

CLT // Woningbouw

BLOG

verslag van een onderzoek naar de mogelijkheden en beperkingen van bouwen met CLT

NwA architecten

Den Haag
Zwaardstraat 16
2584 TX

Amsterdam
NEST Amstelveen
Laan van Kronenburg 14

070-2116694
buro@nwa-architecten.nl
www.nwa-architecten.nl

nwa
a r c h i t e c t e n

00 Inleiding

In de woningbouw zijn wij steeds op zoek naar een meer circulaire manier van bouwen, die zich op een positieve manier verhoudt tot de aarde. Het gebruik maken van bio-based materialen is hierin een belangrijke factor. Cross Laminated Timber (CLT) heeft zich snel ontwikkeld tot een high-tech / high-performance product waar complete constructies mee kunnen worden gemaakt. In dit onderzoek zijn wij op zoek gegaan naar de mogelijkheden en beperkingen van het materiaal bij toepassing in een appartementengebouw. De stappen van het onderzoek staan in dit Blog achter elkaar beschreven. Wij hebben er een heleboel van geleerd en delen deze kennis graag. De weg waarop we moeten gaan is ons duidelijk, nu de snelheid nog!

Wij erven het land niet van onze voorouders, wij lenen het van onze kinderen.

(tegeltjeswijsheid)



01 Onderzoeksvraag

In het voorjaar van 2020 hebben wij het idee gelanceerd om een onderzoek te doen naar de toepassing van CLT (Cross Laminated Timber) in sociale woningbouw. Met het gehele ontwerpteam van Elzenhagen Blok 3, samen met de woningbouwcorporatie Ymere gaan we van start met de “wedergeboorte” van blok 3 in CLT. Als specialist wordt CLT-S uit België toegevoegd aan het team voor de broodnodige kennis en know-how.

Team

Ymere	Woningbouwvereniging	Johan Zonderland
CLT-S	CLT specialist	Ivan van den Broeck
HSB	Hoofdaannemer	Edwin Westmeijer
ABT	Bouwfysica en installaties	Mark van Veghel
Adams	Constructeur	Erwin van Toor
NwA	Architecten	Joost, Martijn & Tonko



Johan



Edwin



Mark



Erwin



Ivan



Joost



Martijn



Tonko

Mission Statement

Onderzoek doen naar het bouwen in hout (CLT), waarbij het ontwerp van Blok 3 Elzenhagen, dat nu vrij traditioneel van opzet is, wordt vertaald naar “hetzelfde” gebouw, maar dan van hout. Wij willen onderzoeken op welke vlakken de impact hiervan is om de twee producten uiteindelijk met elkaar kunnen vergelijken. Dat zal gaan op basis van een (flexibele) lijst met uitgebreide criteria. Alle schakels van de keten en alle disciplines komen daarbij aan bod: duurzaamheid, bouwkosten, ontwerp(-vrijheid), bouwfysica, constructie, bouwbaarheid, schoonheid, onderhoud-beheer, flexibiliteit, levensloop, restproducten etcetera.

Hiermee kan het gehele team kennis en ervaring opdoen die belangrijk is voor de toekomst. In eerste instantie om verantwoordelijkheid te nemen in het proces van het houdbaar maken van onze manier van leven en wonen. Maar natuurlijk ook als “verdieping” en ontwikkeling van ieder zijn werk en bedrijf.

Waarom dit onderzoek? Omdat wij nieuwsgierig zijn naar de innovaties van houtbouw. Het sluit goed aan bij onze ideeën over de toekomst van het wonen en de bouw en het verminderen van CO₂ uitstoot. Daarvoor zoeken wij naar groene en duurzame oplossingen. Wij zijn er van overtuigd dat dit onderzoek een bijdrage kan leveren aan het maken van een betere wereld.



impressies ontwerp Blok 3



Eerste Onderzoeksvragen

- Kan (bijna) hetzelfde gebouw worden gemaakt in hout?
- Is dat dan een “beter” product?
- Wat betekent dit voor het team en het proces?
- Wat zijn de verschillen in de bouwkosten?
- Zijn er ook verschillen in de kosten van het beheer?
- In hoeverre speelt de houtbouwer een belangrijke rol in het voortraject?
- Hoe zit het eigenlijk met de brandwerendheid?
- De hoogste vloer van een verblijfsgebied ligt boven 20 m. Dit betekent de hoogste eis tegen bezwijken bij brand: 120 minuten. Wat is hiervoor nodig in CLT
- Is er verschil in bouwtijd?
- Hoe verhouden de gebouwen zich qua bouwfysica ten opzicht van elkaar?
- Is contactgeluid tussen woningen goed op te lossen?
- Tussen woonfunctie gelden de hoogste eisen mbt luchtgeluidniveau (> 52 dB) en contactgeluidniveau (< 54 dB). Hoe werkt dat met CLT
- Hoe zien de knopen eruit?
- Kunnen er makkelijk hogere Rc-waardes, EPC-scores en MPG's worden behaald?
- Wat zijn de resultaten voor de BENG prestaties van het gebouw?
- Wat zijn de constructieve verschillen: lichter gebouw?...dikkere pakketten?...
- Wordt de ontwerp vrijheid beperkt door het materiaal?
- Zijn er gevolgen voor de indeling van de plattegronden?
- Hoe “integraal” moet het ontwerptraject worden opgetuigd?
- Zijn er verschillen in levensduur van de gebouwen?
- Wat zijn de restproducten na uiteindelijke demontage / sloop?
- Kunnen installaties worden geïntegreerd?
- Is de energiebehoefte van de gebouwen gelijk of verschillend?
- Hoe flexibel is het gebouw voor eventuele aanpassingen in de toekomst?
- Hoe om te gaan met afwerkingen (binnen en buiten)
- Is er verschil in “behaaglijkheid”?
- Is houtbouw een oplossing voor de stikstof- en PFAS-problematiek?

02 // Kick-off Meeting 14.09.2020

De aftrap aan het onderzoek is in een online-meeting met het complete team gegeven. Hoofddoel van de meeting is om Ivan te laten vertellen over de ervaring en werkwijze van CLT-S. Iedereen heeft zich voorgesteld en verteld waarom zij betrokken willen zijn en wat zij uit het onderzoek hopen te halen en te leren.

Ymere // Johan Zonderland

Binnen de grote organisatie die Ymere is, is het soms moeilijk om innovatie snel voor elkaar te krijgen. Johan wil inhoudelijk leren over de mogelijkheden met CLT om daarmee Ymere een duw te geven naar een duurzamere toekomst. De stap naar het “onbekende” kan hopelijk kleiner worden gemaakt.

HSB // Edwin Westmeijer

Als hoofdaannemer heeft HSB al een beetje ervaring opgedaan in CLT. Dat was vooral in lage gebouwen. Edwin is erg benieuwd wat er gebeurt als CLT wordt toegepast voor meerlaagse appartementenbouw. Die nieuwsgierigheid zit op alle vlakken, van proces tot product.

ABT // Mark van Veghel

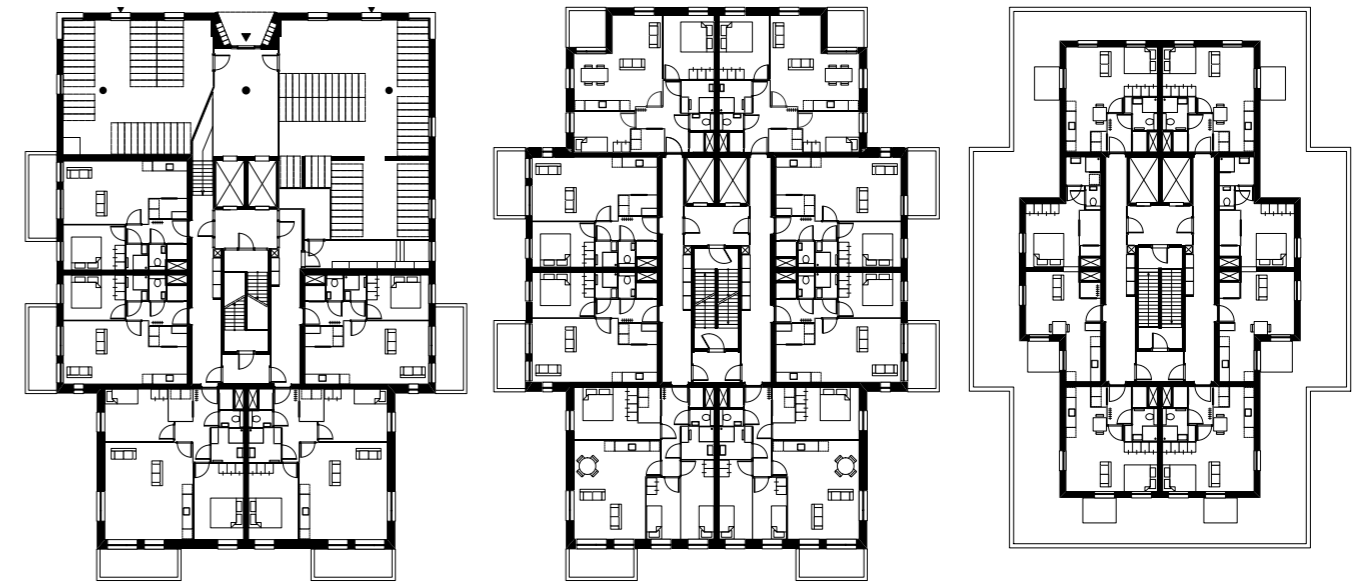
Vanuit verschillende invalshoeken is Mark benieuwd. Zowel de bouwfysica en de brandwerendheid, maar ook BENG en GPR prestaties van het gebouw zullen sterk veranderen als er met CLT wordt gebouwd. Het is een steeds moeilijkere puzzel aan het worden om binnen de regels en budgetten iets voor elkaar te krijgen. Nieuwe concepten kunnen hierin verandering brengen. Na vorig jaar al eens aan “lichte gebouwen” te hebben gerekend, is het nu tijd om verder de materie in te duiken en de mogelijkheden en beperkingen te onderzoeken.

Adams // Erwin van Toor

Ook Adams heeft al wel eens als hoofdconstructeur te maken gehad met CLT, waarbij de leverancier berekeningen aanleverde en Adams controleerde en zelf de niet CLT onderdelen tekende en berekende. Erwin wil graag meer leren over zowel de inhoud als de procedurele kant. Wat is de rolverdeling en brengt dat ook nieuwe samenwerkingsverbanden en verantwoordelijkheden met zich mee?

NWA architecten // Joost, Martijn & Tonko

Wij geloven dat er nog een hele boel moet en zal veranderen. Als architect zijn wij medeverantwoordelijk voor de gebouwde toekomst en willen wij deze op een innovatieve, intelligente en houdbare manier vormgeven. Met dit onderzoek hopen we te leren hoe we met de toepassing van CLT een duurzaam en betaalbaar alternatief kunnen bieden voor sociale woningbouw.



Plattegronden definitief ontwerp Blok 3

CLT-S // Ivan van den Broeck

Ivan draagt graag bij aan dit onderzoek door zijn kennis te delen om de groep CLT-believers in Nederland groter te maken. Hij is er van overtuigd dat de van nature behoudende en traditionele bouwkolom schoner, efficiënter slimmer en duurzamer kan worden. Door alternatieve bouwmethodes als CLT, kunnen hier grote stappen in worden gemaakt. Hierna volgt een puntsgewijze samenvatting van de presentatie en het groeps gesprek, waarin ook al een aantal belangrijke aandachtspunten worden genoemd voor het verdere proces.

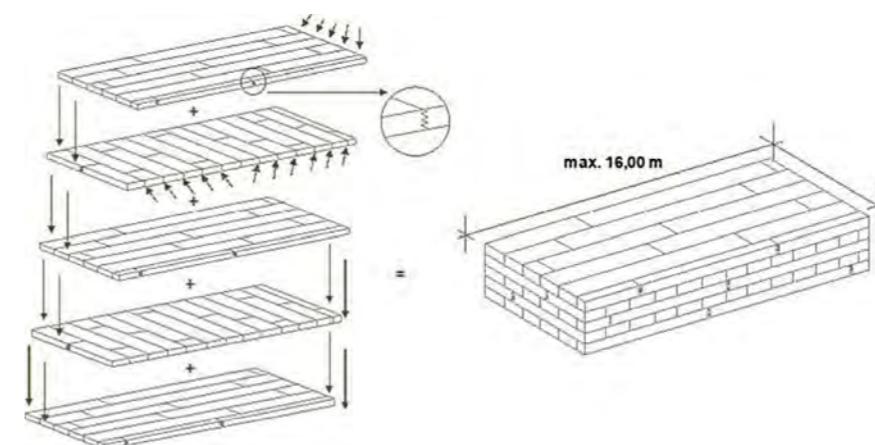
- Met een aantal sheets laat Ivan zien wat de CO₂ uitstoot van de bouwkolom is en waarom er behoefte is aan verandering en vernieuwing. Zie ook www.clts.be.
- In het verleden was de economische motivatie voor CLT-S nog belangrijker dan de ecologische. Projecten moesten financieel haalbaar zijn, anders was er geen business case. Nu wint de ecologische motiavtie gelukkig wereldwijd terrein, maar bottom-line, moet het nog steeds betaald kunnen worden.....
- Een integraal proces van ontwerp t/m uitvoering is essentieel voor het slagen van een project. Input van het gehele ontwerpteam, waarbij de engineering van het CLT al direct meeloopt in de ontwerpfase, leidt tot een “som van kleine winsten” die onderaan de streep een beter resultaat geeft.
- Een aantal voordelen van CLT op een rijtje: duurzaam en betaalbaar, machinaal geprefabriceerd (dus erg nauwkeurig), schone en droge bouwplaats, zeer korte bouwtijd, kabels en leidingen vooraf ingefreesd, prettige binnenklimaat, luchtdicht / damp-open, minder transport (-kosten).

- Hout kan binnen en buiten soms in het zicht worden gelaten maar is dat zeker geen “must”.
- Voor de gevelafwerking kan eigenlijk alles worden gekozen. Akoestiek en damp-doorlatendheid zijn hierin wel belangrijke aandachtspunten.
- De restwaarde van het hout zal aan het einde van de levensduur van het gebouw groot zijn: vezels kunnen worden ge-upcycled.
- Massa t.b.v. akoestiek kan worden gemaakt met droge vloersystemen. Los grind is daarvan nu de meest betaalbare variant.
- Edwin vraagt hoe alle leidingen van een WTW-systeem opgenomen kunnen worden in een CLT-vloer. In principe kan alles worden uitgefreesd en gespaard. Als er teveel sleuven komen, zouden er dikkere vloerelementen kunnen worden toegepast. Een alternatief is om plaatselijk of geheel verlaagde plafonds aan te brengen, met alle installaties onder de vloer.
- Voor een goed resultaat geldt: zo min mogelijk m³ hout per m³ gebouw.
- Mark vraagt hoe het materiaal zich akoestisch gedraagt: Er is in België een aantal appartementengebouwen gerealiseerd die voldoen aan een verhoogde geluidseis. Ervaring leert dus dat er veel kan. Speciale rubbers bij de opleggingen en loskoppelingen waar nodig, leiden tot resultaten die ruim aan alle eisen voldoen.
- Ivan heeft de plannen bestudeerd en denkt in eerste instantie dat Blok 3 zich uitermate goed leent om in CLT een make-over te krijgen. Tot en met de kern zou CLT kunnen worden toegepast. Onderzoek zal uitwijzen of een betonnen kern beter is. De trappen kunnen van CLT, maar moeten dan wel worden afgewerkt (tegels o.i.d.) en prefab-betontrappen in een CLT kern kunnen ook prima.
- De gevels zouden ook als prefab HSB-elementen kunnen worden gemaakt. HSB leveranciers zijn veel verder met prefab gevelpakketten dan CLT bouwers.
- Voor de balkons is het belangrijk deze te bekijken in relatie tot het CLT en de overspanningsrichting daarvan. Ivan heeft de voorkeur om prefab-balkons aan de constructie te hangen. Overstekend CLT kan ook, maar dat kan kwetsbaar zijn.
- De overspanningen van de woningplattegronden vragen om een duidelijke keuze. Kan er een tussensteunpunt worden gemaakt? (een binnenwand wordt dan dragend). Dit leidt uiteraard tot minder flexibiliteit naar de toekomst.

En er is nog veel meer besproken.... De volgende keer zullen wij de vragen en aandachtspunten onderverdelen in categorieën.

Next Steps

Op dinsdag 22 september gaat NwA architecten op bezoek bij Ivan om zoveel mogelijk uitgangspunten te bespreken voor de hergeboorte van Blok 3 in CLT. Er zullen dan tekeningen worden opgezet die worden voorzien van een lijst met aandachtspunten en vragen. Deze worden dan weer met het team gedeeld. In de tussentijd is alle input welkom.....Wordt vervolgd!!!



03 // Online Meeting 22.09.2020

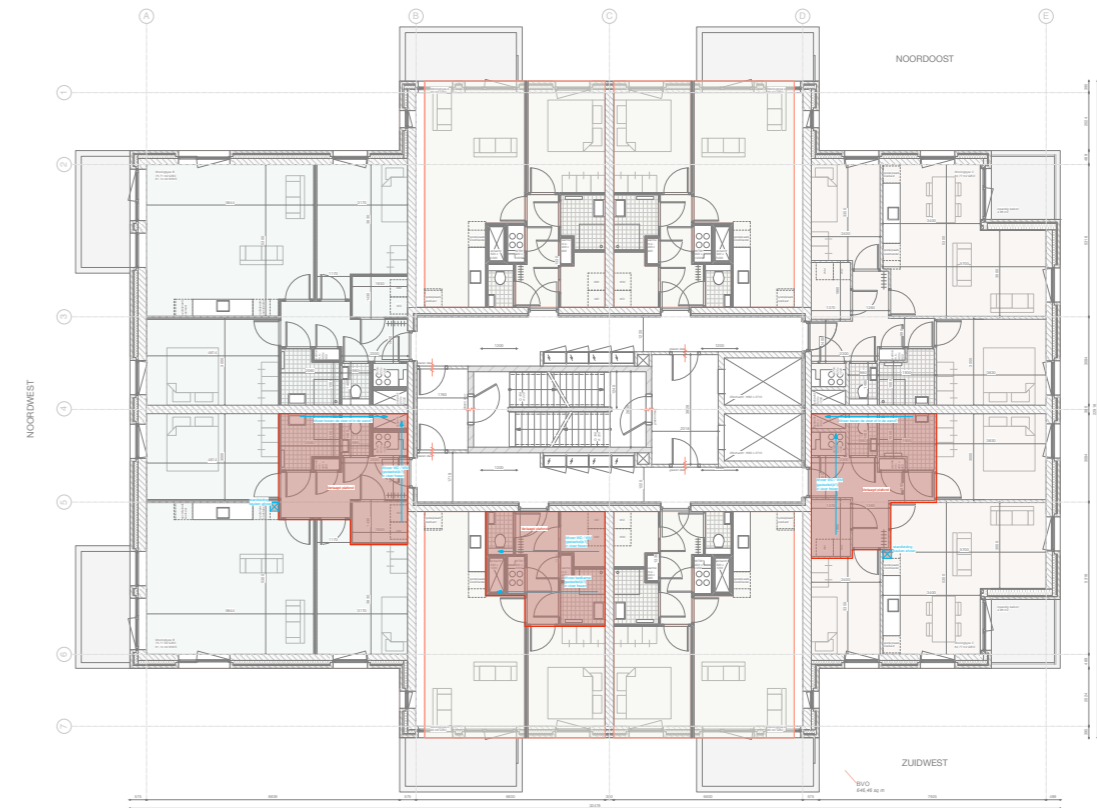
Vanwege Corona Code Rood heeft de meeting tussen CLT-S en NwA architecten online plaatsgevonden. Doel van de meeting was om dieper de materie in te gaan en waar mogelijk al enkele uitgangspunten te bepalen. Hierna volgt een overzicht van de besproken punten.

Constructief

- Uitgangspunt is om zoveel mogelijk CLT toe te passen. Dus ook in de kern.
- Als tussenwanden in de woningen ook een draagfunctie krijgen, zal het hoogstwaarschijnlijk goed gaan met de stabiliteit. Dan is er geen betonkern nodig. Verderop in het proces zal hier ook in een model aan worden gerekend.
- Een houten kern zal de bouwtijd doen verkorten. Een betonkern heeft als nadeel dat de toleranties veel groter zijn dan van CLT.
- Liftschachten kunnen in CLT worden uitgevoerd.
- Dragende tussenwanden betekenen minder flexibiliteit. Dit punt moet in het ontwerpteam worden besproken.
- Een kolommen en balken structuur maken voor de extra flexibiliteit is kostbaar en waarschijnlijk ook lastig vanwege beperkte hoogte in bestemmingsplan.
- Een iets andere indeling van de plattegronden kan de overspanningen misschien wat gelijkmatiger maken, waardoor de constructie efficiënter kan.
- Draaglijnen moeten doorlopen, daarmee kan het afwisselen van de de 3- en 4kamer-woningen aan de parkzijde wel eens lastig worden (dragende binnenwand)
- De balkons liefst als lichte prefab elementen uitvoeren die aan de CLT worden verbonden. Moment-vaste verbinding maken met de balusters aan de wanden of eventueel afschoren met staalkabels.
- De exacte vloeropbouw moet straks worden bepaald. Deze komt misschien iets lager uit dan de de opbouw in beton, isolatie, anhydriet en vloerverwarming (nu is deze 390 mm)

Installaties

- Uitgangspunt is hetzelfde installatieconcept toe te passen: Stadswarmte met WTW.
- Hoe om te gaan met de installaties, met name de luchtkanalen, in relatie tot het CLT, wordt een belangrijke beslissing in het proces.
- Als kanalen en leidingen opgenomen moeten worden in de vloer, kan dat (meer dan bij beton) leiden tot geluidlekken of verzwakking van de constructie.
- In de draagricting kan e.e.a. worden ingefreesd.
- Bovenop het CLT, in de grindlaag kan ook e.e.a. worden opgenomen.
- Een verlaagd plafond in de woningen, waarvandaan de verblijfsruimtes worden "gevoerd", lijkt ook een te onderzoeken variant. Hiervan is inmiddels een studie gedaan (zie tekening).



Aangepaste plattegrond, met zone voor verlaagd plafond

Architectuur

- Doel is om een gebouw in CLT te maken dat voldoet aan de eisen van het beeldkwaliteitsplan en supervisie. Wij gaan proberen om het zoveel mogelijk te laten lijken op het reeds goedgekeurde plan. Een metselwerk huid om een gebouw van CLT is voor Ivan heel gebruikelijk....
- De detaillering van de balkons vraagt veel aandacht! De vraag is of hetzelfde beeld te realiseren is, of dat er een alternatief daarop moet komen.
- De gevelelementen kunnen in CLT worden uitgevoerd (mits niet te veel snijverlies), waarna de kozijnen op de bouw worden gemonteerd en het gehele element in kan worden gehesen. Daarna alle tijd om te metselen (het gebouw is snel wind- en waterdicht). Gevelvullende HSB-elementen behoren ook tot de mogelijkheid.

Next Steps

NwA zal onderzoeken of de woningplattegronden iets anders kunnen voor zowel de installaties als een optimale overspanningsmaat.

CLT-S gaat (grof) dimensioneren aan de wanden en vloeren.

De flexibiliteit van de woningen en de manier waarop wij met de installaties omgaan, zal binnenkort worden teruggekoppeld met het gehele ontwerpteam.

Wordt vervolgd!.....

04 // Online Meetings 19.10.2020 & 04.11.2020

Corona woedt nog steeds....daarom hebben de afgelopen periode de meetings weer on-line plaatgevonden. Op 19.10.2020 is er met het gehele team een bespreking gehouden waar Ivan last minute voor moest afzeggen vanwege ziekte (gelukkig geen Corona). Op 04.11.2020 hebben NwA architecten en CLT-S de stand van het onderzoek doorgenomen. Teije de Jong werd daarbij aan het team toegevoegd. Hij zal Ivan vanuit CLT-S gaan bijstaan in dit onderzoek.

Toegevoegd aan het Team: Welkom!

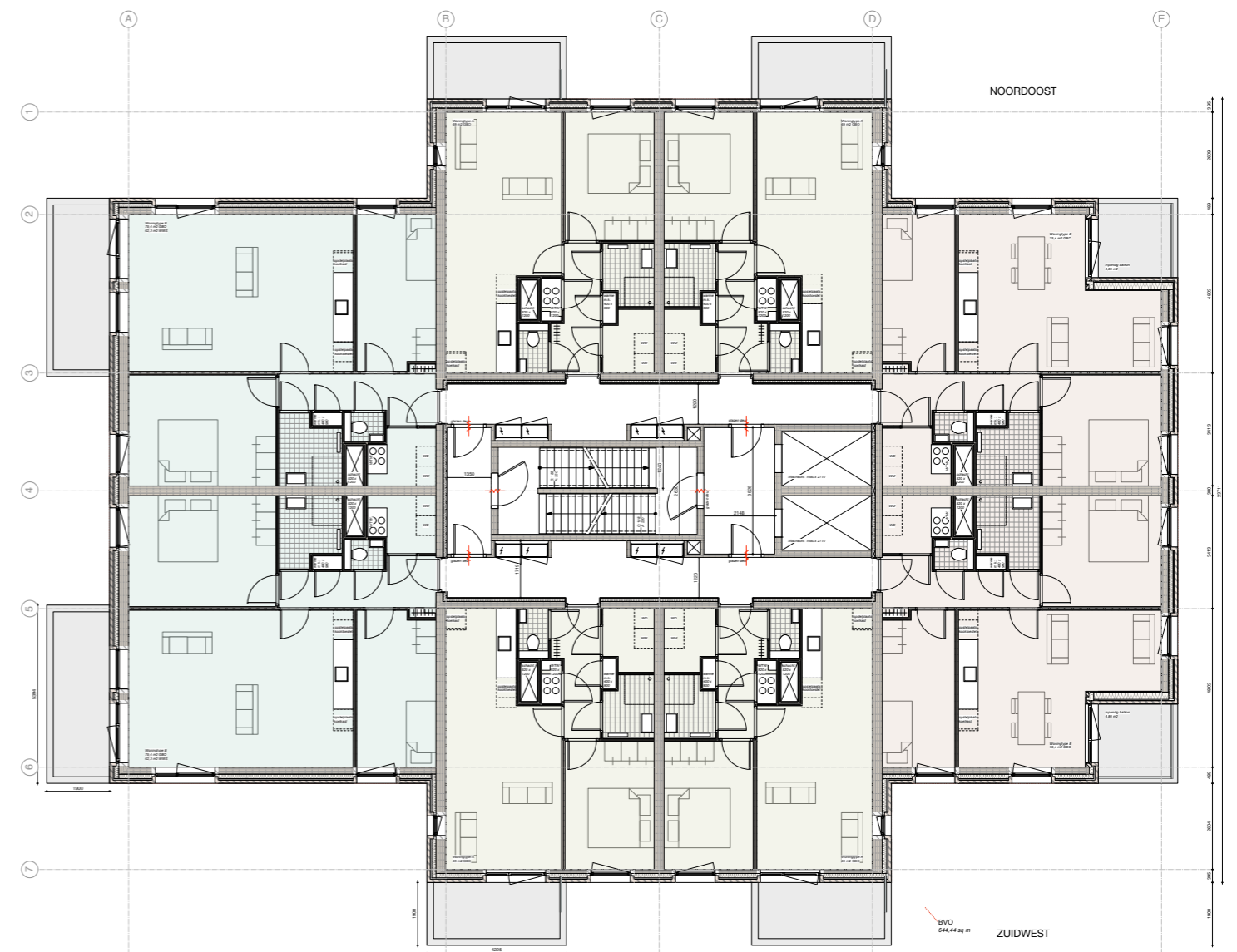


Teije

Hierna volgt een aantal van de belangrijkste punten die in beide meetings aan de orde zijn geweest.

Constructief

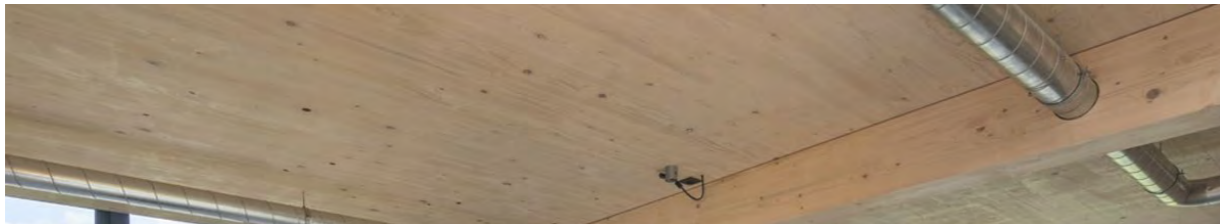
- Met Ymere is besproken dat het dragend uitvoeren van tussenwanden mag. Flexibiliteit van de woningplattegronden wordt daarmee minder. Voor dit onderzoek is dit aanvaardbaar, temeer omdat flexibiliteit in het oorspronkelijke plan ook nooit een eis of wens is geweest in het ontwerpproces. Dat neemt niet weg dat ook in dragende schijven later nog doorbrekingen kunnen worden gemaakt. Daarnaast worden kabels en leidingen in CLT niet ingestort wat de flexibiliteit bevordert.
- NwA heeft de plattegronden aangepast zodat er een betere overpanningsmaat voor het CLT wordt verkregen. Per woning wordt de overspanning in CLT gemaakt, met een dragende wand die als tussenoplegging dient. De eerste indruk van Ivan is dat dit maten zijn die zeer efficiënt in CLT zijn uit te voeren.
- Nu tussenwanden in de woningen ook een draagfunctie krijgen, zal het hoogst waarschijnlijk goed gaan met de stabiliteit. Dan is er geen betonkern nodig. Verderop in het proces zal hier ook in een model aan worden gerekend.
- Een houten kern zal de bouwtijd aanzienlijk doen verkorten.
- Liftschachten kunnen in CLT worden uitgevoerd. Deze zullen akoestisch ontkoppeld moeten worden. Dit punt verdient verdere aandacht. Ivan heeft hier al veel ervaringen in opgedaan.
- De balkons zijn constructief nog een uitdaging. Verderop wordt dit onderwerp apart behandeld.
- CLT-S zal op basis van de laatste tekeningen de dimensionering van de wanden en vloeren grofweg gaan bepalen.



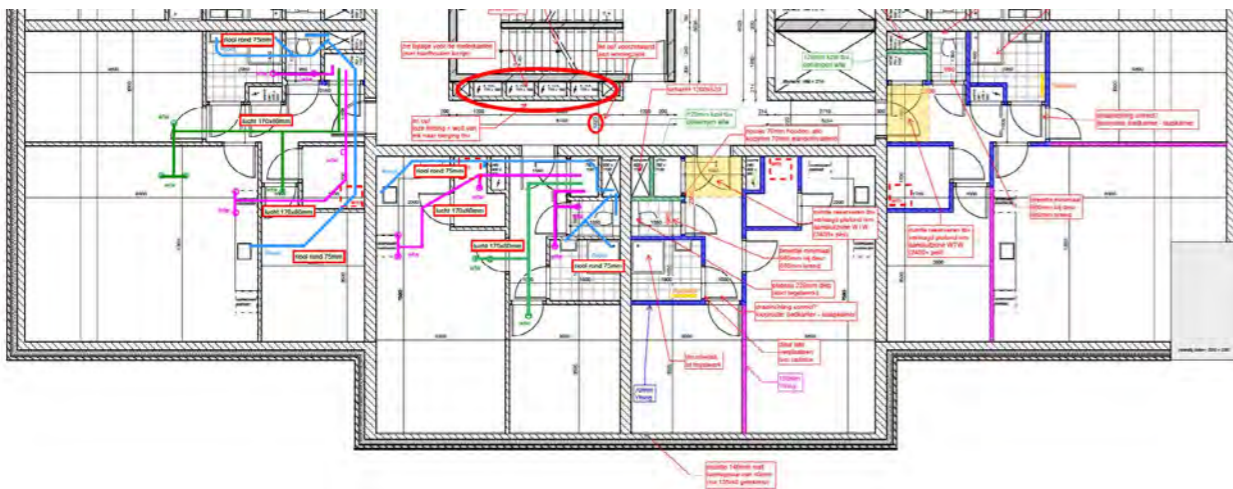
Plattegrond 2.0 met geoptimaliseerde overspanningen voor CLT
De balkons zijn uitgelijnd met de dragende binnenwanden om daar de verbinding goed te kunnen maken.
Wanddiktes zijn hier nog indicatief en schematisch getekend.

Installaties

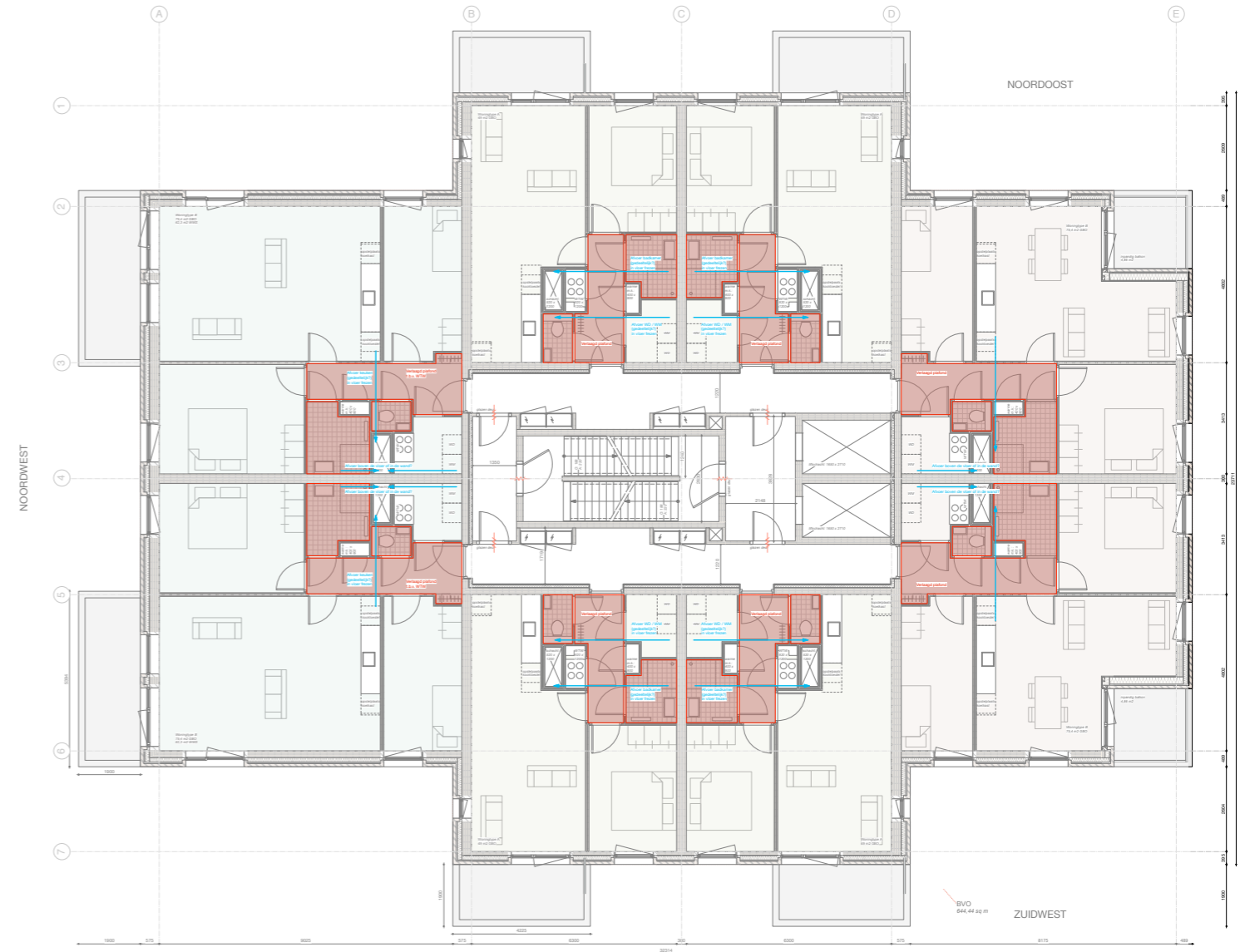
- Een verlaagd plafond in de woningen, waarvandaan de verblijfsruimtes worden “gevoed”, lijkt de meest optimale manier om de installaties te integreren in het ontwerp. Andere varianten zijn besproken en onderzocht, maar vallen af.
- Het principe hiervan is uitvoerig met Edwin besproken, en installatietechnisch is het een prima oplossing. Voordeel is ook dat er niets ingestort wordt en dat alle installatie-onderdelen toegankelijk en demontabel zijn (en daarmee flexibel).
- Voorstel is nu om in de gearceerde zones een verlaagd plafond te maken. Uiteraard met zo min mogelijk verlies van vrije hoogte in de woningen. Waar de plafonds zijn geprojecteerd, moet de minimale vrije hoogte 2300 mm zijn (Bouwbesluit).
- Eventueel zouden de kanalen en leidingen in het zicht kunnen (geen plafond). Dit stelt wel weer esthetische eisen aan de uitvoering daarvan, maar zou een kostenbesparende oplossing kunnen zijn.



Voorbeeld van “zichtwerk” installaties in combinatie met CLT vloer



Leidingverloop in de woningen

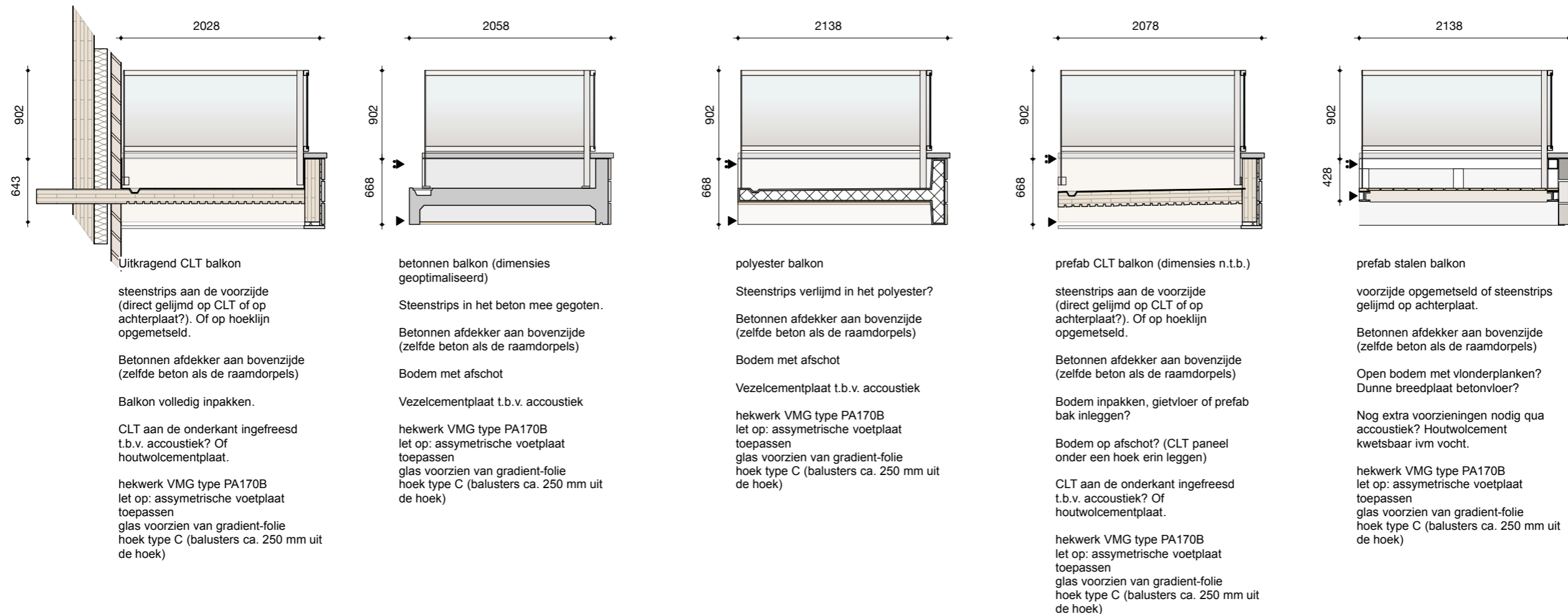


Plattegrond 2.0 met daarin gearceerd de zones waar de verlaagde plafonds kunnen komen

Balkons

Voor de balkons zijn we op zoek naar een mooie oplossing, die goed uit te voeren en kostenefficiënt is. Simpelweg het CLT laten uitkragen is niet mogelijk vanwege de overspanningsrichting. Daarbij komt dat de ervaringen van Ivan in het verleden pleiten voor “losse” prefab balkons die worden opgehangen aan de hoofddragstructuur. Hieronder staan tekeningen van verschillende denkrichtingen. Daarnaast hebben we ook onderzocht hoe het gevelbeeld verandert als de balkons worden ondersteund door kolommen. Zie hiervoor de tekening verderop in het blog.

- Uitkragend CLT: niet mogelijk ivm overspanningsrichting (en risicovolle afdichtingen met kans op instortingsgevaar)
- Prefab beton: Goedkoop, makkelijk te maken en zoals in het oorspronkelijke ontwerp, maar misschien te zwaar?
- Polyester: Als bovenstaande variant, maar dan veel lichter.
- Prefab uit CLT: Logisch om in hetzelfde materiaal te blijven en duurzaam. Dit zou onze voorkeur hebben als het financieel haalbaar en technisch mogelijk is.
- Samengesteld uit stalen frame en hout. Gebruikelijke oplossing, maar vrij complex.



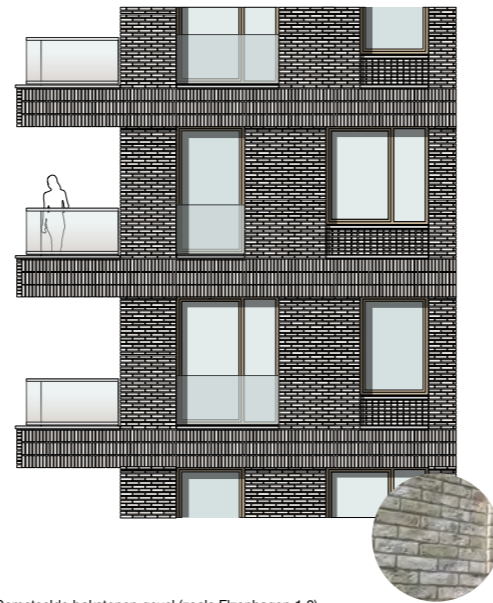
Gevels

De opbouw van de gevels is besproken. Omdat een deel van de gevels dragend is, worden deze sowieso in CLT getekend. Voor de overige gevels lijkt het voor de hand te liggen deze ook in CLT uit te voeren. De kozijnen kunnen dan op de bouw in het CLT worden gemonteerd, waarna de volledige gevel “in kan worden gehezen”. Vervolgens moet er dan nog een jasje omheen dat voldoet aan de architectonische ambities, het beeldkwaliteitsplan en alle verdere thermische en akoestische eisen.. Het gebouw is dan gelijk dicht, waardoor de afbouw binnen ook kan beginnen. Dit betekent een grote versnelling van de bouwtijd.

Voor dat “jasje” hebben we nagedacht over verschillende manieren om het gebouw een mooi, passend en duurzaam uiterlijk te geven. Welke kant we hierin op gaan, hangt uiteraard ook af van de keuze voor de balkons (op de vorige bladzijde). De bakstenen variant is aantrekkelijk omdat het gebouw dan hetzelfde oogt als versie 1.0. De gevel met Architiles is ook aantrekkelijk, daar deze herbruikbaar zijn en daarmee cyclisch. Deze varianten kregen de voorkeur van het team, maar de andere blijven voorlopig nog even in de lucht, totdat we een weloverwogen beslissing kunnen maken (uiteraard ook financieel onderbouwd).

Varianten

- Baksteen, zoals bestaand.
- Baksteen met houten banden. Wellicht kunnen we hierdoor de balkons lichter uitvoeren als gewicht daar een probleem wordt.
- Aluminium banden. Eventueel een oplossing als we de balkons willen ondersteunen met kolommen.
- Keramische tegels (Architiles). Mooi alternatief voor baksteen. Mechanisch bevestigd, herbruikbaar en ongeveer gelijk in aankoop als metselwerk.
- Keramische “baquettes”. Mooi, maar waarschijnlijk financieel niet haalbaar voor dit project.
- Volledig hout. Passend binnen het duurzaamheids-concept, maar niet passend binnen het beeldkwaliteitsplan.



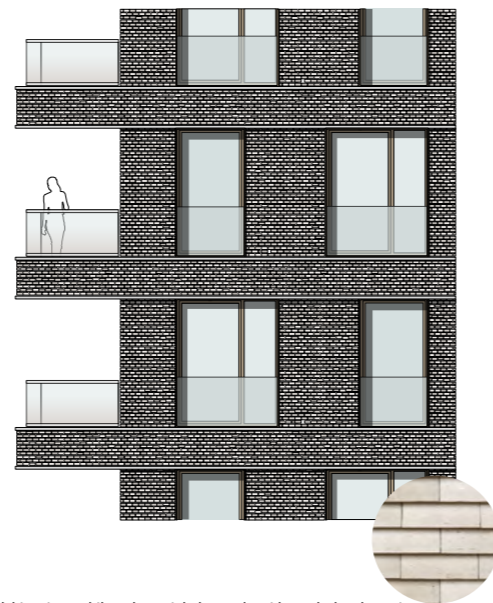
Gemetselde bakstenen gevel (zoals Eindhoven 1.0)



Gemetselde bakstenen gevel met houten Accoya banden. Hierdoor zijn lichtere balkons mogelijk.



Gemetselde bakstenen gevel met metalen banden. Balkons kunnen eventueel met kolommen ondersteund worden.



Lichte, steenachtige, demontabele gevel met keramische elementen. Bijvoorbeeld Architile Pantheon Nordic of Petersen Cover. Ramen met kaders t.b.v. de aansluiting.



Keramische “baquettes” gevelbekleding.



Volledig houten Accoya gevelbekleding. (Voldoet niet aan het beeldkwaliteitsplan).

Alternatief balkons met kolommen...

Als de balkons om constructieve of financiële reden moeilijk haalbaar blijken, zou een ondersteuning met kolommen eventueel mogelijk zijn. Hierdoor zou een momentvaste verbinding van de balkons aan de vloeren kunnen worden “ontlopen”.

Nadeel is het verschil in verschijningsvorm. Dit punt verdient aandacht van het gehele team, zodat we straks een weloverwogen beslissing kunnen maken.

Next Steps

CLT-S gaat (grof) dimensioneren aan de wanden en vloeren. Hierna zal NwA een tekeningenset maken waarop die input is verwerkt. Wij zullen daarbij alle teamleden apart benaderen om hun input en vragen te bespreken.

Bij de volgende meeting willen wij ook graag met het team bespreken hoe wij tot de beste onderzoeksresultaten kunnen komen. Wij willen uiteindelijk een gebouw in CLT dat erg lijkt op versie 1.0, en tegelijkertijd niet duurder (liefst goedkoper) en duurzamer is. Wij zullen daarvoor samen kritisch naar de “som van de kleine winsten” moeten kijken, de bouwtijd, de nauwkeurigheid en het totale proces onder de loep moeten nemen. Het Total Cost of Ownership en de restwaarde van het gebouw zullen daarbij ook aan de orde komen.

Wordt vervolgd!.....



Impressie van het gebouw met kolommen ter ondersteuning van de balkons

05 // (Online) Meetings Q1-2021

De afgelopen periode hebben er verschillende gesprekken plaatsgevonden. Op 11.02.2021 is er met het gehele team een bespreking gehouden. Op 22.01.2021 is er een overleg geweest over de balkons en op 16-03-2021 hadden we weer het team (virtueel) bij elkaar. Intussen is HSB Ecobouw opgestart, onder leiding van Peter Kroes, die wij verwelkomen bij dit onderzoek.

Toegevoegd aan het Team: Welkom!



Peter

Hierna volgen de belangrijkste punten die aan de orde zijn geweest.

CLT Casco

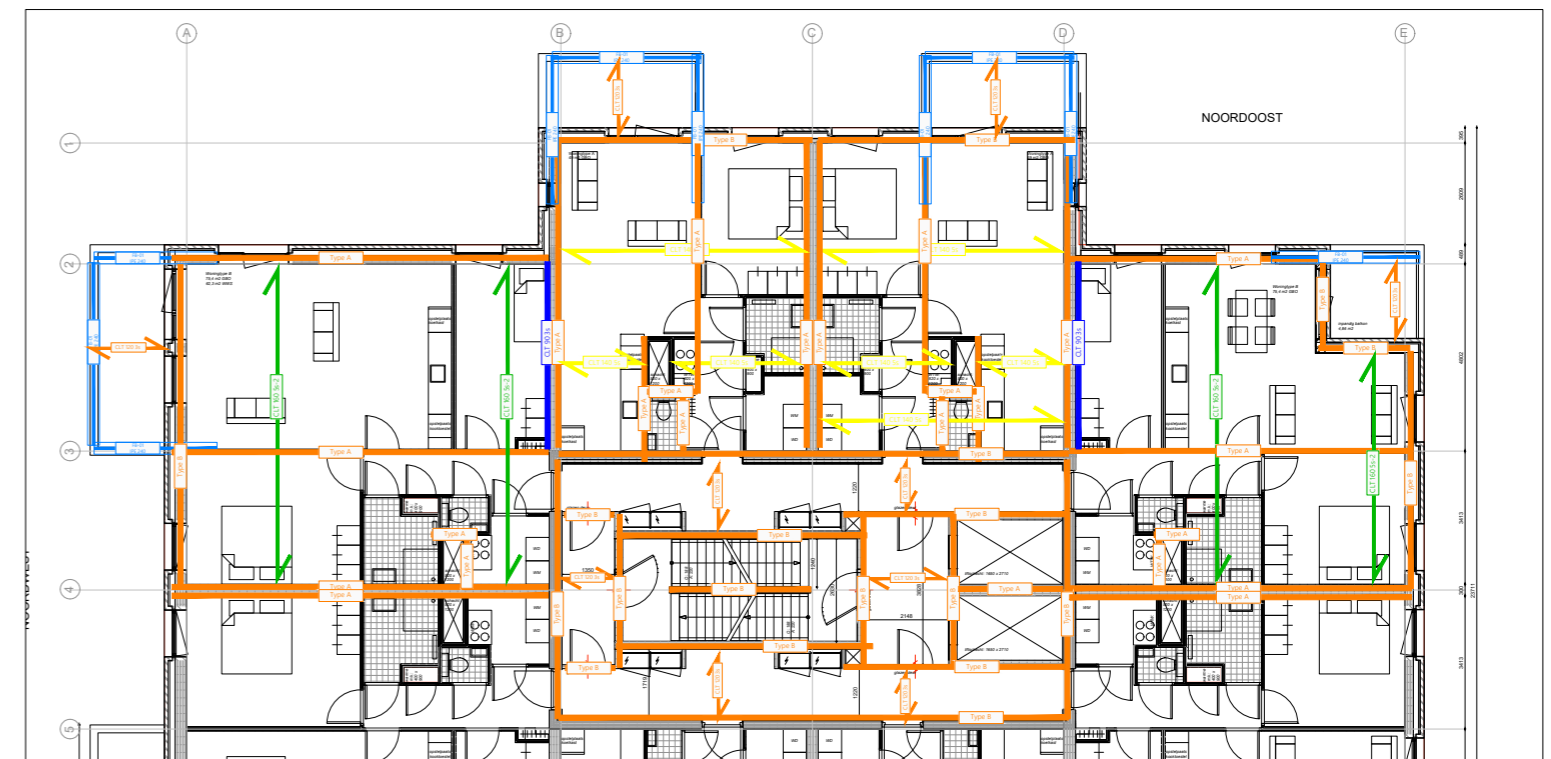
- Op basis van de tekeningen van NwA heeft CLT-S een tekening gemaakt met daarop de dimensionering van het CLT casco. De dikte van de wanden en de vloeren is daarmee bepaald en deze tekening zal het uitgangspunt zijn voor de begroting en de planning. NwA heeft deze input verwerkt, zodat de tekeningenset up to date is met daarop de laatste informatie.

- Kosten: **€ 1.995.000,-** is de prijs voor het leveren en monteren van het CLT. In totaal gaat het om **ca. 2100 m3 CLT**
Uitgaande van ca. 920 kg CO₂ opslag per m³ is de **opgeslagen CO₂ = ca. 1900 ton**
- Tijd: Het monteren van het casco zal ca. **20 weken** duren.

Naar aanleiding van bovenstaande input zijn er vragen en antwoorden heen en weer gegaan, met name tussen Edwin en Teije, over wat er allemaal wel en niet inbegrepen is in de prijs, zodat HSB straks een goede kosten-vergelijking kan gaan maken met het "traditionele" gebouw.

Belangrijke uitgangspunten:

- BG vloer is van beton
- Prefab trappen zijn van beton
- Overig casco is CLT waar alle sleuven en sparingen t.b.v. installaties in zitten.
- Balkons worden licht uitgevoerd en met kolommen ondersteund (zie verderop)
- CLT alleen in het zicht bij de plafonds van de woningen (overige delen zijn bekleed)



opgave van CLT-S voor het casco
wanden worden naar boven toe in het gebouw dunner

Wall thickness type A and B to change with floor level as per table below

@ Floor	A	B
06	120 Sl.	120 Sl.
07	120 Sl.	120 Sl.
08	120 Sl.	120 Sl.
09	140 Sl.	120 Sl.
0A	140 Sl.	120 Sl.
0B	140 Sl.	140 Sl.
0C	140 Sl.	140 Sl.
0D	160 Sl.	140 Sl.
0E	160 Sl.	140 Sl.

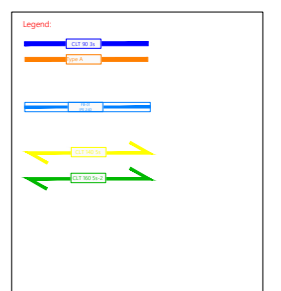
Wall layout symmetric about Grid line 4

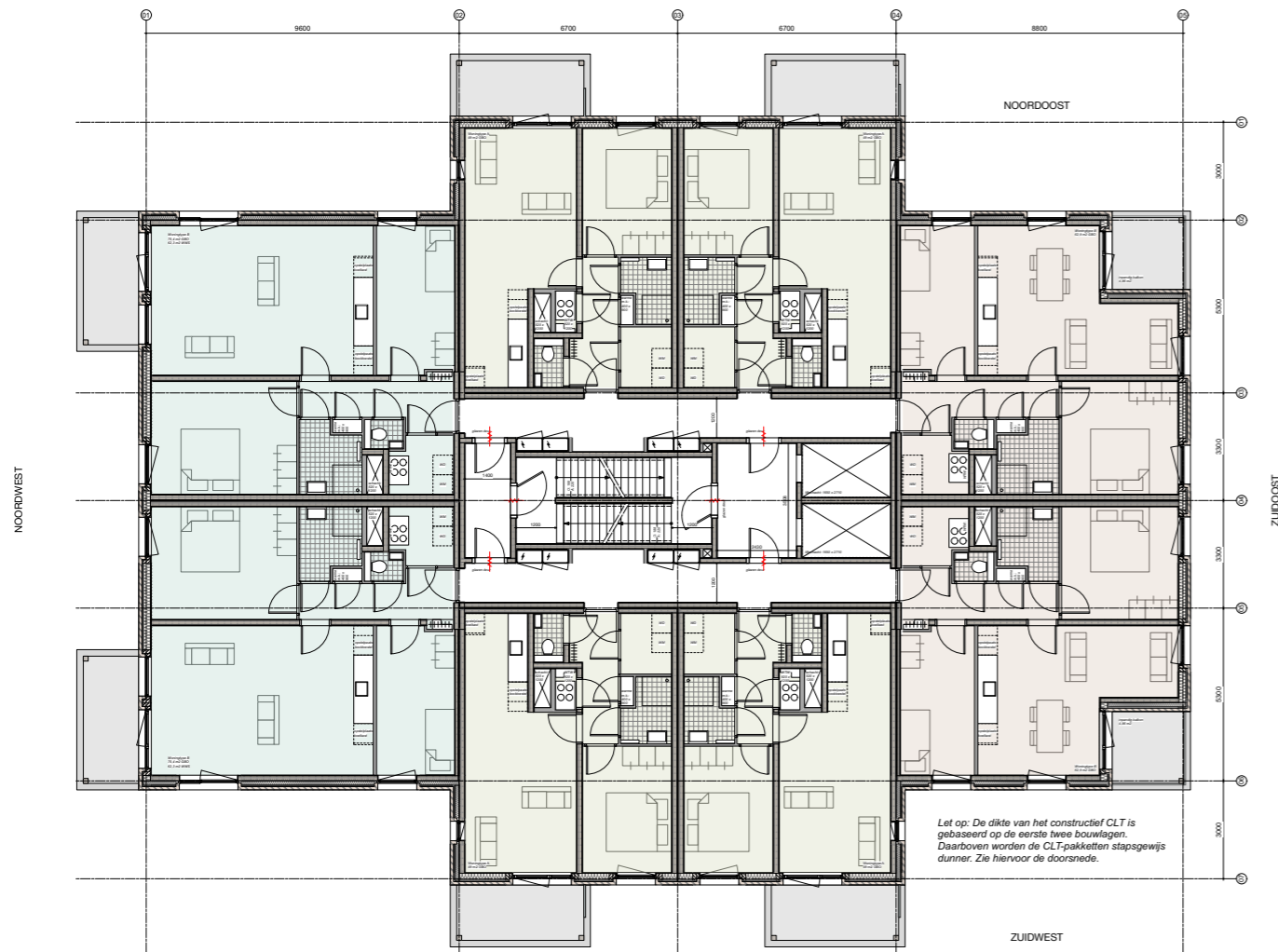
NOTES:
Permanent loads (into CLT panel):
G.k. roof = 10 kN/m²
G.k. floor = 3.0 kN/m²
G.k. windows = 10 kN/m²
G.k. wall_external = 0.5 + 1.65kN/m² (bricks where applicable)
G.k. wall_internal = 0.25 kN/m²

Variable loads:
Q.cas.H = 0.8 kN/m²
S.k = 0.5 kN/m²

Floor:
R60 walls and floors

Unmarked internal walls - non load-bearing, can be CLT80 Sl.





Bijgewerkte tekeningen met daarop het CLT zichtbaar:

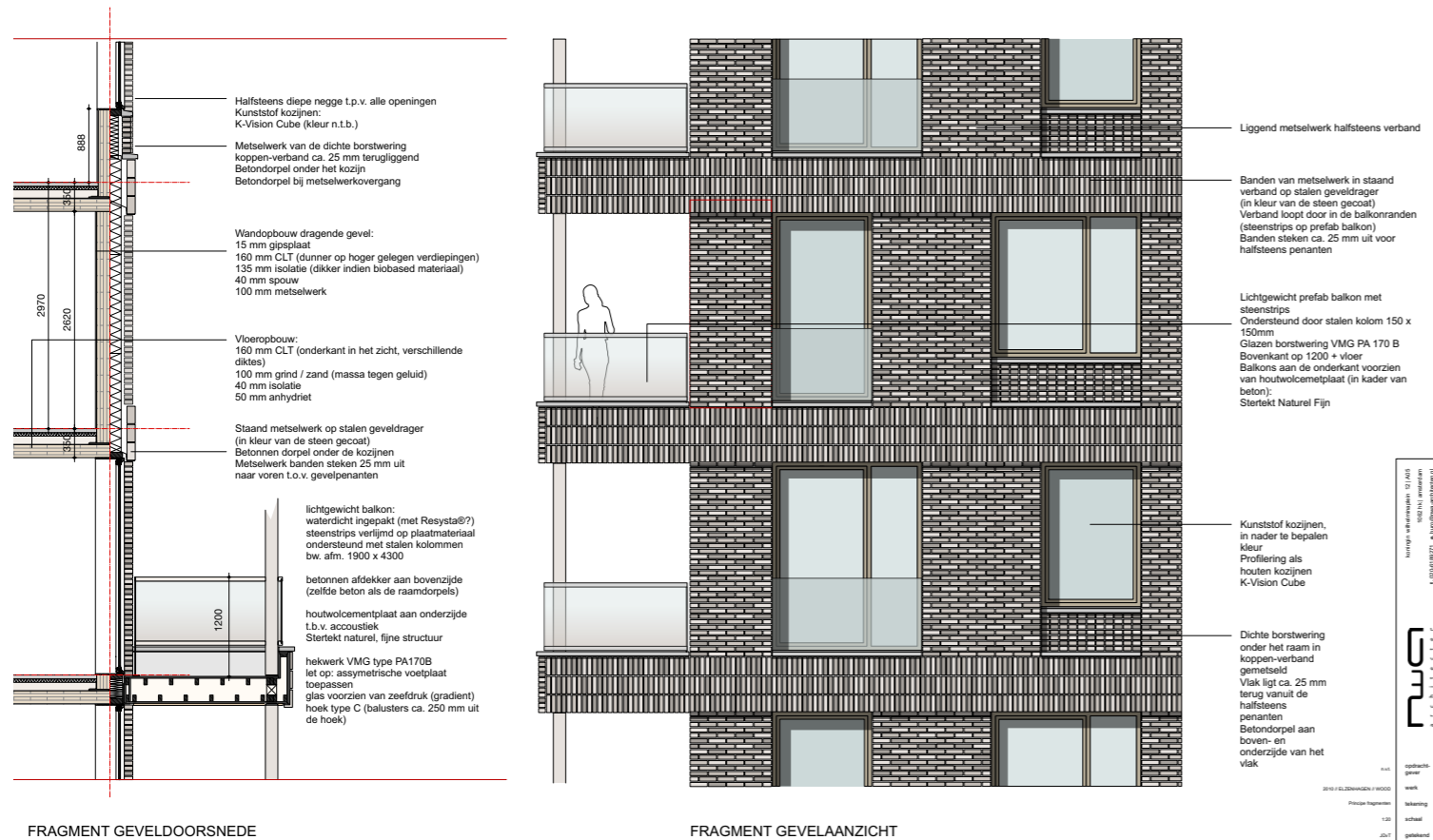
De opgave van CLT-S is in zowel de basis-plattegrond als de doorsnede verwerkt.

De dragende gevels zijn in CLT getekend, de niet dragende gevels in HSB (gevelsluitende elementen)

Bij de balkons zijn stalen kolommen ingetekend.

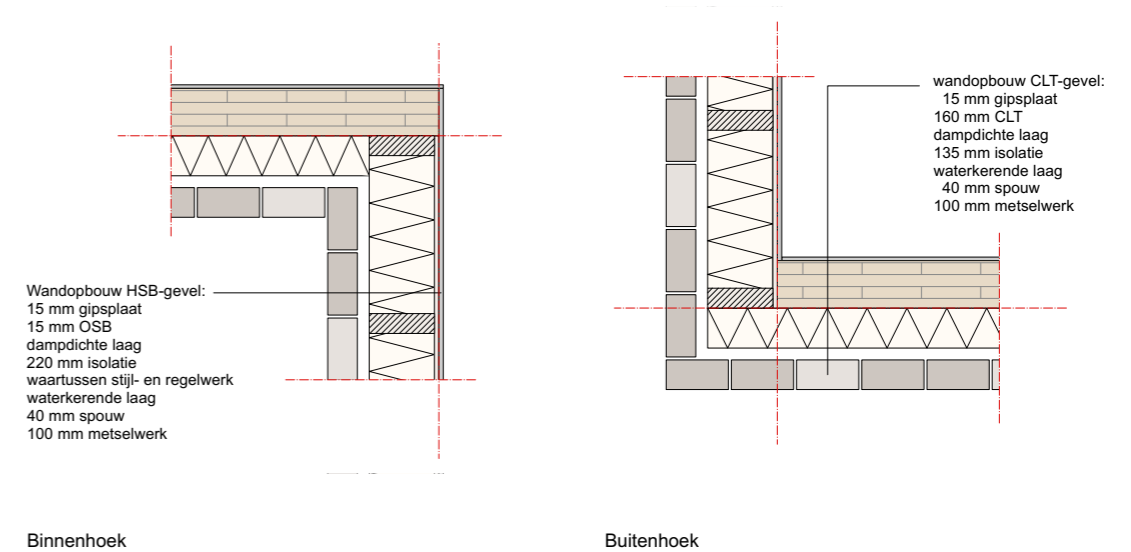
N.B: Doordat de wanden naar boven toe dunner worden, worden de woningen naar boven toe iets groter:

Bij een "echt" project is dit iets om rekening mee te houden! (WWS punten, GBO's etcetera)



Gevels

De gevels zijn op de dragende plekken in CLT getekend en bij de niet dragende gevels gaan we uit van HSB elementen. Er is nog snel onderzocht of het mogelijk zou zijn om een CLT kolommen- en balken structuur te maken bij de gevels, waardoor alle gevelementen in HSB zouden kunnen worden uitgevoerd. Vanwege de stabiliteit, wordt dit volgens CLT-S lastig en zou het in het CLT ook geen kostenbesparing zijn: de extra montage handelingen helpen de winst van het mindere materiaal om zeep.



Balkons

Over de balkons is een aparte sessie gehouden, waarbij besloten is om licht-gewicht balkons te maken, welke door stalen kolommen worden ondersteund. In het CLT hoeven dan geen moment-vaste knopen te worden gemaakt. Naar aanleiding van een schets van Peter, zijn er nu balkons getekend, opgebouwd uit houten spantjes, omkleed met plaatmateriaal en aan de bovenzijde waterdicht afgewerkt (evt. met gerecycled plastic). Een beetje het principe van een houten vliegtuig-vleugel.....Wij hebben ook contact gehad met staalframe-bouwers, die op vergelijkbare wijze een licht en demontabel balkon kunnen maken., aan de voorzijde bekleed met steenstrips.

Voor dit onderzoek, en voor de begroting, lijkt dit nu voldoende te zijn uitgewerkt.

Constructie

Door toepassing van CLT i.p.v. beton en kalkzandsteen wordt het eigen gewicht van het pand ca. 75% minder. De veranderlijke belastingen die voor de constructieve berekeningen worden aangehouden blijven natuurlijk gelijk. En de stabiliteitsvoorzieningen moeten nog steeds de windbelasting middels druk afvoeren naar de fundering. Ten opzichte van het betoncasco is het voor nu redelijk om te tellen met een reductie van 15 a 20% van de gesommeerde paalbelasting. Om e.e.a. eenvoudig te houden, wordt voor nu afgesproken om in de kostenberekeningen 0,8 keer het bedrag te nemen dat voor het traditionle gebouw aan funderingspalen was gerekend.

Brandwerendheid

Mark heeft duidelijk uiteen gezet waaraan het gebouw qua brandwerendheid moet voldoen. Samengevat zijn dit de belangrijkste eisen:

1. Maximale hoeveelheid brandbaar materiaal in een trappenhuis (Extra Beschermd Vluchtroute) 3.500 MJ per bouwlaag
2. De tweede eis betreft de maximale brand- en rookklasse van de toegepaste materialen in een gemeenschappelijke verkeersruimte (Extra Beschermd vluchtroute). Dit zijn de trappen, entree, gangen en sluisjes.
3. Een vloer, trap of hellingbaan waarover of waaronder een vluchtroute voert, bezwijkt niet binnen 30 minuten bij brand in een subbrandcompartiment waarin die vluchtroute niet ligt. Een bouwconstructie bezwijkt bij brand in een brandcompartiment waarin die bouwconstructie niet ligt, niet binnen de in tabel 2.10.1 aangegeven tijdsduur (h > 20 m: 120 minuten) door het bezwijken van een bouwconstructie binnen of grenzend aan dat brandcompartiment. Voor zover dat brandcompartiment een woonfunctie is, geldt dit niet voor een bouwconstructie van een aan dat brandcompartiment grenzend subbrandcompartiment of grenzende buitenruimte.

Er worden (hogere) eisen gesteld aan de gebruikte materialen in EBV's
Dit zijn de trappenhuisen en de gangen/sluisjes.

Voor de trappenhuisen gelden twee eisen: brandklasse B én maximale vuurlast 3.500 MJ per bouwlaag. Voor de gang/sluisjes geldt één eis: brandklasse B.

Wat betekent dat in alle EBV's het CLT brandwerend moet worden bekleed. Zo was dit inmiddels ook al op tekening gezet (CLT met gips of Magox bekleed).

Alleen de onderkant van de vloeren (plafonds) in de appartementen zijn zichtwerk CLT. Qua brand gaat dat dan weer goed, daar er genoeg "opofferings-materiaal" in de vloerdikte zit, waardoor er bij brand een beschermende kool-laag zal ontstaan en de vloeren niet door zullen branden. De 120 minuten wordt daarmee behaald.

Bouwfysica

Er is nu voldoende informatie voor Mark om de bouwfysische berekeningen op te gaan zetten. Ten tijde van de aanvraag voor de omgevingsvergunning van Elzenhagen Blok 3, was een BENG berekening nog niet vereist. Mark zal nu in eerste instantie de EPC-berekening en de MPG aanpassen naar deze houten versie van het gebouw.

Er wordt veel gesproken over de rekenmethodes van BENG en specifiek over het gegeven dat CLT voor BENG 2, ten onrechte, niet gunstig is. Het zou mooi zijn als we deze problematiek in dit onderzoek aan de kaak kunnen stellen.

Next Steps

Het onderzoek komt nu in een spannende fase.....

HSB gaat de input verwerken in een begroting. Het CLT casco en de verkorting van de bouwtijd worden hierin verwerkt.

Bij de volgende meeting willen graag met het team bespreken hoe wij vervolgens e.e.a. kunnen optimaliseren om tot duidelijke onderzoeksresultaten te komen.

Wordt vervolgd!.....

06 // (Online) Meetings Q2-2021

De afgelopen periode hebben er weer verschillende gesprekken plaatsgevonden. Mark heeft zowel de MPG, de EPC en de BENG prestaties in kaart gebracht waarna hij ons heeft verlaten en is gestopt met werken (wat gelukkig niets met dit onderzoek te maken heeft...). Edwin heeft samen met zijn collega's van HSB een kostenvergelijking gemaakt tussen de traditionele en de CLT variant. Om nog meer diepgang te krijgen in de financiële analyse hebben wij aan Djordy van Laar van IGG Bouweconomie gevraagd om mee te kijken en te adviseren. Hij zal de komende tijd zowel de bouwkosten als de investerings- en exploitatiekosten onder de loep nemen.

Toegevoegd aan het Team: Welkom!



Djordy

Hierna volgen de belangrijkste punten die aan de orde zijn geweest.

EPC / MPG / BENG

De opbouw van de woningscheidende CLT-wand is als volgt:

- 12,5 mm gipsplaat
- 100 mm CLT
- 60 mm Steenwol
- 100 mm CLT
- 12,5 mm gipsplaat

De opbouw van de woningscheidende vloer

- 70 mm zwevende dekvloer-zandcement
- 30 mm steenwol
- 100 mm ongebonden grindlaag
- 220 mm CLT
- 12,5 mm gipsplaat

Conform de MPG-rekenmethodiek bedraagt de milieubelasting:

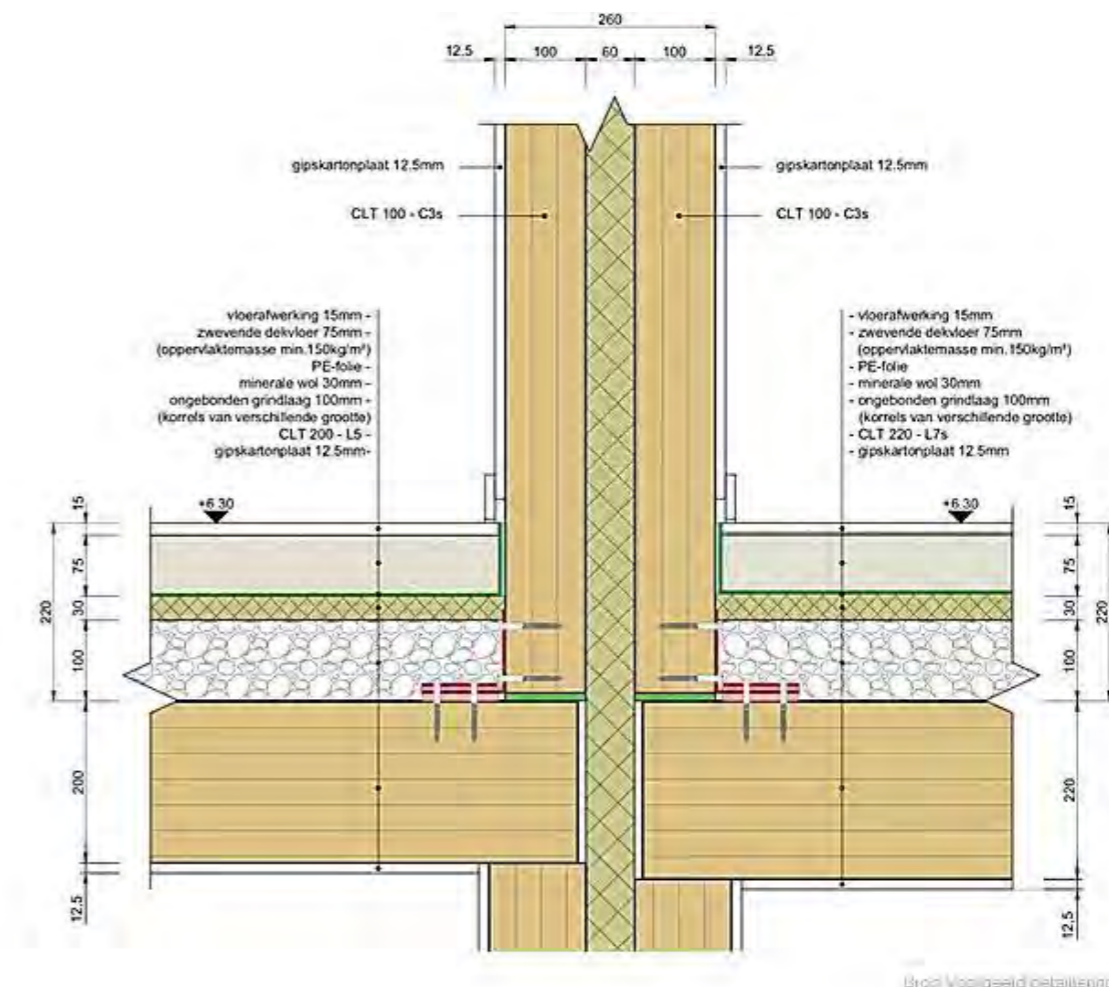
De milieu belasting van **1 m² wand** hout is 5,52 €/m² met een CO₂ uitstoot van 14,2 kg - oorspronkelijke wand beton 6,23 €/m² een CO₂ uitstoot van 72,7 kg

De milieu belasting van **1 m² vloer** hout is 22,22 €/m² met een CO₂ uitstoot van 164,1 kg oorspronkelijke vloer beton 14,36 €/m² en een CO₂ uitstoot van 136,7 kg

Zoals je kan zien is de CLT-wandconstructie qua schaduwkosten vergelijkbaar, maar qua CO₂ uitstoot veel beter.

De CLT-vloerconstructie komt slechter uit deze berekening. Dit zit uiteraard in de extra lagen die nodig zijn om te voldoen aan brandwerendheid en geluidwering.

Disclaimer: Wij hebben voor de berekening de MPG-tool en de meest recente NMD (Nationale Milieu Database) gebruikt, zoals die ook door het Bouwbesluit worden gevraagd. Het is de vraag of alle gebruikte materialen al optimaal in de NMB zijn opgenomen. Hier speelt ook de 'lobby' van leveranciers een rol. Wij denken dat met name de houtbouw leveranciers + bv SHR meer onderzoek moeten doen om de milieubelasting van hout en houten constructies beter in de NMB moeten krijgen.



Bron: Vloerblad detaillering L.L.->

Effect op de EPC door de lichtere bouwwijze:

Als de interne warmtecapaciteit wordt aangepast naar ‘gemengd licht’ wat past bij bouwen met CLT/hout dan stijgt de EPC van 0,150 naar 0,159. Dit kan vervolgens gecompenseerd worden met 8 m² extra PV-panelen.

Effect op de BENG berekening

Voor BENG is het een complexer verhaal omdat het BENG1 (behoefte) criterium wordt verhoogd als er voor lichtere bouwmethodode wordt gekozen. Oorspronkelijk werd een licht gebouw zeer negatief beoordeeld door de rekenmethodiek. Het is (waarschijnlijk) een politieke keuze om het bouwen met hout te bevorderen.

Voor een vergelijkbaar gebouw wordt de eerste score gehaald met een **traditionele bouw** methode.

	eis	resultaat	
Behoefte (kWh/m²)	65,00	57,25	Voldoet
Fossiel	50,00	14,96	Voldoet
Fossiel - EMGforf (kWh/m²)		48,56	
Hernieuwbaar (%)	40,0	81,6	Voldoet

Als er voor een **lichtere bouwmethodode** wordt gekozen levert dat de volgende resultaten op

	eis	resultaat	
Behoefte (kWh/m²)	70,00	61,37	Voldoet
Fossiel	50,00	15,76	Voldoet
Fossiel - EMGforf (kWh/m²)		51,88	
Hernieuwbaar (%)	40,0	81,6	Voldoet

Hier is te zien dat de energie behoefte omhoog gaat door het bouwen in CLT. Minder massa (accumulatie) leidt tot een hogere warmte behoefte (BENG 1) bij woongebouwen. De eis wordt echter nog steeds gehaald. Er zijn voor de BENG dus geen extra PV-panelen nodig om dan aan de eisen te voldoen.

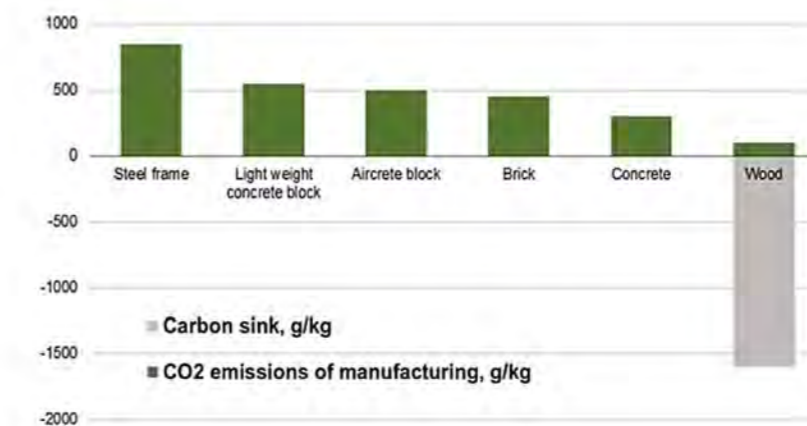
De BENG 1 kan gereduceerd worden door de thermische schil te verbeteren. Als bijvoorbeeld alle constructies met een Rc = 10 m²K/W worden uitgevoerd en glas met een U-waarde van 0,8 W/m²K wordt toegepast is de energiebehoefte (rekentechnisch) weer gelijk aan het traditionele betonnen gebouw. De resultaten zien er dan als onderstaand uit.

	eis	resultaat	
Behoefte (kWh/m²)	70,00	57,32	Voldoet
Fossiel	50,00	13,71	Voldoet
Fossiel - EMGforf (kWh/m²)		47,80	
Hernieuwbaar (%)	40,0	83,4	Voldoet

Hiermee hebben we wat meer inzicht in de effecten op energie en milieu:

Vooralsnog zien we rekentechnisch geen winst in energiegebruik en milieubelasting.

Het gehele team is het erover eens dat dit raar voelt...Ondanks alle “inspanningen” geen betere beoordeling op deze vlakken. De tijd zal leren of en hoe snel de rekenmethododes zullen worden aangepast om het bouwen met CLT ook vanuit energieverbruik en milieubelasting te stimuleren.



Bouwkosten

De prijsopgave van CLT-S voor het leveren en monteren van het casco en de tijdsinstellingen die daarmee gepaard gaan, zijn door Edwin verwerkt in de begroting van HSB. Er is een hele duidelijke lijst ontstaan met plussen en minnen t.o.v. het traditionele gebouw, waarbij alle posten zorgvuldig zijn bekeken en besproken. Over de initiële prijs van het CLT is een uitwerkingspercentage van -5% meegenomen. Dit is volgens CLT-S een redelijk aanneme.

Elzenhagen blok 3		
Netto bouwkosten verschillen bouwsysteem kalkzandsteen - breedplaat t.o.v. CLT uitgesplitst		
Onderdeel	Gevolg	Bedrag
05 Uitzetten HSB verzorgt de hoofdmaatvoering vanaf helwerk tot op de begane grond vloer. Overige door CLT-S.	er valt budget vrij	€ 5.000,00
12 Grondwerk De funderingsbalken kunnen in hoogte geoptimaliseerd worden van 700 naar 600mm	er valt budget vrij	€ 500,00
14 Buitenriolering en drainage Geen verschil	budget neutraal	
15 Terreinverhardingen Geen verschil	budget neutraal	
16 Beplanting Geen verschil	budget neutraal	
17 Terreininrichting Geen verschil	budget neutraal	
20 Funderingspalen en damwanden Vanwege het lagere gewicht van het CLT casco kunnen er 25 hepalen vervallen	er valt budget vrij	€ 12.706,00
21 Betonwerk De funderingsbalken kunnen in hoogte geoptimaliseerd worden van 700 naar 600mm Holle wanden zijn omgezet naar CLT, deze kunnen vervallen Breedplaatvloeren zijn omgezet naar CLT, deze kunnen vervallen Overig geen verschil	er valt budget vrij er valt budget vrij er valt budget vrij	€ 4.775,00 € 8.247,00 € 499.331,00
22 Gevelmetselwerk Ondersteuning balkons is niet meer nodig Per bouwlaag is het vloerpakket 40mm dunner. Dit scheelt 21m2 metselwerk en isolatie Overig geen verschil	er valt budget vrij er valt budget vrij	€ 15.350,00 € 3.703,00
22 Kalkzandsteen Kalkzandsteen elementen zijn omgezet naar CLT, deze kunnen vervallen Kalkzandsteen blokken omzetten naar metalstud	er valt budget vrij budget neutraal	€ 223.044,00
22 Separatie wanden Cellenbeton deels omgezet naar CLT, overige omzetten naar metalstud	er valt budget vrij	€ 46.985,00
23 Vooraf vervaardigde steenachtige elem. Balkons zijn omgezet van prefab beton naar hout met beplating Prefab betonwanden lift en trappenhuis zijn omgezet naar CLT, deze kunnen vervallen Prefab beton kolommen en balken zijn omgezet naar CLT, deze kunnen vervallen Prefab beton dak liftschacht is omgezet naar CLT, deze kan vervallen Overig geen verschil	er valt budget vrij er valt budget vrij er valt budget vrij er valt budget vrij	€ 72.000,00 € 94.743,00 € 9.229,00 € 2.227,00
24 Ruwbouwtimmerwerk Prefab houten binnenspouwbladen zijn omgezet naar CLT, deze kunnen vervallen Gevelisolatie ter plaatse van 7e verdieping Overig geen verschil	er valt budget vrij extra kosten	€ 58.389,00 € -8.485,75
25 Metaalconstructiewerk Stalen kolommen 7e verdieping zijn omgezet naar CLT, deze kunnen vervallen Stalen kolommen onder balkons toevoegen	er valt budget vrij extra kosten	€ 8.018,00 € -33.675,00
25 Bouwkundige kanaalelementen Geen verschil	budget neutraal	
30 Kozijnen, ramen en deuren Voordeel in aanbrennen stekkozijnen ivm maatvastheid CLT 10% arbeid	er valt budget vrij	€ 1.711,50
32 Trappen en balustraden Geen verschil	budget neutraal	
33 Dakbedekking Geen verschil	budget neutraal	
34 Beglazing Geen verschil	budget neutraal	
35 Natuur- en kunststeen Geen verschil	budget neutraal	
36 Voegvulling Geen verschil	budget neutraal	

Elzenhagen blok 3		
Netto bouwkosten verschillen bouwsysteem kalkzandsteen - breedplaat t.o.v. CLT uitgesplitst		
Onderdeel	Gevolg	Bedrag
38 Gevelschermen Geen verschil	budget neutraal	
40 Stukadoorwerk Pleisterwerk op kalkzandsteen komt te vervallen Toevoegen behangklaar afwerken metalstud wanden Toevoegen behangklaar afwerken gipsplaat op CLT Spuitswerk op plafonds vervalt, het CLT is zichtbaar in de woning	er valt budget vrij extra kosten extra kosten er valt budget vrij	€ 71.331,00 € -16.600,00 € -11.360,00 € 23.624,00
41 Tegelwerk Geen verschil	budget neutraal	
42 Dekvloeren Zwevende dekvloeren omzetten naar grindvloer systeem	extra kosten	€ -61.104,00
43 Metaal- en kunststofwerk Geen verschil	budget neutraal	
44 Plafond en wandsystemen Toevoegen 2 laags beplating op de CLT wanden ivm brandveiligheid (620 m2) Toevoegen 1 laags beplating op de CLT wanden ivm brandveiligheid (1024 m2) Toevoegen verlaagde plafonds ivm wegwerken installaties (628 m2)	extra kosten extra kosten extra kosten	€ -13.020,00 € -12.800,00 € -47.100,00
45 Afbouwtimmerwerk Geen verschil	budget neutraal	
46 Schilderwerk Toevoegen een 1 laags semi transparant verfysteem op de CLT wanden in de woning	extra kosten	€ -47.005,00
47 Binneninrichting Geen verschil	budget neutraal	
48 Behangwerk, vloerbedekking en stoffering Geen verschil	budget neutraal	
50 Loodgieterswerk Riool plaatsen in de grindvloer Leidingen ter plaatse van CLT kunnen aangebracht worden in fabrieksmatig aangebrachte sleuven	budget neutraal er valt budget vrij	€ 6.490,00
60 Verwarmingsinstallaties Geen verschil	budget neutraal	
61 Mechanische ventilatie Kanalen ophangen onder de vloer	extra kosten	€ -10.620,00
70 Elektronische installaties Leidingen ter plaatse van CLT kunnen aangebracht worden in fabrieksmatig aangebrachte sleuven	er valt budget vrij	€ 6.490,00
80 Liftinstallatie Geen verschil	budget neutraal	
Bouwplaatskosten De ruwbouw met kalkzandsteen en breedplaat neemt 130 dagen in beslag. Het CLT casco staat na 90 dagen. Door andere processen aan te passen aan het tempo van de CLT kunnen we 10 weken eerder opleveren.		
CLT-S heeft 90 dagen nodig voor het plaatsen van het casco Er is een minder zware kraan nodig Hulpmiddelen kalkzandsteen zijn niet meer nodig Hulpmiddelen breedplaatvloer zijn niet meer nodig	er valt budget vrij er valt budget vrij er valt budget vrij er valt budget vrij	€ 96.970,00 € 89.608,00 € 15.055,00 € 25.895,00
Precario Vanwege de kortere bouwtijd is er minder precario verschuldigd	er valt budget vrij	€ 21.623,00
Totaal		€ 1.161.274,75
Kosten CLT casco		€ 1.950.000,00
optimalisatie 5%		€ -97.500,00
Verschil netto		€ 691.225,25
staartkosten HSB		€ 84.329,48
Meerkosten CLT casco		€ 775.554,73

De directe bouwkosten komen hiermee voor het gebouw in CLT **ca. 10 % hoger** uit dan de kosten voor het traditionele gebouw in beton en kalkzandsteen. Met Djordy is de lijst ook nog eens zorgvuldig besproken en wij denken dat dit wel een feitelijk en “eerlijk” beeld geeft.

Het is nu heel belangrijk om naast de **bouwkosten** ook de **investerings- en de exploitatiekosten** voor de CLT variant door te rekenen. De eerdere huuropbrengsten, minder lang lopende financieringskosten, lagere onderhoudskosten en een hogere restwaarde zouden het verschil tussen traditioneel en CLT wel eens snel kunnen verkleinen....Djordy is daar heel positief over.

In de gesprekken over de bouwkosten is een aantal punten vaker naar boven gekomen, die ook hier nog even aandacht krijgen:

- Het oorspronkelijke ontwerp voor Blok 3 is in kalkzandsteen met breedplaatvloeren. Dit is zo'n beetje de goedkoopste manier van traditioneel bouwen die we kennen. Hiermee hebben we dus een moeilijke concurrent en is het een lastige race om te winnen. Als er meer prefab wanden of andere, duurdere vloersystemen in Blok 3 zouden hebben gezeten, is de verwachting dat de vergelijking snel anders zou zijn geweest.
- Door corona zijn de houtprijzen extreem hoog. Dat vertaalt zich uiteraard ook naar de opgave van CLT-S.
- Omwille het onderzoek hebben wij de verschijningsvorm van het gebouw nage genoeg gelijkgehouden (in het werk gemetselde buitengevels). Als we hier van af zouden zijn geweest en een prefab-gevelsysteem hadden bedacht, steigerloos en met een veel snellere bouwtijd, zou er ook iets anders onderuit de streep van de bouwkosten zijn gerold.
- De vraag die al eerder tijdens het onderzoek gesteld is, blijft een beetje knagen: Zou het voor de gevels haalbaar zijn om met een kolommen en balken structuur te werken (in CLT) waar vervolgens prefab, HSB gevels tegenaan worden gezet. Daarmee zou het bovenstaande punt misschien wel waar kunnen worden gemaakt, zonder te veel af te hoeven wijken van de oorspronkelijke verschijningsvorm....Reden om dat voor dit onderzoek niet te doen, was dat het CLT-casco dan niet meer voldoende stabiel zou zijn. Er zouden extra stabiliteitsvoorzieningen moeten worden gemaakt (denk bijvoorbeeld aan een betonnen kern en windverbanden).

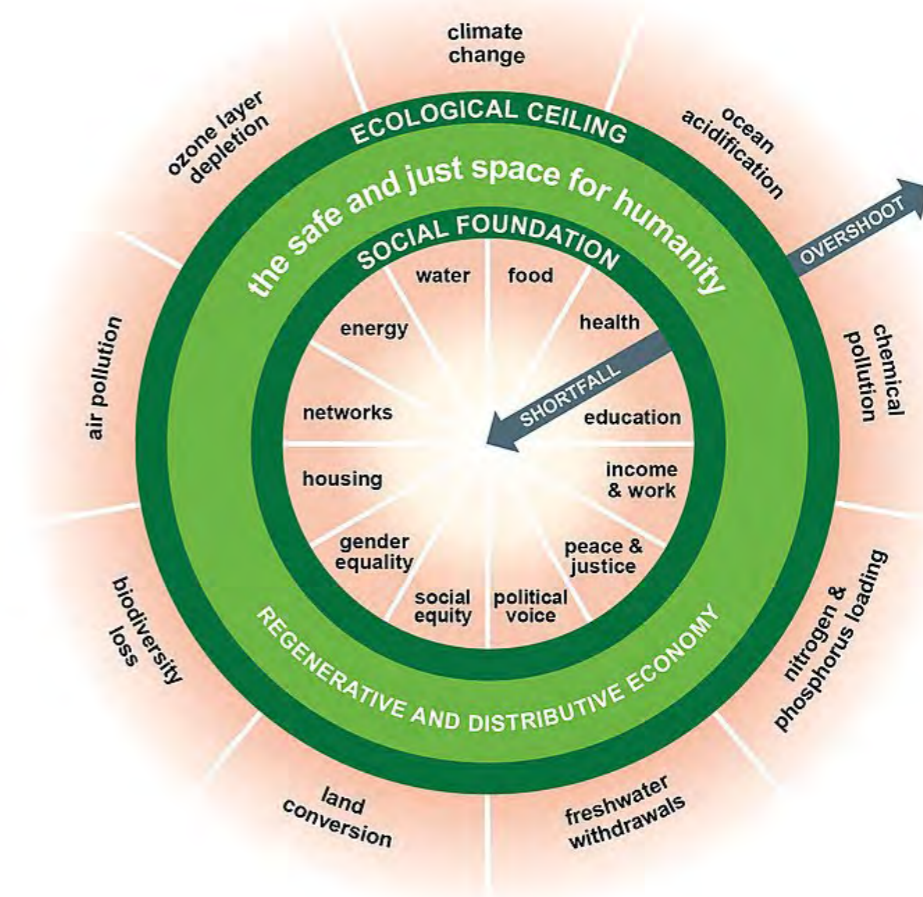
Next Steps

Binnenkort zal er een meeting plaatsvinden om met Ymere de investerings- en de exploitatiekosten onder de loep te nemen. Het wordt spannend om te zien aan welke knoppen er kan worden gedraaid....

Vervolgens zullen we met het hele team weer een bespreking organiseren om richting afronding van het onderzoek te gaan. De bedoeling is dan ook om een bezoek in te plannen bij CLT-S in Begie, nu dat weer mogelijk is!

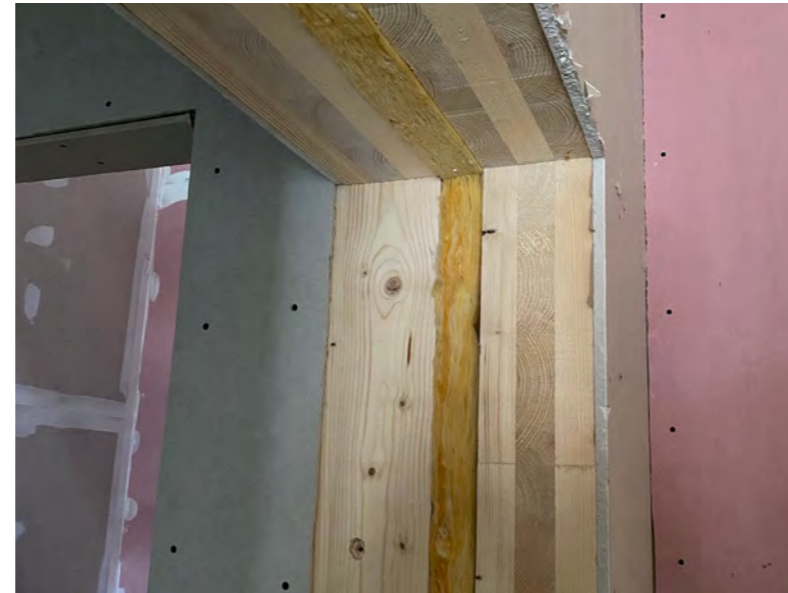
Wij willen graag een lijst met aanbevelingen en aandachtspunten gaan opstellen voor het bouwen met CLT, waarin de input van alle teamleden welkom is.

Wordt vervolgd!!!.....





CLT in het zicht (plafond), wanden met gipsplaat



woningscheidende wand



CLT caasco



CLT gevelelementen

06 // Excursie naar Lier (België)

Op woensdag 3 november zijn we met een groot deel van het onderzoeksteam op excursie geweest naar een project van CLT-S dat is uitvoering is in Lier. Het project behelst 71 appartementen, verdeeld over 3 bouwvolumes, bovenop een gezamenlijke parkergarage. Gaël en Teije hebben de groep rondgeleid en dat was heel boeiend en leerzaam. Na afloop hebben we gezamenlijk gelunched in het centrum van Lier en iedereen was geïnspireerd om in de nabije toekomst zelf gebouwen in CLT uit te gaan voeren!

Een aantal leuke weetjes het project:

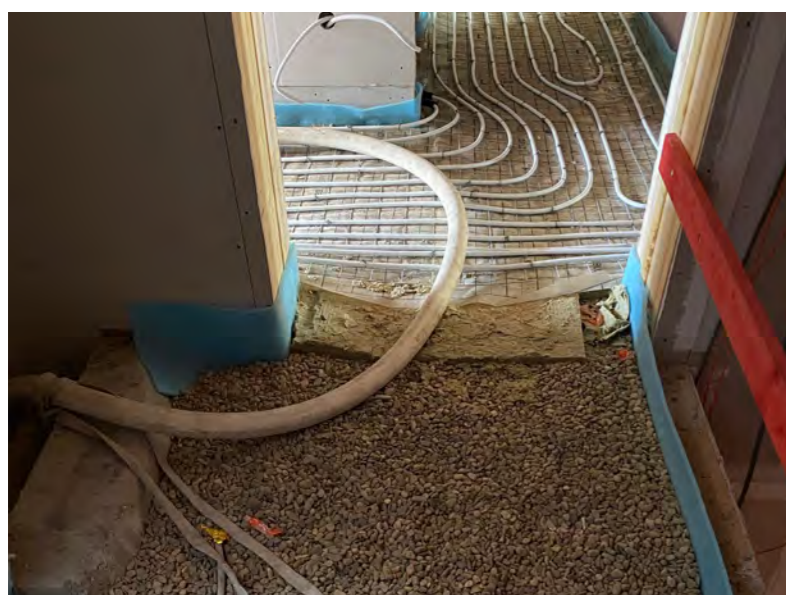
-Er zijn 8368 bomen gebruikt voor de 2375m³ CLT dat in het project zit. Minder dan een kwartiertje is nodig voor de teruggroei van dit aantal gebruikte bomen in duurzaam beheerde EU bossen.

- Door de gipsplaten gelijktijdig met de montage met de kraan van het CLT op de goede verdieping, in de juiste hoeveelheid in de juiste ruimte neer te leggen, is de prijs van het "gipsen" gigantisch verlaagd. Zo veel arbeid werd er traditioneel gerekend voor het sjuwen met die platen....

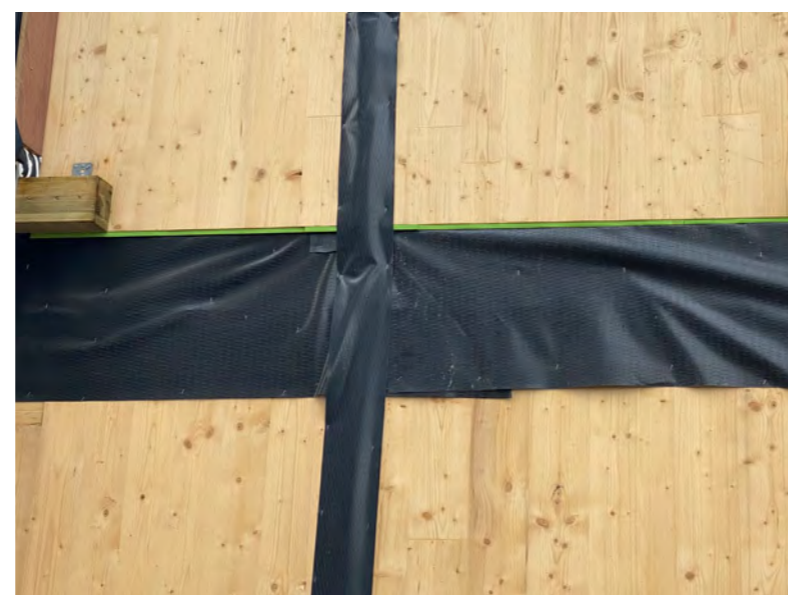
-Doordat er geen stempels onder de vloeren staan (zoals bij breedplaatvloeren van beton) kan na de montage van het casco gelijk begonnen worden met de afbouw.

-Stelkozijnen zijn door de maatvastheid van het CLT in principe overbodig. De kozijnen kunnen direct aan de CLT-elementen worden bevestigd.

- Door de maatvastheid van de prefab-elementen blijken er veel meevallers te zijn tijdens de uitvoering. Er is geen sprake meer van faalkosten vanwege de goede bouwvoorbereiding.



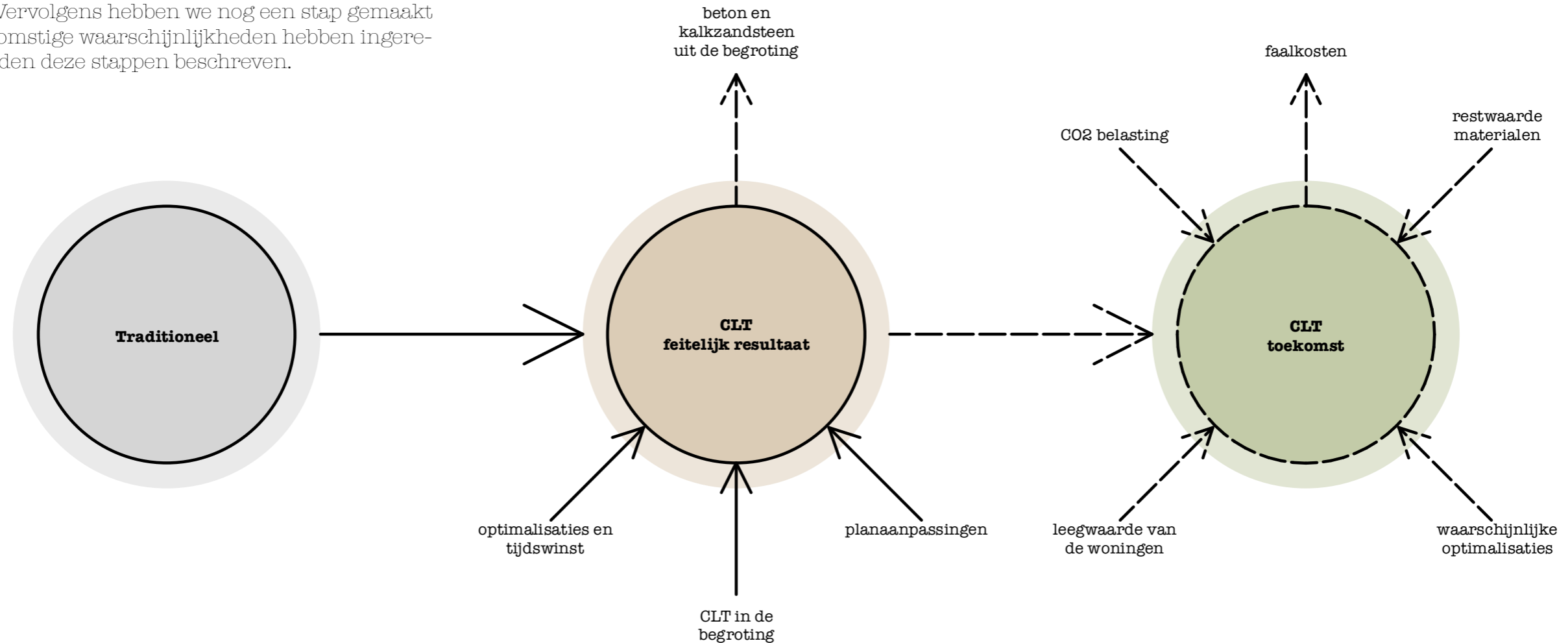
vloeropbouw met isolatie, verwarming en grind



acoustische ont koppeling (groene rubbers)

07 // De Financiële Paragraaf

Om een beeld te geven van hoe wij in dit onderzoek zijn omgegaan met de vragen over budgetten en begrotingen, hebben wij onderstaand schema gemaakt. Met het traditionele gebouw als uitgangspunt zijn wij gaan rekenen naar ons onderzoeksmodel in CLT. Uit deze eerste stap volgt de feitelijke vergelijking (zie eerder in dit blog). Vervolgens hebben we nog een stap gemaakt waarin we ook toekomstige waarschijnlijkheden hebben ingerekend. Verderop worden deze stappen beschreven.



Traditioneel:
De begroting van het uitgewerkte ontwerp voor Elzenhagen Blok 3 wordt gebruikt als startpunt.



4 meetings:
HSB
Ymere
CLT-S
NwA architecten
IGG Bouweconomie

CLT:
De verschillen (plussen & minnen) die we zijn tegengekomen, worden verwerkt in de begroting. Het gaat hier echt om het feitelijke resultaat van de vergelijking.



4 meetings:
HSB
Ymere
CLT-S
NwA architecten
IGG Bouweconomie

CLT toekomst:
Hier zijn de zeer waarschijnlijke toekomstige veranderingen en optimalisaties meegerekend. De aankomende CO2-tax is hier ook meegenomen.

07 // De Financiële Paragraaf

Stap-01: Vergelijking van de feitelijke bouwkosten

Als eerste stap in de kostenvergelijking van ons onderzoek hebben we gekeken naar de verschillen tussen het gebouw in beton/kalkzandsteen en het gebouw met een casco van CLT. Het gaat hierbij over de feitelijke bouwkosten. Hierbij is uitgegaan van lagere bouwplaats kosten vanwege een kortere bouwtijd van 10 weken, minder zware kranen en andere efficiëntie-slagen. Tegelijkertijd komen er ook kosten bij, zoals het afwerken van binnenwanden met gipsplaat. Zie voor het totale overzicht de vergelijking van HSB eerder in dit blog (september 2021).

Als al het beton en kalkzandsteen in het gebouw wordt ingewisseld voor CLT komen de extra bouwkosten uit op € 775 K excl. btw (ca. € 13 K per woning). Een plus in de feitelijke bouwkosten van zo'n 10%

Financieel kader Ymere

Binnen Ymere wordt voor nieuwbouw gestuurd op een rendementseis (IRR van 3,75%) en het aanvansrendement (BAR = 3,75%). De IRR is een rendementsberekening over een exploitatieperiode van 30 jaar. In de investeringskosten zitten naast de bouwkosten ook alle bijkomende kosten zoals de grond, BTW, rentelasten, léges, advieskosten e.d. De BAR geeft de relatie weer tussen de verwachte huur in het eerste jaar en de totale investering. Onderstaande tabel geeft de resultaten van de beide varianten weer.

	Bouwkosten per woning exclusief BTW	Investering per woning inclusief BTW	IRR Norm=3,75%	BAR Norm=3,75%
Gebouw Beton	€ 132.000	€ 219.000	4,42 %	3,8 %
Gebouw CLT	€ 145.000	€ 235.000	3,85 %	3,54 %

Concluderend: Vanwege de hogere investering scoort de CLT-versie op beide criteria slechter. Weliswaar wordt wél voldaan aan de rendementseis. Maar de BAR wordt niet gehaald.

Aangezien de IRR de investering over een lange termijn beschouwt, is het team van mening dat deze rekenmethode beter past bij de zoektocht naar een circulaire economie en het stemt positief dat die eis nu al wordt gehaald. Dat zal in de toekomst alleen maar meer ten gunste van CLT zijn.

Stap-02: Toekomstige waarschijnlijkheden

In deze stap van het proces hebben we verder gekeken dan sec de feitelijke bouwkosten en nagedacht en gepraat over wat er waarschijnlijk gebeurt als je daadwerkelijk met CLT gaat bouwen.

Om een zo zuiver en eerlijk mogelijk vergelijk te krijgen en om het risico te vermijden dat de CLT variant té rooskleurig wordt ingeschat, is een aantal (enigszins conservatieve) aannames gedaan. De verwachting van IGG Bouweconomie (adviseur bouwkosten) is dat het werkelijke verschil in investeringskosten weleens dichterbij elkaar zou kunnen liggen dan berekend. Daarom worden deze aannames hierna toegelicht.

CO₂-Belasting

Wij weten dat de CO₂-Tax eraan zit te komen en dat daarmee de betonprijzen omhoog zullen gaan. Bouwen met CLT wordt dan aantrekkelijker, en dan hebben we het hier nog niet eens over het CO₂ dat in gebouw zal worden opgeslagen. Voor een goed vergelijk hebben we de betonversie dan ook doorgerekend met een CO₂-belasting.

Uitgaande van in totaal 958.930 kg CO₂ en een CO₂ belasting die in Nederland in 2030 geldt van € 125,-/tonCO₂ komt je uit op zo'n **€ 120 K**

Coördinatie-kosten over het CLT casco

Binnen de huidige samenwerkingsvorm co-making zijn standaard percentages met elkaar afgesproken voor staartkosten. In de bouwkosten-vergelijking rekent HSB Bouw vooralsnog deze afgesproken staartkosten over de offerte van CLT-S. Het is niet ondenkbaar dat bij een bouwmethode met CLT in de praktijk een coördinatie vergoeding voor HSB bouw volstaat van ca. 5%. De opdrachtverstrekking gebeurt dan direct vanuit Ymere. CLT-S verzorgt de complete engineering; productie; transport; werkvoorbereiding en uitvoering (montage) van het CLT casco en komt als co-maker in het ontwerpteam direct aan tafel. HSB verzorgt de coördinatie, planning etc. Het definitieve percentage en de precieze rolverdeling zal in gesprekken met Ymere, co-maker en CLT leverancier nader moeten worden bepaald. De 5% die we voor nu hanteren, lijkt een redelijke aanname. Het CLT “uit de opdracht” van de hoofdaannemer/co-maker halen, is voor Ymere een grote stap, maar in het licht van co-making met verschillende partijen zeker niet ondenkbaar.

Het verschil tussen die 12% staartkosten en 5% coördinatievergoeding komt overeen met een bedrag van ca. **€ 130 K**

Lagere Stichtingskosten

Om van bouwkosten naar stichtingskosten te komen is er in de rekenmodellen van Ymere nu rekening gehouden met een opslag van 66% (dat is de investering inclusief BTW t.o.v. de bouwkosten exclusief BTW). Deze 66% wordt berekend over de totale bouwkosten en bestaat uit de volgende kostenposten:

- Bijkomende kosten, o.a.:
- Honoraria (planontwikkeling en begeleiding)
- Verzekeringen
- Risicoverrekening (bijvoorbeeld loon- en prijsstijgingen, faalkosten)
- Ontwikkelaarskosten
- Onvoorzien, o.a.:
- Programmawijzigingen
- Uitloop planning
- Belastingen / Léges
- Omzetbelasting
- Financieringskosten
- Rente

Voor nu is aangenomen dat de CLT variant geen financiële voordelen met zich mee brengt t.o.v. variant met steenachtige materialen. Echter, omdat het CLT casco volledig wordt geprefabriceerd en omdat de bouwtijd 10 weken is verkort, zou dit in praktijk kunnen (misschien wel moeten) leiden tot lagere risicoverrekeningen (want kortere periode van loon- en prijsstijgingen), lagere onvoorziene kosten (omdat vanaf het moment van produceren geen programma wijzigingen meer plaats kunnen vinden) en lagere financieringskosten (vanwege een minder lange looptijd van de financiering).

Deze kostenposten zijn lastig in te schatten omdat er nog weinig data beschikbaar is van gerealiseerde CLT projecten. IGG Bouweconomie schat in dat bovenstaande theoretische voordelen van houtbouw een bedrag vertegenwoordigen van ca. **€ 70 K** (8% over de bouwkosten).

Als we deze gegevens invullen in het staatje van de BAR en de IRR, gebeurt het volgende:

	Bouwkosten per woning exclusief BTW	Investering per woning inclusief BTW	IRR Norm=3,75%	BAR Norm=3,75%
Gebouw Beton (+CO2tax)	€ 134.000	€ 221.000	4,32 %	3,75 %
Gebouw CLT - 2.0	€ 142.000	€ 229.000	4,03 %	3,62 %

Concluderend: Met de toekomstige waarschijnlijkheden ingerekend, worden de verschillen al een heel stuk kleiner. De IRR norm wordt gehaald en de BAR bijna. Het onderzoeksteam verwacht dat dit in de toekomst alleen maar beter uit zal gaan pakken voor gebouwen in CLT.

Opbrengsten

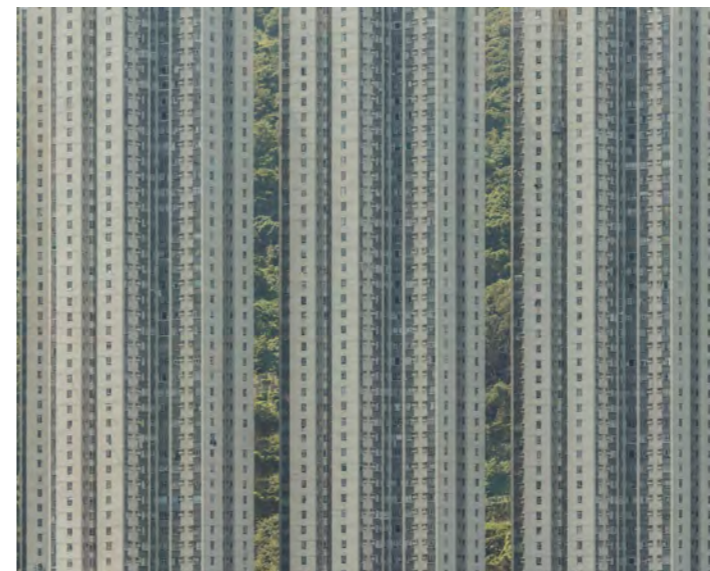
Vooralsnog hebben we aan de kostenkant gerekend en geoptimaliseerd, waarbij we alles uitdrukken in de waarde van geld. We moeten niet vergeten ook naar de opbrengsten te kijken.

Grootste meerwaarde van het toepassen van CLT is dat er geen CO₂ wordt uitgestoten maar wordt opgeslagen. Maar dat is helaas niet iets dat de opbrengsten / de huurniveaus voor de sociale woningen, beïnvloedt. Dus daar zit vooralsnog in de business case van CLT geen voordeel. Het is goed denkbaar dat CO₂ opslag in de toekomst zal worden beloond, net zoals uitstoot steeds vaker wordt belast.

Aan de kant van de opbrengsten zou gerekend kunnen worden met opbrengsten uit restwaarde. Omdat de hoofddraagconstructie van een woongebouw een technische levensduur kent van 100 jaar, is het effect op de business case van een woningcorporatie gering.

In de IRR berekening van Ymere is geen onderscheid gemaakt tussen de exploitatielasten van de CLT variant t.o.v. de steenachtige variant. In praktijk worden hier verschillen verwacht vanwege andere afschrijvingskosten (bepaald door boekwaarde en restwaarde) en een gunstiger end-of-life scenario (gemakkelijker demonteren en hergebruiken).

In de exploitatiemodellen wordt door Ymere gerekend met een leegwaarde. Dat wil zeggen de waarde per vierkante meter indien er op termijn zou worden gekozen voor verkoop. In het onderzoek hebben wij ons afgevraagd of mensen eventueel bereid zouden zijn om meer te betalen voor een duurzame woning van hout. Wij denken van wel, maar dit is verder niet meegenomen in de berekeningen.



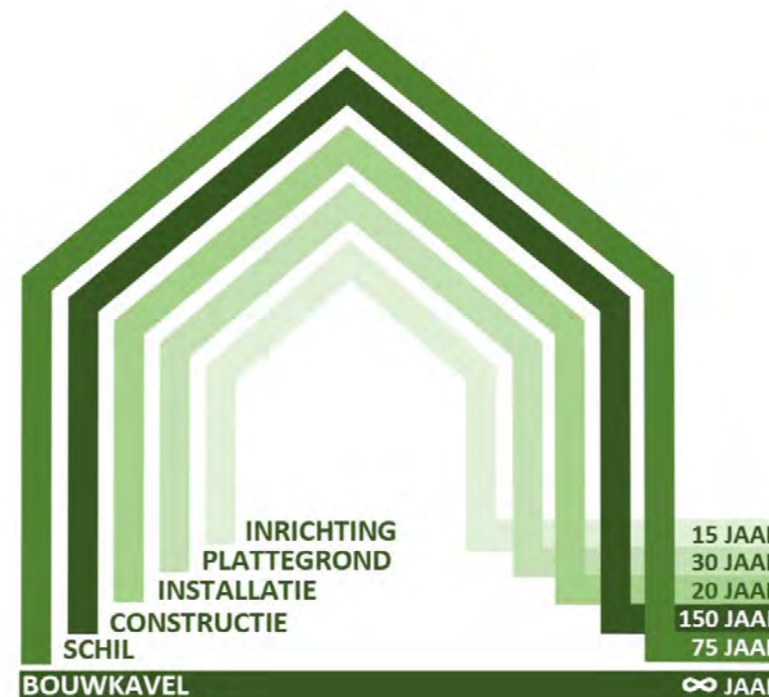
Overwegingen bij de financiële paragraaf

In dit onderzoek hebben we geprobeerd om binnen dezelfde kaders (beeldkwaliteit, programma, ...) het gebouw in Elzenhagen Zuid te maken in CLT. Het team is ervan overtuigd dat als vanaf het begin van het proces voor CLT wordt gekozen het verschil in bouwkosten kleiner kan worden. Bijvoorbeeld door de gevel net als het constructiemateriaal in prefab uit te voeren, waarmee ook de bouwtijd verder kan worden verkort.

Tegelijkertijd is nu een vergelijking gemaakt tussen misschien wel de goedkoopste constructievariant (kalkzandsteen en breedplaat) en de duurste constructievariant (CLT). Het is niet realistisch dat het verschil in stichtingskosten op korte termijn wordt overbrugd. Er zijn echter behoorlijk wat mogelijkheden om het prijsverschil te doen verkleinen. Daarnaast zorgen toekomstige CO₂ heffingen en CO₂ credits (voor opslag van koolstof in houtconstructies) en het opschalen van houtleveranciers er waarschijnlijk voor dat er in de nabije toekomst geen verschil meer zal zijn in de stichtingskosten.

Er zijn al CLT leveranciers die 30% van de aanschafprijs als “terugkoop-garantie” geven aan het einde van de levensloop van het gebouw. Restwaarde en circulariteit worden nog niet meegenomen in de rekenmodellen. In de transitie naar een cyclische economie lijkt het ons verstandig om geleidelijk ook de rekenmodellen hierop aan te passen.

Als we de projectkaders loslaten zien wij ook kansen om op verlagings van de investering te sturen door goed te kijken naar het programma, doelgroep en de gbo/bvo verhouding van het gebouw. Voor dit onderzoek hebben we dat bewust niet gedaan om “appels met appels” te blijven vergelijken.



08 // Aanbevelingen

We zijn nu aan het einde gekomen van het onderzoek...

Veel gepraat, gelezen, gevraagd, getekend en vooral heel veel geleerd.

Als afsluiting staat hieronder (in willekeurige volgorde) nog een aantal aanbevelingen vanuit het onderzoeksteam voor als het moment daar is dat CLT in de praktijk wordt gebracht.

- Er zijn veel mythes rondom bouwen met hout over bijvoorbeeld brand en geluid. In dit onderzoek hebben we gezien dat deze grotendeels onwaar zijn. Een leuk boekje voor de geïnteresseerde lezer hierover is: **Houtbouwmythes Ontkracht** (Het onderscheid tussen fabels en feiten) van het Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions.
- Een ander onmisbaar naslagwerk dat wij veel hebben geraadpleegd gedurende het onderzoek is **Tomorrow's Timber** van Pablo van der Lugt. Een must-read voor iedereen die met CLT aan de gang gaat.
- Maak de keuze voor CLT snel bespreekbaar met de opdrachtgever/bouwer, zodat voor iedereen duidelijk is dat hierop wordt ingezet.
- Uitleggen/vaststellen dat er vanuit een CLT casco wordt ontworpen. En niet naar iets anders kijken. Dus niet terugtekenen en rekenen vanuit een betonnen start.: Volledig commitment voor CLT hebben van het team.
- De CLT engineering de regie geven (mogelijk in samenspraak met de hoofdconstructeur bij een onderbouw zoals een kelder) voor de randvoorwaarden voor het casco. De architect en overige adviseurs moeten binnen deze randvoorwaarden blijven.
- Bij het eerste werk met beproefde concepten willen werken. Dus niet CLT kiezen (wat al vooruitstrevend is), en dan ook nog pionieren met exotische installatieconcepten of ingewikkelde constructies om overkluizingen of uitkragingen mogelijk te maken. Maak het niet gelijk té ingewikkeld.
- Houtbouw vraagt om een andere aanpak in het ontwerpproces dan traditionele bouw; in een vroeg stadium wordt veel engineering vereist en moet er vanuit het bouwsysteem en de integrale efficiëntie worden gedacht. Er zit hierdoor meer tijd en aandacht in de voorbereiding en planning, maar die haal je ruimschoots in op de bouwplaats. De traditionele fasering van SO, VO, DO enzovoorts krijgt een andere invulling.
- Voor de MPG en de BENG berekeningen mogen we er vanuit gaan dat er in de nabije toekomst wel degelijk “rekenwinsten” behaald zullen worden, omdat de rekenmethodes meer naar CLT toegeschreven gaan worden.
- Ontwerp de draagstructuur op basis van de CLT ‘spelregels’. Op die manier wordt het CLT zo optimaal mogelijk ingezet.

- Neem het ontwerpen en toepassen van geprefabriceerde onderdelen mee voor andere onderdelen van het gebouw dan alleen het casco.
- Kies een gevelsluiting die mee kan in de bouwsnelheid van het casco. De afbouw kan dan snel aanvangen en de totale bouwtijd wordt dan gereduceerd.
- De winst op bouwtijd zal groter zijn bij een gebouw met 5 tot 10 bouwlagen, echter zijn er boven de 20 meter ook extra brandeisen. Kies een optimale bouwhoogte.
- De bouwlocatie en de route naar de bouwplaats moet geschikt zijn voor het transporteren van grote elementen.
- Installaties komen deels onder de vloer, plaats de badkamer, toilet en keuken zo centraal mogelijk rondom de installatieruimte.
- Balkons zijn op te lossen, maar hebben ook een beperkende factor. Een project met woningen kleiner dan 50m² zonder balkons zou makkelijker financieel haalbaar te krijgen zijn.
- Durf het hout te laten zien! Vanuit de traditionele verwachtingspatronen komt het nog voor dat er niet noodzakelijke gipsbeplating wordt toegevoegd.
- Naast alle kennis en kunde die nodig is om deze materialen-transitie in de bouw te realiseren is er ook iets anders dat aandacht nodig heeft: Op nuance maar toch erg belangrijk is de manier van samenwerken met alle partijen wel echt anders. Meer transparantie tussen alle partijen op alle vlakken en zeker op financiën is nodig om al vroeg in het proces meer helderheid te hebben en beter te kunnen sturen. Dit ook omdat prefab bouwen betekent dat er veel meer belangrijke keuzes vroeg in het ontwerp-proces gemaakt worden. Partijen zijn hechter met elkaar verbonden en zullen elkaar meer moeten vertrouwen. Het alom bekende Bouwteam of Co-making krijgt een nieuwe lading en vraagt om een diepere laag van vertrouwen. Projecten in hout zullen minder succesvol zijn als wij bovenstaande niet ambiëren en gaan realiseren.

Tijdens een van de meetings herinnerde Djordy ons eraan hoe het rond het jaar 2000 ging, toen we nog jaren alles aan het terugrekenen waren van Euro's naar Guldens. Dat is een mooie metafoor voor hoe wij dit onderzoek hebben aangepakt. Nog met één been in het verleden en het andere alvast in de toekomst, blijkt ook best een spagaat. Wij menen dat dit snel bij zal trekken en dat we met beide voeten stevig op de grond, in de tegenwoordige tijd al CLT gebouwen kunnen gaan realiseren.

Towards a better quality of life through prefabricated construction

There is no doubt that contemporary off-site construction is radically changing the rules of architectural design; with prefabrication, buildings can leave behind rigid, highly invasive and risky methods that damage the environment and are unable to adapt to diverse conditions in a rapidly changing world. By integrating digital, precise and collaborative technologies with innovative, lightweight and high-performance materials, architects can deliver an appropriate response to environmental, economic and societal challenges. From a social point of view, they can provide greater equity in access to housing by offering cheaper, higher quality solutions that adjust to people's diverse needs, even in urban environments difficult to access. From a design point of view, architects can escape conventional methods, among them former modular solutions, to adopt a digitalized prefabrication technique with greater flexibility. In this way, buildings that respond to housing shortages can still be adapted to various needs.

Therefore, it is essential to continue exploring diverse and innovative off-site solutions in an effort to contribute to a more sustainable and creative world – and thus move towards a better architecture and a better global quality of life.

Valeria Montjoy / ArchDaily