loop der tijd.

3

Ook modulaire concepten zijn volop in ontwikkeling. Ze bieden veel potentie, maar er zijn nog weinig proven concepts op grote schaal. Verwacht dus geen perfect product.

4

Houtskeletbouw is minder stabiel dan bijvoorbeeld CLT, maar voor gebouwen tot 4 lagen is deze manier van bouwen duurzamer én goedkoper dan betonbouw/kalkzandsteen.

5

Bekijk goed welk systeem het meest geschikt is voor de opgave; afhankelijk van o.a. beukmaat, gebouwhoogte en budget. Hou je aan de juiste vuistregels van het systeem. Anders is de kans groot dat het ontwerp te duur uitvalt.

6

Plan genoeg tijd en budget in voor de initiatie en SO-fase. Zet het volledige bouwteam tijdig op; nog voor start ontwerp.

7

Houtbouw experts (zoals bouwers en constructeurs) zijn druk; betrek ze op tijd en zorg voor commitment.

8

Bouw langdurige samenwerkingen en een vertrouwensband op, zodat kennis open kan worden gedeeld tussen de verschillende partijen.

Colofon

Disclaimer:

Deze vuistregels dienen ter advies en zijn een indicatie. Ze dienen te allen tijde geverifieerd te worden bij de leverancier van het systeem, de eigenschappen van het systeem en de bouwingenieurs van het project. INBO kan niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele problemen die zich voordoen.

Vuistregels voor houtbouw

© januari 2024, INBO

Versie 1.0

Alle rechten voorbehouden.

Inhoud: Merel Vos, Gustaf Jackson

Vormgeving: Stefanos Filippas

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van INBO.

Voor vragen of informatie: info@inbo.com

ISBN 9789090378060

Wij zijn INBO.

De ontwerpers die mensen
centraal durven te zetten.