

# Materialen Constructief Veilig

Versie 1.1 d.d. 1 juni 2022

Think safe=  
work safe

Always think safe!

e-on

Hotel At Work

Overschakelen op de Maasvlakte  
Switchen op the Maasvlakte

mobilis  
The infra

ZUBLIN

Think safe=  
work safe

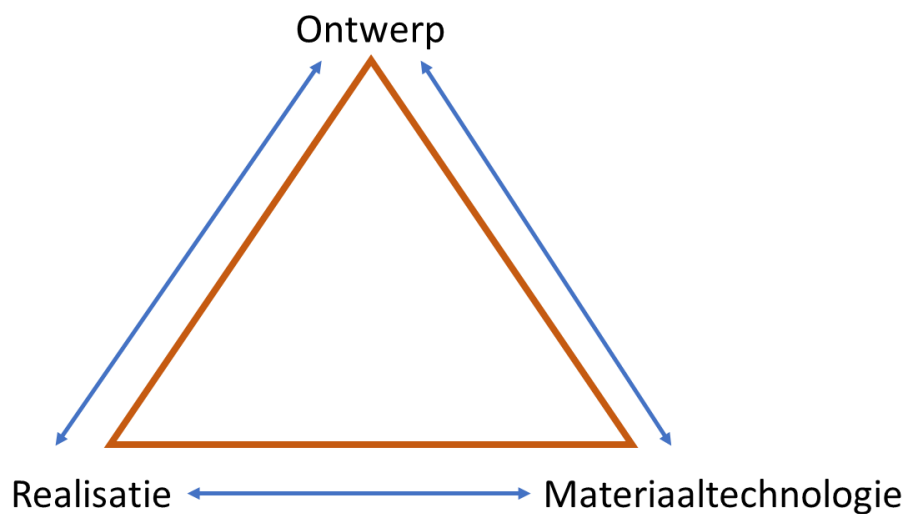
Kennis- | Constructieve  
portaal | Veiligheid

# Materialen Constructief Veilig

Versie 1.1 d.d. 1 juni 2022

## 1. Inleiding

Een constructie is uit diverse materialen opgebouwd en het is daarom van groot belang dat deze juist worden gekozen. De te kiezen materialen en materiaalkwaliteiten worden niet alleen bepaald door constructieve eisen, maar ook door wensen en randvoorwaarden voortvloeiend uit de vormgeving, bouwmethodiek, uitvoeringsmethoden en eisen en wensen vanuit duurzaamheid en onderhoud. De materiaaltechnoloog (in de infra en bij grote B&U-projecten een belangrijke functionaris, meestal in dienst van het uitvoerend bouwbedrijf) moet vanuit de verschillende eisen, randvoorwaarden en wensen een materiaalspecificatie samenstellen die zo goed mogelijk aansluit bij dit eisen- en wensenpakket. De keuzen moeten weer zorgvuldig worden teruggekoppeld in het ontwerpteam, aangezien zij consequenties kunnen hebben voor de overige disciplines. Een goede communicatie en rapportage binnen de “gouden driehoek” van ontwerp, realisatie en materiaaltechnologie is van levensbelang voor het slagen van deze operatie.

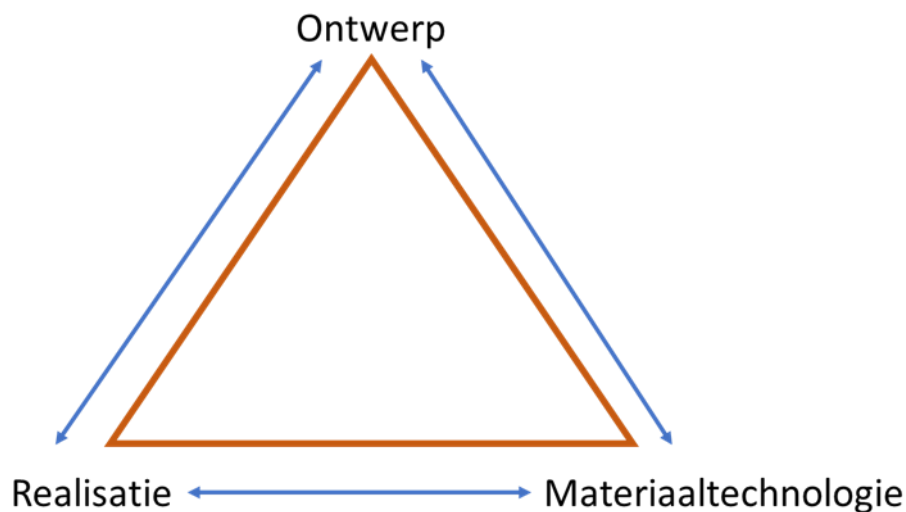


De volgende hoofdstukken bevatten per fase in de levenscyclus aandachtspunten en aanbevelingen voor de betrokkenen in de gouden driehoek. In een gegeven project kunnen hieruit concrete acties volgen. De verantwoordelijkheid voor die acties kan per project verschillen, afhankelijk van bijvoorbeeld aard en omvang van het project of de contractvorm (zie voor dit laatste ook het document [“Constructieve Veiligheid en Contractvormen”](#)) Het is belangrijk dat betrokkenen bij de “gouden driehoek”, zoals de ontwerpend constructeur, de coördinerend constructeur, de materiaaltechnoloog en de uitvoerder, afspraken maken over de verantwoordelijkheden voor acties en deze vastleggen in – bijvoorbeeld – het Projectkwaliteitsplan (PKP).

## 2. Aandachtspunten en aanbevelingen ontwerp- en engineeringfase

1. Bij het ontwerpen wordt onder andere gebruik gemaakt van de geldende Eurocodes/normen en richtlijnen, waarin de belangrijkste materiaaleigenschappen worden omschreven. Gebruik zoveel mogelijk de geldende normen en richtlijnen, voorkom verwarring door teveel aanvullende specificaties en/of uitsluitingen op te nemen.
2. Analyseer in de ontwerpfase de kwaliteitsfactoren uit de geldende Eurocodes en aanvullende ontwerpnormen en -richtlijnen voor de verschillende materiaalsoorten in relatie tot het beoogde gebruik en pas de analyseresultaten toe in het ontwerp. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de milieuklasse (die over een traject kan verschillen), de gewenste levensduur, het beoogde veiligheidsniveau, enzovoort.
3. De ontwerpfase is het moment waarop toekomstige risico's t.a.v. materiaalveiligheid kunnen worden voorkomen. Zorg ervoor dat materiaalveiligheid onderdeel wordt van de risicoanalyse en het risicodossier, inclusief de bijbehorende beheersmaatregelen. Betrek daarbij ook uitvoeringskennis.
4. Vermeld kwaliteitsnormen waaraan de materialen moeten voldoen, op de tekeningen (opnemen als standaardtekst op de tekeningen, c.q. in de modellen, niet alleen als besteksartikel).
5. Houd bij het ontwerpen rekening met de toleranties (productietoleranties, uitzettoleranties en uitvoeringstoleranties).
6. Is de constructie vermoeiingsgevoelig? Ga dan na welke keuzes in materialen en kwaliteiten daar bij horen.
7. Ga na welke projectspecifieke duurzaamheidsafspraken m.b.t. de levensduur (reliability) zijn gemaakt en hoe dit gaat worden ingevuld.
8. Ga na wat de beheer- en onderhoudseisen zijn en hoe de materiaalkeuze daar invulling aan kan geven.
9. Zijn er eisen en wensen met betrekking tot de milieuduurzaamheid van materialen opgenomen (sustainability)? Hoe worden deze keuzes afgewogen en is de constructieve veiligheid over de levensduur aantoonbaar hetzelfde?
10. Zorg vanuit de ontwerpfase voor een duidelijke materiaalspecificatie en draag die over naar de werkvoorbereiding/realisatie en beheer en onderhoud.
11. Stel een specifieke eisenspecificatie op voor elementen die door derden (c.q. deelconstructeurs) moeten worden ge-engineerd (prefab onderdelen, staalconstructies, in te storten voorzieningen, hulpconstructies, opleggingen, noodvoorzieningen, etc), zodanig dat zeker de constructieve veiligheidsaspecten zijn benoemd en de raakvlakken met andere aansluitende constructies of invloeden zijn afgedekt. Tevens moet deze specificatie de normen en richtlijnen benoemen waaraan de engineering en detaillering van de betreffende onderdelen minimaal moeten voldoen.

12. Laat de coördinerend constructeur de door deelconstructeurs ge-engineerde onderdelen toetsen, leg de bevindingen vast en bespreek deze met de deelconstructeurs, zodanig dat er overeenstemming is over de te treffen maatregelen.
13. Stel per project een “beslisdriehoek” samen met betrokkenen bij het constructief ontwerp, materiaaltechnologie en realisatie. Draag zorg dat dit team het ontwerp aantoonbaar goedkeurt in relatie tot materialen en uitvoerbaarheid. Dit om te borgen dat alle partijen – ieder vanuit de eigen invalshoek en deskundigheid – de gevolgen van de materiaalkeuzen beoordelen en goedkeuren. Leg deze goedkeuring vast in een document (bv. een materiaaltechnisch werkplan). De opdrachtgever dient de gekozen materialen uiteindelijk te toetsen en/of te accorderen.



### 3. Aandachtspunten en aanbevelingen werkvoorbereidings- en uitvoeringsfase

- Stel bij het opstellen van het inkoopplan, c.q. de inkoopspecificatie vooraf de juiste kwaliteitsnormen, eisen en/of richtlijnen vast en geef aan welke registraties/documenten de leverancier moet aanleveren. Denk bij dit laatste aan:
  - Herkomst en eigenschappen van de toegepaste materialen, inclusief testrapporten, certificaten en/of conformiteitsverklaringen van leveranciers;
  - Samenstelling van toegepaste mengsels of materialen;
  - Productieverslagen;
  - Keuringsrapporten;
  - Meetrapporten van de gerealiseerde onderdelen.

Voor specifieke materialen moeten keuringsformulieren worden opgesteld. De keuringsitems moeten zijn gebaseerd op volgende informatie:

- Opgegeven materiaalspecificaties uit de ontwerpfase;
- Contracteisen (eisen uit contract, onderhoud, vormgeving)
- Normen, praktijkrichtlijnen, aanbevelingen

In voorkomende gevallen kan het nodig zijn eisen te stellen aan de personen die de daadwerkelijke keuringen uitvoeren. Deze moeten te allen tijde aantoonbaar deskundig zijn.

- Zorg dat de constructieve veiligheid van materialen onderdeel is van het keuringsplan voor eerste- en tweedelijns keuringen. Voeg een onderdeel materiaaleigenschappen toe aan het keuringsplan.
- Neem in een keuringsplan minimaal de volgende onderwerpen op:
  - Omschrijving van de keuring;
  - Bron;
  - Acceptatiecriteria;
  - Keuringsmoment;
  - Keuringsmethode;
  - Frequentie;
  - Verantwoordelijke persoon;
  - Registratie- of bewijsdocument;
- Neem een keuringsrapport op in het opleverdossier, wanneer:
  - het betreffende item een directe koppeling heeft met een eis;
  - het item is opgenomen op grond van een materiaalspecificatie;
  - het item is afgeleid uit een tekening.
- Maak onderscheid in de volgende typen inspecties:
  - Stoppunt (UAV-GC, verplicht stoppen, pas verder na goedkeuring);
  - Bijwoonpunt (UAV-GC, conform kwaliteitsplan tijdig melden, er mag worden doorgewerkt na uitvoering van de inspectie);
  - Registratiepunt, keuring registreren en controleren op juistheid.
- Voer bij een levering van materialen op het werk een ingangskeuring uit. Controleer materialen aan de hand van de bestelling en de eisen die er aan het materiaal zijn gesteld. Geef het materiaal vrij voor verwerking in de uitvoering en gebruik in de gebruiksfase, wanneer uit de ingangscntrole blijkt dat het materiaal voldoet.
- Voeg een lijst met gebruikte materialen en eventueel bijbehorende certificaten bij het opleverdossier (o.a. NEN 1090 - CE- markering van staalconstructies).
- Aandachtspunten voor Site Engineering:
  - Monitor materiaalsterkte tijdens de bouwfase: ontwikkelde sterkte van beton, grout, lijm;
  - Controleer hulpconstructies met gebruikt materiaal op kwaliteit (voor hulpconstructies is de NEN 1090 van toepassing);
  - Let op de ontwikkeling van materiaalsterkte ontwikkeling in combinatie met de weersomstandigheden, schenk aandacht aan het bieden van een beschermde omgeving en vrijgave voor gebruik;
  - Zie bij beton toe op de juiste oppervlaktenbehandeling. Toets bij *curing compounds* de uiteindelijke werking aan de beloften leveranciers.
- Maatvoering en toleranties: zorg dat in een document is opgenomen wat de toegelaten toleranties zijn ten opzichte van de maatvoering op tekening (of enig ander document, al dan niet digitaal). Deze toleranties moeten vooraf tussen ontwerp,

werkvoorbereiding en uitvoering worden doorgesproken. Maatafwijkingen moeten altijd direct bij de site engineer worden gemeld, waarna een check volgt of afwijkingen toelaatbaar zijn. Er moet altijd een terugmelding worden gedaan.

- Houd rekening met zettingen en elastische vervormingen tijdens de bouw, onvoorziene spannings- en krachtswerkingen moeten kunnen worden opgenomen.

#### 4. Aandachtspunten en aanbevelingen beheer en onderhoud

- Een constructie is ontworpen voor een beoogd gebruik en het materiaalgebruik is daarop aangepast. De blijvende correcte werking van de constructie en de daarin verwerkte materialen kan alleen worden gegarandeerd, wanneer regelmatig inspecties worden uitgevoerd en waar nodig onderhoud wordt gepleegd. Hanteer voor inspecties de NEN 2767 en/of CROW aanbeveling 124 (Constructieve veiligheid bestaande bruggen en viaducten van decentrale overheden) als basis voor het beheer en onderhoud. Zie ook de borgingsactie [Raamwerk voor \(periodieke\) gebouwinspecties](#), die op zijn beurt verwijst naar weer andere, specifieke borgingsacties. NB: deze borgingsactie is ook van toepassing voor kunstwerken.
- Draag na realisatie van een bouwwerk zorg voor een goede overdracht aan de beheerder. Stel voor een goede overdracht zo mogelijk in samenwerking met de beheerder een onderhoudsplan op. Neem daarin ten aanzien van de constructieve veiligheid van materialen minimaal de volgende zaken op:
  - Aandachtspunten vanuit de ontwerp- en realisatiefasen met betrekking tot de toegepaste materialen;
  - Het bedoeld gebruik van de constructie, eventueel onderverdeeld naar oppervlakken en/of ruimten;
  - Mogelijke specifieke omstandigheden die op de lange termijn invloed hebben op de materiaalkwaliteit of -sterkte (vermoeiing, roest, aantasting beton, vocht nat/droog, samenhang materialen, galvanische corrosie (verschillende metalen die met elkaar reageren), microbieel geïnduceerde corrosie (MIC), ...
  - Aan te houden inspectieperiodes (in overleg vaste stellen);
  - Schadebeelden die kunnen ontstaan bij de belangrijkste onderdelen, bij zowel bezwijken (overbelasting of afname sterkte) als aantasting;
  - In te zetten inspectiemethoden, bijvoorbeeld:
    - hoe wordt gecontroleerd op vermoeiing;
    - hoe wordt gecontroleerd op corrosie;
    - hoe en wanneer wordt gecontroleerd op doorbuiging (van daken),
    - hoe wordt gecontroleerd op onvoorziene belastingen;
    - hoe verbindingen worden geïnspecteerd;
    - hoe de nog resterende glijdweg van een oplegging wordt geïnspecteerd;
    - hoe lekwater in een verdiepte ligging (kelder, onderdoorgang, tunnel, bergingskelder) wordt waargenomen;

- hoe wordt gecontroleerd op niet-zichtbare bezweken onderdelen (bijvoorbeeld: hoe wordt een bezweken anker in een palenveld of een bezweken voorspanning ontdekt?)
  - enzovoort.
  - Onderdelen dient die speciale aandacht vragen;
  - Verantwoordelijke partij voor de constructieve integriteit (van de materialen);
  - Garantievoorwaarden van fabrikanten van specifieke onderdelen; .
  - Veiligheidsvoorzieningen die (wettelijk) in stand moeten blijven voor duurzaam veilig gebruik (bijvoorbeeld bij infra: geleiderails, leuning, voertuigkerende leuning, wegscheidende barriers, belijningen, ..).
- Tijdens het gebruik kan het noodzakelijk zijn om een constructie constructief te inspecteren en/of te herberekenen. Herberekenen kan noodzakelijk zijn wanneer:
    - er afname is van de capaciteit van de constructie;
    - sprake is van toename van belastingen;
    - veranderend gebruik
    - verandering van regelgeving

Zie onder andere ook de borgingsacties [Veranderend gebruik](#) en [Wijzigingen in de constructie](#)

## **5. Aandachtspunten en aanbevelingen hergebruik van materialen uit bestaande constructies.**

Hergebruik van materiaal wordt in de praktijk al veelvuldig toegepast, zonder dat dit afbreuk doet aan de constructieve veiligheid. Zie de borgingsactie [Circulariteit bestaande constructies](#).