

Duurzaam bekisten en wapenen

Leo Gielbert, Mobilis

Martin Snijders, ingenieursbureau Rotterdam

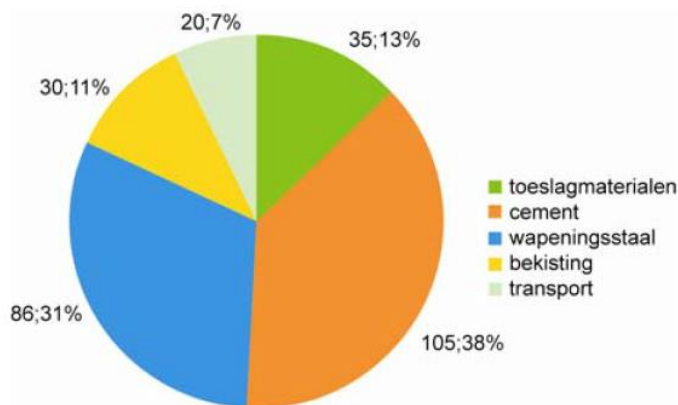
Bij het vervaardigen van een betonconstructie spelen ook de bekisting en wapening een belangrijke rol. De bekisting bepaalt de vorm van een betonconstructie, de wapening bepaalt de sterkte ervan. Beide materialen hebben hun eigen CO₂-voetafdruk en daarmee hun aandeel in het al dan niet behalen van de klimaatdoelstellingen. Nochtans wordt dat aandeel doorgaans niet meegenomen in de beschouwingen. Hoe reëel is dat?

Bekisting

De invloed van de bekisting op de totale hoeveelheid CO₂-uitstoot bij het verwerken van beton is sterk afhankelijk van het project en de soort bekisting die wordt toegepast.

Onderstaande grafiek uit 2014 laat een verdeling over onderdelen van een betonconstructie zien.

Embedded CO₂ van 1 m³ representatief gewapend beton



in kg c.q. % (totaal = 276 kg/m³)

Wel moet worden bedacht dat dit een grof gemiddelde is, dat per project sterk kan afwijken. Zo is bij een woningbouwproject met wanden van 200 mm dik per m³ beton 10 m² bekisting nodig, terwijl bij een tunnelmoot of kademuur soms minder dan 1 m² bekisting per m³ beton nodig is.

Voor een groot infrastructureel werk gold het volgende:

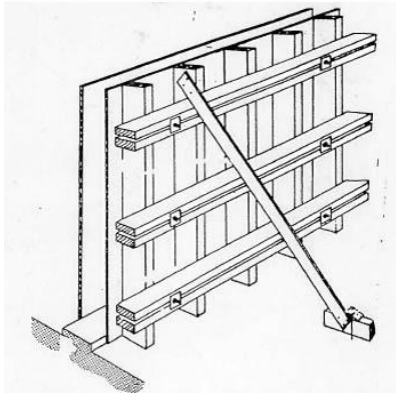
Omschrijving	aantal		Totaal		CO ₂		Totaal CO ₂	
							[ton]	[%]
Beton	52	moten	43.008	m ³				
CEM III	360	kg/m ³	15.482,9	ton	300	kg/ton	4.644,9	44,5
wapening	200	kg/m ³	8.601,6	ton	480	kg/ton	4.128,8	39,6
toeslagmateriaal	35	kg/m ³	541,9	ton	35	kg/m ³	1.505,3	14,4
bekisting	2	st	160	ton	480	kg/ton	153,6	1,5
							10.432,5	100,0

Omrekenen totaal naar autorijden	0,12	kg/km	86.937.600	km
Idem bekisting	0,12	kg/km	1.280.000	km

Uit dit staatje blijkt dat de invloed van de bekisting op het totaal relatief laag is, maar absoluut een forse hoeveelheid CO₂-uitstoot oplevert.

We kunnen de volgende hoofdgroepen bekisting onderscheiden:

Traditionele bekisting



Traditionele bekisting wordt gebruikt bij geringe repetitie, lastige vormen en op moeilijk bereikbare locaties. Traditionele bekisting kan ook worden uitgevoerd met stalen (systeem) gordingen. Deze bekisting heeft lage investeringskosten en kost relatief veel manuren.

Uit oogpunt van duurzaamheid zijn de volgende zaken van belang:

- Betonmultiplex

Betonmultiplex bestaat uit hout, lijm en een coating. Er zijn heel veel verschillende soorten platen. De verschillen zijn er in het aantal lagen, de gebruikte houtsoorten, de gebruikte lijm en de dikte en het materiaal van de coating. De CO₂-voetafdruk van ieder ingrediënt kan flink verschillen. De voetafdruk kan verlaagd worden door te letten op de herkomst van het hout (transportafstand), FSC- of PEFC-gecertificeerd, milieuvriendelijke lijm en een milieuvriendelijke coating. Ook hergebruik van de plaat kan de CO₂-voetafdruk verlagen.

Een contactbekisting van gerecycled hout zoals spaanplaat of OSB, al dan niet voorzien van een coating is milieutechnisch aan te bevelen. Hieraan kleven wel nadelen bij gebruik, zoals vochtopname, schadegevoeligheid en aftekening.

- Hout

In de meeste gevallen wordt vurenhout toegepast. Ook hier zijn herkomst, certificering en hergebruik de meest bepalende factoren.

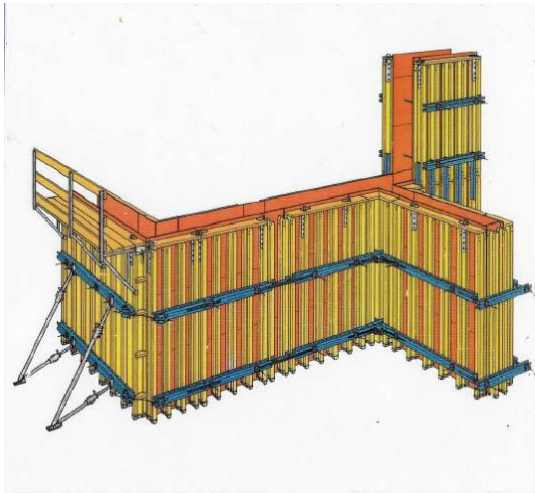
Hieronder een korte uitleg over de meest gebruikte certificaten in de houthandel (zie www.houtinfo.nl):

FSC certificaat	Verantwoord bosbeheer
PEFC™ certificaat	Duurzaam bosbeheer
VVNH convenant	100% naaldhout, 85% plaatmateriaal en 50% hardhout is FSC of PEFC
CO2 footprint	
ISO 14001	Milieumanagementsysteem
	verbeteren milieuprestaties
	voldoen aan wetgeving

- Arbeid op de bouwplaats

Doordat deze bekisting op de bouwplaats wordt ge(de)monteerd zijn er relatief veel timmerlieden nodig. De reisafstand van dit personeel heeft invloed op de CO₂-uitstoot.

Grootwand- of projectbekisting



Deze soort bekisting is opgebouwd uit een betonplexplaat (projectmatig) en houten en stalen systeemonderdelen. Deze systeemonderdelen worden in de meeste gevallen gehuurd en gaan meerdere projecten mee. Deze bekisting wordt voorgemonteerd en na gebruik meestal gemonteerd weer afgevoerd en gedemonteerd.

Deze bekisting wordt meestal meer dan 10x ingezet en ook gebruikt voor schoon werk.

De investeringskosten zijn hoger dan bij traditionele bekisting en er is (veel) minder arbeid nodig.

Milieuaspecten zijn:

- Beton multiplex:

Zie onder traditionele bekisting. Een aantal bekistingsfirma's hergebruikt de vrijkomende beplating als schenkel of klamphout bij de montage.

- Houten systeembruggen

Zie onder traditionele bekisting. Toevoeging hier is dat er bij de productie van houten systeembruggen afval wordt geproduceerd en lijm wordt toegepast. Het afvalhout wordt meestal hergebruikt als brandstof (pallets of briquetten) of in spaanplaat. Houten systeembruggen kunnen heel lang meegaan en zijn sterker en stijver dan normaal hout, zodat er minder nodig zijn.

- Stalen systeemonderdelen

Stalen delen zijn te recyclen, maar leveren bij de productie veel CO₂-uitstoot op. Toegepast als systeemonderdeel gaan ze jarenlang mee en kunnen honderd keer of vaker worden toegepast.

- Transport van de bekisting

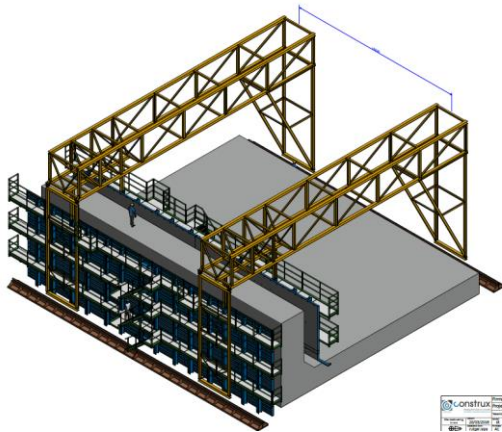
Omdat de bekisting meestal gemonteerd wordt aan- en afgevoerd, kan er relatief weinig op een vrachtauto. Daardoor is het transport een factor waarmee rekening moet worden gehouden.

- Arbeid op de bouwplaats

Deze bekisting wordt op de bouwplaats alleen gesteld en ontkist en is relatief arbeidsbesparend. Hierdoor zijn er relatief weinig timmerlieden op de bouwplaats nodig.

De reisafstand van dit personeel heeft daardoor minder invloed op de CO₂-uitstoot.

Stalen bekisting



Stalen bekistingen worden toegepast bij grote series in bijvoorbeeld de woningbouw of bij het maken van constructies zoals tunnels en kademuren in de civiele bouw.

In de woningbouw worden stalen bekistingen zoals wanden en tunnels soms duizenden malen gebruikt. In dat geval is het transport de belangrijkste factor.

In de civiele bouw is de repetitie (veel) minder en kan hergebruik - eventueel van delen van de bekisting - een optie zijn om de CO₂-uitstoot te reduceren.

Zie ook bij "stalen onderdelen" bij grootwand- of projectbekisting

Systeem- of paneelbekisting



Deze bekisting wordt gebruikt indien er een repetitie van meer dan drie keer is of als traditionele bekisting te veel tijd kost. Paneelbekisting wordt meestal gehuurd en bestaat uit een stalen frame en een betonplex- of kunststof plaat van hoge kwaliteit. Zowel het stalen frame als de beplating gaat meerdere werken mee. De plaat kan vervangen worden.

Zie onder traditionele bekisting voor info over de beplating en onder grootwand- of projectbekisting voor stalen onderdelen.

Het transport van leverancier naar bouwplaats v.v. is een belangrijke bron van CO₂-uitstoot. Dit kan worden verkleind door een leverancier in de buurt te zoeken.

Overige bekistingsoorten

De belangrijkste overige materialen waarvan bekisting wordt gemaakt zijn:

- Tempex

Dit wordt gebruikt als bekisting en tevens blijvende isolatie in de woning- en utiliteitsbouw

en als bekisting voor sparingen en bijzondere vormen. Tempex is 2% polystyreen en 98% lucht en daardoor niet heel vervuilend. Het is recyclebaar, maar dat gebeurt vaak niet, omdat het transport te duur is. Toegepast als isolatie is de CO₂-voetafdruk snel terugverdiend.

- Karton.

Karton wordt voornamelijk toegepast als bekisting bij ronde kolommen.

Karton is recyclebaar. Aandachtspunt is het transport.

Wapening

Traditioneel worden betonconstructies gewapend met betonstaal, uit de categorie B500A of B500B. In hoeverre is betonstaal een duurzaam product? Immers bij de productie van betonstaal wordt veel energie gebruikt om het te produceren en te walsen in de vereiste klasse. De CO₂-uitstoot is volgens de beschikbare gegevens 480 kg/ton. Wij hebben er geen oordeel over of de wapeningsproductie nog duurzamer kan plaatsvinden. Binnen de vakgebieden ontwerp, verwerking in wapeningscentrale en op bouwlocatie zijn verschillende duurzaamheidsaspecten van belang. Deze aspecten zijn in vier stellingen verrat.

Ontwerp

Door de jaren heen wordt vaak gewerkt met een standaard boven- en ondernet in betonconstructies waar op specifieke plaatsen wapening bijgelegd wordt op basis van de aldaar optredende krachten.

Stelling 1: Beoordeel of er delen in de constructie zijn die met minder wapening gerealiseerd kunnen worden.

Vaak wordt namelijk het basisnet onnodig te zwaar gewapend. Vooral constructeurs kunnen daar verdere invulling aan geven. Zolang de materiaalkosten relatief laag zijn ten opzichte van de kosten van engineering worden veel betonconstructies niet qua wapening geoptimaliseerd, maar wordt de wapening voor een maatgevend onderdeel berekend. Die wapening wordt dan toegepast, ook als een andere tunnelmoot significant kleiner is of anders belast wordt. De huidige afweging bij engineering zou niet alleen kostengedreven moeten zijn, maar ook een duurzaamheidselement moeten hebben.

In de branche wordt het overgrote deel van de betonconstructies nog gewapend met betonstaal, echter de toepassing van staalvezel, kunststofvezel en kunststofwapening kan nader onderzocht worden op de CO₂-uitstoot.

Stelling 2: Bepaal van de diverse materialen waarmee gewapend kan worden, welke CO₂-uitstoot die hebben.

Bij een goede waardering van de CO₂-uitstoot per materiaalsoort kan er een afweging gemaakt worden over de toepassing of het combineren ervan. Zelfs het meer toepassen van voorspanning in een betonconstructie kan overwogen worden, want met weinig kilo's voorspannstrengen wordt vaak veel betonstaal vervangen.

Productie

Door de automatisering in de wapeningscentrales zijn de afgelopen jaren al behoorlijke besparingen doorgevoerd om knipverliezen te beperken. Die ontwikkelingen zijn primair kostengedreven geweest, maar pakken uiteraard ook gunstig uit in minder afval en het beter benutten van de materialen. Een voorbeeld zijn de enorme rollen betonstaal dat 1 km en 2 km op rol geleverd wordt als halffabricaat. Deze rollen worden verwerkt door de richt- en knipmachines en laten bij het einde een klein deel restmateriaal achter. Dit in groot contrast met het verleden, toen er enorme hoeveelheden knipverlies waren. Momenteel kan zelfs diameter 16 mm op rol geleverd worden. In

de wapeningscentrales is al veel bereikt voor materiaal- en energiebesparing, toch kan de branche onderzoeken of verdere duurzaamheidsmaatregelen te treffen zijn.

Andere verduurzamingsopties zijn het beperken van de hoeveelheid handelingen (hijsbewegingen) en het afwegen van de hoeveelheid energie die benodigd is om de wapening met een dergelijke kleine diameter op coils te draaien en later weer te richten. Zou er bijvoorbeeld minder energie nodig zijn als de diameter van de coils vergroot wordt?

Stelling 3: Beoordeel of nog bezuinigd kan worden op energieverbruik bij de wapeningsproductie.

Denk aan hijsbewegingen, logistiek in de productiehal en afmetingen van coils.

Vervoer van de wapeningscentrale naar de bouwlocatie

De eerste initiatieven in de branche zijn al genomen om de plaats waar de wapening geknipt en gebogen wordt, te relateren aan waar de wapening geleverd moet worden. Door het koppelen van de productielocatie aan de leveringslocatie worden transportkilometers geminimaliseerd en daarmee de CO₂-uitstoot beperkt.

Verwerking op de bouwlocatie

Ondanks de verbeteringen in het bouwproces in algemene zin, gaat er toch soms betonstaal de afvalcontainer in. Uiteraard gaat die materiaalstroom retour naar de wapeningsproducent, maar elke kilo is er 1 teveel. Door verdere digitalisering zou foutieve maatvoering van wapening nog verder moeten worden teruggedrongen. Ook het toepassen van supportrekken die niet van betonstaal zijn, maar bijvoorbeeld van kunststof o.i.d., zou overwogen kunnen worden. De bouwplaatslogistiek is nu reeds complex, maar toch zien we wel eens wapeningsbundels meermalen gehesen en verlegd worden. Doel: just-in-time levering waarbij de wapening van de vrachtwagen tot op de vlechtsteiger of juiste vloer gehesen kan worden.

Stelling 4: Met verdere verbetering van de werkvoorbereiding en de bouwlogistiek is een besparing van de wapening te bereiken.