

Kennisbank Biobased Bouwen

LCA FASE BOUW | CONSTRUCTIECONTROLE

Samenvatting

De constructiecontrole in de fase van het Definitief Ontwerp gaat verder dan alleen het toetsen van sterkte en stabiliteit. Ze richt zich ook op veiligheid, circulariteit en kwaliteitsborging. De constructeur werkt het ontwerp uit tot een gedetailleerd rekenmodel volgens de Eurocodes en nationale normen. Hierbij worden alle dragende elementen, zoals vloeren, kolommen en funderingen, doorgerekend en vastgelegd in een gestructureerd constructief rekenrapport.

Bij het gebruik van biobased materialen worden extra controles uitgevoerd, zoals op vochtgevoeligheid, brandwerendheid, en bouwfysische prestaties. Technische goedkeuringen en duurzaamheid worden vastgelegd in materiaalpaspoorten of rekenrapporten.

De Wet kwaliteitsborging (Wkb) verplicht bouwbedrijven om hun kwaliteitscontrole te verbeteren. De constructeur voert technische controles uit, terwijl een onafhankelijke kwaliteitsborger verifieert of deze volgens het borgingsinstrument zijn uitgevoerd. Dit wordt vastgelegd in een uitvoeringsdossier.

Circulair bouwen vraagt om extra aandacht voor herbruikbaarheid, losmaakbaarheid en materiaalidentiteit. Validatie van reversibele verbindingen, restwaarde en toekomstig hergebruik zijn hierbij belangrijk.
Biobased constructies worden beoordeeld op verouderingsgedrag, vochtgevoeligheid en prestaties.

De combinatie van constructieve veiligheid en duurzaamheid maakt de constructiecontrole tot een integraal kwaliteitsinstrument dat de traditionele toetsing uitbreidt met circulaire en biobased aspecten.



Inhoud van deze module

1 Constructiecontrole 3
1.1 Definitief constructief ontwerp 3
1.2 Wet kwaliteitsborging 4
1.3 Circulair bouwen 4
2 Bronnen 6
3 Relatie met relevante kennismodules in deze Kennisbank Biobased Bouwen 7
4 Versiebeheer 12

1 Constructiecontrole

De constructiecontrole in het Definitief Ontwerp gaat verder dan het toetsen van sterkte en stabiliteit: ze verifieert of de constructie voldoet aan veiligheid, circulariteit en kwaliteitsborging.

1.1 Definitief constructief ontwerp

In deze fase wordt het constructieve ontwerp verder uitgewerkt tot een berekenbaar en uitvoerbaar model (Spangenberg. 2021). De constructeur voert gedetailleerde berekeningen uit op basis van de (tweede generatie) Eurocodes en de nationale bijlagen (NEN, z.d.). Hierbij worden de sterkte, stijfheid en stabiliteit van de constructie gecontroleerd en worden alle dragende onderdelen, zoals balken, vloeren, kolommen en wanden, gedimensioneerd. Ook de fundering wordt uitgewerkt op basis van sonderingen en bodemonderzoek. Vervolgens worden de aansluitdetails tussen de verschillende onderdelen bepaald, zodat duidelijk is hoe de krachten worden overgedragen. De resultaten van deze fase worden vastgelegd in een constructief rekenrapport met alle uitgangspunten, berekeningen en conclusies. Zie onderstaande checklist als hulpmiddel.

	Checklist Definitief constructief ontwerp
☐	*Zijn alle belastingen berekend volgens NEN-EN 1991 met nationale bijlage (wind, sneeuw, gebruiksbelasting)?*
☐	*Zijn de sterkte- en stijfheidsberekeningen uitgevoerd voor alle onderdelen (vloeren, kolommen, balken, wanden, fundering)?*
☐	*Zijn stabiliteitsvoorzieningen volledig doorgerekend en gecontroleerd?*
☐	*Zijn de veiligheidsfactoren en materiaaleigenschappen volgens de juiste Eurocodes toegepast?*
☐	*Is de fundering berekend op draagvermogen, paalbelastingen en zetting?*
☐	*Zijn alle aansluitingen en verbindingen voldoende gedetailleerd en berekend?*
☐	*Is het rekenrapport compleet, gestructureerd en voorzien van toelichting, schema's en resultaten?*
☐	*Zijn de uitgangspunten en resultaten intern gecontroleerd of gereviewd?*

Voor toepassing van biobased materialen moet in deze fase geverifieerd worden dat het biobased ontwerp voldoet aan sterkte-, stijfheids- en duurzaamheidseisen.

- Zie onderstaande extra checklist voor biobased materiaalgebruik als hulpmiddel.
- Zie ook NEN-EN 1995 (Houtconstructies) voor specifieke eisen voor biobased constructies
  (NEN, 2011).

Checklist Definitief constructief ontwerp (DCO) – extra: biobased materiaalgebruik

- ☐ *Zijn de berekeningen uitgevoerd met materiaaleigenschappen die representatief zijn voor de gebruikte biobased producten (met gecertificeerde data)?*
- ☐ *Zijn vochtgehaltes, kruipgedrag en sterkteafname in tijd meegenomen in de berekeningen (zoals vereist voor hout volgens Eurocode 5)?*
- ☐ *Zijn de verbindingen en knooppunten berekend op uittreksterkte, insnoering en vochtgevoeligheid?*
- ☐ *Is de brandwerendheid van de constructie gecontroleerd (inclusief verkoolde laag (vereist overdimensionering) bij hout, of afschermende lagen bij biocomposieten)?*
- ☐ *Zijn de bouwfysische prestaties gecontroleerd: dampdiffusie, luchtdichtheid, schimmelrisico en warmteweerstand?*
- ☐ *Zijn alle producten voorzien van technische goedkeuring (ETA, KOMO, EPD of vergelijkbaar)?*
- ☐ *Zijn duurzaamheid en demontabiliteit beschreven in het rekenrapport of materiaalpaspoort?*

1.2 Wet kwaliteitsborging

Volgens de Wet kwaliteitsborging (Wkb) moeten bouwbedrijven de kwaliteit van hun werk beter controleren. Zo verbetert de bouwkwaliteit van gebouwen, met minder fouten en gebreken zoals constructieve problemen, brandonveilige situaties, slechte isolatie of onvoldoende ventilatie. Dit vermindert de herstelkosten voor bouwbedrijven en maakt het werk van onafhankelijke kwaliteitsborgers eenvoudiger en sneller, omdat veel controles al door de bouwers zelf zijn uitgevoerd. (Overheid, z.d.)

De relatie tussen constructiecontrole en de Wkb ligt in het gezamenlijke streven naar aantoonbare constructieve veiligheid én duurzame kwaliteit. De constructeur voert de inhoudelijke controles uit, waaronder de berekeningen en detailtoetsingen die de betrouwbaarheid en veiligheid van het ontwerp waarborgen. De kwaliteitsborger beoordeelt vervolgens of deze controles aantoonbaar, volledig en conform het toegepaste borgingsinstrument zijn uitgevoerd. De aannemer legt de resultaten vast in het uitvoeringsdossier, waarmee het volledige proces van ontwerp tot oplevering voldoet aan de eisen van de Wkb.

1.3 Circulair bouwen

Naast de gebruikelijke toetsing volgens Eurocodes (NEN-EN 1990–1999) en de Wet kwaliteitsborging voor het bouwen (Wkb), vereist circulair bouwen dat de herbruikbaarheid en losmaakbaarheid van constructieve elementen aantoonbaar worden gemaakt.

Volgens de Platform CB'23-Leidraad (2023) en Copper8-beleidsanalyse (2024)1[1] omvat

[1] In 2024 publiceerde Copper8 een beleidsanalyse over de versnelling van de circulaire woningbouw met het rapport 'Circulaire bouweconomie: Regisseren is vooruitzien', waarin belemmeringen en beleidsopties worden

constructiecontrole de volgende aspecten:

- validatie van reversibele verbindingen en modulair ontwerp
- borging van materiaalidentiteit en herkomst via paspoortsystemen
- beoordeling van restwaarde en toekomstige herbruikbaarheid
- gebruik van BIM-gestuurde verificatie van sterkte, montage en demontage
- toetsing van biobased constructies op vocht, kruip en degradatie



4.2.5.7. Figuur 1 | Copper8 beleidsanalyse
Bron: Copper8

De Leidraad Circulair Ontwerpen benadrukt dat de ontwerpcyclus moet worden afgesloten met een implementatieplan realisatie en beheer. Daarin wordt vastgelegd hoe circulaire ontwerpbeslissingen tijdens uitvoering en gebruik worden geborgd.

De relatie tussen constructiecontrole en circulair bouwen met biobased materialen ligt in het borgen van zowel de constructieve veiligheid als de duurzaamheid van hernieuwbare bouwmaterialen. De constructeur beoordeelt daarbij niet alleen de sterkte en stabiliteit, maar ook de materiaalprestaties, het verouderingsgedrag, de vochtgevoeligheid en de verbindingstechnieken van biobased grondstoffen zoals hout, vlas, hennep en biocomposieten. Deze eigenschappen moeten aantoonbaar voldoen aan de eisen voor duurzaamheid, herbruikbaarheid en veiligheid binnen de systematiek van de Wkb. De kwaliteitsborger controleert vervolgens of de toegepaste biobased materialen zijn opgenomen in erkende milieudatabases en of de constructieve prestaties voldoende zijn onderbouwd met berekeningen en testrapporten. Daarmee wordt de traditionele controle op constructieve veiligheid uitgebreid tot een integrale borging van circulaire en biobased bouwkwaliteit.

geanalyseerd. Daarnaast analyseerde Copper8 de CO2-impact van de bouwsector en strategieën voor reductie in het document ‘Bouwen binnen planetaire grenzen’

Constructiecontrole wordt zo een integraal kwaliteitsinstrument dat veiligheid combineert met materiaalwaarde en adaptiviteit.

TIP
Zie de Kennisblokjes
- *4.2.2. Haalbaarheid biobased bouwen*
- *4.2.5.1. MPG*

en
- *4.2.5.5 Circulaire materialen*
- *4.2.5.6 Montage en demontage*
- *4.2.5.8 Bouwbesluit (BBL) Eisen*

2 Bronnen

- NEN. (z.d.). *Tweede generatie Eurocodes.* Geraadpleegd op 06-10-2025 van https://www.nen.nl/bouw/constructieve-veiligheid/eurocodes/tweede-generatie-eurocodes
- NEN. (2011). Eurocode 5: Ontwerp en berekening van houtconstructies - Deel 1-1: Algemeen - Gemeenschappelijke regels en regels voor gebouwen. https://www.nen.nl/nen-en-1995-1-1-c1-a1-2011-nl-161458
- Informatiepunt Leefomgeving (IPLO) – De knip: scheiden van technisch en ruimtelijk bouwen
  Geraadpleegd 06-10-2025
  De knip: scheiden van technisch en ruimtelijk bouwen | Informatiepunt Leefomgeving
- Platform CB'23. (2023). *Circulair ontwerpen 2.0: Werkafspraken voor een circulaire bouw.* https://platformcb23.nl/wp-content/uploads/PlatformCB23_Leidraad_Circulair-ontwerpen.pdf
- Rijksoverheid. (z.d.). *Meer toezicht in de bouw via de Wet kwaliteitsborging voor het bouwen (Wkb).* Geraadpleegd op 06-10-2025 van https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/bouwregelgeving/meer-toezicht-in-de-bouw-via-de-wet-kwaliteitsborging-voor-het-bouwen-wkb
- Spangenberg, W. (2021). *Passie voor constructief ontwerpen: En de bijdrage van constructie aan het integrale ontwerp*. ABT.
- Nationale Bijlage NEN-EN 1995 (Houtconstructies) – specifieke eisen voor biobased constructies.
  Geraadpleegd 06-10-2025
  NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011 nl

- Rijksoverheid – *Wet kwaliteitsborging voor het bouwen (Wkb)*
  Geraadpleegd 06-10-2025
  Meer toezicht in de bouw via de Wet kwaliteitsborging voor het bouwen (Wkb) | Bouwregelgeving | Rijksoverheid.nl

- Platform CB'23 – *Circulair ontwerpen 2.0* (2023)
  Geraadpleegd 01-10-2025
  PlatformCB23_Leidraad_Circulair-ontwerpen.pdf

3 Relatie met relevante kennismodules in deze Kennisbank Biobased Bouwen

1.1. Why (Opgaven) – Urgentie, Grondstoffentransitie en meer
- 1.1.1. Urgentie Grondstoffentekorten
- 1.1.2. Parijs 2050
- 1.1.3. NL programma's Circulaire Economie
- 1.1.4. Rol Bouwsector
- 1.1.5. CO2 uitstoot
- 1.1.6. Aantasting Milieu, biodiversiteit …

1.2. Definities
- 1.2.1. Van lineair naar circulair
- 1.2.2. Duurzaamheid versus circulariteit
- 1.2.3. Natuurinclusief versus klimaatadaptief
- 1.2.4. Definities circulair ontwerpen

1.3. Modellen en (reken)tools
- 1.3.1. Model R-ladder
- 1.3.2. Model Lagen van Brand
- 1.3.3. Model LCA
- 1.3.4. MPG
- 1.3.5. BCI
- 1.3.6. CO2-tool
- 1.3.7. BENG

1.4. Strategieën
- 1.4.1. Circulaire principes
- 1.4.2. Schaalniveaus circulariteit
- 1.4.3. Preventie-waardebehoud-waardecreatie
- 1.4.4. Natuurinclusief bouwen

2. Biobased Bouwen

2.1. Doelstellingen
- 2.1.1. Waarom Bouwen met Biobased Bouwmaterialen?
- 2.1.2. 'Van Plant tot Pand' - Kansen Biobased Bouwen
- 2.1.3. NABB

2.1.4. Reductie stikstof …

3. LCA Fase - PRODUCTIE

3.1. Winning van grondstoffen

3.1.1. Secundaire grondstoffen

3.1.1.1. Technologische cyclus
3.1.1.2. Demontage - Sloop
3.1.1.3. Kleding
3.1.1.4. Papier

3.1.2. Plantaardig - Natuurlijke cyclus]

3.1.2.1. Hout
3.1.2.1.1. Massief Hout
3.1.2.1.2. Bewerkt Hout
3.1.2.1.2.1 CLT
3.1.2.1.2.2 LVL
3.1.2.1.2.3 Glulam
3.1.2.1.3. Houtvezel Isolatieplaten (thermische isolatie)
3.1.2.1.4. Houtvezelplaat
3.1.2.1.4.1 Hardboard
3.1.2.1.4.2 Zachtboard
3.1.2.1.4.3 MDF en HDF
3.1.2.1.5. Houtspaanderplaat
3.1.2.1.5.1 Spaanplaat
3.1.2.1.5.2 OSB
3.1.2.1.6. Triplex
3.1.2.2. Hennepvezel isolatie
3.1.2.3. Lisdodde
3.1.2.4. Vlaswolisolatie
3.1.2.5. Zeewier
3.1.2.6. Bamboe Interieur
3.1.2.7. Strobalen bouwmethode
3.1.2.8. Miscanthus
3.1.2.9. Kalkhennepbeton
3.1.2.10. Geëxpandeerde Kurkisolatie
3.1.2.12. Grasisolatieplaten
3.1.2.13. Riet
3.1.2.16. Vlasspaanplaat
3.1.2.17. Inblaasstro
3.1.2.18. Stro isolatie infill methode
3.1.2.19. Bamboe exterieurafwerking
3.1.2.20. Kalkhennep blokken

3.1.3. Dierlijke cyclus
3.1.3.1. Wol
3.1.4. Overige grondstoffen
3.1.4.1. Mycelium isolatiepanelen
3.1.4.2. StampLeem en LeemSteen
3.1.5. (Bio)Composieten
3.1.5.1. Biocomposieten met olien en vetten
3.1.5.2. Biocomposieten met plantaardige vezels
3.1.5.3. BioFoam isolatie
3.2. Transport
3.2.1. Keten Agro-Productie-Fabricage
3.3. Productie
3.3.1. Grondstof - Materiaal - Product - Element
3.3.2. Bewerkingen grondstoffen en materialen
3.3.3. Modulair
3.3.4. Samengestelde bouw
3.3.5. Opslag versus emissie CO2
3.3.6. Opschalen
3.4. Productie Isolatiematerialen
3.4.1. Biobased IsolatieMaterialen
3.4.2. Bindmiddelen en impregneerstoffen
3.5. Productie Plaatmaterialen
3.5.1. Biobased PlaatMaterialen
3.5.2. Bindmiddelen en impregneerstoffen
3.6. Productie Constructieve elementen
3.6.1. Constructieve biobased elementen
3.6.2. Bindmiddelen en impregneerstoffen
4. LCA Fase – BOUW
4.1. Transport
4.1.1. Keten productie-montage
4.1.2. Materiaal vs Product vs Element vs Unit
4.2. Bouw- en installatieproces, aanleg
4.2.1. Initiatieffase
4.2.1.1. GPR Gebouw, BREEAM
4.2.1.2. Het Nieuwe Normaal
4.2.1.3. Circulair bouwen met biobased bouwmaterialen
4.2.1.4. BBL – Gemeente
4.2.1.5. Circulair uitvragen – aanbesteden
4.2.1.6. Integrale strategieën
4.2.1.7. Circulaire ambities

4.2.1.8. Preventie-waardebehoud-waardecreatie

4.2.2. Haalbaarheid product/marktcombinaties

4.2.2.1. Kengetallen
4.2.2.2. Capaciteit
4.2.2.3. Marktcomform
4.2.2.4. Opname en materiaalpaspoort
4.2.2.5. PvE / schets door adviseur
4.2.2.6. Inschrijven voor ontwerpers – architecten

4.2.3. Projectdefinitie

4.2.3.1. Opschaalbaarheid
4.2.3.2. Persoonlijk
4.2.3.3. Aanbestedingsvorm aannemer – consortium

4.2.4. Voorontwerp

4.2.4.1. Constructieprincipes
4.2.4.2. Damp-open bouwen
4.2.4.3. Carbon Based Design
4.2.4.4. Gezond Bouwen
4.2.4.5. Kwaliteit en Garantie
4.2.4.6. VO
4.2.4.7. Hergebruik (R-Ladder)
4.2.4.8. Passief Bouwen

4.2.5. Definitief ontwerp

4.2.5.1. MPG
4.2.5.2. Biobased Isolatiematerialen
4.2.5.3. R-waarde, warmtecapaciteit, faseverschuiving, verdamping
4.2.5.4. Brandveiligheid
4.2.5.5. Circulaire materialen
4.2.5.6. Montage, demontage, remontage producten
4.2.5.7. Constructiecontrole
4.2.5.8. ‘Bouwbesluit’ eisen

4.2.6. Definitief (technisch)-ontwerp

4.2.6.1. Losmaakbaar detailleren
4.2.6.2. Droge verbindingen
4.2.6.3. Luchtdicht bouwen

4.2.7. Uitvoeringsgereed ontwerp

4.2.7.1. Uitvoeringslogistiek
4.2.7.2. Montage en demontage voorschriften (materialenpaspoorten)
4.2.7.3. WKB Circulair bouwen met Biobased Bouwmaterialen
4.2.7.4. Voorbereiding

4.2.8. Uitvoering

4.2.8.1. LEAN werkproces toepassen tbv leren en innoveren
4.2.8.2. Uitvoering als bouwmanager
4.2.8.3. Oplevering, uitzonderingen bouwbesluit en hoe je daar mee om gaat

5. B – GEBRUIK

5.1. Gebruik
5.1.1. Handleiding voor gebruiker
5.1.2. Levensduur en Kwaliteit
5.1.3. Hergebruik/herwinbaar

5.2. Onderhoud
5.2.1. MJOB maken en bewaken
5.2.2. Nazorg/MJOP

5.3. Reparaties
5.3.1. Klachten en nazorg
5.3.2. Nazorg/MJOP

5.4. Vervangingen
5.4.1. Onderhoud
5.4.2. Losmaakbaarheid
5.4.3. Hergebruik bij vervanging

5.5. Hernieuwing
5.5.1. Verbeteringstrajecten en innoveren

5.6. Operationeel energiegebruik / Passief huis

5.7. Operationeel watergebruik

6. SLOOP

6.1. Sloop
6.1.1. Sloop vs Demontage
6.1.2. Methoden sloop

6.2. **Demontage**
6.2.1. Waardemodel sloop
6.2.2. Elementen - Producten - Materialen - Grondstoffen Bronnen

6.3. **Transport**
6.3.1. Keten sloop-verwerking
6.3.2. Afvalscheiding bron vs locatie verwerking

6.4. **Afvalbewerking**
6.4.1. Principes
6.4.1.1. Keten hergebruik hout
6.4.1.2. Cascadering
6.4.2. Verwerking tot grondstoffen
6.4.2.1. Duurzaamheidsklassen
6.4.2.2. Onbehandeld vs Behandeld hout
6.4.2.3. Natuurlijke cyclus – composteren

6.4.3. Verwerking materialen en producten
6.4.3.1. Kwaliteitsbeoordeling
6.4.4. Stort – Verbranding
6.4.4.1. Hergebruik energie
6.4.4.2. Biochar
6.5. Finale afvalbewerking, producten op basis van secundaire grondstoffen
6.5.1. Producten op basis van secundaire grondstoffen
7. **HERGEBRUIK**
7.1. Materiaal paspoort i.c.m. 3-D model
7.2. Urban mining
7.3. Tussenhandel secundaire materialen
7.4. Kwaliteitsbeoordeling
7.5. Regelgeving
7.6. Reuse vs Repurpose

4 Versiebeheer

Nr.	Datum	Auteur	Organisatie	Opm.	Status
01	06-10-2025	Mireille Langendijk	HANZE		Startdocument
02					
03					
04					