



BIJLAGENBOEK

Hoogbouw in hout de
toekomst?

Hoogbouw in hout de toekomst?

“Welk houtbouwsysteem is het meest efficiënt in het verminderen van de stikstofdepositie ten opzichte van traditionele bouwsystemen?”

Auteur:

Nico Bakker
Ravelstraat 6
3906 CN, Veenendaal
Tel: +316 31053267
Studentnr: 1703429
Email: nico.bakker@student.hu.nl
Email: nico_bakker@live.nl

**Onderwijsinstelling:**

Hogeschool Utrecht
Faculteit Natuur & Techniek
Padualaan 99
3584 CH, Utrecht
Postbus 182
3500 AD, Utrecht
Tel: 088 481 81 81

1^e Begeleider: Jan Verdonk
Onderzoeker
Instituut voor Gebouwde
Omgeving

2^e Begeleider: Wim Makken
Docent Civiele Techniek
Faculteit Natuur &
Techniek
Instituut voor Gebouwde
Omgeving

**Praktijkbedrijf:**

Ingenious
Turbinestraat 8C1
3903 LW Veenendaal
Postbus 711
3900 AS Veenendaal
Tel: 0318 – 55 19 60
Email: info@ingenious.nl

Begeleider: Johan van den Essenburg

Eigenaar Ingenious
+31 628901926

johan@ingenious.nl

ingenious

Inhoudsopgave

Bijlage 1 – Interviews experts	4
Interview Johan van den Essenburg.....	4
Interview Jaap Kok	7
Interview Jules Smit.....	9
Interview Thomas Everink.....	11
Bijlage 2 - Inventarisatie houwbouw systemen.....	15
Traditionele houtskeletbouw (HSB)	16
Paal&balk systeem.....	21
Logbouw	24
Cross Laminated Timber (CLT).....	28
Houtstructuur bouw.....	34
Bijlage 3 – Toelichting casus	36
Bijlage 4 - Multicriteria analyse.....	38
Toetsing variant 1 “CLT GEBOUW met betonkern”	39
Toetsing variant 2 “Houtstructuur bouw”	41
Bijlage 5 – Toelichting criteria.....	44
Bijlage 6 – Tabellen input AERIUS-berekening.....	45
Bijlage 7 – AERIUS Berekeningen.....	46
Bibliografie.....	47

Bijlage I – Interviews experts

Interview Johan van den Essenburg

De geïnterviewde is Johan van den Essenburg, eigenaar van Ingenious en opdrachtgever voor de casus “Entreegebouw”

Geïnterviewde: Johan van den Essenburg (JE)

Interviewer: Nico Bakker (NB)

Datum: 14 april 2020

NB: Jullie zijn een projectontwikkelaar die de uitvoering uitbesteden aan een aannemer, in dit geval willen jullie het Entreegebouw realiseren in een houtbouw methode, hebben jullie hier al ervaring mee?

JE: *Nee, wij hebben nog geen ervaring met houtbouw methodes. Wij hebben er al wel veel overgelezen en al voorbeelden van bekeken, en het is meer ingegeven, gelet op de huidige situatie met de milieuproblematiek op diverse vlakken dat we naar een ander bouwsysteem willen dan traditioneel met beton en staal en vandaar dat wij gekozen hebben om een pilotproject entreegebouw in hout te willen ontwikkelen.*

NB: Dat is al redelijk een antwoord op de volgende vraag: Waarom wilt u het entreegebouw in een houtbouw methode uitvoeren? Heeft het stikstofbeleid hier invloed op gehad?

JE: *Ja, stikstofbeleid heeft hier invloed op gehad. Dat is de wel de reden waarom we der versneld voor gekozen hebben om naar een houtbouwconcept te gaan, klopt.*

NB: Wat zijn de uitgangspunten van het entreegebouw voor het kiezen van een houtbouw methode?

JE: *Uiteindelijk toch het duurzame karakter van hout, voornamelijk de productie van het hout materiaal is natuurlijk een duurzamer dan productie van staal of beton, en de verwerking kan ook op een duurzamere manier plaatsvinden dan van staal of beton, en dat is uiteindelijk de keuze geweest.*

NB: Is het al bekend welke houtbouw methode toegepast gaat worden in de casus Entreegebouw? Zo ja, welke bouwmethode heeft uw voorkeur? En waarom?

JE: *Nee is nog niet bekend welke houtbouwmethode, waarschijnlijk wordt het wel, zoals je net zelf al zei, een hybride variant waarbij de begane grondconstructie van beton willen maken voor de stabiliteit, en daarnaast de houtbouw methode is nog niet definitief bekend maar het zal een combinatie worden, verwachten we, van CLT met traditioneel houtskeletbouw.*

NB: De bouwmethodes worden met elkaar vergeleken op economische haalbaarheid, esthetica, duurzaamheid, technische haalbaarheid, veiligheid en transport. Wat zijn voor jullie de belangrijkste criteria van een houtbouw methode voor het concept? Waarom?

JE: *Er is niet een specifieke belangrijke punt, het is eigenlijk de combinatie van allemaal punten die je opnoemt. Het is een stukje logistiek waar je voordeel kan halen tijdens de bouw. Je kunt natuurlijk naast logistiek kun je ook sneller bouwen, maar wat natuurlijk ook een voordeel is, is waar wij het net al over gehad hebben; dus het duurzame karakter.*

NB: Ja, dus in dit geval zal duurzaamheid wel iets zwaarder wegen dan bijvoorbeeld esthetica, of?

JE: *Nee vooral duurzaamheid is uiteindelijk wat de keus wel ingegeven heeft.*

NB: Voor bepaalde houtbouw methodes is extra expertise vereist, hebben jullie al enige voorkeuren voor bepaalde experts?

JE: *Nee geen voorkeuren voor, nee*

NB: Zijn er al wel experts benaderd?

JE: *Ja, er zijn experts benaderd. Er is een houtleverancier die een dealer is van een bepaald houtproduct, een CLT-product. En wij hebben een vaste constructeur, wel is waar niet als expert, maar die wel een belangrijke rol heeft in het ontwerp.*

NB: Een hoogbouw houtbouwconcept opzetten is lastig, Waar zit voor jullie de uitdaging?

JE: *De uitdaging zit vooral in de technische uitvoerbaarheid, dus de constructieve draagkracht, de stabiliteit, de brandveiligheid, geluid, die zaken zijn vooral een uitdaging, en dat komt vooral omdat er relatief weinig kennis over beschikbaar is.*

NB: Andere vraag, Hoe heeft de stikstof crisis invloed gehad op uw werk? Heeft dit nog bepaalde gevolgen gehad voor de uitvoering?

JE: *De uitvoering voor alsnog niet, dat loopt gewoon door, dat is gewoon doorgegaan. Het enige waar wij wel wat van gemerkt hebben is de doorlooptijd van vergunning afgifte. Dus wat dat betreft hebben wij het wel gemerkt in vertraging, maar niet tijdens de uitvoering. Vooral in het vergunningetraject en het ontwikkeltraject.*

NB: Hoe voeren jullie een stikstofberekening uit voor toekomstige projecten?

JE: *Dat doen wij via een adviesbureau die wij daar standaard voor inschakelen, Buro SRO uit Arnhem. Die maken een AERIUS-berekening.*

NB: U gaf al aan, waarschijnlijk wordt er een hybride bouwsysteem toegepast. Zal het ook toegepast worden als het niet ten goede komt voor de stikstofuitstoot van een project?

JE: *Ja, want een hybride systeem waarbij hout gebruikt wordt is nog altijd beter voor de stikstofuitstoot of gunstiger voor de stikstofuitstoot dan een staal of een betonsysteem.*

NB: Dan zijn we al bijna bij het einde van dit interview, Is het toepassen van een traditionele bouwmethode nog mogelijk? Zo ja, wat is jullie opinie daarvan?

JE: *mogelijk of onmogelijk?*

NB: Mogelijk

JE: *Ja, dat is mogelijk. Kijk uiteindelijk is het streven om het in een houtbouw methode te doen is er zeker. Alleen wij moeten natuurlijk wel economisch blijven kijken. Dus ja, dat behoort nog zeker tot de mogelijkheden, als zo meteen namelijk blijkt dat het buiten proportioneel duur is, dus economisch niet haalbaar, dan zal er toch een besluit moeten komen dat wij het niet doen. Wij moeten wel economisch blijven kijken. Maar we zullen er zeker naar streven om het economisch haalbaar te maken. Vandaar dat wij de constructeur er nu al bijgehaald hebben.*

NB: Denken jullie dat dit nog zou goedgekeurd worden ondanks het stikstofbeleid?

JE: *Ja dat denken wij dat dat zeker mogelijk is ja*

NB: Laatste vraag. Wat is jullie mening met betrekking tot dit onderzoek?

JE: *Ja onze mening is dat het zinvol is om reden dat het voor ons ook een nieuw bouwsysteem is, en wij zien daar een toekomst in. Dus dit onderzoek kan ons helpen om makkelijker en betere keuzes te maken om het houtbouwsysteem in de toekomst meer toe te gaan passen.*

N: Helemaal goed, dan wil ik u vriendelijk bedanken voor uw tijd en dit waren de vragen!

J: *Geen dank!*

Interview Jaap Kok

De geïnterviewde is Jaap Kok, houtbouw expert en medewerker bij Laminated Timber constructions.

Geïnterviewde: Jaap Kok (JK)

Interviewer: Nico Bakker (NB)

Datum: Vrijdag 3 april 2020

NB: Jullie zijn een bedrijf die werken met gelamineerd houten constructies, hebben jullie al veel ervaring met het toepassen van hout in de hoogbouw?

JK: *Laminated Timber Solutions is de ervaren partner voor uw dragende houtstructuur opgetrokken in gelijmde houtconstructies. Wij berekenen, ontwerpen, produceren en monteren dragende houtstructuren voor de professionele markt. Aannemers, architecten en bouwheren vertrouwen al meer dan 60 jaar op onze knowhow en ervaring. Dankzij onze expertise op het vlak van engineering, productie en montage bouwen we o.a. sportcomplexen, woonontwikkelingen en bedrijfsgebouwen die voldoen aan de hoogste eisen.*

NB: Op de markt is het paal&balk systeem en het bouwen met massieve meerlagige houten platen (ook wel CLT genoemd), wat is nou precies het verschil tussen beide bouwsystemen?

JK: *Het verschil zit echt in de constructie.*

NB: Is het paal&balk systeem toepasbaar in houtbouw?

Zo nee, wat zou de maximale bouwhoogte zijn met dit systeem?

Zo ja, moet er een combinatie gemaakt worden met CLT platen?

JK: *Ja, er wordt verwezen naar het artikel wat gestuurd is “De houtconstructeur 2019” hierin staan voorbeelden van gebouwen met gelamineerde liggers. Hierbij is ook een voorbeeld van CLT opgenomen.*

NB: Het bouwen met CLT wordt al toegepast in de hoogbouw, denkt u dat het in de toekomst nog meer zal toegepast worden?

JK: *Zeker en je ziet al voorbeelden, ook in Nederland nu, maar vaak zijn het nog combinaties, Bijvoorbeeld het gebouw HAUT in Amsterdam, daar zit ook heel veel, niet hout in. Het kan een liftkoker zijn die als kern fungeert. Ik zet mij daar niet tegen af, maar wat jij eigenlijk bedoelt, en dat zie je ook in het buitenland, is echt een gebouw die vanaf de betonnen fundering in hout wordt opgebouwd en in dit geval is het 4 á 5 verdiepingen, maar het kan ook veel hoger in een project. Het meest relevante project in Rotterdam wat toch wel gebouwd zal worden denk ik, ik zal zo een plaatje doorsturen.*

NB: Een hoogbouw houtbouwconcept opzetten is lastig. Waar zit voor jullie de uitdaging?

JK: *Dat is echt wel akoestiek binnen het gebouw.*

NB: In Nederland is het stikstofbeleid aangescherpt wat betekent dat nieuwbouwprojecten getoetst moeten worden op stikstof uitstoot voordat er gestart mag worden. Bij traditionele hoogbouw projecten in stedelijk gebied komt veel uitstoot vrij wat soms de start van een project zou kunnen stoppen, zouden projectontwikkelaars en/of aannemers sneller kiezen voor het uitvoeren van hoogbouw in hout om projecten toch een doorgang te geven?

JK: *Ja als je ziet al bijvoorbeeld het aantal transport bewegingen wat je beperkt en de bouwsnelheid, de bouwtijd en zo kan je doortrekken en bijvoorbeeld in een stad als Brussel, daar moet je maar eens op googelen, daar worden die eisen al heel concreet al langdurig gesteld en zo wordt er invulling aan gegeven.*

NB: Zijn de materiaalkosten in een hoogbouw project met CLT hoger dan met bijvoorbeeld traditioneel bouwen? Zijn de kosten van de uitvoering met CLT dan ook hoger, of lager dan bij traditioneel bouwen?

JK: *De materiaalkosten zijn 10 tot 30 procent hoger, en de uitvoeringskosten zijn lager bij de juiste partij! Wanneer een projectontwikkelaar naar een aannemer gaat die geen ervaring heeft met houtbouw, kan er 30 tot 50% extra kosten bovenop komen omdat de aannemer geen ervaring heeft met de materialen.*

NB: Zijn de materiaalkosten in een hoogbouw project met CLT hoger dan met bijvoorbeeld traditioneel bouwen

JK: *Die zijn lager. Alleen wat er veelal gebeurd is dat een projectontwikkelaar de houtbouw traditioneel op de markt aanbieden. Daar reageren een aantal bouwbedrijven op en die gaan dan alsnog naar een houtbouw bedrijf om daar een offerte op te vragen. De bouwbedrijven die gooien vervolgens nog eens 30 tot 50% boven op de prijs, omdat ze geen ervaring hebben met de houtbouw en daardoor een groter risico lopen.*

Wat er dus uiteindelijk gebeurd is, dat de prijs alsnog hoger wordt en hierdoor ook de aanbesteding duurder wordt.

Dus wat je het beste kan doen is dat je samen van tevoren het plan gaat ontwikkelen. Dus je trekt er gelijk constructeur, een expert voor de akoestiek en een houtbouwer. Die houtbouwer laat je de volledige engineering doen van het gebouw, en dan kan je het gebouw altijd nog aanbesteden, maar dan geef je als projectontwikkelaar aan dat je een prijs wilt voor alles behalve het houtbouw gedeelte.

Hierdoor weet namelijk de projectontwikkelaar de prijs van de houtbouw, en de houtbouwer neemt het risico over van dit onderdeel. Nou voor de aanbesteding reageren dan bijvoorbeeld 3 à 4 aannemers, die zelf dan ook blij zijn omdat hun risico weggenomen is van het onbekende bouwen met hout.

NB: Nou hartelijk bedankt voor alle informatie! Ik heb verder geen vragen meer en wens u een fijne dag!

JK: *Ja geen probleem, fijne dag!*

Interview Jules Smit

De geïnterviewde is Jules Smit, Hout constructeur bij adviesbureau Lünig

Geïnterviewde: Jules Smit (JS)
Interviewer: Nico Bakker (NB)
Datum: Donderdag 24 april 2020

NB: Jullie zijn een bureau die werken met gelamineerd houten constructies, hebben jullie al veel ervaring met het toepassen van hout in de hoogbouw?

JS: Wij hebben al enige ervaring in hoogbouw: vrij recent is de nieuwbouw voor het kantoor van De Triodosbank in Driebergen – Zeist in gebruik genomen. Dit is een volledig houten kantoorgebouw met 6 verdiepingen

NB: Op de markt is het paal&balk systeem en het bouwen met massieve Meerlagige houten platen (ook wel CLT genoemd), wat is nou precies het verschil tussen beide bouwsystemen?

JS: Het paal&balk systeem heeft balken met een kolommen. Hierbij is het frame als draagconstructie met vloeren en een invulling met niet dragende wanden en vloeren die aan dit frame worden aangesloten. Deze hoeven niet per se van hout te zijn. Bij een CLT-gebouw zijn wanden en vloeren als massieve dragende onderdelen (schijven) uitgevoerd. Vergelijkbaar met een prefab betonnen bouwsysteem.

NB: Is het paal&balk systeem toepasbaar in de hoogbouw?

Zo nee, wat is dan de maximale bouwhoogte die mogelijk is met dit systeem?

Zo ja, moet er een combinatie gemaakt worden met CLT-platen?

JS: Ja b.v. Mjosa toren in Noorwegen. Daarnaast kan er een combinatie gemaakt worden met CLT-platen, maar dit hoeft niet per se.

NB: Heel veel gebouwen worden aangeboden als houtbouw, maar zijn eigenlijk hybride gebouwen. Is een hybride bouwmethode noodzakelijk om hoogbouw in hout te realiseren?

JS: In principe niet, Hiervan is de Mjøstårnet toren in Noorwegen ook een goed voorbeeld van want hier zit alleen maar hout in verwerkt en verder helemaal geen betonkern of stalen skelet. Het is dus niet per se nodig om een hybride constructie bouwmethode toe te passen. Er moet van tevoren gewoon goed gekeken worden naar “hoe houd je bij grote hoogtes de stabiliteit binnen de perken, dat gebeurt op heden vaak met een of meerdere betonnen kernen of een staalskelet. Bij de Mjøstårnet toren is een houtenskelet toegepast met in de gevels stabiliteitsverbanden. Het is dus nogmaals niet per se noodzakelijk zolang je in het systeem maar voldoende stijfheid creëert.

NB: Het bouwen met CLT wordt al toegepast in de hoogbouw, denkt u dat het in de toekomst nog meer toegepast zal worden in de hoogbouw?

JS: Ja, een voorbeeld is het Triodos bankgebouw waar wij ondanks aan hebben gewerkt. In dit gebouw is ook de kern in CLT uitgevoerd.

NB: Wat is de maximale bouwhoogte van CLT in Nederland? Er wordt gezegd dat in Nederland gebouwen maar tot een maximale hoogte gaan van 6 lagen met CLT i.v.m. de brandeisen. Klopt dit?

JS: Voor de brandeisen maakt dit niet uit, voor alle bouwsystemen of het nu hout is of beton, je hebt altijd te maken met de wetgeving rond brandwerendheid. Het is namelijk een wettelijke eis als je boven de 13 meter komt moet de constructie namelijk 120 minuten brandwerend zijn. Dit betekent dat de constructie ten minste 120 minuten moet blijven staan wanneer het in brand staat. En deze eis is in hout ook te regelen. Het is dus niet zozeer dat de brandwerendheid die voor de maximale hoogte van CLT een maat is. Het kan wel zijn dat je wat meer hout moet plaatsen om de brandwerendheid eis te voldoen of dat je de constructie wat beter brandwerend bekleedt.

NB: Een hoogbouw houtbouwconcept opzetten is lastig. Waar zit daarin de uitdaging?

JS: Waarom is dat lastig? Want de uitdaging zit vooral in de onbekendheid bij de opdrachtgever. Hij moet bereid zijn te investeren in een voor hem onbekend bouw materiaal. Het is inderdaad ook nog niet zo vaak gedaan, en daarom zijn ze bang dat ze nu meer risico lopen. Want het vraagt nogal wat van een opdrachtgever.

NB: In Nederland is het stikstofbeleid aangescherpt wat betekent dat nieuwbouwprojecten getoetst moeten worden op stikstof uitstoot voordat er gestart mag worden met het bouwen. Bij traditionele hoogbouw projecten in stedelijk gebied komt veel uitstoot vrij wat soms de start van een project zou kunnen stoppen, zouden projectontwikkelaars en/of aannemers sneller kiezen voor het uitvoeren van hoogbouw in hout om projecten toch een doorgang te geven?

JS: Ja, er zijn op dit moment al voorbeelden van bouwwerkzaamheden die wel opgestart mogen worden omdat ze geen aanvullende stikstof uitstoten – houtbouw in combinatie met elektrisch aangedreven materieel – transport (fauna opvang Doorwerth) die bij uitvoering in een ander bouw materiaal geen vergunning zouden hebben gekregen.

NB: Zijn de materiaalkosten in een hoogbouw project met CLT hoger dan met bijvoorbeeld traditioneel bouwen

JS: Dat is mij niet bekend.

NB: Zijn de kosten van de uitvoering met CLT dan ook hoger, of lager dan bij traditioneel bouwen?

JS: Op dit moment zijn de kosten ca. 5-10% hoger, Dit zijn de cijfers die nu uit de praktijk blijken, er zijn een hoop mensen die zeggen dat het gelijk of zelfs minder is, maar hierbij is het wel van belang dat het in prefab wordt uitgevoerd om de kosten laag te houden.

Bij traditioneel bouwen is het risico lager, omdat de opdrachtgever weet wat de prijzen zijn per m2 bouw. Wanneer er toch gekozen wordt voor hout, wordt er vaak wat meer voor uitbesteed om het risico af te dekken.

NB: Wat is uw mening met betrekking tot dit onderzoek?

JS: Heel algemeen. Niet precies duidelijk welk doel en wat onderzoek moet aantonen.

Doetinchem, 15-04-2020 - smj

Interview Thomas Everink

De geïnterviewde is Thomas Everink, houtbouw expert en medewerker bij Dekker hout.

Geïnterviewde: Thomas Everink (TE)

Interviewer: Nico Bakker (NB)

Datum: 22 april 2020

NB: Jullie zijn een bedrijf die werken met gelamineerd houten constructies, hebben jullie al veel ervaring met het toepassen van hout in de hoogbouw?

TE: Qua hoogbouw hebben wij nog niet veel ervaring in Nederland, wij hebben wel een hoogbouw project gedaan; het stadskantoor in Venlo. Daar zit ook Holz 100 verwerkt in de schil en in de buitenkant, maar dat is een hybride constructie. Dus daar wordt gebruik gemaakt van beton, dus echt een volledig Holz 100 concept in hout is in Nederland nog niet eerder geplaatst. In andere landen zoals Oostenrijk en Duitsland, waar dit product gemaakt wordt, staan al wel gebouwen van 4 etages en hoger met compleet Holz 100. Hierbij is alleen de basis altijd wel een betonplaat. Dus dat is niet gemaakt van hout.

NB: Op de markt is het Paal&balk systeem en het bouwen met massieve meerlagige houten platen (ook wel CLT genoemd), wat is nou precies het verschil tussen beide bouwsystemen?

TE: CLT wordt echt kruislings gelamineerd, en wij hebben het Holz 100 concept. Daar is het voordeel van, dat er juist geen chemicaliën inzitten. Dus bij een normaal CLT-element wordt er veel gebruik gemaakt van lijm en andere bevestigingsmiddelen en bij het Holz 100 clt concept zit er geen natuurvreemde stoffen in, dus 100% hout.

De CLT-elementen worden namelijk met houten deuvels in elkaar gezet. Er worden grote gaten geboord door het hele CLT-element en het wordt kruislings gestapeld. Vervolgens worden er gaten door heen geboord, en daar worden deuvels door heen geslagen die extreem zijn terug gedroogd. Die extreem gedroogde deuvels worden eerst weer een beetje vochtig gemaakt. Door dat vocht zetten ze weer uit, en voordat ze uitzetten worden ze in het element geslagen, dus zo zit het vast.

Het voordeel ervan is puur dat je geen chemicaliën in je woning hebt zitten. En dat zit bij CLT en houtskeletbouw wel.

NB: Is het paal en balk systeem toepasbaar in de hoogbouw?

Zo nee, wat is dan de maximale bouwhoogte die mogelijk is met dit systeem? Zo ja, moet er een combinatie gemaakt worden met CLT-platen?

En moet er dan ook een kern van beton toegepast worden?

TE: Nee voor het holz100 niet, want daar zijn de dikste wanden 36cm dik en die hebben dan ook al gelijk een RC-waarde van 4,5. Maar daar kan ook constructief mee gerekend worden. Dus als er een holz100 vloer bovenop komt te liggen, dan kan dat. Maar er kan bijvoorbeeld ook een kanaalplaat of breedplaatvloer boven op dat element gelegd worden, dus daar kan constructief mee gerekend worden. Het is niet de noodzaak om boven het CLT-element een stalen balk of een beton latei erin te zetten.

NB: Heel veel gebouwen worden aangeboden als houtbouw, maar zijn eigenlijk hybride gebouwen. Is een hybride bouwmethode noodzakelijk om hoogbouw in hout te realiseren?

TE: Nee dat is niet noodzakelijk

NB: Het bouwen met CLT wordt al toegepast in de hoogbouw, denkt u dat het in de toekomst nog meer toegepast zal worden in de hoogbouw?

TE: Ja, kijk Nederland is qua houtbouw wel traditioneel, voordat houtskeletbouw überhaupt een beetje voet aan de grond kreeg, heeft dat ook best wel lang geduurd omdat het zit bij de consument best wel tussen de oren; een houten huis. En als je ziet in Oostenrijk, Duitsland en de Scandinavische landen daar wordt het gewoon standaard toegepast; houten huizen. Maar de Nederlander leeft toch met het idee; een houten huis is minder duurzaam.

Mensen denken gelijk dat de restwaarde omlaaggaat omdat het een houten huis is. Dus dan kiest men toch sneller voor meer traditioneel bouw. Gewoon bakstenen stapelen, kalkzandsteen muur of betonmuur. Dat is gewoon de meer standaard bouw manier in Nederland.

Naar Houtbouw komt tegenwoordig wel steeds meer vraag naar. Mensen vragen zich steeds meer af; wat voor voetprint heeft mijn woning? En dat zijn voornamelijk de ontwikkelaars die daarnaar kijken. Die worden eigenlijk ook verplicht door alle nieuwe normen om naar die voetprint van een woning en het product te gaan kijken. Maar wat nu voor de consument ook gaat meespelen is; hoe gedraagt mijn woning zich? Een beton woning is qua opwarmen en afkoelen vele male sneller. Beton houdt warmte veel minder lang vast, en hout houdt de warmte veel langer vast. Als je bijvoorbeeld bij ons in de hallen kijkt, die hallen worden niet verwarmd. Maar in de zomer neemt het hout zoveel warmte op en geeft dat heel langzaam af, dus in de winter is het bij ons in de hal nog steeds lekker warm.

Die eigenschappen worden voor de consument ook interessanter, puur om het feit dat er niet meer met gas gebouwd mag worden. En de kans zit er dik in dat heel Nederland van het gas af moet. Kijk en als je elektrisch het huis moet verwarmen, of op een andere methode, ja dan gaat dat wel gelijk in de portemonnee zitten. En als een consument ergens gevoelig voor is, is het als het voor zijn eigen portemonnee een consequentie heeft. Kijk dan heeft hout echt wel absoluut de overhand t.o.v. de meer traditionele bouwmethode.

NB: Wat is de maximale bouwhoogte van CLT in Nederland? Er wordt gezegd dat in Nederland gebouwen maar tot een maximale hoogte gaan van 6 lagen met CLT i.v.m. de brandeisen. Klopt dit?

TE: *Dat zou ik zo niet weten, ik weet dat vooral het holz100 concept dat ze daar nu aangeven dat ze 4 lagen kunnen realiseren, en wij zijn nu inderdaad ook voor het project in Veenendaal gelijk aan de gang gegaan om te kijken hoeveel lagen wij nog meer kunnen bouwen, en of dat ook inderdaad mag qua Nederlandse normen.*

Maar of dat niet of wel mag is mij niet bekend. Hoe CLT zich gedraagt qua brand is vele maler beter dan staal. Want als je kijkt hoe een hoogbouw verbrand als er staal is toegepast dan zie je gewoon dat het staal smelt, en hout zie je aan de buitenkant verkolen, en houdt het nog heel lang zijn structuur vast. Totdat het op een gegeven moment nog verder brandt, dan verbrand het wel. Maar hout houdt nog heel lang zijn kracht. En dat is een goede eigenschap.

NB: Een hoogbouw houtbouwconcept opzetten is lastig. Waar zit daarin de uitdaging?

TE: *Het is voornamelijk dat de constructeurs in Nederland niet zo gewend zijn om daaraan te meten, dus het is allemaal nieuw. Kijk een constructeur die rekent met vaste waarde, rekenregels, vuistregels en die vuistregels zijn veel bekend van beton en staal, maar als ze dan in een keer met hout moeten rekenen dan is een gelamineerde ligger nog wel te doen, maar als ze dan met CLT prefab elementen aankomen is het ineens een heel ander verhaal. En dat maakt het wel lastiger, het is nieuw in Nederland, en dan zijn er wat minder vuistregels en wat meer “huiswerk” voor de constructeur. Maar de gegevens zijn wel al allemaal bekend. Dus het kan allemaal al wel kant en klaar aangeleverd worden, al die data maar het is minder gebruikelijk om mee te rekenen.*

NB: In Nederland is het stikstofbeleid aangescherpt wat betekent dat nieuwbouwprojecten getoetst moeten worden op stikstof uitstoot voordat er gestart mag worden met het bouwen. Bij traditionele hoogbouw projecten in stedelijk gebied komt veel uitstoot vrij wat soms de start van een project zou kunnen stoppen, zouden projectontwikkelaars en/of aannemers sneller kiezen voor het uitvoeren van hoogbouw in hout om projecten toch een doorgang te geven?

TE: *Ja, je ziet het nu voornamelijk dat CLT-bouwers en HSB-bouwers die nu in Nederland actief zijn, die werken allemaal door en dat komt puur door de materialen waar ze nu mee werken, want ze moeten een totaalplaatje geven voor de stikstofuitstoot voor een project. En als ze dan met hout aan het werk gaan dan is die uitstoot gewoon lager. Die ontwikkeling zie je zeker.*

NB: Zijn de materiaalkosten in een hoogbouw project met CLT hoger dan met bijvoorbeeld traditioneel bouwen?

TE: *Ja sowieso is het hele concept van holz100 duurder dan traditioneel bouwen, dus die kosten liggen wel hoger. Dat komt voornamelijk door de arbeid die erin zit om het te maken. Dus die CLT-elementen zijn t.o.v. houtskeletbouw-prefab elementen een stuk duurder. Wat moeilijker in geld is uit te drukken is, is de snelheid van bouwen. Wat sneller gaat en vervolgens de kosten die het scheelt om de woning of het gebouw te verwarmen. Met houtbouw heb je nog steeds bijvoorbeeld de cv-ketel nodig en een verwarmingselement, maar omdat het gebouw warmer blijft en zelf ademend is, heb je veel minder installaties nodig in het gebouw om de vochtigheid en het klimaat in stand te houden. En dat scheelt weer op de energierekening, en uiteindelijk ook in de installatiekosten. Maar om die kosten daadwerkelijk op papier te krijgen, is heel moeilijk want dat zijn de kosten op de langere termijn. Maar qua investeringskosten is hout wel duurder.*

NB: Zijn de kosten van de uitvoering met CLT dan ook hoger, of lager dan bij traditioneel bouwen?

TE: *De uitvoeringskosten die je op de bouwplaats zelf hebt, die zullen lager zijn omdat je veel sneller klaar bent kan je veel meer prefab bouwen. Maar tegenwoordig doe je bijvoorbeeld ook heel veel beton in prefab dus in vergelijking daarmee is het weer hetzelfde zowat.*

CLT is daarnaast veel beter te stapelen, het wordt als het ware als puzzel stukjes op de bouw aangeleverd. Dus wat dat betreft is de bezetting op de vrachtwagen optimaal. Op de vrachtwagen staat het namelijk al op de goede volgorde dus dan is het gewoon in elkaar zetten en klaar. Kijk en als je dan bijvoorbeeld ook nog met een elektrische kraan of iets dergelijks nog aan het werk kan dan is het helemaal ideaal.

Bijlage 2 - Inventarisatie houtbouw systemen

In deze bijlage staat de volledige inventarisatie van de volgende houtbouwssystemen met de toelichting van de verschillende onderdelen:

Skeletbouw methode:

- Traditionele houtskeletbouw (HSB)
- Paal&balk systeem

Massieve houtbouw:

- Logbouw
- Cross Laminated Timber (CLT)

Toelichting constructieve opbouw

In dit onderdeel wordt de constructieve opbouw toegelicht. Iedere bouwsysteem gebruikt zijn eigen opbouw van elementen om de constructie op te bouwen. In dit onderdeel worden de bouwsystemen toegelicht op de volgende elementen: vloer, wand en dak. Hierbij wordt aangegeven van welk materiaal ieder element is opgebouwd in het bouwsysteem. Iedere bouwsysteem heeft namelijk zijn voor- en nadelen. Deze worden ook toegelicht aan het einde van iedere systeem uitgewerkt.

Toelichting toegepast materiaal

In dit onderdeel wordt er gekeken naar welk materiaal er het meest toegepast wordt in het bouwsysteem. Elke bouwsysteem maakt gebruik van standaard materialen en ieder materiaal heeft zijn eigen eigenschappen. De keuze voor een bouwsysteem voor het nieuwe hoogbouw bouwconcept is dus afhankelijk van het type materiaal wat toegepast wordt, want niet ieder soort materiaal is toepasbaar in hoogbouw.

Toelichting constructiehoogte

In het onderdeel constructiehoogte wordt er gekeken naar de constructiehoogte die behaald kan worden met een bouwsysteem. Hierbij wordt de constructiehoogte aangehouden die het meest bekend zijn. Er zijn in sommige gevallen extreme voorbeelden waarbij hogere hoogtes behaald kunnen worden met een bouwsysteem.

Het is mogelijk dat met een bouwsysteem hoger gebouwd kan worden dan aangegeven, in dit onderzoek wordt gebruikt gemaakt van de kennis die voorhanden is. Dit betekent dat er eventuele technieken nieuwe technieken zijn op de markt die het mogelijk zouden kunnen maken om nog hoger te gaan. Hierbij zijn de kosten naar alle waarschijnlijkheid zo hoog dat dit buiten beschouwing gelaten wordt voor dit onderzoek.

Prefabricage

In dit onderzoek zijn er een aantal houtbouwssystemen die gebruik maken van prefabricage (afgekort prefab). Een gebouw wat gerealiseerd wordt in prefab, wordt niet op de bouwplaats zelf gebouwd, maar in plaats daarvan worden de elementen van tevoren in een hout fabriek in elkaar gezet en daarna getransporteerd naar de bouwplaats. Wind, regen en kou hebben namelijk op deze manier veel minder invloed op het bouwproces.

Dit zorgt ervoor dat er minder werkzaamheden worden verricht op de bouwplaats. Ook de transport bewegingen worden vaak verminderd. Een belangrijk aandachtspunt bij het toepassen van prefab is dat er op de bouwplaats genoeg ruimte is voor de kraan om de bouwplaats te bereiken. De kraan moet de geprefabriceerde panelen namelijk kunnen afladen van de vrachtwagens.

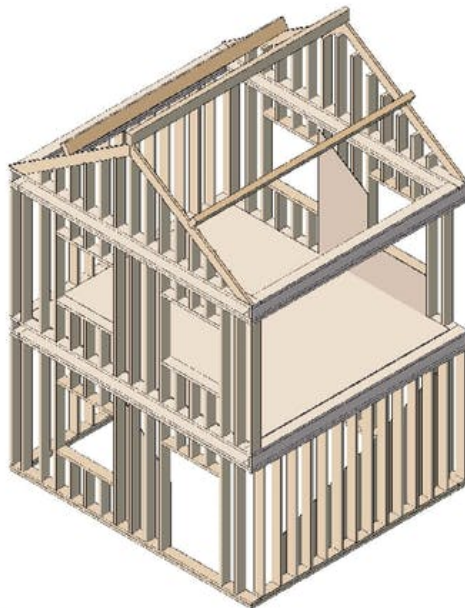
In binnenstedelijke ontwikkelingen wordt vaak gebruikt gemaakt van prefab omdat de bouwplaatsen te beperkt zijn voor opslag en werkplaatsen.

Traditionele houtskeletbouw (HSB)

Constructieve opbouw

De constructieve opbouw van een houtskeletbouw woning ziet er als volgt uit, zie Figuur 1. Het principe van houtskeletbouw is dat alle dragende delen boven de fundering van hout zijn.

De begane grondvloer is veelal altijd uitgevoerd in beton, maar kan soms ook in hout uitgevoerd worden. De wanden, daken en andere vloeren bestaan uit een open houten raamwerk. Tussen dit regelwerk komt maximaal isolatiemateriaal. Ook in de spouw wordt isolatiemateriaal toegepast, zo kan en zonder veel ruimteverlies hoge isolatiewaarden behaald worden. (u.Veenstra, z.d.)



Figuur 1 - Schema houtskeletbouw (Livios, z.d.)

Houtskeletbouw systemen

Bij traditioneel houtskeletbouw wordt er onderscheidt gemaakt tussen twee verschillende systemen:

- De platform methode
- De balloon methode

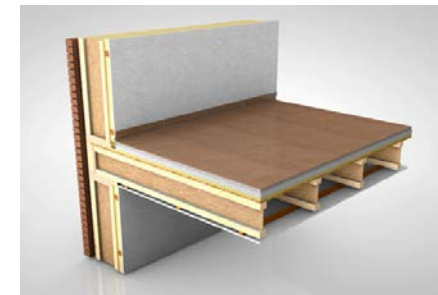
Platform methode

In de platform methode wordt de woning, of het gebouw, per verdieping omhooggetrokken. Hierdoor komt er op elke verdieping een vloer, ook wel platform genoemd, die functioneert als werkvloer voor de volgende verdieping. In Figuur 2 is te zien hoe dit opgebouwd is. Het voordeel met deze methode is dat de wandelementen niet hoger dan 1 verdieping zijn waardoor het goed werkbaar blijft. In Figuur 3 is een schematische weergave te zien van de bouwmethode.



De platform-methode

Figuur 3 De platform-methode



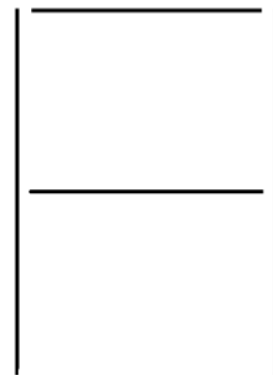
Figuur 2 Verdiepingsvloer platform-methode (Bouwknopenuitvoeren, z.d.)

Balloon-methode

Bij de balloon-methode worden de buitenwanden volledig opgetrokken tot het dak als een geheel. In Figuur 4 is een schematische weergave te zien van deze methode. In de balloon-methode worden de wanden niet onderbroken door de verdiepingsvloeren. De vloeren worden op een draagregel vastgelegd, zie Figuur 5.

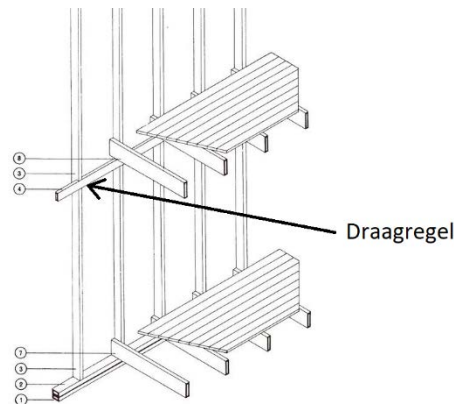
Dit is ook het grote verschil tussen de beide bouwsystemen. (Henz, 2011) Zegt het hierover:

“We willen nog opmerken dat de platform-methode duidelijk het meest gebruikt wordt in de houtskeletbouw.”



De balloon-methode

Figuur 4 balloon-methode



Figuur 5 Balkregel balloon-methode

Materiaal

Zoals al eerder besproken is, wordt in Canada, de Verenigde Staten en de Scandinavische landen veel hout toegepast in de houtskeletbouw omdat dit bosrijke gebieden zijn. Hout is gemakkelijk te krijgen en is een zeer goedkoop bouw materiaal. In deze landen komt veel vurenhout voor en het hout wordt duurzaam gekapt. Scandinavië ligt niet ver weg van Nederland, en daarom is ook in Nederland vurenhout een goedkoop bouw materiaal. Vurenhout wordt gemaakt van de Fijnspar (Picea abies), en een volwassen boom kan tot wel 50 meter hoog worden. (fijnspar, 2020)

De verwerking van dit hout wordt in het volgende onderdeel toegelicht.



Figuur 6 Picea Abies (vdberk, 2020)

Verwerking hout

Voor alle bouwsystemen wordt er veelal het meest gebruik gemaakt van vurenhout als basisproduct. Voor de houtbouwsystemen: traditioneel houtskeletbouw en logbouw, is het productieproces van het hout bijna hetzelfde. Bij een aantal bouwsystemen wordt het vurenhout nog verder behandeld tot een ander product.

In Figuur 7 is de verwerking te zien van hout, dit ziet er als volgt uit:



Figuur 7 Verwerking hout (Dorofieiev, z.d.)

De houtstroom begint met de grondstofwinning. Bomen worden gekapt, en opnieuw aangeplant om zo een blijvende voorziening te behouden (1). De boomstammen worden in stukken gezaagd (2). De boomstammen worden vervolgens op de vrachtwagen geladen en getransporteerd (3) naar een zagerij (4), waar het zal worden ontschorst en worden gezaagd tot constructief hout (5). Het gezaagde hout wordt, als dit niet aanwezig is bij de zagerij, getransporteerd naar een drogerij. Na het drogen van het hout kan het worden verwerkt (6).

Het drogen van hout is een langdurig proces, en het kan bij vers gezaagd hout 3 tot 4 jaar duren om 5 cm dik hout te drogen tot een vochtgehalte van 9 -12 %. Wanneer het hout een percentage van 9 tot 12 procent bereikt heeft, kan dit het beste toegepast worden voor woningen binnen Nederland.

Het drogen vergt dus heel wat tijd. Gelukkig is dit bij naaldbomen niet het geval. Deze hebben een droogtijd van +- 1,5 jaar. (Het Hoogeland, z.d.)

De belangrijkste redenen om hout te drogen zijn:

1. Het hout krimpt minder en is daardoor stabiel
2. Het bewerken van het hout is gemakkelijker
3. Het hout is beter resistent tegen aantastingen, zoals schimmels en insecten.

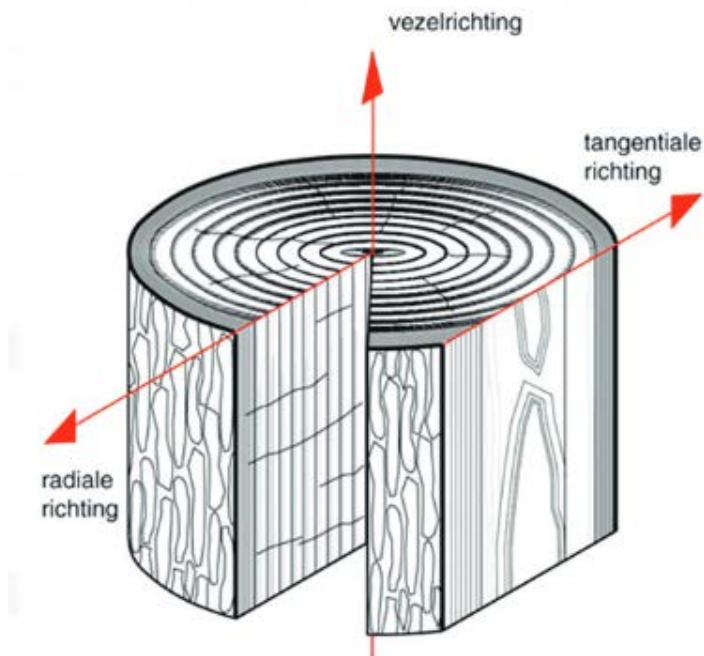
(Vochtgehalte van onze geschaafde planken, z.d.)

Wanneer het hout gedroogd is, wordt het verder getransporteerd naar een bewerker, die verwerkt het hout volgens de benodigde specificaties (7). Uiteindelijk wordt het hout nog gecontroleerd en is het product klaar om vervoerd te worden naar een leverancier, bouwmarkt of meubelmaker (8).

Constructiehoogte

Zoals eerder al aangegeven wordt de platform methode het meest toegepast bij houtskeletbouw. Toch kan met dit bouwsysteem niet hoger dan 6 lagen gebouwd worden ondanks de lengte van de bomen zelf. Het probleem zit in de opbouw van het platform systeem. Doordat de vloeren op de wanden rusten en de wanden weer rusten op de onder- en boven regels, ontstaat er veel belasting loodrecht op de vezelrichting van het hout. (van den Berkmortel, 2010)

In Figuur 8 Vezelrichting hout (EPS, 2018) is te zien hoe de vezelrichting van hout zit.



Figuur 8 Vezelrichting hout (EPS, 2018)

Hout is in de vezelrichting 10 tot zelfs 20 keer minder sterk en stijf en daarom wordt de maximale belasting al bij 6 lagen overschreden. Een woonlaag is tegenwoordig tussen de 2,20 meter en 2,40 meter hoog. Een bouwlaag is gemiddeld rond de 3,00 meter hoog. (Gemiddeldgezien, z.d.)

Dit betekent dat met het bouwen met traditioneel houtskeletbouw een maximale bouwhoogte behaald kan worden van $6 \times 3,00 = 18,00$ meter. Daarom is dit bouwsysteem niet goed geschikt voor hoogbouw. Daarnaast treedt er ook veel krimp op in de vloerbalken waardoor er veel problemen ontstaan in het gebouw.

Voordelen houtskeletbouwsysteem

- Het is een energiezuinig en milieuvriendelijk systeem
- Het is een droge bouwtechniek, ook snel wind en waterdicht.
- Goed isolerend
- Snel bouwsysteem, zeker wanneer prefab wordt toegepast
- Vrijheid in vormgeving, verbouwen en indelen van huis is relatief gemakkelijk
- Goedkoop bouwsysteem
- Ecologische bouwsysteem, duurzaam materiaal gebruik bij keuze van het juiste hout
- Gezond binnenklimaat
- Brandwerend

Aandachtspunten houtskeletbouwsysteem

- Rotting hout en/ of schimmel en vocht bij onzorgvuldige uitvoering
- Kans op ongedierte in het hout
- Lager accumulerend vermogen, omdat je minder massa hebt die de warmte en kou vast kunnen houden
- Brandveiligheid kan lager zijn dan van een traditioneel huis
- Houtskeletbouw warmt in de zomer sneller op dan massieve houtbouw
- Architectuur met grote overspanningen is niet mogelijk; voor grotere openingen zijn vaak enkele gelamelleerde houten of staalkolommen of -liggers nodig

(Viveen, 2020)

Paal&balk systeem

Constructieve opbouw

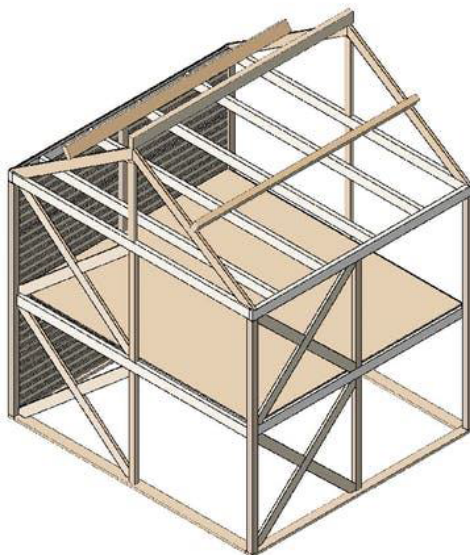
De constructieve opbouw van paal&balk skelet heeft veel weg van het traditionele houtskeletbouw skelet. Het verschil met dit bouwsysteem is dat het skelet van het paal&balk systeem veel grote open ruimtes heeft waardoor er grotere openingen ontstaan er ook veel architectonische mogelijkheden zijn.

Het skelet is in veel gevallen ook zichtbaar binnen in de woning. In Figuur 9 is een schematische weergave weergegeven van het skelet van een paal&balk systeem bij een woning.

Vanaf de fundering lopen dus grote verticale palen omhoog tot het dak. Deze elementen worden volgens een raster op een regelmatige en vaak grote afstand van elkaar geplaatst, anders dan bij houtskeletbouw.

De verticale palen worden horizontaal met elkaar verbonden door grote balken. Hier komt de belasting van de vloer en daken bij elkaar samen. (WTCB, 2013)

De begane grondvloer bij een paal&balk systeem is ook vrijwel altijd van beton. De andere vloerdelen zijn vaak ook opgebouwd uit hout, omdat dit een licht materiaal is, en de belasting van de andere verdiepingen al wordt afgedragen door de grote balken van het systeem.



Figuur 9 – Paal&Balk systeem (Livios, z.d.)

Bij het paal&balk systeem worden de openingen gevuld met grote glaspartijen, houtskeletbouw wanden of kozijnen. Het is dus niet noodzakelijk om de niet dragende wanden uit te voeren in hout.

Het paal&balk systeem is een bouwsysteem die minder snel toegepast wordt in woningbouw, maar wel in andere gebouwen.

(WTCB, 2013) Zegt het volgende over dit bouwsysteem:

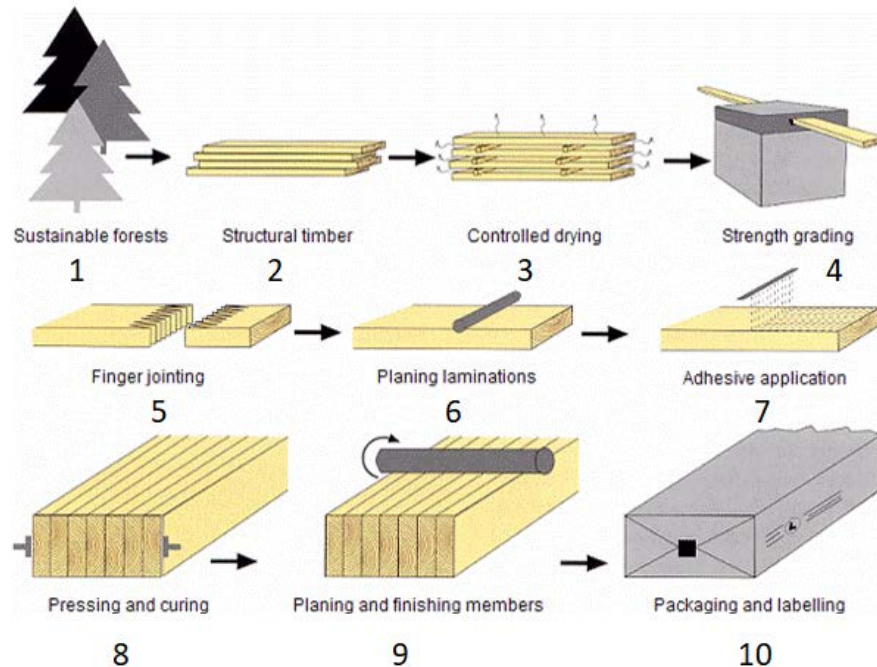
“Omwille van haar grote volumes en openingen is dit bouwsysteem vooral gegeerd voor (soms complexe) industriële, tertiaire en educatieve gebouwen”

Materiaal

Bij het paal&balk systeem wordt gelamineerd hout toegepast. Gelamineerd hout is een samengesteld houtproduct wat door meerdere vurenhout lamellen te vingerlassen en horizontaal te verlijmen tot een balk of ligger. Gelamineerd hout is minder gevoelig voor kromtrekken en blijft daardoor beter recht, ook bij lange overspanningen. Daarom is gelamineerd hout uiterst geschikt voor het paal&balk systeem.

Verwerking gelamineerd hout.

Zoals aangegeven wordt het vurenhout voor een aantal bouwsystemen nog verder behandeld. In Figuur 10 is een schematische weergave te zien van het verwerkingsproces van een gelamineerde ligger.



Figuur 10 Verwerking gelamineerd hout (Manufacturing process of Glulam, z.d.)

Bij gelamineerd hout wordt het hout na het kappen (1) bewerkt tot lamellen (2). De lamellen worden vervolgens gedroogd om tot een vochtpercentage te komen van maximaal 12% (Dit om dezelfde reden als bij vurenhout (3)). Na het drogen worden de lamellen door een machine gecontroleerd en gesorteerd op sterktes (4). Hierdoor kunnen verschillende sterktes behaald worden.

Na het sorteren worden de lamellen gevingerlast (5). Een vingerlas is volgens (Bemelen, 2019) een houtverbinding van twee stukken hout door twee perfect in elkaar passende freesfiguren in de vorm van een vinger. Vervolgens worden de lamellen vlak geschaafd (6) en er wordt lijm aangebracht (7). Wanneer de lijm is toegepast, worden de lamellen stevig op elkaar geperst onder hoge druk en daarna uitgehard (8). De gelamineerde balk wordt vervolgens geschaafd en netjes afgewerkt (9). Daarna is de balk klaar voor transport (10).

Gelamineerd hout is minder gevoelig voor kromtrekken en blijft recht, ook bij lange overspanningen. Daarom zien we gelamineerd vuren, lariks en hardhout vooral terug bij lange balken.

Constructiehoogte

Bij het paal&balk systeem worden gelamineerde palen en balken toegepast. Volgens geïnterviewde Jaap Kok, Bijlage I – Interviews experts, is het paal&balk systeem geschikt voor hoogbouw. Dit wordt ook bevestigd door Lüning, een ingenieurs bedrijf wat zich bezighoudt met houtconstructies. Zie Bijlage I – Interviews experts

Voordelen paal&balk systeem

- Sterk en stabiel bouwsysteem.
- Grote overspanningen en open gevels mogelijk.
- Je kan je binnenruimtes flexibel invullen doordat er dragende binnen- of buitenmuren zijn.
- Meer verdiepingen mogelijk dan bij houtskeletbouw.
- Eenvoudig om te verbouwen, zowel aan de binnenkant als de buitenkant.
- Mogelijk om duurzaam hout te gebruiken.
- Mogelijk om op duurzame manier te isoleren.

Aandachtspunten paal&balk systeem

- Vooral gebruikt voor grotere commerciële gebouwen, minder voor gezinswoningen.
- Opbouw verloopt minder snel dan bij andere houtbouwsystemen.
- Goede coördinatie nodig om in orde te zijn met luchtdichtheid.
- Beperkte mogelijkheden qua prefabricatie.

(een-huis-bouwen, z.d.)

Logbouw



Figuur 11 – Logbouw (Wilson, 2020)

De logbouw-methode is een methode waarbij de verschillende balken door middel van een profielverbinding verbonden worden. Er zijn vele benamingen voor deze bouwmethode.

Termen die vaak gebruikt worden zijn

- Houtstapelbouw
- Blokhutbouw
- Chaletbouw
- Hout massiefbouw/ massieve houtbouw

Constructieve opbouw

In het logbouwsysteem worden massieve of gelamineerde elementen horizontaal op elkaar gestapeld. Deze elementen kunnen rond zijn (logs) of rechthoekig. Er wordt tegenwoordig het meest gekozen voor rechthoekige elementen i.v.m. de luchtdichting. De elementen worden volgens een tand- en groefstelsel uitgevoerd, zie Figuur 12 stapelbouw methode (Woneninhout, z.d.). Hierdoor ontstaan draagmuren en binnenwanden.



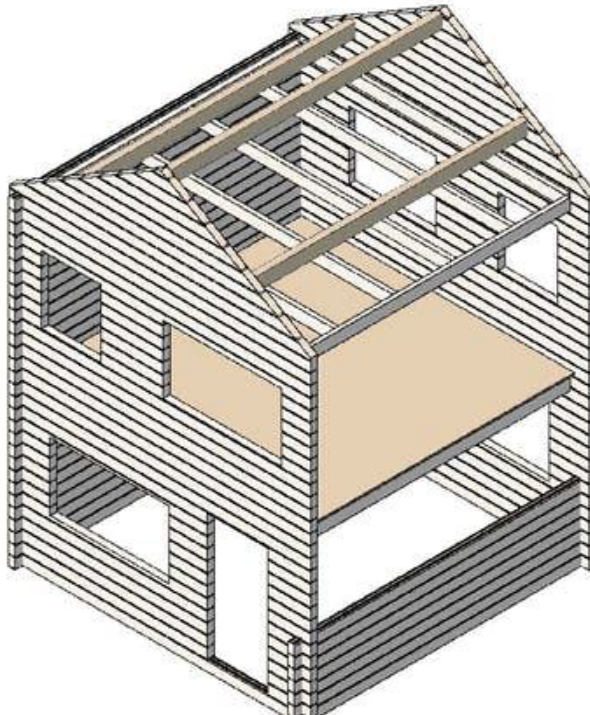
Figuur 12 stapelbouw methode (Woneninhout, z.d.)

De begane grondvloer is veelal gemaakt van hout, maar kan ook beton zijn. Dit is afhankelijk van de locatie.

De wanden en daken zijn gemaakt van hout. De geprefabriceerde, op maat gezaagde balk elementen worden in de uitvoering op elkaar gestapeld. Hier wordt een klein beetje lijm toegevoegd voor stevigheid. Zo ontstaat er een geheel.

Logbouw is een intensieve bouwsysteem, en is minder geschikt voor hoogbouw. Dit komt omdat er heel veel hout benodigd is om een houtstapel woning te bouwen.

In Figuur 13 is een schematische weergave te zien van de constructieve opbouw.



Figuur 13 Schematische weergave logbouw (Livios, z.d.)

Verwerking Logbouw hout

Zoals al eerder aangegeven is het verwerkingsproces van het hout voor logwoningen bijna hetzelfde als bij het hout wat toegepast wordt voor traditionele houtskeletbouw. Bij het verwerkingsproces voor logwoningen kan er nog wel gekozen worden om de boomstammen niet verder te zagen tot planken, maar als gehele stammen verder af te werken tot ronde massieve logs. Dit is namelijk wat logbouw het identieke karakter geeft. Ook bij logbouw kan er gekozen worden voor gelamineerde liggers in de vorm van balken. Dit verwerkingsproces is eerder al toegelicht.



Figuur 14 Logbouw truck (JSB PHOTOGRAPHS, 2017)

Materiaal

Voor logwoningen wordt ook veelal hout uit Scandinavische landen toegepast. Dit zijn vuren of grenen logs, zie Figuur 15 Logbouw hout (Scanabouw, z.d.). De productie vindt plaats in deze landen en wordt dan getransporteerd naar bestemming. Hierbij is er ook de keuze om gelamineerde logs of balken te krijgen. Dit is afhankelijk van de persoonlijke voorkeur van de klant en het budget.



Figuur 15 Logbouw hout (Scanabouw, z.d.)

Constructiehoogte

Bij logbouw worden de balken of logs op elkaar gestapeld doormiddel van een systeem. Dit is erg arbeidsintensief, en daarnaast is er heel veel hout nodig om grotere hoogtes te behalen. Dit is de reden waarom dit bouwsysteem niet geschikt is voor hoogbouw. Logbouw is wel geschikt voor de woningbouw, en woningen tot 3 lagen zijn hierbij realiseerbaar., zie Figuur 16.



Figuur 16 Logwoning (Bestofhouse, z.d.)

Voordelen logbouw systeem

- Duurzaam bouwsysteem
- Mooie esthetische uitstraling
- Gezond binnenklimaat
- Brandwerend
- Milieuvriendelijk

Aandachtspunten logbouw systeem

- Veel meer hout nodig dan bij houtskeletbouw
- Lager accumulerend vermogen
- Houtrot
- Moeilijker te repareren
- Niet geschikt voor hoogbouw
- Duurder bouwsysteem

Cross Laminated Timber (CLT)



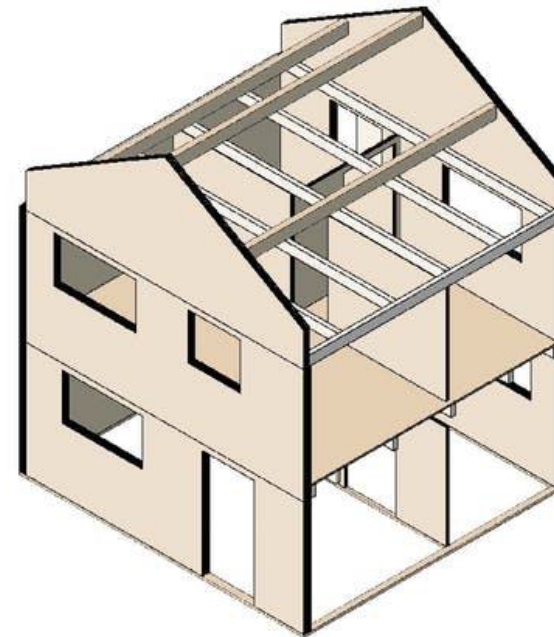
Figuur 17 Cross Laminated Timber (Woneninhout, z.d.)

Constructieve opbouw

De CLT-elementen, zie Figuur 17, bestaan dus uit meerdere lagen en zijn, afhankelijk van de belasting, te verkrijgen in verschillende diktes. CLT is een houtbouwsysteem dat gebruik maakt van grote verlijmd massief houten elementen. In Figuur 18 is een schematische weergave te zien van de constructieve opbouw.

De elementen worden geplaatst op de fundering en onderling bevestigd aan elkaar. De elementen zijn constructief erg sterk en er kunnen grote overspanningen mee behaald worden. CLT is erg geschikt voor woningbouw, maar komt ook voor in de hoogbouw.

CLT-elementen zijn verkrijgbaar in vloer, wand en dak elementen.

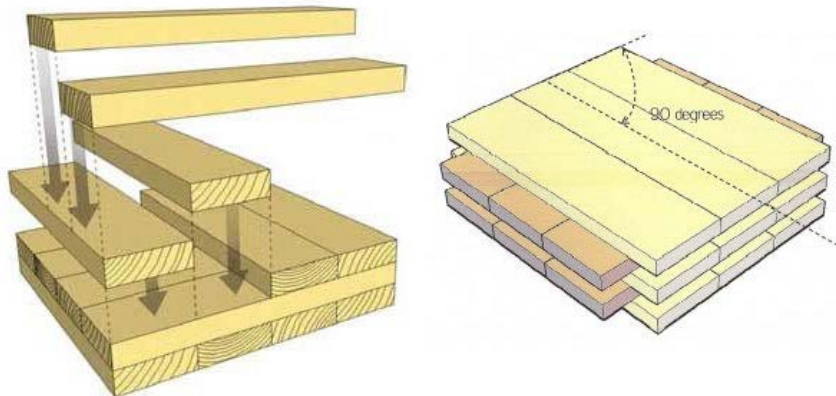


Figuur 18 constructieve opbouw CLT (Livios, z.d.)

Materiala

Eerder is toegelicht hoe de verwerking van CLT-elementen in zijn werking gaat. In dit onderdeel wordt het CLT-element nog iets verder toegelicht op de opbouw van het element zelf.

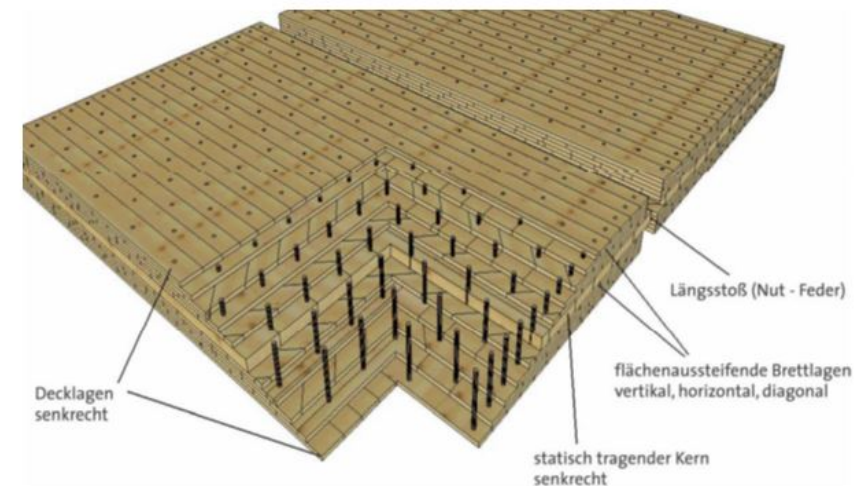
CLT-elementen zijn kruislings verlijmde éénlaagsplaten. Deze platen zijn 3-, 5-, of 7-laags. In Figuur 19 CLT-element (evohouse, 2020), is een voorbeeld van een 5 laags CLT-element.



Figuur 19 CLT-element (evohouse, 2020)

Zoals al eerder aangegeven worden de lamellen onder een hoek van 90 graden op elkaar gelijmd en geperst. Er zijn tegenwoordig al variaties van CLT-elementen die zonder lijm worden gefabriceerd.

In Figuur 20, is een voorbeeld te zien van de opbouw van een HolzI00 element. In dit onderzoek is specifiek het HolzI00 systeem onderzocht, omdat de opdrachtgever hier een voorkeur aan gaf. HolzI00 is een CLT-systeem die geen gebruik maakt van lijm. In de lamellen worden sparringen gemaakt waar houten deuvels doorheen kunnen steken. Vervolgens wordt net als bij de verwerking van traditionele CLT-elementen de lamellen op elkaar geperst. Voordat de deuvels in de elementen gebracht worden, worden de deuvels extreem gedroogd zodat het vochtpercentage bijna nihil is. Daarna worden de deuvels een klein beetje vochtig gemaakt voordat ze in de elementen worden gedrukt. De deuvels gaan door het vocht uitzetten, wat ervoor zorgt dat de deuvels muurvast in het element gaan zitten wat ervoor zorgt dat er een sterke verbinding ontstaat zonder lijm.



Figuur 20 HolzI00 element (ibbeken, z.d.)

Houten deuvels zijn eigenlijk hele kleine ronden stukken hout die fungeren als verbinding. Zie Figuur 21.

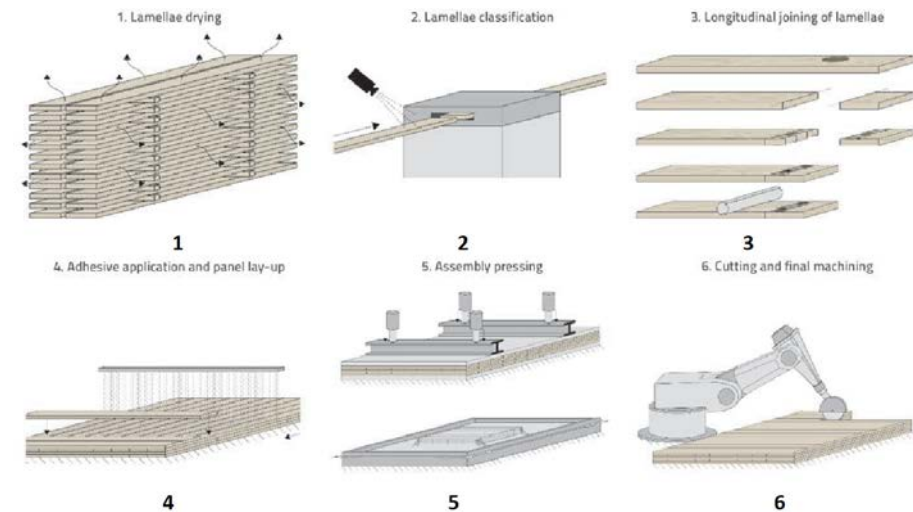


Figuur 21 Houten deuvels (Hornbach, 2020)

Verwerking CLT

CLT-panelen worden veelal samengesteld uit vurenhout en zijn afkomstig uit de Scandinavische landen. De verwerking van CLT is een productieproces wat hetzelfde start als de verwerking van gelamineerde hout. Ook bij deze houtstroom wordt het hout duurzaam gekapt en getransporteerd naar een zagerij waar het hout wordt ontschorst en gezaagd tot constructief hout.

In Figuur 22 Verwerking CLT (Figure 3. CLT manufacturing procedure [18], 2018), is de verwerking van CLT te zien vanaf dit punt.



Figuur 22 Verwerking CLT (Figure 3. CLT manufacturing procedure [18], 2018)

Het hout wordt gecontroleerd gedroogd tot ongeveer 10 tot 12% (1) en vervolgens gesorteerd op sterktes (2). Hierna worden de lamellen aan elkaar gevingerlast, geschaafd en gesneden tot de juiste lengtes (3). De gevingerlaste lamellen worden dan naast elkaar gelegd en op elkaar gestapeld op in oneven getallen. Hierbij worden de lamellen steeds georiënteerd op 90 graden ten opzichte van de laag erboven en eronder, zo ontstaan de kruislingse verbanden.

Tussen de lagen wordt telkens een laag lijm aangebracht (4) maar in de voegen van dezelfde laag wordt geen lijm aangebracht. Hierna worden de lamellen in de breedte en lengte samengedrukt tot een massief geheel (5), na het persen ontstaat zo één geheel. Deze panelen kunnen in de gewenste vorm worden gefabriceerd. Sparingen voor bijvoorbeeld gevelopeningen en leidingen kunnen worden voorzien door middel van het frezen (6).

Constructiehoogte

Met CLT-elementen kunnen hoogtes tot 10 verdiepingen behaald worden. Boven de 10 lagen wordt ook bij CLT de belasting op de onderste CLT-wanden te groot voor het product. Een voorbeeld van een 9-laags gebouw wat volledig is opgetrokken uit CLT-elementen is het stadshuis “Murray Grove” die gebouwd is in Hackney, Londen. Zie Figuur 23 Murray Grove (Marković, Nemanja, 2015).



Figuur 23 Murray Grove (Marković, Nemanja, 2015)

Het is dus theoretisch gezien mogelijk om hoogbouw te realiseren in volledig CLT. In Nederland is wordt niet zo snel tot deze hoogtes volledig in CLT gebouwd. Dit heeft te maken met de strenge brandveiligheidseisen. In Nederland zijn wel projecten die tot 5 à 6 verdiepingen gaan die volledig in CLT-elementen zijn gerealiseerd. Een project wat op dit moment gebouwd wordt is de Sawa, in Rotterdam.

Er worden veel projecten aangeboden waarvan gezegd worden dat ze volledig in hout gebouwd zijn, maar dit zijn veelal hybride constructies waar de kern of bepaalde delen opgetrokken zijn uit beton of staal. Dit komt omdat er in de kern van het gebouw anders heel veel hout verwerkt moet worden om de stevigheid van het gebouw te waarborgen.

Een ander belangrijk punt is ook de akoestiek van hout t.o.v. van beton. Wanneer je over een betonnen vloer heen loopt, hoor je veel minder geluid dan wanneer je over een houtenvloer heen loopt. Deze problemen beginnen zich goed te uiten wanneer een gebouw uit meerdere verdiepingen gebouwd wordt.

Voordelen CLT-systeem

- CLT kan als hoofdconstructie worden toegepast maar ook als een onderdeel van een constructie
- CLT kan ideaal worden gecombineerd met bijvoorbeeld gelamineerde balken en kolommen maar ook heel goed met onze HSB-elementen. Er ontstaat dan een hybride bouwconstructie.
- Geschaafde of geschuurde oppervlakken zijn bij alle uitvoeringen mogelijk
- Toplagen/ afwerkingslagen (vernis en olie) zijn eveneens bij alle uitvoeringen mogelijk
- Afmetingen wandplaten tot maximaal 3,20 meter x 20 meter
- Een behaaglijk binnenklimaat
- Zeer snelle montagetijden
- Een zeer gering eigengewicht (500 kg/m³) ten opzichte van beton (2400 kg/m³)
- Volledig aardbevingsbestendig zonder noemenswaardige aanpassingen
- Zeer goede brandweerstand, chemische resistentie en isolatiewaarde
- Een positieve bijdrage aan het klimaat doordat hout CO₂ opslaat
- Ecologisch, duurzaam bouw materiaal

(Ixpando, z.d.)

Aandachtspunten CLT-systeem

- Langere voorbereidingstijd nodig omdat alles prefab is
- Lift-ups: door het lage gewicht kan de zuigende werking de stabiliteit beïnvloeden en zullen naast de gebruikelijke krachten ook de hieruit voortvloeiende krachten moeten worden afgedragen
- Krimp en zwel kan optreden in hout omdat het een natuurlijk product is
- Brandveiligheid, bouwen met hout is brandveilig, maar er zitten veel eisen aan
- Isolatie: hout heeft van nature een goede warmte isolerende werking. Dit geldt ook voor het luchtgeluid. Aan contactgeluid en geluidslekken moet echter speciale aandacht besteed worden. Er zijn inmiddels aanbieders die hiervoor verschillende oplossingen aanbieden.
- Is over het algemeen wat duurder dan houtskeletbouw.
- Grotere kraan is nodig voor de opbouw

(Bouwtotaal, 2019)

Hybride bouwsystemen

Wanneer er twee of meerdere bouwsystemen gecombineerd worden toegepast om een gebouw te realiseren spreekt men van hybride bouwen. Hybride bouwen wordt eigenlijk overal toegepast. Een simpel voorbeeld zijn de traditionele woningen in Nederland. Hierbij wordt de fundering van beton gestort en het huis gebouwd in houtskeletbouw met metselwerk van beton.

Het combineren van bouwsystemen wordt gedaan om de minpunten van het ene bouwsysteem op te kunnen vangen met het andere systeem. Hierbij is het wel van belang dat er goed van tevoren wordt nagedacht over het ontwerp, omdat hybride bouwen ook aandachtspunten met zich mee brengt.

De volgende combinaties worden bijvoorbeeld het meest toegepast in de woningbouw:

- **Wanden bestaande uit:** metselwerk, staal, beton, houtskelet of massieve houtbouw
- **Vloeren bestaande uit:** beton of hout
- **Daken bestaande uit:** hout of staal

Het toepassen van meerdere bouwsystemen zorgt er wel voor dat er meer kennis nodig van experts op de verschillende gebieden. Dit zorgt er vaak voor dat er gekozen wordt voor 1 aannemer die meerdere partijen onder zich heeft met ieder zijn eigen expertise. Dit heeft vaak wel tot gevolg dat de kosten voor de aannemer omhooggaan omdat het meer tijd kost om alles te regelen.

Ook de onbekendheid voor een aannemer om te werken met hout kan ervoor zorgen dat de prijzen van de uitvoering omhooggaan.

Volgens geïnterviewde Jaap Kok, Bijlage I – Interviews experts, zijn de materiaalkosten 10 tot 30 procent hoger bij bijvoorbeeld CLT, en de

uitvoeringskosten weer lager bij de juiste partij. Wanneer een projectontwikkelaar naar een aannemer gaat die geen ervaring heeft met houtbouw, kan er zelfs 30 tot 50% extra kosten bovenop komen omdat de aannemer geen ervaring heeft met de materialen.

Hybride houtbouwsystemen worden ook steeds populairder. Een voorbeeld is het hoogste houten gebouw ter wereld, de Mjøstårnet, wat gebruik gemaakt heeft van verschillende houtbouwsystemen, zie Figuur 24. Hierbij is CLT gebruikt in combinatie met betonnen vloeren. De betonnen vloeren waren nodig om de windbelasting te kunnen opvangen, omdat het gebouw namelijk meer dan 85 meter hoog is. Het gebouw zou zonder de betonnen vloeren te licht zijn en daardoor veel hinder ondervinden van de wind en gaan zwiepen. (Redactie Bouwwereld, 2019)



Figuur 24 - De Mjøstårnet (Redactie Bouwwereld, 2019)

Houtstructuur bouw



Figuur 25 Houtstructuur bouw (Woodinc, 2016)

Constructieve opbouw houtstructuur bouw

Zoals al aangeven is, is het skelet van gelamineerde liggers gemaakt. Hierdoor kunnen grotere overspanningen behaald worden. De grote ruimtes worden opgevuld met houtskeletbouw, omdat dit snel bouwt en goedkoop is. In dit bouwsysteem wordt ook de platform-methode toegepast. Zie Figuur 25.

Materiaal

De materialen die worden toegepast zijn al eerder toegelicht in beide houtbouwsystemen. In een hybride bouwsysteem wordt, zeker bij hoogbouw ook nog beton toegepast voor de stabiliteit van het gebouw. Dit wordt hierbij bijvoorbeeld toegepast in de verdiepingsvloeren en de liftkoker. In het hybride bouwsysteem kunnen ook nog andere materialen toegepast zijn zoals kalkzandsteen. In Figuur 26 Malmö Hus te Almere **Ongeldige bron opgegeven**. is het Malmö Hus te Almere te zien. Het gebouw is opgebouwd uit 1 bouwlaag van kalkzandsteen en 4 bouwlagen in hout. De stabiliteit wordt voorzien d.m.v. vele HSB-wanden. Het gebouw is 17 meter hoog.



Figuur 26 Malmö Hus te Almere **Ongeldige bron opgegeven**.

Voordelen:

- De voordelen van bouwsystemen worden in dit systeem gecombineerd.
- Mogelijk gebouwen te realiseren die met een enkele bouwsysteem niet mogelijk zijn
- Hoge snelheid van bouwen
- Er kan goedkoper gebouwd worden
- Tot grote hoogtes gebouwd worden
- Kan duurzaam gebouwd worden

Aandachtspunt:

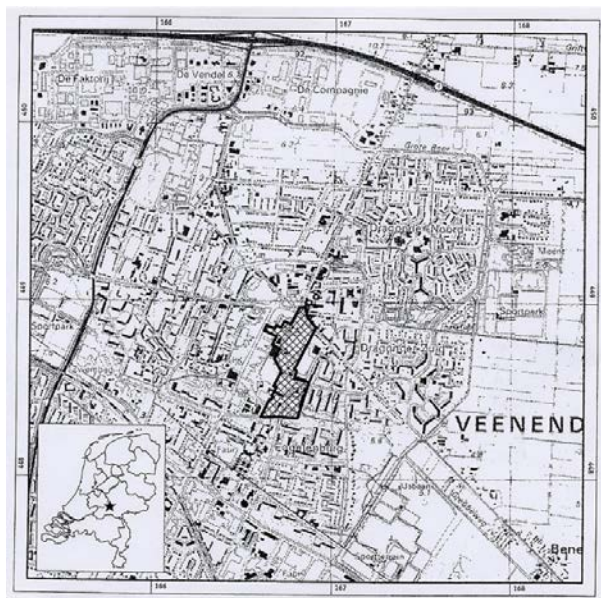
- Meer expertise nodig van verschillende experts
- Goede planning

Bijlage 3 – Toelichting casus

In deze bijlage wordt de casus entreegebouw verder toegelicht.

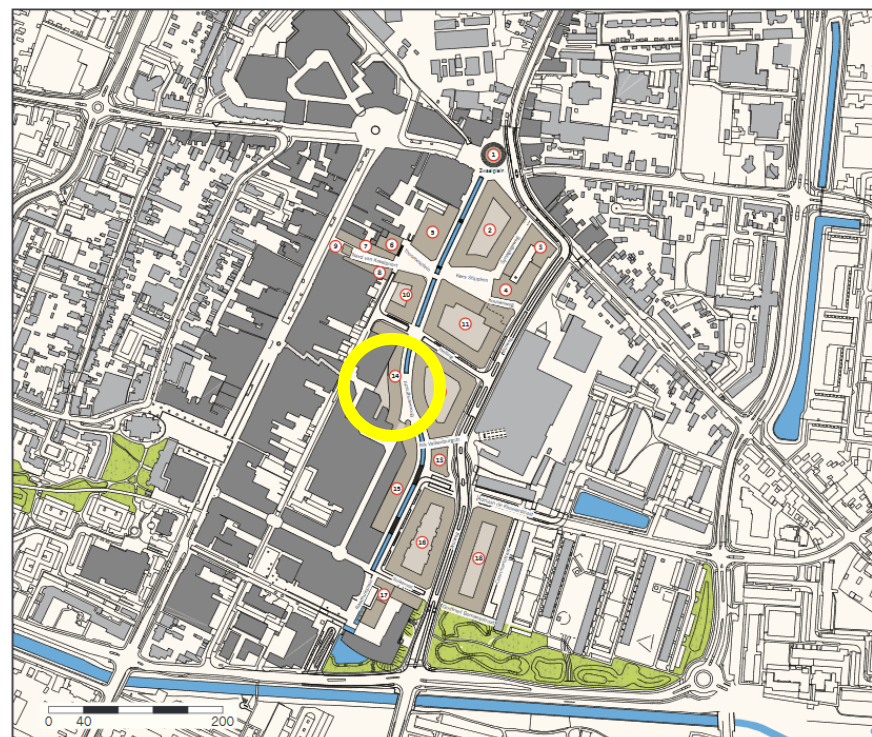
Geschiedenis

Het idee voor de ontwikkelingen van het Oostelijke deel van het centrum zijn al in 1989 ontstaan in het zogenoemde masterplan, zie Figuur 27 Masterplan 1 (GemeenteVeenendaal, 2008). Dit plan was destijds niet haalbaar en pas later in 2002, zijn de plannen haalbaar gemaakt in het zogenoemde masterplan 2. Toen heeft het project ook de naam Brouwerspoort gekregen.



Figuur 27 Masterplan 1 (GemeenteVeenendaal, 2008)

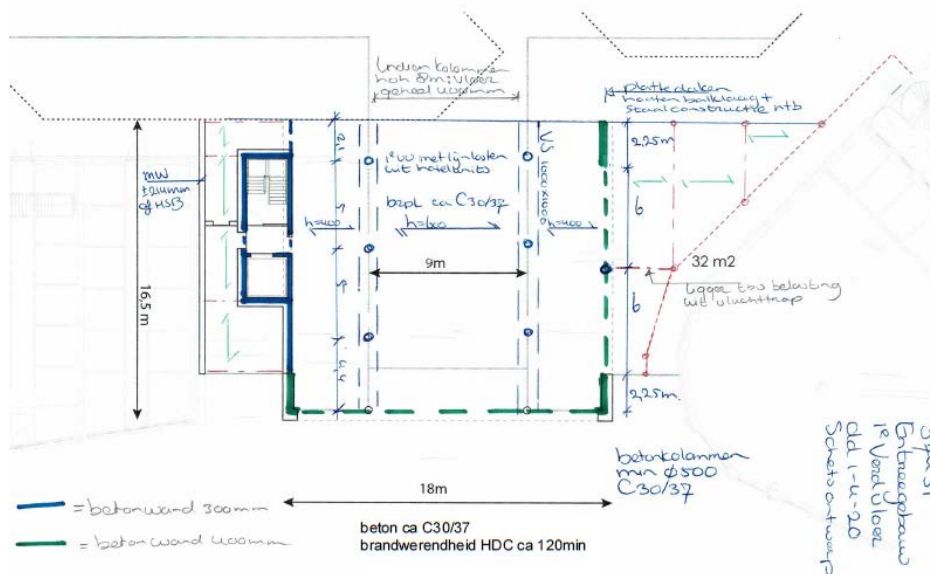
Ingenious is een projectontwikkelaar die al vanaf de oprichting van het bedrijf bezig is met de grootschalige centrumontwikkelingen in Brouwerspoort in Veenendaal, zie Figuur 28 Commerciële kaart (Gemeenteveenendaal, z.d.). In het gele rondje in de locatie aangegeven van het toekomstige gebouw.



Figuur 28 Commerciële kaart (Gemeenteveenendaal, z.d.)

Het gebouw

De begane grondvloer en eerste verdiepingsvloer worden uitgevoerd in beton. Er komt een waarschijnlijk ook een liftschaft uit beton voor de stabiliteit van het gebouw, zie Figuur 29. Het gebouw wordt 18,00 meter breed en 16,50 meter diep. Uiteindelijk zal het gebouw een oppervlakte van 1.014m² hebben.



Figuur 29 begane grond schets

Maximale overspanning

De maximale overspanning is 9 meter op de begane grond.

Brandveiligheid:

In het Bouwbesluit wordt volgens artikel 2.9 vereist dat de hoofddraagconstructie van een gebouw waarvan een vloer van een verblijfsgebied dat hoger ligt dan 13 meter boven meetniveau, een Brandwerendheid met betrekking tot bezwijken heeft van 120 minuten. Dit wordt ook toegepast in deze casus. (Rijksoverheid, 2003)

Economische haalbaarheid

Zoals aangegeven is dit een pilotproject voor Ingenious. Er is een ruim budget vrijgesteld voor dit project, maar wanneer het blijkt dat het economisch niet haalbaar is om het gebouw uit te voeren in hout, wordt het project toch in traditioneel beton en kalkzandsteen uitgevoerd.

Duurzaamheid

Een duurzame uitstraling is van belang voor de opdrachtgever, omdat Ingenious zich wil onderscheiden door duurzaam te ondernemen.

Bijlage 4 - Multicriteria analyse

Beide varianten worden getoetst door middel van een Multi criteria analyse. Het MCA is opgesteld aan de hand van de volgende stappen:

1. Formuleren en groeperen van verschillende criteria
2. Het bepalen van een score per criteria
3. Het toekennen van gewichten (belangen) aan criteria
4. Het vaststellen van de juiste rangorde van de criteria

De eerste stap is het vaststellen van criteria die de opdrachtgever belangrijk vindt. De criteria worden beschreven en toegelicht. Een aantal criteria wordt onderverdeeld in sub criteria om meer duidelijkheid te verschaffen.

De volgende criteria zijn tot stand gekomen:

- Economische haalbaarheid
- Esthetica
- Duurzaamheid
- Technische haalbaarheid
- Veiligheid
- Transport

Elke criteria heeft zijn eigen sub criteria. De beschrijving van deze sub criteria is opgenomen in Bijlage 5 – Toelichting criteria

Om tot een score te komen voor de varianten zijn er punten toegekend aan de sub criteria. Er is per sub criteria één tot en met vijf punten te behalen. Met de het puntenaantal wordt aangegeven of de variant goed of slecht voldoet aan de gestelde eis. In Tabel 1 overzicht te behalen punten is een overzicht weergegeven van de puntenaantallen.

Tabel 1 overzicht te behalen punten

Aantal punten	Classificatie
1	Zeer slecht
2	Slecht
3	Redelijk
4	Goed
5	Zeer goed

Wanneer een sub criteria een score behaalt van 1, betekent dit dat de variant zeer slecht voldoet aan de randvoorwaarde van de gestelde sub criteria.

Uit het interview met de opdrachtgever, Bijlage 1 – Interviews experts, is naar voren gekomen dat duurzaamheid en economische haalbaarheid twee belangrijke criteria zijn voor het kiezen van een bouwsysteem. Deze criteria zullen daarom ook zwaarder wegen in de Multi criteria analyse. In Tabel 2 Rangorde criteria is een overzicht weergegeven van de gewichten per criteria. De criteria zijn gelijk op rangorde opgesteld.

Tabel 2 Rangorde criteria

Rangorde	Criteria	Gewicht criteria
1	Duurzaamheid	30
2	Economische haalbaarheid	20
3	Technische haalbaarheid	12,5
4	Esthetica	12,5
5	Veiligheid	12,5
6	Transport	12,5

De laatste 4 criteria hebben evenveel punten omdat de opdrachtgever al in een interview heeft aangegeven dat de criteria voor de rest evenveel wegen.

De punten van de sub criteria worden bij elkaar opgeteld en dit totaal wordt dan gedeeld door het aantal opgestelde sub criteria. De uitkomst wordt vervolgens vermenigvuldigd met het gewicht van de criteria.

Zo krijg je de volgende formule:

$$\text{Totaal punten} = \text{Gewicht criteria} * ((\text{som sub criteria}) / (\text{aantal sub criteria}))$$

In het volgende hoofdstuk worden beide varianten getoetst door de Multi criteria analyse. Hieronder is in Tabel 3 voorbeeld Multi criteria analyse, een voorbeeld weergegeven van de beoordeling op de waarderingscriteria duurzaamheid.

$$\text{Totaal punten} = 30 * (8 / 2) = 120$$

Tabel 3 voorbeeld Multi criteria analyse.

Waarderings-Criteria	Sub criteria	Punten	Gewicht criteria	Totaal
Duurzaamheid	Duurzame materialen toegepast	4	30	120
	Herkomst materialen	4		

Toetsing variant I “CLT GEBOUW met betonkern”

Tabel 4 Toetsing variant I

Waarderings-Criteria	Sub criteria	Punten	Gewicht criteria	Totaal
Duurzaamheid	Duurzame materialen toegepast	4	30	120
	Herkomst materialen	4		
Economische haalbaarheid	Materiaalkosten	2	20	66.7
	Prefab	4		
	Snelheid van bouwen	4		
Technische haalbaarheid	De overspanningen zijn mogelijk	5	12,5	56.25
	Aansluiting op uitgangspunten bestaand ontwerp	4		
Esthetica	Beeldbepalend	4	12,5	50
Veiligheid	Brandveiligheid	4	12,5	50
Transport	Transportbewegingen	5	12,5	62.5
Totaal				405

Variant I heeft een totaalscore behaald van afgerond 405 punten, de toelichting van de score per criteria is op de volgende pagina beschreven.

Toelichting toetsing variant I

Duurzaamheid

Duurzame materialen toegepast

In variant I worden CLT-elementen van Holz100 toegepast. Holz100 is volledig gemaakt hout en hier wordt geen lijm in de verwerking toegepast. Daarnaast zijn de bovenste lagen van het gebouw volledig in hout. Dit betekent dus dat er in de variant duurzame materialen toegepast worden.

Herkomst materialen

Zoals vermeld worden de Holz100 elementen toegepast. Deze materialen worden op een duurzame manier verwerkt. Het hout is afkomstig uit duurzame beheerde bossen. (Dekkerhout, 2017)

Economische haalbaarheid

Materiaalkosten

De materiaalkosten van CLT-elementen zijn een stuk hoger dan traditioneel houtskeletbouw en traditioneel bouw. Dit wordt ook bevestigd in de verschillende interviews uit Bijlage I – Interviews experts. Het toepassen van goedkopere materialen wordt dus een stuk minder gedaan. CLT dient ook nog geïsoleerd te worden. Bij traditioneel houtskeletbouw kunnen de elementen al prefab geïsoleerd worden wat scheelt in de prijs.

Prefab

Het ontwerp bestaat grotendeels uit prefab elementen, en scoort daarom ook goed op dit onderdeel. Het nadeel is wel dat er nog weinig leveranciers zijn die CLT-elementen aanbieden waardoor de prijs wat hoger ligt.

Snelheid van bouwen

Het bouwen met CLT-elementen zorgt voor een korte uitvoeringstijd. Dit zorgt er ook voor dat er relatief weinig personeel nodig is voor langere tijd. Hierbij is het wel van belang dat de aannemer ervaring heeft met de bouwmethode.

Technische haalbaarheid

De overspanningen zijn mogelijk

Met CLT-elementen zijn overspanningen van 16.00 meter haalbaar. De variant kan de gestelde overspanningen gemakkelijk behalen zonder extra constructies toe te voegen. (Laminated Timber Solutions, 2019)

Aansluiting op uitgangspunten bestaand ontwerp

De variant voldoet aan de gestelde uitgangspunten van het ontwerp. Op basis van het literatuuronderzoek is te zien dat de constructiehoogte behaald kan worden met deze bouwmethodiek.

Esthetica

Beeldbepalend

Er kan voor gekozen worden om de CLT-elementen zichtbaar te laten zijn aan de binnenkant van het gebouw door de isolatie aan de buitenkant uit te voeren. Dit zorgt ervoor dat het unieke karakter van hout ook zichtbaar is aan de binnenkant.

Brandveiligheid

CLT-Elementen van Holz100 voldoen aan alle brandveiligheidseisen (Dekkerhout, 2017)

Transport*Transportbewegingen*

CLT-elementen worden als een soort puzzel op de vrachtwagen geladen volgens Jaap Kok, Bijlage I – Interviews experts. Door het praktisch laden van de vrachtwagens kunnen er veel elementen meegenomen worden, en zijn er daardoor minder vrachtwagens nodig om alle bouwmaterialen te brengen. Dit zorgt voor minder vrachtverkeer en ook minder stikstofuitstoot. CLT-elementen zijn daarnaast ook een stuk lichter dan traditionele bouwmaterialen.

Toetsing variant 2 “Houtstructuur bouw”*Tabel 5 Toetsing variant 2*

Waarderings-Criteria	Sub criteria	Punten	Gewicht criteria	Totaal
Duurzaamheid	Duurzame materialen toegepast	4	30	105
	Herkomst materialen	3		
Economische haalbaarheid	Materiaalkosten	4	20	86,7
	Prefab	5		
	Snelheid van bouwen	4		
Technische haalbaarheid	De overspanningen zijn mogelijk	4	12,5	50
	Aansluiting op uitgangspunten bestaand ontwerp	4		
Esthetica	Beeldbepalend	3	12,5	37,5
Veiligheid	Brandveiligheid	4	12,5	50
Transport	Transportbewegingen	3	12,5	37,5
Totaal				367

Variant 2 heeft een totaalscore behaald van afgerond 367 punten, de toelichting van de score per criteria is op de volgende pagina beschreven

Toelichting toetsing variant 2

Duurzaamheid

Duurzame materialen toegepast

In houtstructuur bouw worden gelamineerde liggers en balken toegepast. Dit is bewerkt hout met chemische lijm om ze bij elkaar te houden. Daarnaast wordt er in deze variant ook een kern van beton toegepast om de stabiliteit van het gebouw te waarborgen. Dit betekent dat er meer beton is en dat is een stuk minder duurzaam.

Herkomst materialen

Er wordt bij houtstructuur bouw dus meer beton gebruikt, de herkomst van beton en de verwerking ervan is een stuk minder duurzaam. Daarnaast is het hout wat toegepast wordt wel duurzaam waardoor het de variant in totaal toch redelijk is goed is. Voor de gelamineerde liggers wordt vuren hout gebruikt.

Economische haalbaarheid

Materiaalkosten

De materiaalkosten van deze bouwkosten zullen een stuk minder zijn dan bij CLT. Dit komt omdat de niet dragende elementen van het gebouw opgevuld kunnen worden met houtskeletbouw. Dit is weer een stuk goedkoper dan het toepassen van CLT-elementen.

Prefab

In deze variant wordt ook veel prefab toegepast, voor de betonvloeren, als voor de niet dragende elementen. Houtskeletbouw wanden zijn gemakkelijker te verkrijgen omdat dit al veel wordt toegepast in Nederland.

Snelheid van bouwen

Bouwen met houtstructuur bouw is wat makkelijker dan bouwen met CLT. Omdat houtstructuur bouw erg lijkt op houtskeletbouw, zijn veel aannemers hiermee meer bekend. Ook kleine aanpassingen of wijzigingen kunnen in deze bouwmethodiek sneller uitgevoerd worden op de bouwplaats.

Technische haalbaarheid

De overspanningen zijn mogelijk

Met gelamineerde liggers kunnen grote overspanningen behaald worden. Deze variant leent zich daarom goed voor het entreegebouw.

Aansluiting op uitgangspunten bestaand ontwerp

Net als bij CLT, sluit ook deze variant goed aan op de uitgangspunten van het entreegebouw. Er zijn al voorbeelden gegeven van gebouwen die grote hoogtes behalen met gelamineerde liggers.

Esthetica

Beeldbepalend

Ook deze bouwmethodiek kan in het zicht verwerkt worden. Bij houtstructuur bouw wordt er tussen constructie geïsoleerd, waardoor het hout goed zichtbaar blijft aan de buiten- en binnenkant van het gebouw.

Veiligheid*Brandveiligheid*

Houtstructuur bouw moet net als alle andere bouwmethodieken voldoen aan de gestelde brandveiligheidseisen. Hout is goed bestand tegen brand volgens Jules Smit, Bijlage I – Interviews experts.

Transport*Transportbewegingen*

Gelamineerde liggers kunnen in grote lengtes gemaakt worden, hierbij is transport sneller een probleem dan de fabricage van de elementen zelf. Omdat in deze variant meer beton benodigd is, is er ook meer transport nodig en vooral zwaarder transport. Dit is nadelig voor de stikstofuitstoot.

Bijlage 5 – Toelichting criteria

In tabel 6 staan de beschrijvingen van de verschillende criteria. Ieder criteria heeft zijn eigen sub criteria die ook toegelicht wordt. Hierbij staat een omschrijving van de randvoorwaarde en een toelichting hiervan. In deze tabel is aangeven hoe de criteria gemeten worden.

Tabel 6 Toelichting sub criteria

Waarderingscriteria	Sub criteria	Omschrijving randvoorwaarde	Toelichting
Economische haalbaarheid	Materiaalkosten	Mogelijkheid om goedkope materialen toe te passen	Het toepassen van dure materialen zorgt ervoor dat de totaalprijs duurder wordt.
	Prefab	De variant maakt gebruik van prefab elementen	Het toepassen van prefab elementen scheelt in de totaalprijs. Houtbouw is altijd duurder t.o.v. traditioneel bouwen.
	Snelheid van bouwen	Er is een snelle bouwtijd mogelijk	Er kan snel gebouwd worden tijdens de uitvoeringsfase. Hoe meer tijd er nodig is, hoe meer manuren er benodigd zijn. Een langere bouwtijd betekend ook meer stikstofuitstoot.
Esthetica	Beeldbepalend	Zichtbaarheid van hout	Het gebouw laat zien dat er hout in verwerkt is, dit zorgt voor een duurzame uitstraling en karakter.
Duurzaamheid	Duurzame materialen toegepast	Het toepassen van duurzame materialen is mogelijk, en wordt zoveel mogelijk toegepast.	De opdrachtgever vindt duurzaamheid een belangrijk onderdeel, het toepassen van duurzame materialen geeft het gebouw ook meer waarde.
	Herkomst materialen	Verwerkingsproces van de materialen is duurzaam	Duurzaamheid betekend ook dat de materialen op een duurzame manier verwerkt worden. In dit onderdeel wordt gekeken naar de verwerking van het materiaal
Technische haalbaarheid	De overspanningen zijn mogelijk	Het benodigde overspanningen zijn mogelijk te behalen met het bouwsysteem	Het ontwerp is al gemaakt, en hierbij zijn bepaalde overspanningen vereist. De variant moet deze overspanningen behalen.
	Aansluiting op uitgangspunten bestaand ontwerp	De variant voldoet aan de uitgangspunten van het ontwerp	Het ontwerp heeft bepaalde uitgangspunten vastgesteld. Dit moet te realiseren zijn met het bouwsysteem.
Veiligheid	Brandveiligheid	De variant voldoet aan de brandveiligheidseisen	Voor hoogbouw gelden brandveiligheidseisen. De variant moet brandveilig zijn.
Transport	Aantal Transportbewegingen	De variant minimaliseert het gebruik van transport	Hoe minder transport er benodigd is, hoe minder de uitstoot van stikstof

Bijlage 6 – Tabellen input AERIUS-berekening

Project: 48 appartementen met commerciële ruimte, Entreegebouw, Veenendaal
Datum: 27-4-2020
Geschatte bouwduur: 24 maanden

	Onderdeel	Omschrijving werkzaamheden	e te passen materieel (niet-electris)	Vermogen (kWh)	Bouwjaar machine	aantal draaiuren
fundering	Bodemvoorzieningen	Leveren en ophalen units	Autolaad kraan	360	2017	4
		Uitgraven bouwput	Mobiele kraan	90	2015	16
	Funderingsconstructie	Aanbrengen palen	Boorstelling	385	2016	24
		Storten fundering	Betonpomp	220	2015	12
ruwbouw	Binnenwanden	leveren kalkzandsteen elementen	vrachtwagen	290	2014	10
		opperen kalkzandsteen elementen	mobiele kraan	90	2015	16
	buitenwanden	Leveren vliesgevel elementen	vrachtwagen	290	2014	10
		plaatsen vliesgevel elementen	mobiele kraan	90	2015	16
	buitenwandopeningen	leveren spouwisolatie	vrachtwagen	290	2014	10
		Levering gevelkozijnen	Licht vrachtverkeer	105	2016	10
		Leveren gevelisolatie	Vrachtwagen	290	2014	10
		leveren deurkozijnen	autolaadkraan	360	2017	6
		leveren deuren	autolaadkraan	360	2017	6
		leveren beglazing	Vrachtwagen	290	2014	10
		leveren puivulling	autolaadkraan	360	2017	6
		leveren slabben en dakfolies	bakwagen met aanhanger	330	2015	12
	Daken	leveren dakfolies en isolatie	bakwagen met aanhanger	330	2015	12
		leveren draagconstructie plat dak	Vrachtwagen	290	2014	10
		plaatsen draagconstructie plat dak	telescoopkraan	180	2015	50
	dakafwerking	leveren dakbedekking	lichte vrachtwagen	105	2016	10
	hoofddraagconstructie	leveren balken, kolommen en lateien	Vrachtwagen	290	2014	10
		plaatsen balken, kolommen en lateien	telescoopkraan	180	2015	50
		Leveren vloerelementen	Vrachtwagen	290	2014	40
	vloeren	Plaatsen vloerelementen	Telescoopkraan	180	2015	50
		leveren vloerisolatie	Vrachtwagen	290	2014	10
		leveren brandwerende en geluidwerende				
afbouw	algemeen	bekleding	bakwagen met aanhanger	330	2015	12
	ballustrades en leuningen	leveren ballustrades	autolaadkraan	360	2017	6
	Binnenwanden	leveren hsb elementen	vrachtwagen	290	2014	10
		plaatsen hsb elementen	telescoopkraan	180	2015	50
		leveren wandtegels	vrachtwagen	290	2014	10
	binnenwandopeningen	leveren raamkozijnen(binnen)	autolaadkraan	360	2017	6
		leveren deurkozijnen(binnen)	autolaadkraan	360	2017	6
		leveren binnendeuren	autolaadkraan	360	2017	6
	buitenwanden	leveren beglazing(binnen)	autolaadkraan	360	2017	6
		stijgerwerk t.b.v. schilderwerk	bakwagen met aanhanger	330	2015	12
	buitenwandopeningen	leveren vensterbanken	bakwagen met aanhanger	330	2015	12
	dakafwerking	leveren regelwerk	bakwagen met aanhanger	330	2015	12
	overig	leveren folies en profielen	bakwagen met aanhanger	330	2015	12
	plafondafwerkingen	leveren plafondafwerking	bakwagen met aanhanger	330	2015	12
Installaties E	vloerafwerking	leveren tegelwerk	bakwagen met aanhanger	330	2015	12
		leveren zonnepanelen	bakwagen met aanhanger	330	2015	12
Installaties W		plaatsen zonnepanelen	autolaad kraan	360	2017	6
	afvoeren	leveren riolering binnen/buiten	vrachtwagen	290	2014	10
	luchtbehandeling	leveren ventilatiesysteem	vrachtwagen	290	2014	10
		leveren distributiesysteem	vrachtwagen	290	2014	10
	warmteopwekking	leveren warmteopwekkings apparaten	vrachtwagen	290	2014	10
	koudeopwekking					
	afgiftesysteem					
	afvoeren					
Vaste voorzieningen	leidingen					
	transportvoorzieningen	leveren prefab trappen	vrachtwagen	290	2014	10
		plaatsen prefab trappen	telescoopkraan	180	2015	50
		leveren en aanbrengen lift	autolaad kraan	360	2017	6
	vaste keukenvoorzieningen	leveren en plaatsen keukenvoorzieningen	autolaadkraan	360	2017	6
	vaste sanitaire voorzieningen	leveren en plaatsen sanitaire voorzieningen	autolaadkraan	360	2017	6
Terrein	terreinvoorzieningen	leveren en ophalen terreinbeveiliging	autolaadkraan	360	2017	6
		leveren en ophalen overige				
	terreinvoorzieningen	terreinbenodigdheden	autolaadkraan	360	2017	6
	terreinvoorzieningen					
	Metselsilo	Leveren, vullen en ophalen silo	Silo wagen	400	2016	10

Project: 48 appartementen met commerciële ruimte, Entreegebouw, Veenendaal
Datum: 27-4-2020

Geschatte bouwduur 12+ maanden Referentieproject <https://en.wikipedia.org/wiki/Stadthaus> bouwtijd = 49 maanden

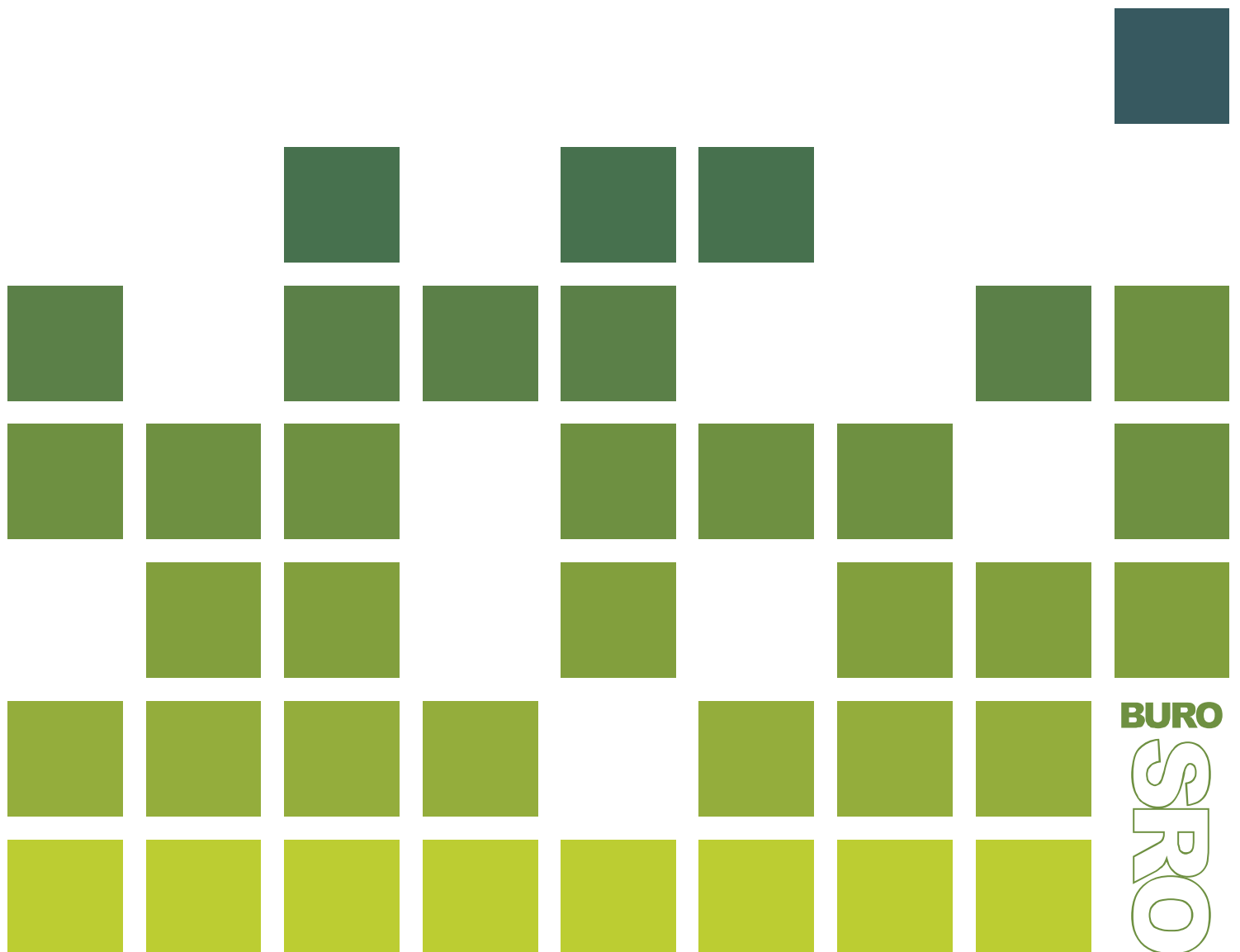
	Onderdeel	Omschrijving werkzaamheden	e te passen materieel (niet-electris	Vermogen (kWh)	Bouwjaar machine	aantal draaiuren
fundering	Bodemvoorzieningen	Leveren en ophalen units	Autolaad kraan	360	2017	4
		Uitgraven bouwput	Mobiele kraan	90	2015	16
	Funderingsconstructie	Aanbrengen palen	Boorstelling	385	2016	24
ruwbouw	Binnenwanden	Storten fundering	Betonpomp	220	2015	12
		Leveren CLT-elementen	vrachtwagen	290	2014	10
		plaatsen CLT-elementen	mobiele kraan	90	2015	16
	buitenwanden	Leveren vliesgevel elementen	vrachtwagen	290	2014	10
		plaatsen vliesgevel elementen	mobiele kraan	90	2015	16
		leveren spouwisolatie	vrachtwagen	290	2014	10
	buitenwandopeningen	Levering gevelkozijnen	Licht vrachtverkeer	105	2016	10
		Leveren gevelisolatie	Vrachtwagen	290	2014	10
		leveren deurkozijnen	autolaadkraan	360	2017	6
	Daken	leveren deuren	autolaadkraan	360	2017	6
		leveren beglazing	Vrachtwagen	290	2014	10
		leveren puivulling	autolaadkraan	360	2017	6
		leveren slabben en dakfolies	bakwagen met aanhanger	330	2015	12
		leveren CLT-dakelementen	bakwagen met aanhanger	330	2015	12
		plaatsen CLT-dakelementen				
	dakafwerking	leveren dakbedekking	lichte vrachtwagen	105	2016	10
	vloeren					
		Leveren CLT-vloerelementen	Vrachtwagen	290	2014	40
		Plaatsen CLT-vloerelementen	Telescoopkraan	180	2015	50
		leveren vloerisolatie	Vrachtwagen	290	2014	10
afbouw	algemeen	leveren brandwerende en geluidwerende bekleding	bakwagen met aanhanger	330	2015	12
		leveren ballustrades	autolaadkraan	360	2017	6
	ballustrades en leuningen					
	Binnenwanden					
	binnenwandopeningen	leveren wandtegels	vrachtwagen	290	2014	10
		leveren raamkozijnen(binnen)	autolaadkraan	360	2017	6
		leveren deurkozijnen(binnen)	autolaadkraan	360	2017	6
		leveren binnendeuren	autolaadkraan	360	2017	6
		leveren beglazing(binnen)	autolaadkraan	360	2017	6
	buitenwanden	stijgerwerk t.b.v. schilderwerk	bakwagen met aanhanger	330	2015	12
	buitenwandopeningen	leveren vensterbanken	bakwagen met aanhanger	330	2015	12
	dakafwerking	leveren en plaatsen dakafwerking	bakwagen met aanhanger	330	2015	12
	overig	leveren folies en profielen	bakwagen met aanhanger	330	2015	12
	plafondafwerkingen	leveren plafondafwerking	bakwagen met aanhanger	330	2015	12
	vloerafwerking	leveren tegelwerk	bakwagen met aanhanger	330	2015	12
Installaties E	Elektrotechnische voorzieningen	leveren zonnepanelen	bakwagen met aanhanger	330	2015	12
		plaatsen zonnepanelen	autolaad kraan	360	2017	6
Installaties W	afvoeren	leveren riolering binnen/buiten	vrachtwagen	290	2014	10
		leveren ventilatiesysteem	vrachtwagen	290	2014	10
	luchtbehandeling	leveren distributiesysteem	vrachtwagen	290	2014	10
		leveren warmteopwekkings apparaten	vrachtwagen	290	2014	10
	warmteopwekking					
	koudeopwekking					
	afgiftesysteem					
Vaste voorzieningen	afvoeren					
	leidingen					
	transportvoorzieningen	leveren prefab trappen	vrachtwagen	290	2014	10
		plaatsen prefab trappen	telescoopkraan	180	2015	50
Terrein		leveren en aanbrengen lift	autolaad kraan	360	2017	6
	vaste keukenvoorzieningen	leveren en plaatsen keukenvoorzieningen	autolaadkraan	360	2017	6
	vaste sanitaire voorzieningen	leveren en plaatsen sanitaire voorzieningen	autolaadkraan	360	2017	6
	terreinvoorzieningen	leveren en ophalen terreinbeveiliging	autolaadkraan	360	2017	6
	terreinvoorzieningen	leveren en ophalen overige terreinbenodigdheden	autolaadkraan	360	2017	6
	terreinvoorzieningen					
	Metselsilo	Leveren, vullen en ophalen silo	Silo wagen	400	2016	10

Bijlage 7 – AERIUS Berekeningen

Voortoets stikstofdepositie Traditioneel

Entreegebouw, Veenendaal

Gemeente Veenendaal



Gegevens over het plan:

Plannaam: Voortoets stikstofdepositie Entreegebouw
Datum: 14-05-2020
Projectnummer Buro SRO: 25.50.13

Gegevens projectbetrokkenen:

Opdrachtgever: Ingenious Vastgoed

Gegevens Buro SRO:

Projectleider Buro SRO:
Bezoekadres vestiging Arnhem: Sweerts de Landasstraat 50
6814 DG te Arnhem
Telefoon: 026 – 35 23 125
E-mail: arnhem@buro-sro.nl
Internet: www.Buro-SRO.nl

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1	Inleiding	5
1.1	Doelstelling onderzoek	5
1.2	Projectbeschrijving	5
1.3	Maatgevende Natura 2000-gebieden.....	6
Hoofdstuk 2	Wettelijk kader	7
2.1	Landelijke wet- en regelgeving	7
2.2	Voortoets.....	7
2.3	Passende beoordeling	8
Hoofdstuk 3	Berekeningssystematiek.....	9
3.1	Gebruikt rekenmodel.....	9
3.2	Input rekenmodel	9
3.2.1	Toekomstig gebruik.....	9
3.2.2	Aanlegfase.....	10
Hoofdstuk 4	Resultaten berekening	11
4.1	Gebruiksfase.....	11
4.2	Aanlegfase.....	13
Hoofdstuk 5	Conclusies	15
Bijlagen		17
	Bijlage 1: AERIUSberekening toekomstig gebruik	19
	Bijlage 2: AERIUSberekening aanlegfase	21

Hoofdstuk 1 Inleiding

1.1 Doelstelling onderzoek

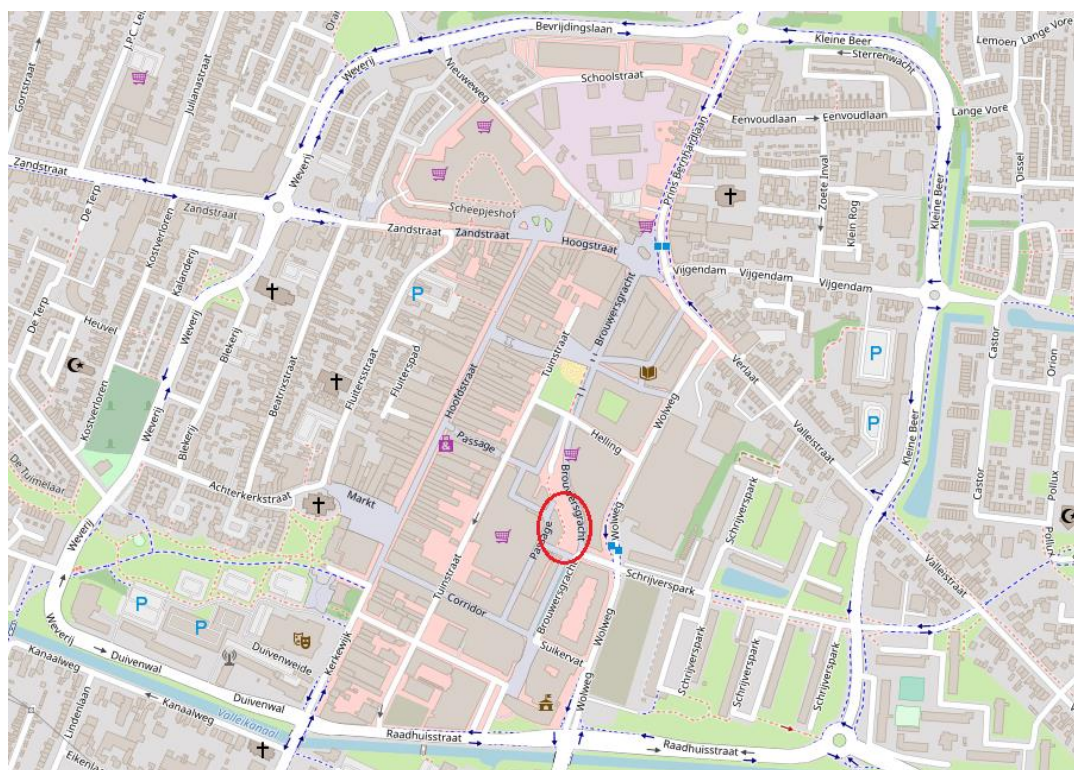
Het voornemen bestaat om aan de Brouwersgracht in Veenendaal een hotel te bouwen, met een winkel op de begane grond. Hiervoor is een omgevingsvergunning aangevraagd. Doel van dit onderzoek is toetsing van mogelijke (negatieve) effecten op Natura 2000-gebieden, als gevolg van de activiteiten die de vergunning mogelijk maakt, aan de Wet natuurbescherming.

Ten behoeve van een voortoets in het kader van de Wet natuurbescherming is de toekomstige gewenste situatie gemodelleerd op basis van de aangeleverde gegevens door de opdrachtgever, ervaringscijfers en kengetallen. De depositie is op de omliggende Natura 2000-gebieden berekend en getoetst of het plan (mogelijke) significant negatieve effecten veroorzaakt op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden.

Voorliggende rapportage geeft een overzicht van de gehanteerde uitgangspunten en rekenmethodiek, de berekende resultaten en de conclusie.

1.2 Projectbeschrijving

Het plangebied is gelegen aan de Brouwersgracht te Veenendaal. Onderstaande afbeelding toont de ligging van het plangebied in de omgeving.



Ligging van het plangebied

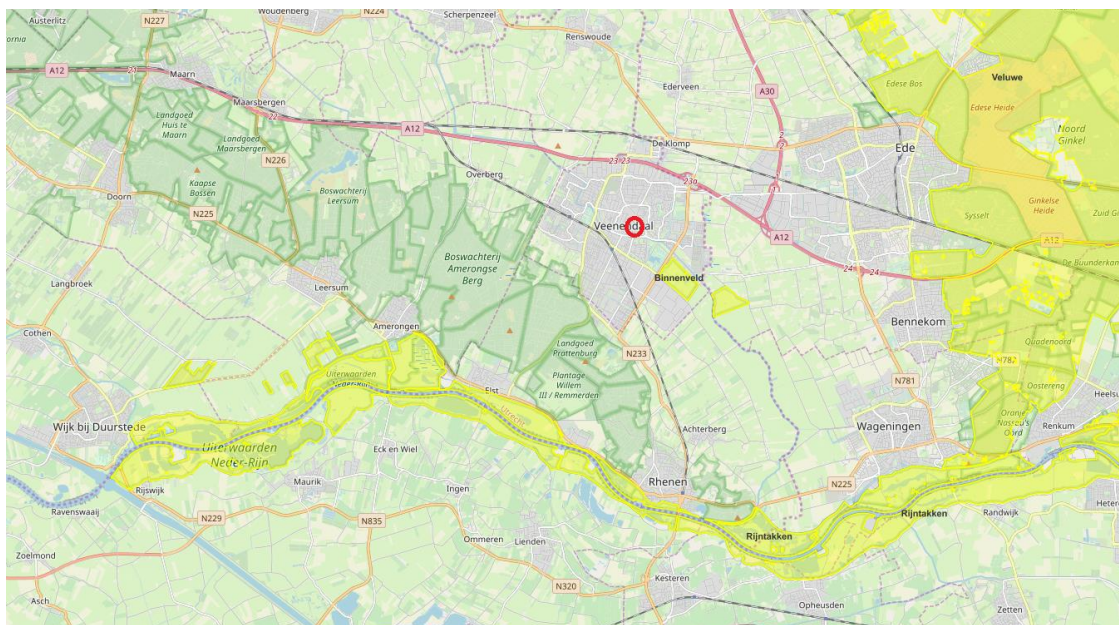
In het plangebied wordt een nieuw hotel gebouwd, met 48 kamers. De begane grond zal voornamelijk bestaan uit een open passage, om voetverkeer naar de achtergelegen straat door te laten. Op de begane grond van het pand is ook ruimte voor een winkel met een bruto vloeroppervlak van 200 m². Navolgende afbeelding geeft een impressie van de toekomstige situatie.



Artistieke impressie project (ontwerp: architectenbureau common affairs)

1.3 Maatgevende Natura 2000-gebieden

Voor het uitvoeren van de stikstofdepositieberekening moet rekening gehouden worden met Natura 2000-gebieden. AERIUS toetst automatisch aan alle Natura 2000-gebieden in Nederland en aan nabijgelegen buitenlandse Natura 2000-gebieden. Het meest nabijgelegen en maatgevende Natura 2000-gebied voor dit project is Binnenveld. Deze ligt op een afstand van ca. 1,4 kilometer van het project. Op de afbeelding hieronder zijn het plangebied en de betreffende Natura 2000-gebieden weergegeven.



Ligging plangebied in relatie tot de maatgevende Natura 2000-gebieden

Hoofdstuk 2 Wettelijk kader

2.1 Landelijke wet- en regelgeving

In het kader van de toets aan de Wet Natuurbescherming wordt bepaald of een project of plan (mogelijke) significant negatieve effecten veroorzaakt op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden. Voor plannen en projecten dient middels een voortoets, eventueel gevolgd door een passende beoordeling, getoetst te worden of het plan mogelijk significant negatieve effecten kan hebben op gevoelige habitattypen die gelegen zijn binnen omliggende Natura 2000-gebieden. De beoordeling van plannen, projecten en andere handelingen is uitgewerkt in paragraaf 2.3 van de Wet natuurbescherming. Met het verdwijnen van het Programma Aanpak Stikstof is de ontwikkelingsruimte en standaard grenswaarde voor projecten niet meer beschikbaar.

Op 10 december 2019 hebben alle provincies, waarvan de provincie Fryslân onder voorbehoud, de beleidsregels voor intern en extern salderen vastgesteld. Dit vormt het nieuwe beleid op basis waarvan de vergunningverlening binnen de Wet natuurbescherming met betrekking tot stikstofdepositie plaatsvindt.

2.2 Voortoets

Een voortoets heeft tot doel te onderzoeken of er sprake kan zijn van significante gevolgen voor beschermde Natura 2000 gebieden. De significantie van de gevolgen voor een gebied als gevolg van een plan worden afgezet tegen de instandhoudingsdoelstellingen van een Natura 2000-gebied. De instandhoudingsdoelstellingen zijn neergelegd in het aanwijzingsbesluit en zijn uitgewerkt in het beheerplan voor dat gebied. Wanneer een plan of project gevolgen heeft voor het gebied, maar de instandhoudingsdoelstellingen daarvan niet in gevaar brengt, zijn significante gevolgen uitgesloten.

Bij de voortoets wordt bekeken of het bestemmingsplan afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kan hebben. In hoeverre stikstofdepositie voor significante gevolgen op Natura 2000-gebieden kan zorgen, wordt in eerste instantie bepaald door te bezien of de ontwikkelingen die het plan mogelijk maakt tot een toename van stikstofdepositie leiden. Hierbij mag een vergelijking worden gemaakt met het bestaande gebruik binnen het project zelf (intern salderen) of mag met het stoppen van een stikstofuitstotende activiteit elders worden gecompenseerd (extern salderen). Van plannen die ten opzichte van de feitelijke situatie geen toename van de stikstofdepositie veroorzaken op Natura 2000-gebieden met stikstofgevoelige habitats waarvan de Kritische Depositie Waarde (KDW) wordt overschreden, zijn significante gevolgen met zekerheid uit te sluiten. In dat geval hoeft geen passende beoordeling te worden opgesteld. In het geval uit de voortoets blijkt dat:

- de ontwikkeling wel kan leiden tot een toename van stikstofdepositie op één of meer in het kader van Natura 2000 beschermde stikstofgevoelige habitat;
- van deze habitats de KDW al wordt overschreden of door de toename van de stikstofdepositie kan worden overschreden;

dient een volgende stap gezet te worden. Op dat moment wordt door middel van een ecologische voortoets onderzocht of ecologische significante effecten uitgesloten kunnen worden. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om kleine deposities en/of deposities voor een korte tijd. Mocht dat laatste ook niet het geval zijn dan is een passende beoordeling noodzakelijk.

2.3 Passende beoordeling

Wanneer een plan significante negatieve gevolgen kan hebben, moet het bestuursorgaan ingevolge de Wet natuurbescherming een passende beoordeling opstellen vóórdat het plan kan worden vastgesteld. Deze passende beoordeling moet de zekerheid geven dat de natuurlijke kenmerken van het betreffende gebied niet worden aangetast. Het bestemmingsplan zal rekening moeten houden met de in het aanwijzingsbesluit voor het betrokken gebied vastgestelde instandhoudingsdoelstellingen en de wijze waarop deze zijn uitgewerkt in het voor het gebied vastgestelde beheerplan. Als het bevoegd gezag (in veel gevallen Provinciale Staten) op grond van de passende beoordeling niet de vereiste zekerheid heeft verkregen dat een plan de natuurlijke kenmerken niet zal aantasten, kan het plan in beginsel niet worden vastgesteld. Dat is alleen anders als er geen alternatieve oplossingen beschikbaar zijn, sprake is van dwingende redenen van openbaar belang en compenserende maatregelen worden getroffen, dan kan een plan toch worden vastgesteld.

Hoofdstuk 3 Berekeningssystematiek

3.1 Gebruikt rekenmodel

In deze voortoets is gerekend met de AERIUS Calculator. De rekenkern van AERIUS wordt gevormd door het Operationeel Prioritaire Stoffen model (OPS) van het RIVM. Dit model berekent de verspreiding van stikstof door de lucht en de depositie. OPS houdt daarbij rekening met verschillende factoren die de verspreiding en depositie van stikstof beïnvloeden, bijvoorbeeld de windrichting en -kracht, de ruwheid van het terrein en de hoogte van de vegetatie. Voor wegverkeer wordt gebruikt gemaakt van Standaard Rekenmethode 2 (SRM2). Daarmee sluit AERIUS aan op de modellering in het Nationaal Samenwerkingsverband Luchtkwaliteit.

3.2 Input rekenmodel

Belangrijk voor elk rekenmodel is de kwaliteit van de input. In deze paragraaf wordt voor elk onderdeel de bijbehorende uitgangspunten beschreven en onderbouwd.

3.2.1 Toekomstig gebruik

Verkeersbewegingen

Met betrekking tot het beoogde plan is het van belang te kijken naar de verwachte toename van het aantal verkeersbewegingen. Voor het bepalen van de extra verkeersbewegingen wordt gebruik gemaakt van de publicatie 317: Kencijfers parkeren en verkeersgeneratie van het CROW. In deze publicatie geldt voor het hotel als uitgangspunt 5,8 motorvoertuigbewegingen per 10 kamers. dit is het middelpunt van de bandbreedte van een 3 sterren hotel in het centrum van een sterk stedelijke gemeente. Het plan gaat uit van 48 kamers, wat voor deze berekening wordt afgerond tot 50 kamers, waardoor het aantal verkeersbewegingen in de toekomstige situatie 29 per dag zal bedragen. De hoeveelheid vrachtverkeer ten behoeve van de bevoorrading van het hotel is ingeschat op 2 verkeerbewegingen per dag.

In de CROW-publicatie geldt voor de winkel als uitgangspunt 26,9 motorvoertuigbewegingen per 100 m² bvo. dit is het middelpunt van de bandbreedte van winkel in het centrum van een stad met 50.000 tot 100.000 inwoners in een sterk stedelijke gemeente. Het plan gaat uit van 200 m² bvo, waarmee het aantal verkeersbewegingen in de toekomstige situatie 53,8 zal bedragen. De hoeveelheid vrachtverkeer ten behoeve van de bevoorrading van het hotel is ingeschat op 2 verkeerbewegingen per dag.

Verkeersbewegingen worden in AERIUS als lijnbronnen weergegeven. Deze lijnbronnen worden ingetekend van de woning tot het punt waar de verkeersbewegingen opgaan in het algemene verkeer. In dit geval gaan de verkeersbewegingen op in het algemene verkeer op de Kleine Beer/Gilbert van Schoonbekestraat op het punt waar het verkeer op snelheid is gekomen. Voor de lichte verkeersbewegingen wordt aangenomen dat alle bezoekers zullen parkeren in de nabijgelegen parkeergarage Tricotage. Voor de zware verkeersbewegingen wordt aangenomen dat deze voor het pand zullen parkeren.

Overige bronnen

De woningen worden conform het Bouwbesluit gasloos uitgevoerd. Daarmee is er geen sprake van een verbrandingsinstallatie in het huis. Mogelijke stikstofuitstoot door de toekomstige woningen en bijgebouwen is kleinschalig en incidenteel en daardoor niet modelleerbaar, zoals ook beargumenteerd in de Handreiking woningbouw en AERIUS van de Rijksoverheid (januari 2020).

3.2.2 Aanlegfase

Naast het toekomstig gebruik is ook de stikstofuitstoot tijdens de aanlegfase van het project van belang. Er is in deze voortoets vanuit gegaan dat het gebouw middels traditionele bouw wordt gerealiseerd. Bij de realisatie van het initiatief zijn gedurende korte tijd werktuigen en machines van de bouwer in het plangebied aanwezig, ook de verkeersbewegingen van de werklieden van en naar de bouwplaats geven een korte toename van stikstof emissie. Van een deel van de machines (handgereedschap, snelbouwkranen, liften) wordt ervan uit gegaan dat deze elektrisch zijn en dus geen stikstofuitstoot veroorzaken. Voor de daadwerkelijke aanleg is nog geen bestek gemaakt. Daarom is er op basis van vergelijkbare projecten en ervaringen elders een zo goed mogelijke raming gemaakt van de activiteiten die zorgen voor stikstofuitstoot tijdens de aanlegfase. In deze berekening is ervan uitgegaan dat de aanlegfase van het project maximaal 1 jaar duurt.

Mobiele werktuigen

Er zijn mobiele werktuigen nodig voor het realiseren van het initiatief. Voor het invoeren van de mobiele werktuigen is een inschatting gemaakt van het aantal draaiuren, type machine en leeftijd van het materiaal waarmee de uitstoot NOx door AERIUS is bepaald. De uitstoot van de mobiele werktuigen wordt in AERIUS als een vlakbron ingetekend, op de locatie van het in aanbouw zijnde pand. De overige machines zoals vrachtwagens voor de aan- en afvoer van materieel vallen onder de verkeersbewegingen.

Onderstaande tabel toont de ingevoerde mobiele werktuigen.

Type werktuig	Vermogen (kWh)	Bouwjaar	Draaiuren per jaar
Autolaad kraan	360	2017	88
Mobiele kraan	90	2015	48
Boorstelling	385	2016	24
Betonpomp	220	2015	12
telescoopkraan	180	2015	250

Het vermogen, bouwjaar en aantal draaiuren van de ingevoerde werktuigen is gebaseerd op informatie van de initiatiefnemer.

Verkeersbewegingen

Tijdens de aanlegfase zal er sprake zijn van verkeersbewegingen door de werklieden die met de bouw van het pand bezig zijn. Bij de gemaakte inschatting van het aantal verkeersbewegingen van licht verkeer is er rekening mee gehouden dat werklieden met werkbusjes arriveren, waarbij er meerdere werklieden in één werkbus zitten. Daarnaast zorgen de aan- en afvoer van materiaal en de mobiele werktuigen voor verkeersbewegingen door middelzwaar en zwaar vrachtverkeer. De schatting van de verkeersbewegingen in de aanlegfase is weergegeven in onderstaande tabel.

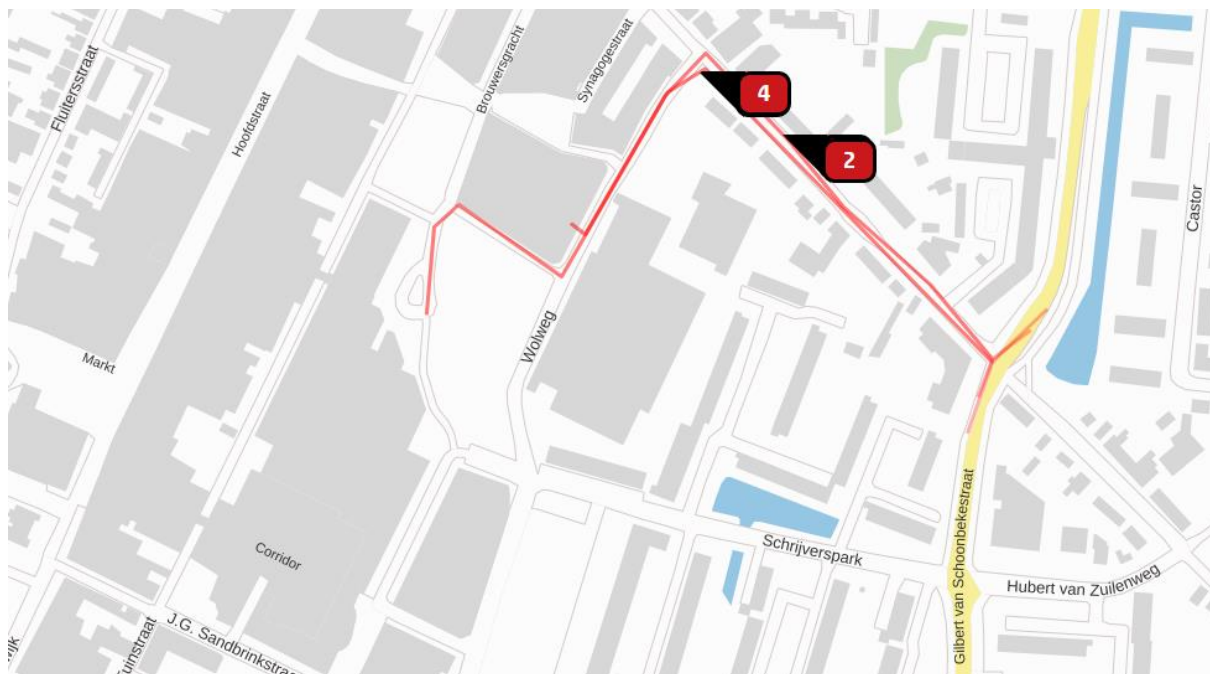
Type verkeer	Gem. aantal per jaar
Licht	1200
Middel zwaar	280
Zwaar	500

Verkeersbewegingen worden in AERIUS als lijnbronnen weergegeven. Deze lijnbronnen worden ingetekend van de woning tot het punt waar de verkeersbewegingen opgaan in het algemene verkeer. In dit geval gaan de verkeersbewegingen op in het algemene verkeer op de Kleine Beer/Gilbert van Schoonbekestraat op het punt waar het verkeer op snelheid is gekomen.

Hoofdstuk 4 Resultaten berekening

4.1 Gebruiksfase

In het model is de beoogde situatie ingevoerd. Op navolgende uitsnede zijn de bronnen weergegeven die van invloed zijn op de stikstofdepositie van het initiatief. Bron 1 en 2 betreffen de verkeersbewegingen van de personenauto's. Bron 3 en 4 betreffen de verkeersbewegingen van het vrachtverkeer.



Afbeelding ingevoerde bronnen AERIUS gebruiksfase

Toename emissies door verkeersbewegingen

Uit de berekening volgt dat door het toekomstig aantal verkeersbewegingen (conform paragraaf 3.2.1) de uitstoot van NO_x 8,86 kg/j bedraagt.



Naam
Locatie (X,Y)
NO_x
NH₃

licht verkeer zuid
166952, 448791
2,38 kg/j
< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	41,4 / etmaal	NO _x NH ₃	2,38 kg/j < 1 kg/j



Naam
Locatie (X,Y)
NO_x
NH₃

licht verkeer noord
166954, 448789
2,40 kg/j
< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	41,4 / etmaal	NO _x NH ₃	2,40 kg/j < 1 kg/j



Naam vrachtverkeer zuid
 Locatie (X,Y) 166896, 448833
 NOx 2,04 kg/j
 NH₃ < 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	2,0 / etmaal	NOx NH ₃	2,04 kg/j < 1 kg/j



Naam vrachtverkeer noord
 Locatie (X,Y) 166896, 448834
 NOx 2,04 kg/j
 NH₃ < 1 kg/j

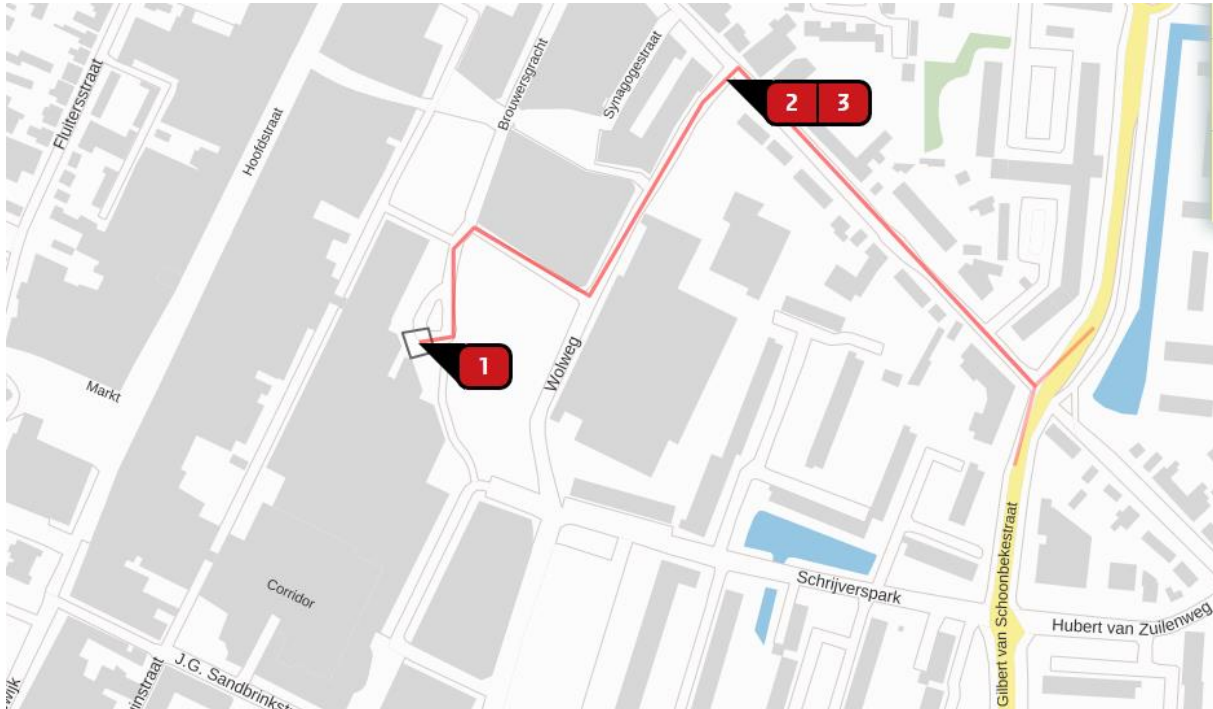
Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	2,0 / etmaal	NOx NH ₃	2,04 kg/j < 1 kg/j

Stikstofdepositie op de Natura 2000-gebieden

De uitstoot van NOx als gevolg van het toekomstig gebruik zorgt niet voor een bijdrage hoger dan 0,00 mol/ha/j op Natura 2000-gebieden.

4.2 Aanlegfase

Op navolgende uitsnede zijn de bronnen weergegeven die van invloed zijn op de stikstofdepositie van het initiatief tijdens de aanlegfase. Bron 1 betreft de mobiele werktuigen en bron 2 en 3 betreffen de verkeersbewegingen.



Afbeelding ingevoerde bronnen AERIUS aanlegfase

Toename emissies door mobiele werktuigen

Uit navolgende tabellen volgt dat door de mobiele werktuigen in de aanlegfase (conform paragraaf 3.2.2) de uitstoot van NO_x 18,30 kg/j bedraagt.



Naam
Locatie (X,Y)
NO_x

Mobile Werktuigen
166692, 448668
18,30 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreading (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof inhoud (MW)	Emissie
AFW	Autolaadkraan		4,0	2,0	0,0	NO _x	6,34 kg/j
AFW	Mobiele kraan		4,0	2,0	0,0	NO _x	< 1 kg/j
AFW	Boorstelling		4,0	2,0	0,0	NO _x	1,66 kg/j
AFW	Betonpomp		4,0	2,0	0,0	NO _x	< 1 kg/j
AFW	Telescoopkraan		4,0	2,0	0,0	NO _x	9,00 kg/j

Toename emissies door verkeersbewegingen

Uit navolgende tabellen volgt dat door de verkeersbewegingen in de aanlegfase (conform paragraaf 3.2.2) de uitstoot van NO_x minder dan 2,22 kg/j bedraagt.



Naam	Verkeersbewegingen zuid
Locatie (X,Y)	166892, 448838
NO _x	1,11 kg/j
NH ₃	< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	600,0 / jaar	NO _x NH ₃	< 1 kg/j < 1 kg/j
Standaard	Middelzwaar vrachtverkeer	140,0 / jaar	NO _x NH ₃	< 1 kg/j < 1 kg/j
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	250,0 / jaar	NO _x NH ₃	< 1 kg/j < 1 kg/j



Naam	Verkeersbewegingen noord
Locatie (X,Y)	166892, 448838
NO _x	1,11 kg/j
NH ₃	< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	600,0 / jaar	NO _x NH ₃	< 1 kg/j < 1 kg/j
Standaard	Middelzwaar vrachtverkeer	140,0 / jaar	NO _x NH ₃	< 1 kg/j < 1 kg/j
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	250,0 / jaar	NO _x NH ₃	< 1 kg/j < 1 kg/j

Stikstofdepositie de Natura 2000-gebieden

De uitstoot van NO_x als gevolg van de mobiele werktuigen en de verkeersbewegingen in de aanlegfase zorgt niet voor een bijdrage hoger dan 0,00 mol/ha/j op Natura 2000-gebieden.

Hoofdstuk 5 Conclusies

De berekening ten behoeve van de Wet natuurbescherming is uitgevoerd in het kader van een omgevingsvergunning. Het plan voorziet in de bouw van een hotel, met een winkelruimte op de begane grond aan de Brouwersgracht

Toekomstig gebruik

Het toekomstig gebruik van het initiatief veroorzaakt op de Natura 2000-gebieden geen bijdrage aan stikstofdepositie hoger dan 0,00 mol/ha/j.

Aanlegfase

De bouw van het pand veroorzaakt op Natura 2000-gebieden op basis van de inschatting van de werkzaamheden geen bijdrage aan stikstofdepositie hoger dan 0,00 mol/ha/j.

Eindconclusie

Als gevolg van de ontwikkelingen in het plangebied waarvoor de berekeningen zijn uitgevoerd neemt de stikstofdepositie op de Natura 2000-gebieden zowel in de gebruiksfase als in de aanlegfase niet toe. Er is dus geen sprake van mogelijke negatieve effecten op beschermde Natura 2000 gebieden. Het aanvragen van een Wnb-vergunning is daarom niet nodig voor dit project.

Bijlagen

Bijlage 1: AERIUSberekening toekomstig gebruik

Dit document bevat rekenresultaten van AERIUS Calculator. Het betreft de hoogst berekende stikstofbijdragen per stikstofgevoelig Natura 2000-gebied, op basis van rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant.

De berekening op basis van stikstofemissies gaat uit van de componenten ammoniak (NH_3) en/of stikstofoxide (NO_x).

Wilt u verder rekenen of gegevens wijzigen? Importeer de pdf dan in Calculator. Voor meer toelichting verwijzen wij u naar de website www.aerius.nl.

Berekening Situatie 1

- Kenmerken
- Samenvatting emissies
- Depositieresultaten
- Gedetailleerde emissiegegevens

Verdere toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via:
<https://www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers>.

AERIUS CALCULATOR

Contact

Rechtspersoon	Inrichtingslocatie
Buro SRO oost	Sweers de Landdasstraat 50, 6814 DG Arnhem

Activiteit

Omschrijving	AERIUS kenmerk	
Het Entreegebouw	Rr4YZHj1FCW5	
Datum berekening	Rekenjaar	Rekenconfiguratie
14 mei 2020, 10:56	2020	Berekend voor natuurgebieden

Totale emissie

Situatie 1		
NOx	8,86 kg/j	
NH ₃	< 1 kg/j	

Resultaten

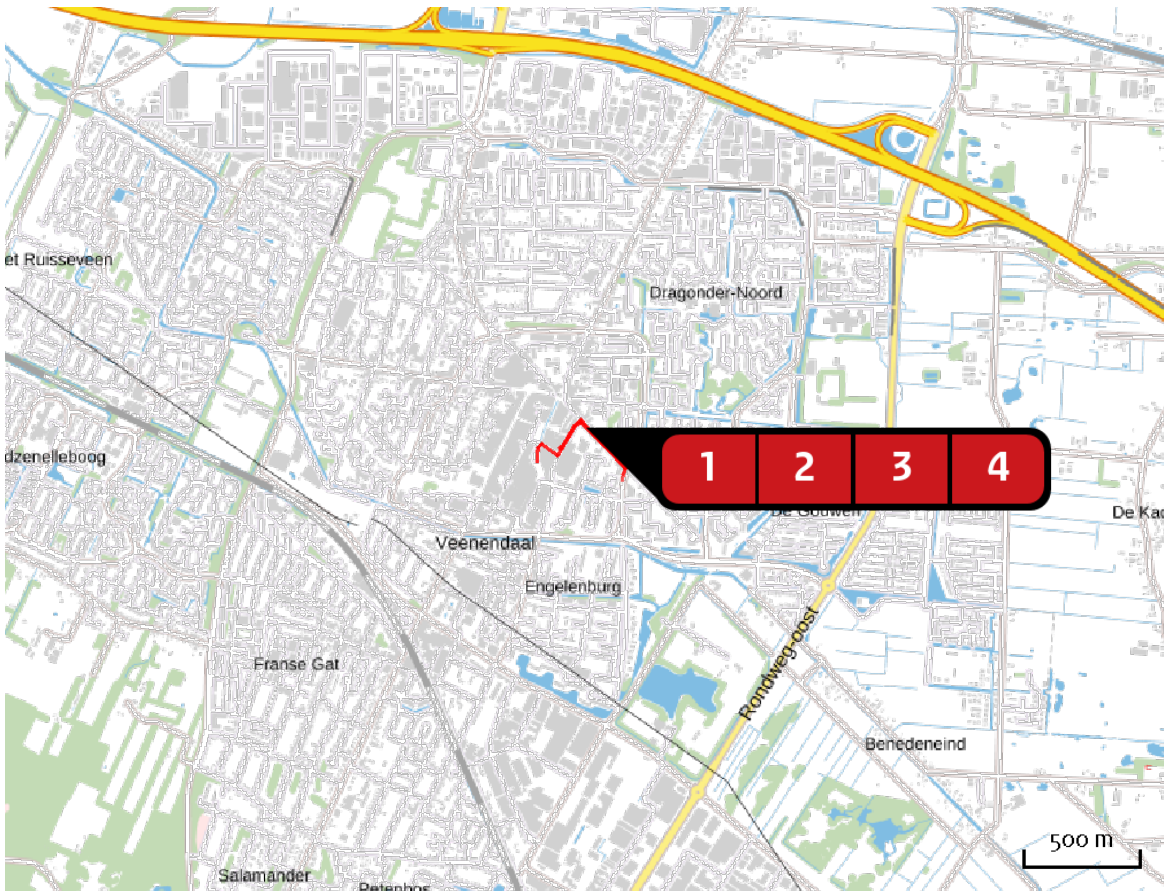
Hectare met
hoogste bijdrage
(mol/ha/j)

Natuurgebied
Uw berekening heeft geen depositieresultaten opgeleverd boven 0,00 mol/ha/jr.

Toelichting

Gebruiksfase

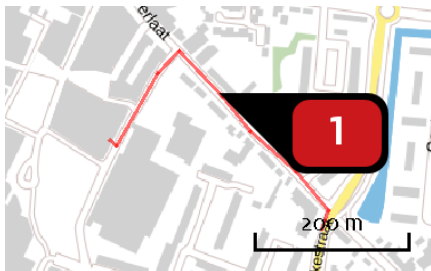
Locatie
Situatie 1



Emissie
Situatie 1

Bron Sector		Emissie NH3	Emissie NOx
1	licht verkeer zuid Wegverkeer Binnen bebouwde kom	< 1 kg/j	2,38 kg/j
2	licht verkeer noord Wegverkeer Binnen bebouwde kom	< 1 kg/j	2,40 kg/j
3	vrachtverkeer zuid Wegverkeer Binnen bebouwde kom	< 1 kg/j	2,04 kg/j
4	vrachtverkeer noord Wegverkeer Binnen bebouwde kom	< 1 kg/j	2,04 kg/j

Emissie
(per bron)
Situatie 1



Naam

Locatie (X,Y)

NOx

NH₃

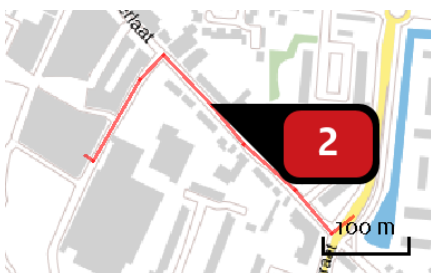
licht verkeer zuid

166952, 448791

2,38 kg/j

< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	41,4 / etmaal	NOx NH ₃	2,38 kg/j < 1 kg/j



Naam

Locatie (X,Y)

NOx

NH₃

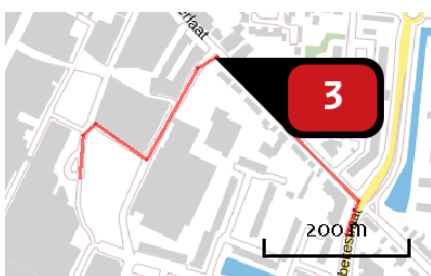
licht verkeer noord

166954, 448789

2,40 kg/j

< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	41,4 / etmaal	NOx NH ₃	2,40 kg/j < 1 kg/j



Naam

Locatie (X,Y)

NOx

NH₃

vrachtverkeer zuid

166896, 448833

2,04 kg/j

< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	2,0 / etmaal	NOx NH ₃	2,04 kg/j < 1 kg/j



Naam
Locatie (X,Y)
NOx
NH3

vrachtverkeer noord
166896, 448834
2,04 kg/j
< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	2,0 / etmaal	NOx NH3	2,04 kg/j < 1 kg/j

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS [versie 2019A_20200403_6c571f9654](#)

Database [versie 2019A_20200403_6c571f9654](#)

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:

<https://www.aerius.nl/nl/factsheets/release/aerius-calculator-2019A>

Bijlage 2: AERIUSberekening aanlegfase

Dit document bevat rekenresultaten van AERIUS Calculator. Het betreft de hoogst berekende stikstofbijdragen per stikstofgevoelig Natura 2000-gebied, op basis van rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant.

De berekening op basis van stikstofemissies gaat uit van de componenten ammoniak (NH_3) en/of stikstofoxide (NO_x).

Wilt u verder rekenen of gegevens wijzigen? Importeer de pdf dan in Calculator. Voor meer toelichting verwijzen wij u naar de website www.aerius.nl.

Berekening Situatie 1

- Kenmerken
- Samenvatting emissies
- Depositieresultaten
- Gedetailleerde emissiegegevens

Verdere toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via:
<https://www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers>.

AERIUS CALCULATOR

Contact

Rechtspersoon	Inrichtingslocatie
Buro SRO oost	Sweers de Landdasstraat 50, 6814 DG Arnhem

Activiteit

Omschrijving	AERIUS kenmerk	
Het Entreegebouw	RQUZE1AaH5F6	
Datum berekening	Rekenjaar	Rekenconfiguratie
14 mei 2020, 10:53	2020	Berekend voor natuurgebieden

Totale emissie

Situatie 1	
NOx	20,53 kg/j
NH ₃	< 1 kg/j

Resultaten

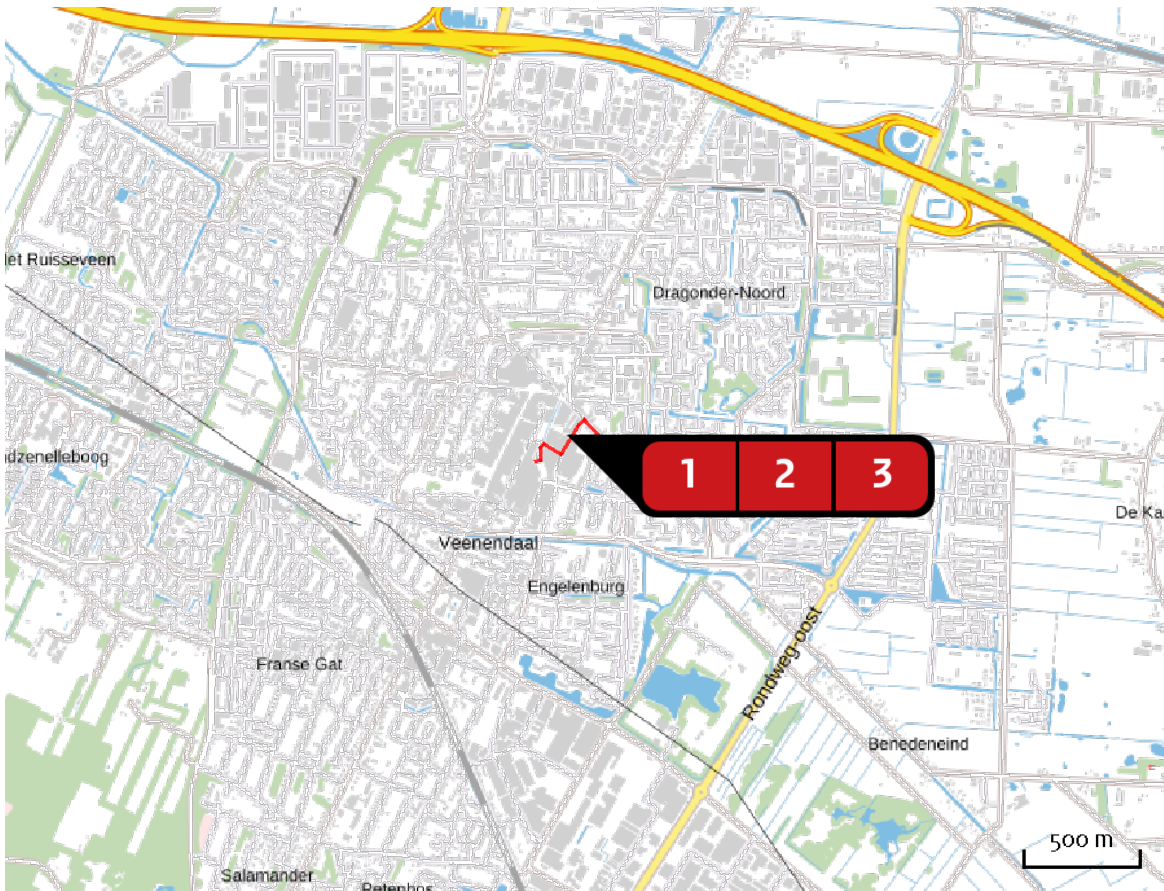
Hectare met
hoogste bijdrage
(mol/ha/j)

Natuurgebied
Uw berekening heeft geen depositieresultaten opgeleverd boven 0,00 mol/ha/jr.

Toelichting

Aanlegfase

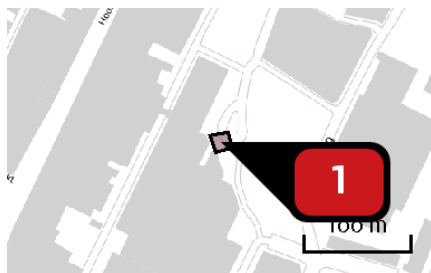
Locatie
Situatie 1



Emissie
Situatie 1

Bron Sector		Emissie NH3	Emissie NOx
1	Mobiele Werktuigen Mobiele werktuigen Bouw en Industrie	-	18,30 kg/j
2	Verkeersbewegingen zuid Wegverkeer Binnen bebouwde kom	< 1 kg/j	1,11 kg/j
3	Verkeersbewegingen noord Wegverkeer Binnen bebouwde kom	< 1 kg/j	1,11 kg/j

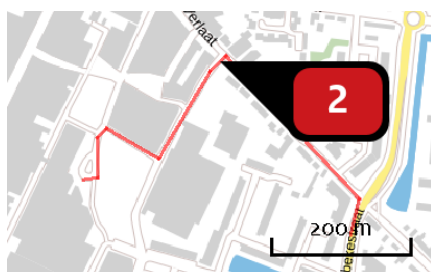
Emissie
(per bron)
Situatie 1



Naam
Locatie (X,Y)
NOx

Mobiele Werktuigen
166692, 448668
18,30 kg/j

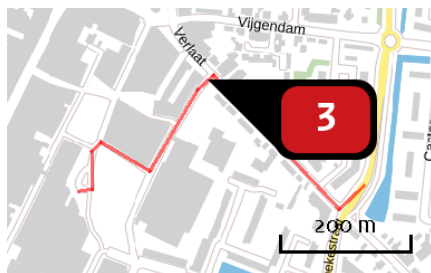
Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Autolaadkraan		4,0	2,0	0,0	NOx	6,34 kg/j
AFW	Mobiele kraan		4,0	2,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Boorstelling		4,0	2,0	0,0	NOx	1,66 kg/j
AFW	Betonpomp		4,0	2,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Telescoopkraan		4,0	2,0	0,0	NOx	9,00 kg/j



Naam
Locatie (X,Y)
NOx
NH3

Verkeersbewegingen zuid
166892, 448838
1,11 kg/j
< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	600,0 / jaar	NOx NH3	< 1 kg/j < 1 kg/j
Standaard	Middelzwaar vrachtverkeer	140,0 / jaar	NOx NH3	< 1 kg/j < 1 kg/j
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	250,0 / jaar	NOx NH3	< 1 kg/j < 1 kg/j



Naam

Locatie (X,Y)

NOx

NH₃

Verkeersbewegingen noord

166892, 448838

1,11 kg/j

< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	600,0 / jaar	NOx NH ₃	< 1 kg/j < 1 kg/j
Standaard	Middelzwaar vrachtverkeer	140,0 / jaar	NOx NH ₃	< 1 kg/j < 1 kg/j
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	250,0 / jaar	NOx NH ₃	< 1 kg/j < 1 kg/j

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS [versie 2019A_20200403_6c571f9654](#)

Database [versie 2019A_20200403_6c571f9654](#)

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:

<https://www.aerius.nl/nl/factsheets/release/aerius-calculator-2019A>



buro-sro.nl

Gemeente Veenendaal



Gegevens over het plan:

Plannaam: Voortoets stikstofdepositie Entreegebouw
Datum: 14-05-2020
Projectnummer Buro SRO: 25.50.13

Gegevens projectbetrokkenen:

Opdrachtgever: Ingenious Vastgoed

Gegevens Buro SRO:

Projectleider Buro SRO:
Bezoekadres vestiging Arnhem: Sweerts de Landasstraat 50
6814 DG te Arnhem
Telefoon: 026 – 35 23 125
E-mail: arnhem@buro-sro.nl
Internet: www.Buro-SRO.nl

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1	Inleiding	5
1.1	Doelstelling onderzoek	5
1.2	Projectbeschrijving	5
1.3	Maatgevende Natura 2000-gebieden.....	6
Hoofdstuk 2	Wettelijk kader	7
2.1	Landelijke wet- en regelgeving	7
2.2	Voortoets	7
2.3	Passende beoordeling	8
Hoofdstuk 3	Berekeningssystematiek.....	9
3.1	Gebruikt rekenmodel.....	9
3.2	Input rekenmodel	9
3.2.1	Toekomstig gebruik.....	9
3.2.2	Aanlegfase	10
Hoofdstuk 4	Resultaten berekening	11
4.1	Gebruiksfase	11
4.2	Aanlegfase	13
Hoofdstuk 5	Conclusies	15
Bijlagen		17
	Bijlage 1: AERIUSberekening toekomstig gebruik	19
	Bijlage 2: AERIUSberekening aanlegfase	21

Hoofdstuk 1 Inleiding

1.1 Doelstelling onderzoek

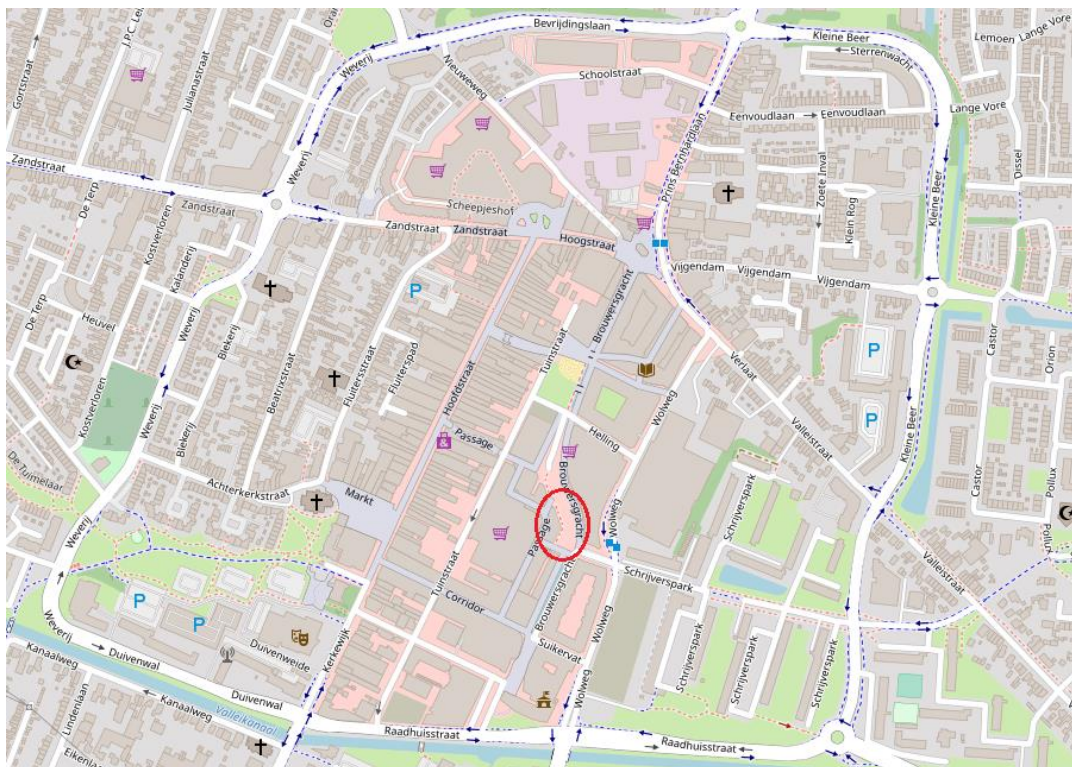
Het voornemen bestaat om aan de Brouwersgracht in Veenendaal een hotel te bouwen, met een winkel op de begane grond. Hiervoor is een omgevingsvergunning aangevraagd. Doel van dit onderzoek is toetsing van mogelijke (negatieve) effecten op Natura 2000-gebieden, als gevolg van de activiteiten die de vergunning mogelijk maakt, aan de Wet natuurbescherming.

Ten behoeve van een voortoets in het kader van de Wet natuurbescherming is de toekomstige gewenste situatie gemodelleerd op basis van de aangeleverde gegevens door de opdrachtgever, ervaringscijfers en kengetallen. De depositie is op de omliggende Natura 2000-gebieden berekend en getoetst of het plan (mogelijke) significant negatieve effecten veroorzaakt op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden.

Voorliggende rapportage geeft een overzicht van de gehanteerde uitgangspunten en rekenmethodiek, de berekende resultaten en de conclusie.

1.2 Projectbeschrijving

Het plangebied is gelegen aan de Brouwersgracht te Veenendaal. Onderstaande afbeelding toont de ligging van het plangebied in de omgeving.



Ligging van het plangebied

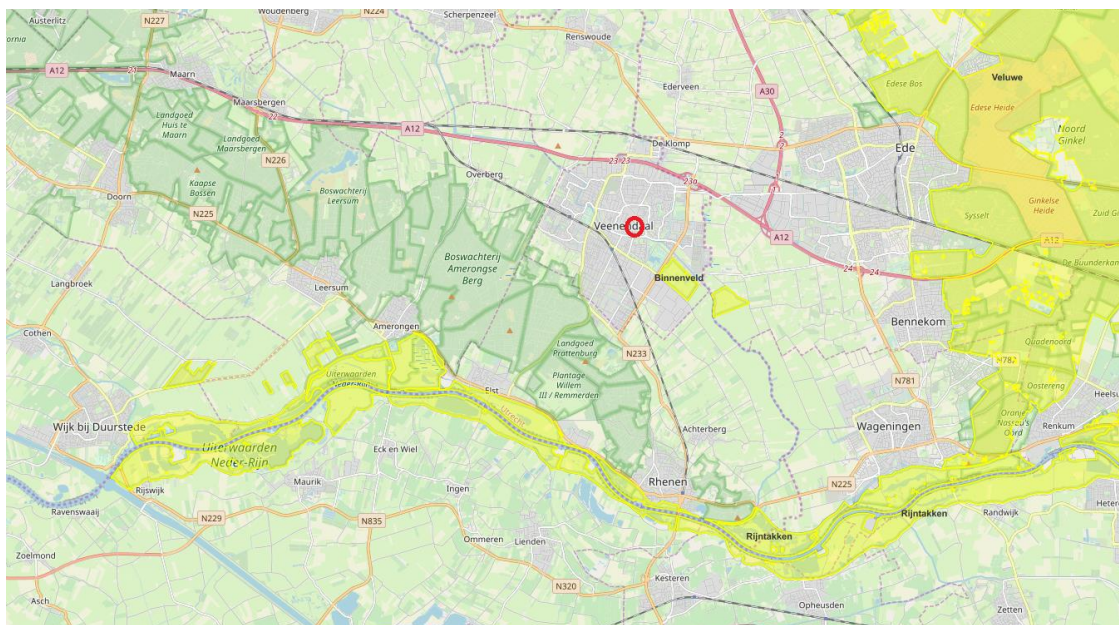
In het plangebied wordt een nieuw hotel gebouwd, met 48 kamers. De begane grond zal voornamelijk bestaan uit een open passage, om voetverkeer naar de achtergelegen straat door te laten. Op de begane grond van het pand is ook ruimte voor een winkel met een bruto vloeroppervlak van 200 m². Navolgende afbeelding geeft een impressie van de toekomstige situatie.



Artistieke impressie project (ontwerp: architectenbureau common affairs)

1.3 Maatgevende Natura 2000-gebieden

Voor het uitvoeren van de stikstofdepositieberekening moet rekening gehouden worden met Natura 2000-gebieden. AERIUS toetst automatisch aan alle Natura 2000-gebieden in Nederland en aan nabijgelegen buitenlandse Natura 2000-gebieden. Het meest nabijgelegen en maatgevende Natura 2000-gebied voor dit project is Binnenveld. Deze ligt op een afstand van ca. 1,4 kilometer van het project. Op de afbeelding hieronder zijn het plangebied en de betreffende Natura 2000-gebieden weergegeven.



Ligging plangebied in relatie tot de maatgevende Natura 2000-gebieden

Hoofdstuk 2 Wettelijk kader

2.1 Landelijke wet- en regelgeving

In het kader van de toets aan de Wet Natuurbescherming wordt bepaald of een project of plan (mogelijke) significant negatieve effecten veroorzaakt op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden. Voor plannen en projecten dient middels een voortoets, eventueel gevolgd door een passende beoordeling, getoetst te worden of het plan mogelijk significant negatieve effecten kan hebben op gevoelige habitattypen die gelegen zijn binnen omliggende Natura 2000-gebieden. De beoordeling van plannen, projecten en andere handelingen is uitgewerkt in paragraaf 2.3 van de Wet natuurbescherming. Met het verdwijnen van het Programma Aanpak Stikstof is de ontwikkelingsruimte en standaard grenswaarde voor projecten niet meer beschikbaar.

Op 10 december 2019 hebben alle provincies, waarvan de provincie Fryslân onder voorbehoud, de beleidsregels voor intern en extern salderen vastgesteld. Dit vormt het nieuwe beleid op basis waarvan de vergunningverlening binnen de Wet natuurbescherming met betrekking tot stikstofdepositie plaatsvindt.

2.2 Voortoets

Een voortoets heeft tot doel te onderzoeken of er sprake kan zijn van significante gevolgen voor beschermde Natura 2000 gebieden. De significantie van de gevolgen voor een gebied als gevolg van een plan worden afgezet tegen de instandhoudingsdoelstellingen van een Natura 2000-gebied. De instandhoudingsdoelstellingen zijn neergelegd in het aanwijzingsbesluit en zijn uitgewerkt in het beheerplan voor dat gebied. Wanneer een plan of project gevolgen heeft voor het gebied, maar de instandhoudingsdoelstellingen daarvan niet in gevaar brengt, zijn significante gevolgen uitgesloten.

Bij de voortoets wordt bekeken of het bestemmingsplan afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kan hebben. In hoeverre stikstofdepositie voor significante gevolgen op Natura 2000-gebieden kan zorgen, wordt in eerste instantie bepaald door te bezien of de ontwikkelingen die het plan mogelijk maakt tot een toename van stikstofdepositie leiden. Hierbij mag een vergelijking worden gemaakt met het bestaande gebruik binnen het project zelf (intern salderen) of mag met het stoppen van een stikstofuitstotende activiteit elders worden gecompenseerd (extern salderen). Van plannen die ten opzichte van de feitelijke situatie geen toename van de stikstofdepositie veroorzaken op Natura 2000-gebieden met stikstofgevoelige habitats waarvan de Kritische Depositie Waarde (KDW) wordt overschreden, zijn significante gevolgen met zekerheid uit te sluiten. In dat geval hoeft geen passende beoordeling te worden opgesteld. In het geval uit de voortoets blijkt dat:

- de ontwikkeling wel kan leiden tot een toename van stikstofdepositie op één of meer in het kader van Natura 2000 beschermde stikstofgevoelige habitat;
- van deze habitats de KDW al wordt overschreden of door de toename van de stikstofdepositie kan worden overschreden;

dient een volgende stap gezet te worden. Op dat moment wordt door middel van een ecologische voortoets onderzocht of ecologische significante effecten uitgesloten kunnen worden. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om kleine deposities en/of deposities voor een korte tijd. Mocht dat laatste ook niet het geval zijn dan is een passende beoordeling noodzakelijk.

2.3 Passende beoordeling

Wanneer een plan significante negatieve gevolgen kan hebben, moet het bestuursorgaan ingevolge de Wet natuurbescherming een passende beoordeling opstellen vóórdat het plan kan worden vastgesteld. Deze passende beoordeling moet de zekerheid geven dat de natuurlijke kenmerken van het betreffende gebied niet worden aangetast. Het bestemmingsplan zal rekening moeten houden met de in het aanwijzingsbesluit voor het betrokken gebied vastgestelde instandhoudingsdoelstellingen en de wijze waarop deze zijn uitgewerkt in het voor het gebied vastgestelde beheerplan. Als het bevoegd gezag (in veel gevallen Provinciale Staten) op grond van de passende beoordeling niet de vereiste zekerheid heeft verkregen dat een plan de natuurlijke kenmerken niet zal aantasten, kan het plan in beginsel niet worden vastgesteld. Dat is alleen anders als er geen alternatieve oplossingen beschikbaar zijn, sprake is van dwingende redenen van openbaar belang en compenserende maatregelen worden getroffen, dan kan een plan toch worden vastgesteld.

Hoofdstuk 3 Berekeningssystematiek

3.1 Gebruikt rekenmodel

In deze voortoets is gerekend met de AERIUS Calculator. De rekenkern van AERIUS wordt gevormd door het Operationeel Prioritaire Stoffen model (OPS) van het RIVM. Dit model berekent de verspreiding van stikstof door de lucht en de depositie. OPS houdt daarbij rekening met verschillende factoren die de verspreiding en depositie van stikstof beïnvloeden, bijvoorbeeld de windrichting en -kracht, de ruwheid van het terrein en de hoogte van de vegetatie. Voor wegverkeer wordt gebruikt gemaakt van Standaard Rekenmethode 2 (SRM2). Daarmee sluit AERIUS aan op de modellering in het Nationaal Samenwerkingsverband Luchtkwaliteit.

3.2 Input rekenmodel

Belangrijk voor elk rekenmodel is de kwaliteit van de input. In deze paragraaf wordt voor elk onderdeel de bijbehorende uitgangspunten beschreven en onderbouwd.

3.2.1 Toekomstig gebruik

Verkeersbewegingen

Met betrekking tot het beoogde plan is het van belang te kijken naar de verwachte toename van het aantal verkeersbewegingen. Voor het bepalen van de extra verkeersbewegingen wordt gebruik gemaakt van de publicatie 317: Kencijfers parkeren en verkeersgeneratie van het CROW. In deze publicatie geldt voor het hotel als uitgangspunt 5,8 motorvoertuigbewegingen per 10 kamers. dit is het middelpunt van de bandbreedte van een 3 sterren hotel in het centrum van een sterk stedelijke gemeente. Het plan gaat uit van 48 kamers, wat voor deze berekening wordt afgerond tot 50 kamers, waardoor het aantal verkeersbewegingen in de toekomstige situatie 29 per dag zal bedragen. De hoeveelheid vrachtverkeer ten behoeve van de bevoorrading van het hotel is ingeschat op 2 verkeerbewegingen per dag.

In de CROW-publicatie geldt voor de winkel als uitgangspunt 26,9 motorvoertuigbewegingen per 100 m² bvo. dit is het middelpunt van de bandbreedte van winkel in het centrum van een stad met 50.000 tot 100.000 inwoners in een sterk stedelijke gemeente. Het plan gaat uit van 200 m² bvo, waarmee het aantal verkeersbewegingen in de toekomstige situatie 53,8 zal bedragen. De hoeveelheid vrachtverkeer ten behoeve van de bevoorrading van het hotel is ingeschat op 2 verkeerbewegingen per dag.

Verkeersbewegingen worden in AERIUS als lijnbronnen weergegeven. Deze lijnbronnen worden ingetekend van de woning tot het punt waar de verkeersbewegingen opgaan in het algemene verkeer. In dit geval gaan de verkeersbewegingen op in het algemene verkeer op de Kleine Beer/Gilbert van Schoonbeekestraat op het punt waar het verkeer op snelheid is gekomen. Voor de lichte verkeersbewegingen wordt aangenomen dat alle bezoekers zullen parkeren in de nabijgelegen parkeergarage Tricotage. Voor de zware verkeersbewegingen wordt aangenomen dat deze voor het pand zullen parkeren.

Overige bronnen

De woningen worden conform het Bouwbesluit gasloos uitgevoerd. Daarmee is er geen sprake van een verbrandingsinstallatie in het huis. Mogelijke stikstofuitstoot door de toekomstige woningen en bijgebouwen is kleinschalig en incidenteel en daardoor niet modelleerbaar, zoals ook beargumenteerd in de Handreiking woningbouw en AERIUS van de Rijksoverheid (januari 2020).

3.2.2 Aanlegfase

Naast het toekomstig gebruik is ook de stikstofuitstoot tijdens de aanlegfase van het project van belang. Er is in deze voortoets vanuit gegaan dat het gebouw in houtbouw wordt gerealiseerd. Bij de realisatie van het initiatief zijn gedurende korte tijd werktuigen en machines van de bouwer in het plangebied aanwezig, ook de verkeersbewegingen van de werklieden van en naar de bouwplaats geven een korte toename van stikstof emissie. Van een deel van de machines (handgereedschap, snelbouwkranen, liften) wordt ervan uit gegaan dat deze elektrisch zijn en dus geen stikstofuitstoot veroorzaken. Voor de daadwerkelijke aanleg is nog geen bestek gemaakt. Daarom is er op basis van vergelijkbare projecten en ervaringen elders een zo goed mogelijke raming gemaakt van de activiteiten die zorgen voor stikstofuitstoot tijdens de aanlegfase. In deze berekening is ervan uitgegaan dat de aanlegfase van het project maximaal 1 jaar duurt.

Mobiele werktuigen

Er zijn mobiele werktuigen nodig voor het realiseren van het initiatief. Voor het invoeren van de mobiele werktuigen is een inschatting gemaakt van het aantal draaiuren, type machine en leeftijd van het materiaal waarmee de uitstoot NOx door AERIUS is bepaald. De uitstoot van de mobiele werktuigen wordt in AERIUS als een vlakbron ingetekend, op de locatie van het in aanbouw zijnde pand. De overige machines zoals vrachtwagens voor de aan- en afvoer van materieel vallen onder de verkeersbewegingen.

Onderstaande tabel toont de ingevoerde mobiele werktuigen.

Type werktuig	Vermogen (kWh)	Bouwjaar	Draaiuren per jaar
Autolaad kraan	360	2017	88
Mobiele kraan	90	2015	48
Boorstelling	385	2016	24
Betonpomp	220	2015	12
telescoopkraan	180	2015	100

Het vermogen, bouwjaar en aantal draaiuren van de ingevoerde werktuigen is gebaseerd op informatie van de initiatiefnemer.

Verkeersbewegingen

Tijdens de aanlegfase zal er sprake zijn van verkeersbewegingen door de werklieden die met de bouw van het pand bezig zijn. Bij de gemaakte inschatting van het aantal verkeersbewegingen van licht verkeer is er rekening mee gehouden dat werklieden met werkbusjes arriveren, waarbij er meerdere werklieden in één werkbus zitten. Daarnaast zorgen de aan- en afvoer van materiaal en de mobiele werktuigen voor verkeersbewegingen door middelzwaar en zwaar vrachtverkeer. De schatting van de verkeersbewegingen in de aanlegfase is weergegeven in onderstaande tabel.

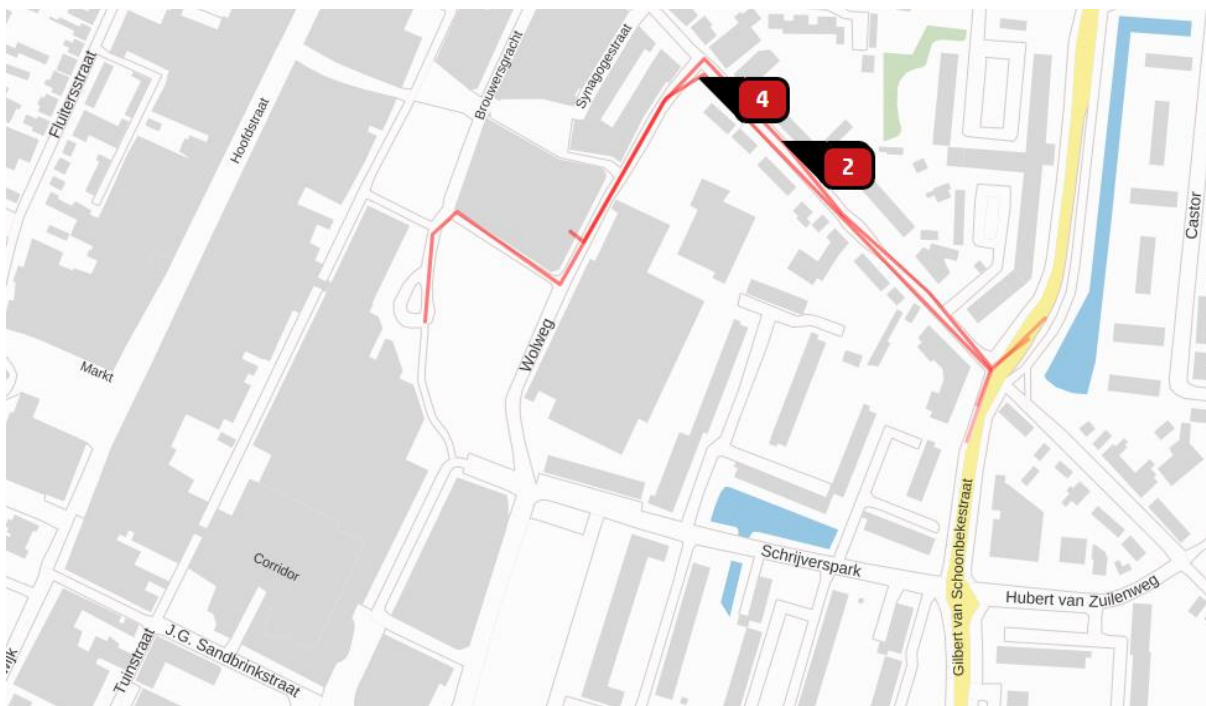
Type verkeer	Gem. aantal per jaar
Licht	1200
Middel zwaar	280
Zwaar	440

Verkeersbewegingen worden in AERIUS als lijnbronnen weergegeven. Deze lijnbronnen worden ingetekend van de woning tot het punt waar de verkeersbewegingen opgaan in het algemene verkeer. In dit geval gaan de verkeersbewegingen op in het algemene verkeer op de Kleine Beer/Gilbert van Schoonbekestraat op het punt waar het verkeer op snelheid is gekomen.

Hoofdstuk 4 Resultaten berekening

4.1 Gebruiksfasen

In het model is de beoogde situatie ingevoerd. Op navolgende uitsnede zijn de bronnen weergegeven die van invloed zijn op de stikstofdepositie van het initiatief. Bron 1 en 2 betreffen de verkeersbewegingen van de personenauto's. Bron 3 en 4 betreffen de verkeersbewegingen van het vrachtverkeer.



Afbeelding ingevoerde bronnen AERIUS gebruiksfase

Toename emissies door verkeersbewegingen

Uit de berekening volgt dat door het toekomstig aantal verkeersbewegingen (conform paragraaf 3.2.1) de uitstoot van NO_x 8,86 kg/j bedraagt.



Naam
Locatie (X,Y)
NO_x
NH₃

licht verkeer zuid
166952, 448791
2,38 kg/j
< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	41,4 / etmaal	NO _x NH ₃	2,38 kg/j < 1 kg/j



Naam
Locatie (X,Y)
NO_x
NH₃

licht verkeer noord
166954, 448789
2,40 kg/j
< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	41,4 / etmaal	NO _x NH ₃	2,40 kg/j < 1 kg/j



Naam
vrachtverkeer zuid
Locatie (X,Y)
166896, 448833
NOx
2,04 kg/j
NH₃
< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	2,0 / etmaal	NOx NH ₃	2,04 kg/j < 1 kg/j



Naam
vrachtverkeer noord
Locatie (X,Y)
166896, 448834
NOx
2,04 kg/j
NH₃
< 1 kg/j

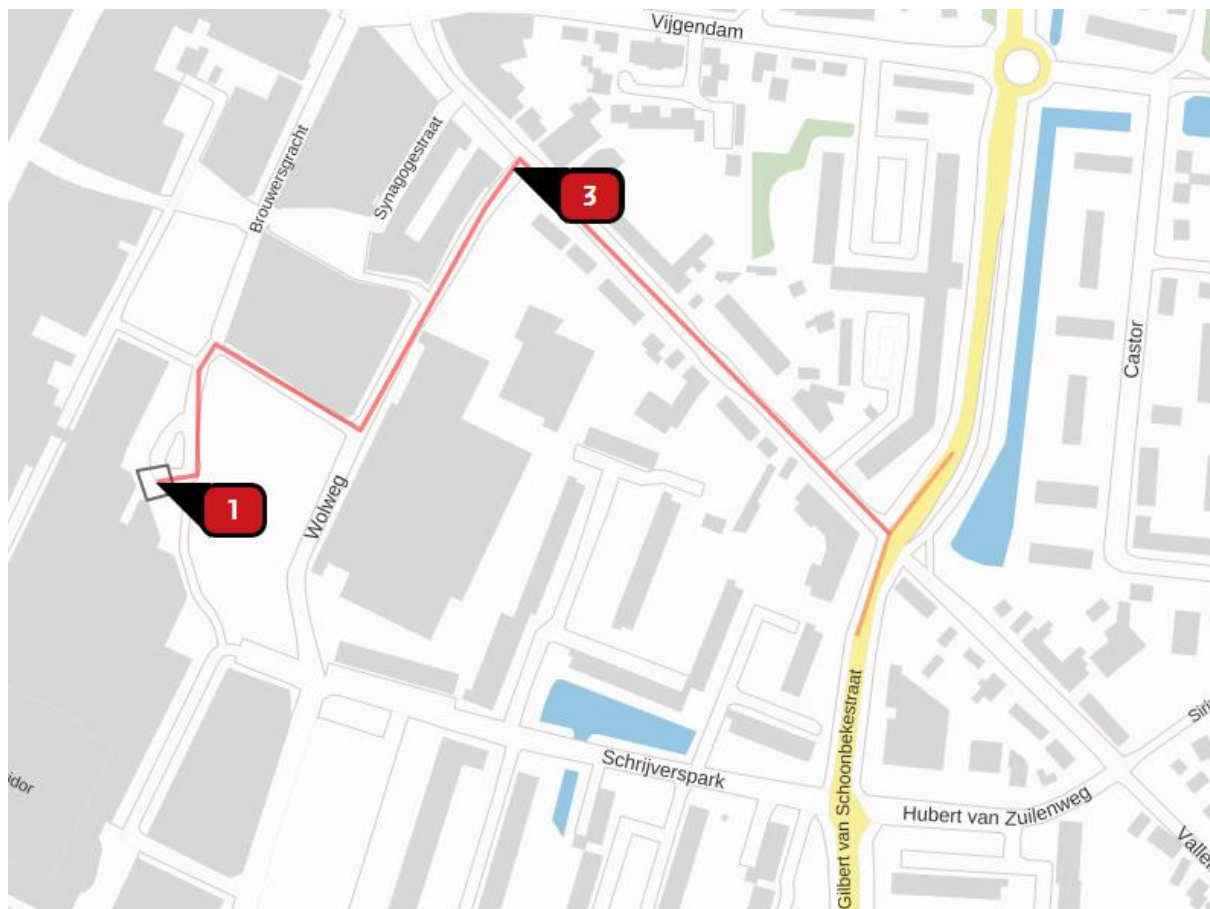
Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	2,0 / etmaal	NOx NH ₃	2,04 kg/j < 1 kg/j

Stikstofdepositie op de Natura 2000-gebieden

De uitstoot van NOx als gevolg van het toekomstig gebruik zorgt niet voor een bijdrage hoger dan 0,00 mol/ha/j op Natura 2000-gebieden.

4.2 Aanlegfase

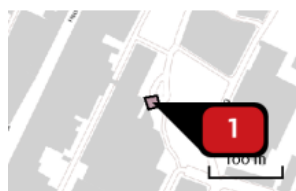
Op navolgende uitsnede zijn de bronnen weergegeven die van invloed zijn op de stikstofdepositie van het initiatief tijdens de aanlegfase. Bron 1 betreft de mobiele werktuigen en bron 2 en 3 betreffen de verkeersbewegingen.



Afbeelding ingevoerde bronnen AERIUS aanlegfase

Toename emissies door mobiele werktuigen

Uit navolgende tabellen volgt dat door de mobiele werktuigen in de aanlegfase (conform paragraaf 3.2.2) de uitstoot van NO_x 12,90 kg/j bedraagt.



Naam
Locatie (X,Y)
NO_x

Mobile Werktuigen
166692, 448668
12,90 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreading (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Autolaadkraan		4,0	2,0	0,0	NO _x	6,34 kg/j
AFW	Mobile kraan		4,0	2,0	0,0	NO _x	< 1 kg/j
AFW	Boorstelling		4,0	2,0	0,0	NO _x	1,66 kg/j
AFW	Betonpomp		4,0	2,0	0,0	NO _x	< 1 kg/j
AFW	Telescoopkraan		4,0	2,0	0,0	NO _x	3,60 kg/j

Voortoets stikstofdepositie Entreegebouw, Veenendaal

Toename emissies door verkeersbewegingen

Uit navolgende tabellen volgt dat door de verkeersbewegingen in de aanlegfase (conform paragraaf 3.2.2) de uitstoot van NO_x minder dan 1 kg/j bedraagt.



Naam	Verkeersbewegingen zuid
Locatie (X,Y)	166889, 448841
NO _x	< 1 kg/j
NH ₃	< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	600,0 / jaar	NO _x NH ₃	< 1 kg/j < 1 kg/j
Standaard	Middelzwaar vrachtverkeer	140,0 / jaar	NO _x NH ₃	< 1 kg/j < 1 kg/j
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	170,0 / jaar	NO _x NH ₃	< 1 kg/j < 1 kg/j



Naam	Verkeersbewegingen noord
Locatie (X,Y)	166889, 448840
NO _x	< 1 kg/j
NH ₃	< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	600,0 / jaar	NO _x NH ₃	< 1 kg/j < 1 kg/j
Standaard	Middelzwaar vrachtverkeer	140,0 / jaar	NO _x NH ₃	< 1 kg/j < 1 kg/j
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	170,0 / jaar	NO _x NH ₃	< 1 kg/j < 1 kg/j

Stikstofdepositie de Natura 2000-gebieden

De uitstoot van NO_x als gevolg van de mobiele werktuigen en de verkeersbewegingen in de aanlegfase zorgt niet voor een bijdrage hoger dan 0,00 mol/ha/j op Natura 2000-gebieden.

Hoofdstuk 5 Conclusies

De berekening ten behoeve van de Wet natuurbescherming is uitgevoerd in het kader van een omgevingsvergunning. Het plan voorziet in de bouw van een hotel, met een winkelruimte op de begane grond aan de Brouwersgracht

Toekomstig gebruik

Het toekomstig gebruik van het initiatief veroorzaakt op de Natura 2000-gebieden geen bijdrage aan stikstofdepositie hoger dan 0,00 mol/ha/j.

Aanlegfase

De bouw van het pand veroorzaakt op Natura 2000-gebieden op basis van de inschatting van de werkzaamheden geen bijdrage aan stikstofdepositie hoger dan 0,00 mol/ha/j.

Eindconclusie

Als gevolg van de ontwikkelingen in het plangebied waarvoor de berekeningen zijn uitgevoerd neemt de stikstofdepositie op de Natura 2000-gebieden zowel in de gebruiksfase als in de aanlegfase niet toe. Er is dus geen sprake van mogelijke negatieve effecten op beschermde Natura 2000 gebieden. Het aanvragen van een Wnb-vergunning is daarom niet nodig voor dit project.

Bijlagen

Bijlage 1: AERIUSberekening toekomstig gebruik

Dit document bevat rekenresultaten van AERIUS Calculator. Het betreft de hoogst berekende stikstofbijdragen per stikstofgevoelig Natura 2000-gebied, op basis van rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant.

De berekening op basis van stikstofemissies gaat uit van de componenten ammoniak (NH₃) en/of stikstofoxide (NO_x).

Wilt u verder rekenen of gegevens wijzigen? Importeer de pdf dan in Calculator. Voor meer toelichting verwijzen wij u naar de website www.aerius.nl.

Berekening Situatie 1

- Kenmerken
- Samenvatting emissies
- Depositieresultaten
- Gedetailleerde emissiegegevens

Verdere toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via:
<https://www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers>.

AERIUS CALCULATOR

Contact

Rechtspersoon	Inrichtingslocatie
Buro SRO oost	Sweers de Landdasstraat 50, 6814 DG Arnhem

Activiteit

Omschrijving	AERIUS kenmerk	
Het Entreegebouw	Rr4YZHj1FCW5	
Datum berekening	Rekenjaar	Rekenconfiguratie
14 mei 2020, 10:56	2020	Berekend voor natuurgebieden

Totale emissie

Situatie 1		
NOx	8,86 kg/j	
NH3	< 1 kg/j	

Resultaten

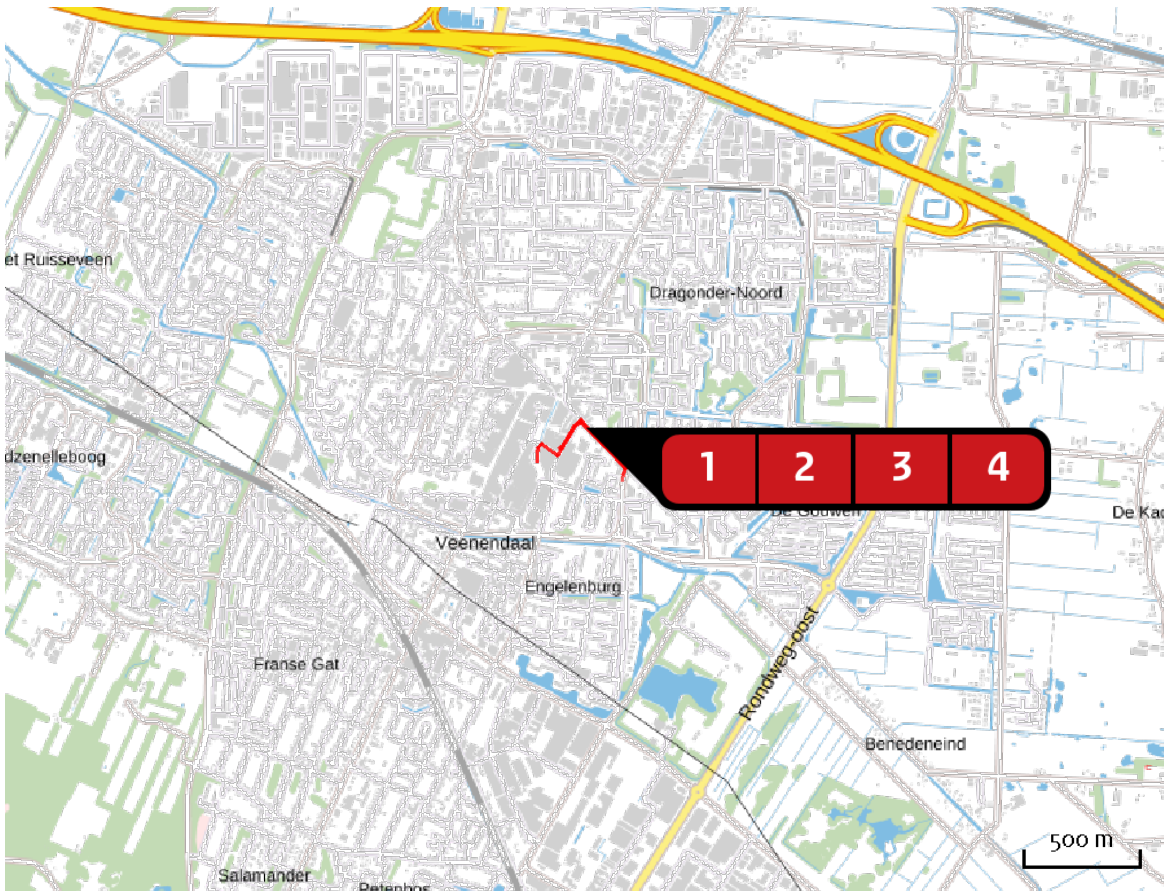
Hectare met
hoogste bijdrage
(mol/ha/j)

Natuurgebied
Uw berekening heeft geen depositieresultaten opgeleverd boven 0,00 mol/ha/jr.

Toelichting

Gebruiksfase

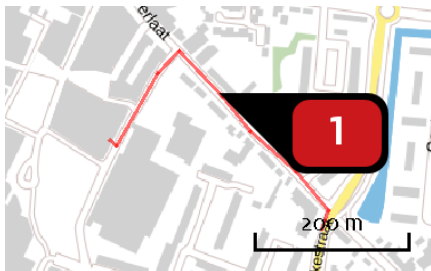
Locatie
Situatie 1



Emissie
Situatie 1

Bron Sector		Emissie NH3	Emissie NOx
1	licht verkeer zuid Wegverkeer Binnen bebouwde kom	< 1 kg/j	2,38 kg/j
2	licht verkeer noord Wegverkeer Binnen bebouwde kom	< 1 kg/j	2,40 kg/j
3	vrachtverkeer zuid Wegverkeer Binnen bebouwde kom	< 1 kg/j	2,04 kg/j
4	vrachtverkeer noord Wegverkeer Binnen bebouwde kom	< 1 kg/j	2,04 kg/j

Emissie
(per bron)
Situatie 1



Naam

Locatie (X,Y)

NOx

NH₃

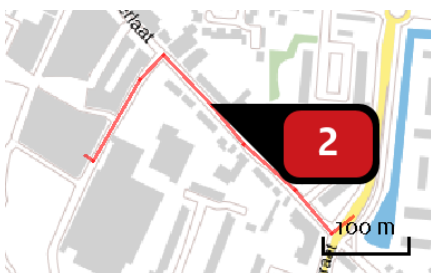
licht verkeer zuid

166952, 448791

2,38 kg/j

< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	41,4 / etmaal	NOx NH ₃	2,38 kg/j < 1 kg/j



Naam

Locatie (X,Y)

NOx

NH₃

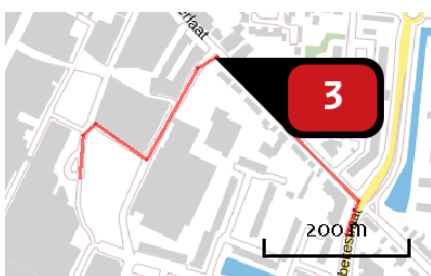
licht verkeer noord

166954, 448789

2,40 kg/j

< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	41,4 / etmaal	NOx NH ₃	2,40 kg/j < 1 kg/j



Naam

Locatie (X,Y)

NOx

NH₃

vrachtverkeer zuid

166896, 448833

2,04 kg/j

< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	2,0 / etmaal	NOx NH ₃	2,04 kg/j < 1 kg/j



Naam
Locatie (X,Y)
NOx
NH3

vrachtverkeer noord
166896, 448834
2,04 kg/j
< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	2,0 / etmaal	NOx NH3	2,04 kg/j < 1 kg/j

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS [versie 2019A_20200403_6c571f9654](#)

Database [versie 2019A_20200403_6c571f9654](#)

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:

<https://www.aerius.nl/nl/factsheets/release/aerius-calculator-2019A>

Bijlage 2: AERIUSberekening aanlegfase

Dit document bevat rekenresultaten van AERIUS Calculator. Het betreft de hoogst berekende stikstofbijdragen per stikstofgevoelig Natura 2000-gebied, op basis van rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant.

De berekening op basis van stikstofemissies gaat uit van de componenten ammoniak (NH_3) en/of stikstofoxide (NO_x).

Wilt u verder rekenen of gegevens wijzigen? Importeer de pdf dan in Calculator. Voor meer toelichting verwijzen wij u naar de website www.aerius.nl.

Berekening Situatie 1

- Kenmerken
- Samenvatting emissies
- Depositieresultaten
- Gedetailleerde emissiegegevens

Verdere toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via:
<https://www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers>.

AERIUS CALCULATOR

Contact

Rechtspersoon	Inrichtingslocatie
Buro SRO oost	Sweers de Landdasstraat 50, 6814 DG Arnhem

Activiteit

Omschrijving	AERIUS kenmerk	
Het Entreegebouw	RP64oNWTPUYZ	
Datum berekening	Rekenjaar	Rekenconfiguratie
14 mei 2020, 11:04	2020	Berekend voor natuurgebieden

Totale emissie

Situatie 1	
NOx	14,70 kg/j
NH ₃	< 1 kg/j

Resultaten

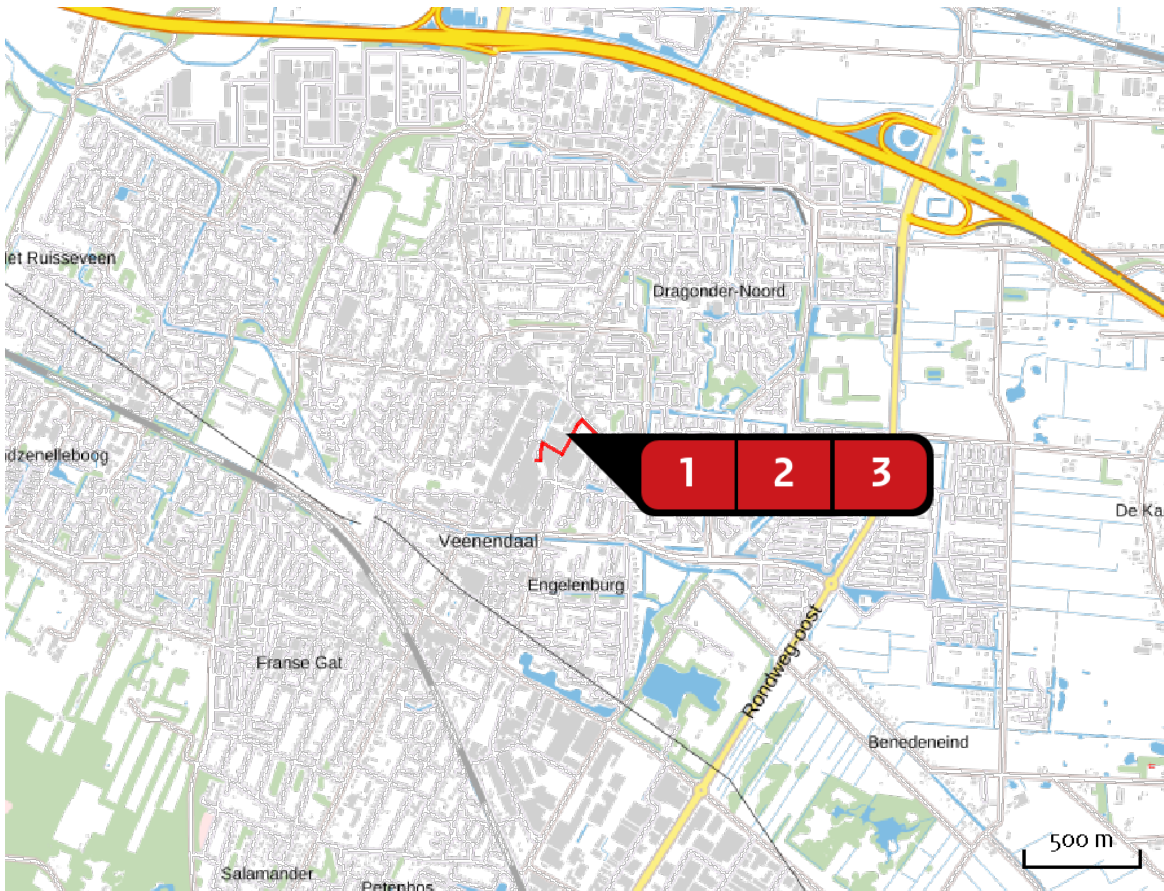
Hectare met
hoogste bijdrage
(mol/ha/j)

Natuurgebied
Uw berekening heeft geen depositieresultaten opgeleverd boven 0,00 mol/ha/jr.

Toelichting

Aanlegfase

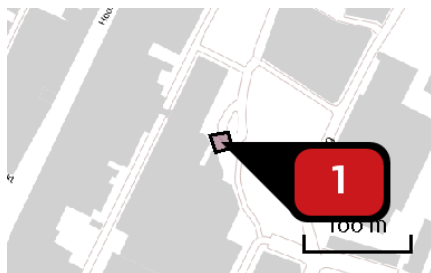
Locatie
Situatie 1



Emissie
Situatie 1

Bron Sector		Emissie NH3	Emissie NOx
1	 Mobiele Werktuigen Mobiele werktuigen Bouw en Industrie	-	12,90 kg/j
2	 Verkeersbewegingen zuid Wegverkeer Binnen bebouwde kom	< 1 kg/j	< 1 kg/j
3	 Verkeersbewegingen noord Wegverkeer Binnen bebouwde kom	< 1 kg/j	< 1 kg/j

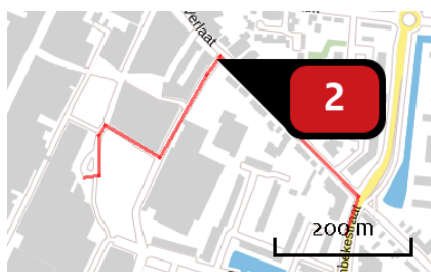
Emissie
(per bron)
Situatie 1



Naam
Locatie (X,Y)
NOx

Mobiele Werktuigen
166692, 448668
12,90 kg/j

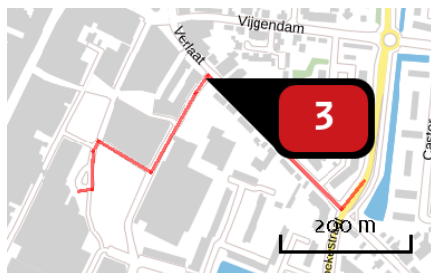
Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Autolaadkraan		4,0	2,0	0,0	NOx	6,34 kg/j
AFW	Mobiele kraan		4,0	2,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Boorstelling		4,0	2,0	0,0	NOx	1,66 kg/j
AFW	Betonpomp		4,0	2,0	0,0	NOx	< 1 kg/j
AFW	Telescoopkraan		4,0	2,0	0,0	NOx	3,60 kg/j



Naam
Locatie (X,Y)
NOx
NH3

Verkeersbewegingen zuid
166889, 448841
< 1 kg/j
< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	600,0 / jaar	NOx NH3	< 1 kg/j < 1 kg/j
Standaard	Middelzwaar vrachtverkeer	140,0 / jaar	NOx NH3	< 1 kg/j < 1 kg/j
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	170,0 / jaar	NOx NH3	< 1 kg/j < 1 kg/j



Naam

Locatie (X,Y)

NO_xNH₃

Verkeersbewegingen noord

166889, 448840

< 1 kg/j

< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	600,0 / jaar	NO _x NH ₃	< 1 kg/j < 1 kg/j
Standaard	Middelzwaar vrachtverkeer	140,0 / jaar	NO _x NH ₃	< 1 kg/j < 1 kg/j
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	170,0 / jaar	NO _x NH ₃	< 1 kg/j < 1 kg/j

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS [versie 2019A_20200403_6c571f9654](#)

Database [versie 2019A_20200403_6c571f9654](#)

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:

<https://www.aerius.nl/nl/factsheets/release/aerius-calculator-2019A>



buro-sro.nl

Bibliografie

- Aanpakstikstof. (z.d.). *Over de stop op het Programma Aanpak Stikstof (PAS)*. Opgeroepen op Februari 20, 2020, van aanpakstikstof:
<https://www.aanpakstikstof.nl/achtergrond/de-stop-op-het-programma-aanpak-stikstof>
- ABNAMRO. (2020, Januari 06). *Headlines | Gemeente heeft sleutel tot hoogbouw voor woningtekort*. Opgeroepen op Maart 31, 2020, van insights.abnamro:
<https://insights.abnamro.nl/2020/01/gemeente-heeft-sleutel-tot-hoogbouw-voor-woningtekort/>
- Bemelen, B. v. (2019, september 10). *Wat is vingerlassen?* Opgeroepen op april 02, 2020, van werkveiligheidswijzer:
<https://werkveiligheidswijzer.nl/wat-is-vingerlassen/>
- Bestofhouse. (z.d.). *Big Log Homes House*. Opgeroepen op maart 29, 2020, van bestofhouse: https://bestofhouse.net/big-log-homes/big-log-homes-house_185407/
- Betoniek. (2013, juni 06). *Beton favoriete materiaal bij hoogbouw*. Opgeroepen op Maart 31, 2020, van betoniek:
<https://www.betoniek.nl/beton-favoriete-materiaal-bij-hoogbouw>
- Bouwknopenuitvoeren. (z.d.). *Verdiepingsvloer platformmethode*. Opgeroepen op april 20, 2020, van bouwknopenuitvoeren:
<http://www.bouwknopenuitvoeren.be/bouwknopen/overzicht-bouwknopen/8/>
- Bouwtotaal. (2019, mei 04). *bouwtotaal*. Opgeroepen op Maart 30, 2020, van Hoogbouw in hout met Cross Laminated Timber:
<https://www.bouwtotaal.nl/2017/05/hoogbouw-in-hout-met-cross-laminated-timber/>
- Buijs, M. (2019, Oktober 04). *Headlines | Stikstof-uitspraak zet 70.000 banen in de bouw op de tocht*. Opgeroepen op Februari 20, 2020, van insights.abnamro:
<https://insights.abnamro.nl/2019/10/headlines-stikstof-uitspraak-zet-70-000-banen-in-de-bouw-op-de-tocht/>
- Cobouw. (2018, december 31). *Bouwceo's over 2019 | Ton Hillen (Heijmans) waarschuwt: 'Makkelijke binnenstedelijke locaties bijna op'*. Opgeroepen op Maart 25, 2020, van Cobouw:
https://www.cobouw.nl/bouwbreed/nieuws/2018/12/bouwceo-s-over-2019-ton-hillen-heijmans-waarschuwt-makkelijke-binnenstedelijke-locaties-bijna-op-101268206?_ga=2.2217077.43574056.1587027604-946330340.1587027604&vakmedianet-approve-cookies=1
- Degrootvroomschoop. (z.d.). *Cross laminated timber*. Opgeroepen op Maart 17, 2020, van gelijmde-houtconstructies:
<https://gelijmde-houtconstructies.nl/gelijmde-houtconstructies/producten/clt-wand-vloer-en-dakelementen/>
- Dekkerhout. (2017, april). *HOLZ100. EZOND EN DUURZAAM BOUWEN MET MASSIEF KRUISLAAGS HOUTBOUWELEMENTEN ZONDER VERLIJMING*, 16. Den Haag: Koninklijke Dekker. Opgeroepen op april 14, 2020, van Dekkerhout: <http://www.dekkerhout.nl/wp-content/uploads/2017/04/Folder-Thoma-Holz100-LR.pdf>
- Dorofieiev, Y. (z.d.). *Vector - Vector flat set of wood production. Felling, Sawing up trucks, transportation to the wood factory, cutting board, furniture factory, infographic illustration of furniture production*. Opgeroepen op april 11, 2020, van 123rf:
https://www.123rf.com/photo_52694585_stock-vector-

- vector-flat-set-of-wood-production-felling-sawing-up-trucks-transportation-to-the-wood-factory-cutti.html
 een-huis-bouwen. (z.d.). *palen-balken systeem*. Opgeroepen op Maart 30, 2020, van een-huis-bouwen: <https://www.een-huis-bouwen.be/nl/palen-balken-systeem/index.htm>
- EPS. (2018). *Hout en houten constructieonderdelen*. Brussel: ir. Filip Boelaert. Opgeroepen op Maart 22, 2020
- eva0794. (2012, juni 13). *De Wolkenkrabber*. Opgeroepen op Maart 31, 2020, van hetschip.wordpress: <https://hetschip.wordpress.com/2012/06/13/de-wolkenkrabber-danielwillinkplein/>
- evohouse. (2020, februari). *Principii ecologice*. Opgeroepen op april 3, 2020, van Evohouse: <http://evohouse.eu/arhitectura-viitorului/principii-ecologice/>
- Figure 3. CLT manufacturing procedure [18]*. (2018). Opgeroepen op maart 30, 2020, van semanticscholar: [https://www.semanticscholar.org/paper/Cross-laminated-timber-\(-CLT-\)-%E2%80%93-a-state-of-the-art-Jele%C4%8D-Varevac/2938cc9d6620183ca50acc5c034c1a21abee903](https://www.semanticscholar.org/paper/Cross-laminated-timber-(-CLT-)-%E2%80%93-a-state-of-the-art-Jele%C4%8D-Varevac/2938cc9d6620183ca50acc5c034c1a21abee903)
- fijnspar*. (2020). Opgeroepen op maart 30, 2020, van bomenbieb: <https://www.bomenbieb.nl/boomsoort/fijnspar-picea-abies/>
- finnhouse. (z.d.). *Paal-en-balk*. Opgeroepen op Maart 30, 2020, van finnhouse: <https://www.finnhouse.nl/paal-en-balk/>
- geheugenplan Zuid. (2012, september 08). *wolkenkrabbers*. Opgeroepen op Maart 31, 2020, van zuidelijkewandelweg: <http://www.zuidelijkewandelweg.nl/index.php/prentbriefkaarten/uit-de-beeldbank-van-het-stadsarchief/116-de-wolkenkrabber-beeldbank-amsterdam>
- Gemeente Veenendaal. (2008). *Bestemmingsplan brouwerpoort gemeente veenendaal*. Veenendaal: Gemeenteveenendaal. Opgeroepen op April 18, 2020, van https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjqqff0iIbpAhVC66QKHXBNAowQFjADegQIAhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.brouwerspoort.nl%2Ffileadmin%2FBrouwerspoort%2FDocumenten%2FDocumenten_Bestemmingsplan_Brouwerspoort.pdf
- Gemeenteveenendaal. (z.d.). *Commerciele kaart*. Opgeroepen op April 20, 2020, van brouwerspoort: https://www.brouwerspoort.nl/fileadmin/Brouwerspoort/Documenten/Documenten_Commerciele_kaat.pdf
- Gemeenteveenendaal. (z.d.). *Commerciele kaart*. Opgeroepen op April 20, 2020, van brouwerspoort: https://www.brouwerspoort.nl/fileadmin/Brouwerspoort/Documenten/Documenten_Ruimtelijke_Functionele_Structuurvisie_1.pdf
- Gemiddeldgezien. (z.d.). *Gemiddelde hoogte plafond*. Opgeroepen op maart 10, 2020, van gemiddeldgezien: <https://gemiddeldgezien.nl/gemiddelde-hoogte-plafond>
- Henz, O. (2011, december 02). *Houtskeletbouw: platform- of ballonmethode?* Opgeroepen op Maart 30, 2020, van pixii: <https://pixii.be/ontdek/kennis/houtskeletbouw-platform-balloonmethode>
- Het Hoogeland. (z.d.). *Droogtijd hout*. Opgeroepen op April 10, 2020, van hethoogeland: <http://www.hethoogeland-schoorsteenveger.nl/schoorsteenvegen/droogtijden-hout/>
- Het Houtblad. (2020, februari 13). *Sawa, 50 meter hoog houten woongebouw, komt in Rotterdam*. Opgeroepen op april 2, 2020, van houtwereld: <https://www.houtwereld.nl/architectuur/sawa-50-meter-hoog-houten-woongebouw-komt-in-rotterdam/>
- Hornbach. (2020). *WOLFCRAFT Lange houten deuvels beuken, Ø 10x40 mm, 30 st*. Opgeroepen op maart 28, 2020, van

- Hornbach: <https://www.hornbach.nl/shop/WOLFCRAFT-Lange-houten-deuvels-beuken-10x40-mm-30-st/980530/artikel.html>
- ibbeken. (z.d.). *holz100-hausbau*. Opgeroepen op maart 30, 2020, van ibbeken: <https://www.ibbeken-holzhaus.de/holz100-hausbau/>
- Ixpando. (z.d.). *Voordelen van CLT*. Opgeroepen op Maart 30, 2020, van ixpando: <https://ixpando.com/voordelen-van-clt/>
- JSB PHOTOGRAPHS. (2017, januari 20). *Lumber mill, unloading log truck*. Opgeroepen op maart 23, 2020, van flickr: <https://www.flickr.com/photos/69doodle/32282310462>
- Laminated Timber Solutions. (2019). *Ontwerpen met CLT*. Laminated Timber Solutions. Opgeroepen op April 18, 2020, van <https://www.laminatedtimbersolutions.be/nl/downloads/handleiding-clt/download-handleiding-clt>
- Livos. (z.d.). *Houtbouw*. Opgeroepen op Maart 30, 2020, van livios: <https://www.livos.be/nl/bouwinformatie/woonwijzer/bouwen/bouwtechnieken/houtbouw/>
- Manufacturing process of Glulam*. (z.d.). Opgeroepen op april 09, 2020, van plywoodinspection: <http://www.plywoodinspection.com/manufacturing-process-of-glulam/>
- Marković, Nemanja. (2015, januari). *Innovative structural CLT system in projecting and building of student houses*. University of Niš, Serbia: Faculty of Civil Engineering and Architecture. Opgeroepen op april 14, 2020, van researchgate: https://www.researchgate.net/figure/Murray-grove-Residential-1-8-stories-London-England-2008-KLH-catalogues_fig2_283740387
- natuurmonumenten. (z.d.). *Stikstof*. Opgeroepen op Februari 20, 2020, van natuurmonumenten: <https://www.natuurmonumenten.nl/standpunten/stikstof>
- orga-architect. (z.d.). *Emissieloos bouwen doe je met hout*. Opgeroepen op Februari 20, 2020, van orga-architect: <https://www.orga-architect.nl/nieuws/emissieloos-bouwen-met-ecologische-houtbouw/>
- Paling, R. (2020, februari 14). *Rotterdam krijgt houten woontoren*. Opgeroepen op Maart 31, 2020, van vastgoedmarkt: https://www.vastgoedmarkt.nl/projectontwikkeling/nieuws/2020/02/rotterdam-krijgt-houten-woontoren-101151627?_ga=2.191610346.179578605.1585656371-2100058809.1585656371
- Raad van State. (2019, Mei 29). *PAS mag niet als toestemmingsbasis voor activiteiten worden gebruikt*. Opgeroepen op Februari 20, 2020, van raadvanstate: <https://www.raadvanstate.nl/@115651/pas-mag/>
- Redactie Bouwwereld. (2019, Maart 20). *Hoogste houten gebouw ter wereld opgeleverd*. Opgeroepen op Maart 31, 2020, van bouwwereld: <https://www.bouwwereld.nl/nieuwbouw/hoogste-houten-gebouw-ter-wereld-opgeleverd/>
- Rijksoverheid. (2003). *hoogbouw: eisen en richtlijnen*. Leersum: Rijksoverheid. Opgeroepen op April 25, 2020, van <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2003/01/01/hoogbouw-eisen-en-richtlijnen-brandveiligheid/w601.pdf>
- Scanabouw. (z.d.). *Houtstapelbouw / Logbouw*. Opgeroepen op maart 29, 2020, van scanabouw: <https://scanabouw.nl/page/houtstapelbouw-logbouw/>
- TNO Innovation for life. (2018). *Duurzame bouwlogistiek voor binnenstedelijke woning- en utiliteitsbouw*. Den Haag: TNO.

- Opgeroepen op maart 30, 2020, van <https://repository.tudelft.nl/view/tno/uuid:c5d6ae27-6252-4b86-ac69-a7bdaf62c4b7>
- Trouw. (2020, februari 19). *Aantal bouwvergunningen flink gedaald, maar niet alleen door milieukwesties*. (J. Julen, Redacteur) Opgeroepen op april 2, 2020, van Trouw: <https://www.trouw.nl/economie/aantal-bouwvergunningen-flink-gedaald-maar-niet-alleen-door-milieukwesties~b1354a88/>
- u.Veenstra. (z.d.). *Wat is houtskeletbouw?* Opgeroepen op maart 30, 2020, van uveenstra: <https://www.uveenstra.nl/blogs/wat-is-houtskeletbouw>
- van den Berkmortel, J. (2010). *Hoogbouwsysteem in hout*. Eindhoven: TU/e. Opgeroepen op april 2, 2020, van <https://research.tue.nl/nl/studentTheses/hoogbouwsysteem-in-hout>
- vdberk. (2020, 1 1). *Picea abies*. Opgeroepen op maart 30, 2020, van vdberk: <https://www.vdberk.be/bomen/picea-abies/>
- Viveen, P. (2020, Februari 19). *Houtskeletbouw of traditioneel huis*. Opgeroepen op Maart 30, 2020, van verbouwkosten: <https://www.verbouwkosten.com/nieuw-huis-bouwen/houtskeletbouw/>
- Vochtgehalte van onze geschaafde planken*. (z.d.). Opgeroepen op april 10, 2020, van plankencentrale: <https://www.plankencentrale.nl/over-plankencentrale-nl/hout-en-vocht-van-geschaafde-planken/>
- Vree, J. d. (z.d.). *Skeletbouw*. Opgeroepen op Maart 27, 2020, van joostdevree: <https://www.joostdevree.nl/bouwkunde2/skeletbouw.htm>
- Vree, J. (z.d.). *paal-en-balk*. Opgeroepen op Maart 30, 2020, van joostdevree: <https://www.joostdevree.nl/shtmls/paal-en-balk.shtml>
- Wilson, K. (2020, februari). *15 Traditionele Woningtypen Van Over De Hele Wereld*. Opgeroepen op Maart 30, 2020, van riplebelieves: <https://nl.riplebelieves.com/15-traditional-housing-types-from-around-world-897>
- Woneninhout. (z.d.). *hout stapelbouw*. Opgeroepen op maart 29, 2020, van woneninhout: <https://www.woneninhout.nl/hout-stapelbouw-methode/>
- Woneninhout. (z.d.). *prefab CLT panelen (= Cross Laminated Timber)*. Opgeroepen op Maart 30, 2020, van woneninhout: <https://www.woneninhout.nl/prefab/prefab-clt-panelen-cross-laminated-timber/>
- Woodinc. (2016). *houtskeletbouw 2.0*. woodinc. Opgeroepen op april 13, 2020, van https://docs.fedustria.be/hsob/trendseminarie2016/003_marij_gabriels.pdf
- WTCB. (2013, januari 01). *Een veelbelovend en hoogperformant systeem 2013/01.01*. Opgeroepen op Maart 30, 2020, van wtcb: <https://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact37&art=568>