

**Betonhuis**  
Sterk de toekomst in



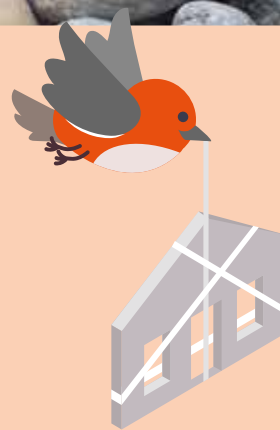
Whitepaper

# Korreelpakking in de praktijk

# Inhoud

- 1 **Inleiding** 3
- 2 **Wat is korrelpakking?** 3
  - 2.1 Basisprincipe 3
  - 2.2 Het korrelskelet van beton 4
- 3 **Waterbehoefte, water-cementfactor en korrelpakking** 4
  - 3.1 Water-cementfactor en verwerkbaarheid 4
  - 3.2 Invloed van pakkingsdichtheid 5
  - 3.3 Korrelvorm en oppervlaktestructuur 5
  - 3.4 Vulstoffen en (super)plastificeerders 5
- 4 **Ontwerpprincipes** 5
  - 4.1 Bepalen van de korrelpakkingsdichtheid 5
  - 4.2 Fuller-kromme 6
  - 4.3 Beperkingen van standaardmodellen 6
  - 4.4 Analytische modellen en poederpakking 6
  - 4.5 Optimalisatie in de praktijk 6
- 5 **Rekentool Korrelpakking Betonhuis en toepassing** 7
  - 5.1 Rekentool Korrelpakking Betonhuis 7
  - 5.2 Praktische toepassing en beperkingen 7
  - 5.3 Randvoorwaarden en ontwerpgrenzen 7
  - 5.4 Praktijkvoorbeeld: toepassing in prefab en bestrating 8
- 6 **Verwachte cement- en CO<sub>2</sub>-reductie** 11
  - 6.1 Impact op nationale betonproductie 11
  - 6.2 Koppeling met Roadmap CO<sub>2</sub>-reductie van Betonhuis en Betonakkoord 11
- 7 **Bronnen** 12

Over Betonhuis 12  
Colofon 12



## 1 Inleiding

**De betonsector staat voor een grote verduurzamingsopgave. Als gevolg daarvan werkt de sector hard aan het verlagen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. In het Betonakkoord vastgelegd dat in 2030 significante CO<sub>2</sub>-reducties worden gerealiseerd door het verminderen van klinker in cement en door efficiënter materiaalgebruik.**

Voor Betonhuis ligt hier een grote kans: door optimalisatie van de korrelpakking kan de cementbehoefte omlaag zonder concessies aan sterkte, verwerkbaarheid of levensduur. Beton bestaat voor zo'n 70–80% uit toeslagmaterialen (zand en grind). Hoe die korrels zich ten opzichte van elkaar rangschikken. De korrelpakking, bepaalt hoeveel holle ruimte ontstaat die moet worden opgevuld met pasta (bindmiddel + water). Hoe hoger de pakkingsdichtheid, hoe minder pasta er nodig is. En minder pasta = minder cement = minder CO<sub>2</sub>. Korrelpakkingoptimalisatie past daarmee binnen de drie verduurzamingsroutes van het Betonakkoord:

- **Efficiënter gebruik van grondstoffen**  
Minder cement en lager waterverbruik door slimmere mengselontwerpen.
- **Materialen met lagere milieu-impact**  
Meer ruimte om secundaire grondstoffen, vul- en hulpstoffen in te zetten.
- **Hogere kwaliteit en levensduur**  
Een dichter beton resulteert in betere duurzaamheidsprestaties en minder onderhoud.

De kern van deze whitepaper is daarom praktisch: hoe ontwerp je betere betonmengsels die direct bijdragen aan CO<sub>2</sub>-reductie, zonder dat productieprocessen op de schop moeten? En hoe kunnen beschikbare tools daarbij een rol spelen? Het waren de vraagstukken waar de werkgroep Korrelpakking van het programma Uitvoering CO<sub>2</sub>-reductie van Betonhuis mee aan de slag is gegaan.

### Kernpunten duurzame betonproductie via korrelpakking

- **Duurzaam en betrouwbaar:** levensduur van beton is geborgd.
- **Kwaliteit gegarandeerd:** goede korrelpakking resulteert in een dichte, sterke structuur.
- **Beschikbare technologie:** tools en methoden voor optimalisatie zijn bij Betonhuis aanwezig.
- **Direct toepasbaar:** kan grotendeels binnen bestaande regelgeving worden toegepast.

## 2 Wat is korrelpakking?

Beton is een mengsel van cement, water, zand, grind en andere vulstoffen. Hoe deze de beschikbare ruimte vullen, bepaalt in hoge mate de prestaties van beton. Deze rangschikking wordt korrelpakking genoemd.

### 2.1 Basisprincipe

In beton zitten drie hoofdbestanddelen:

1. Korrels (toeslag- en vulstoffen)
2. Pasta (cement + water)
3. Lucht (bewust of onbedoeld)

Zelfs wanneer korrels dicht tegen elkaar liggen, blijft er holle ruimte (interstitiële holtes). Deze holle ruimte moet worden opgevuld met pasta om het mengsel verwerkbaar en verdichtbaar te maken. Hoe kleiner het poriënvolume, hoe minder pasta nodig is. Daarom is korrelpakking een belangrijke ontwerpparameter bij betonmengsels.

**Korrelpakking = minder holle ruimte = minder pasta  
= minder cement = lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot**

## 2.2 Het korrelskelet van beton

Het korrelskelet vormt de dragende structuur van beton. De pasta lijmt de korrels bij elkaar en vult de resterende holtes (zie foto's hieronder). De kwaliteit van dit skelet beïnvloedt onder meer de sterkte, het vervormingsgedrag en de duurzaamheid van het beton.

Toeslagmaterialen vormen circa 70–80% van het betonvolume. Een verbeterde korrelpakking heeft daardoor directe invloed op het materiaalgebruik en de prestaties.



Grind 4-22



Grind 4-22 + Grind 4-16



Grind 4-22 + Grind 4-16 +  
Grind 2-8



Grind 4-22 + Grind 4-16 +  
Grind 2-8 + Zand 0-4

Een hogere pakkingdichtheid betekent minder holle ruimte en dus minder benodigde pasta. Daarmee vormt korrelpakking de basis voor efficiënter materiaalgebruik in betonmengsels.

### 3 Waterbehoefte, water-cementfactor en korrelpakking

De sterkte van beton wordt in belangrijke mate bepaald door de verhouding tussen water en cement. Hoe meer water wordt toegevoegd, hoe groter de afstand tussen de cementdeeltjes en hoe poreuzer de structuur na verharding. Een lage water-cementfactor (w/c-factor) leidt tot een dichtere structuur en dus een hogere druksterkte.

Elk overtollig deel water verdampt na verharding en laat poriën achter die de sterkte verminderen. Het reduceren van het watergehalte, zonder de verwerkbaarheid in gevaar te brengen, is daarom belangrijk om een hoge kwaliteit te bereiken met minder cement.

### 3.1 Water-cementfactor en verwerkbaarheid

De uitdaging ligt in het vinden van de juiste balans tussen verwerkbaarheid en sterkte. Een lagere w/c-factor verhoogt de sterkte, maar maakt het mengsel stijver. Door een optimale korrelverdeling ontstaat een beter verdicht korrelskelet, waardoor er minder water nodig is om dezelfde verwerkbaarheid te behouden.

Hulpstoffen zoals superplastificeerders kunnen hierbij ondersteunen: zij maken het mogelijk om met een lager watergehalte toch een goed verwerkbaar mengsel te realiseren. Met een verbeterde korrelpakking kan de w/c-factor dus dalen zonder verlies aan verwerkbaarheid en dat betekent minder cementverbruik voor dezelfde sterkteklasse.

### 3.2 Invloed van pakkingsdichtheid

De pakkingsdichtheid bepaalt hoeveel vaste stof in een gegeven volume past. Hoe hoger de pakkingsdichtheid, hoe kleiner het poriënvolume tussen de korrels. Daardoor is er minder water nodig om het mengsel verwerkbaar te maken. Bij een goed geoptimaliseerde korrelverdeling wordt het water vooral benut voor hydratatie van het cement, in plaats van voor het opvullen van overtollige holle ruimte.

### 3.3 Korrelvorm en oppervlaktestructuur

Niet alleen de verdeling van de korrelgroottes maar óók de vorm en textuur van de korrels beïnvloeden de waterbehoefte. Ronde korrels rollen gemakkelijker langs elkaar en vragen minder water of hulpstoffen voor dezelfde verwerkbaarheid. Hoekige of ruwe korrels hebben een groter specifiek oppervlak en meer interne wrijving, wat de waterbehoefte verhoogt. Een combinatie van ronde en hoekige korrels kan gunstig zijn: goede verdichting met behoud van stabiliteit.

### 3.4 Vulstoffen en (super)plastificeerders

Vulstoffen zoals kalksteenmeel, vliegas of silica fume vullen microholtes tussen fijne deeltjes op en verhogen zo de pakkingsdichtheid. Daardoor kan met minder water dezelfde consistentie worden bereikt. Sommige vulstoffen dragen bovendien bij aan een dichtere microstructuur en verbeterde duurzaamheid. (Super)plastificeerders vergroten de vloeibaarheid zonder extra water toe te voegen. Ze verminderen de onderlinge aantrekking tussen cementdeeltjes, waardoor deze beter dispergeren. Zo kan de watercementfactor verder worden verlaagd terwijl de verwerkbaarheid behouden blijft.



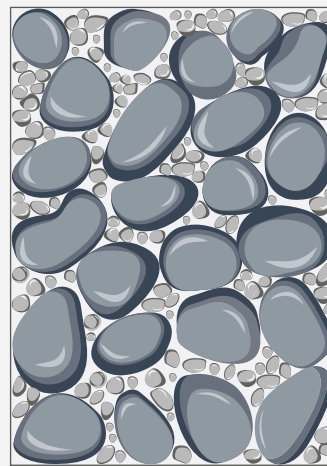
**Minder pasta = minder water én minder cement**

## 4 Ontwerpprincipes

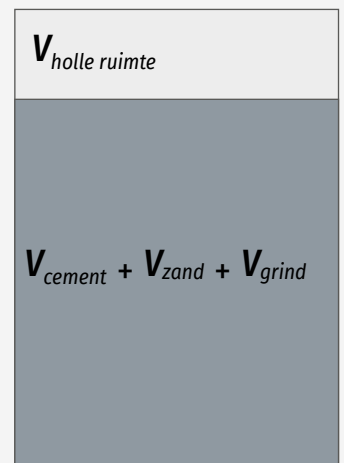
Het ontwerpen van een optimale korrelverdeling is de kern van elke betonsamenstelling. Door de juiste verhouding tussen grove en fijne korrels te kiezen, kan de pakkingsdichtheid worden gemaximaliseerd en daarmee het materiaalgebruik, de sterkte en de duurzaamheid worden geoptimaliseerd.

### 4.1 Bepalen van de korrelpakkingsdichtheid

Om over de mate van effectiviteit van een korrelpakking te kunnen spreken, wordt de korrelpakkingsdichtheid (factor  $\alpha$ ) bepaald door het volume van alle individuele droge korrels (cement, zand en grind) op te tellen en te delen door het totale volume dat de korrels gezamenlijk innemen.



Gestapelde stabiele korrelstructuur in container



Verdeling volume container ( $V_{container}$ )

In de praktijk wordt de korrelpakkingsdichtheid van het toeslagmateriaal als volgt bepaald: een cilinder (b.v. luchtvat) met vaste afmetingen wordt gevuld met het droge mengsel en eventueel verdicht met trillingen. Vervolgens wordt het bulkgewicht gemeten. De pakkingsdichtheid is dan het bulkgewicht gedeeld door de volumieke massa (dichtheid) van het toeslagmateriaal.

Het is van belang om steeds dezelfde methode te hanteren voor alle materialen: daarom is deze omschreven in NEN-EN 1097-3.

#### 4.2 Fuller-kromme

De meest toegepaste referentie voor een ideale korrelverdeling is het model van Fuller, dat al aan het begin van de twintigste eeuw werd ontwikkeld. Dit model beschrijft de ideale verhouding tussen fijne en grove korrels die een maximale dichtheid oplevert. De Fuller-kromme kent twee ontwerpgebieden (I en II), die uitgaan van verschillende verhoudingen tussen fijn en grof toeslagmateriaal bij het ontwerpen van betonmengsels. In het algemeen geldt dat een verdeling van ongeveer 1/3 fijn en 2/3 grof toeslagmateriaal het laagste holle-ruimtegehalte oplevert.

#### 4.3 Beperkingen van standaardmodellen

Hoewel de Fuller-kromme een goed uitgangspunt biedt, zijn er in de praktijk beperkingen:

- De gebruikte korrels zijn zelden perfect rond, zoals aangenomen in het model.
- Gebroken toeslagmateriaal heeft een hoekige of grillige vorm, wat de verdichting bemoeilijkt.
- Bij mengsels met tussenmaten kan particle interference of het loosening effect optreden: kleinere korrels drukken grotere juist uit elkaar, waardoor het holle ruimtegehalte toeneemt.

Daarom is het vaak nodig om de verdeling experimenteel te toetsen en aan te passen aan de specifieke materialen die beschikbaar zijn. Meer informatie over de Fuller-kromme zie de Ai betonkennistool op [Betonhuis.nl](http://Betonhuis.nl).

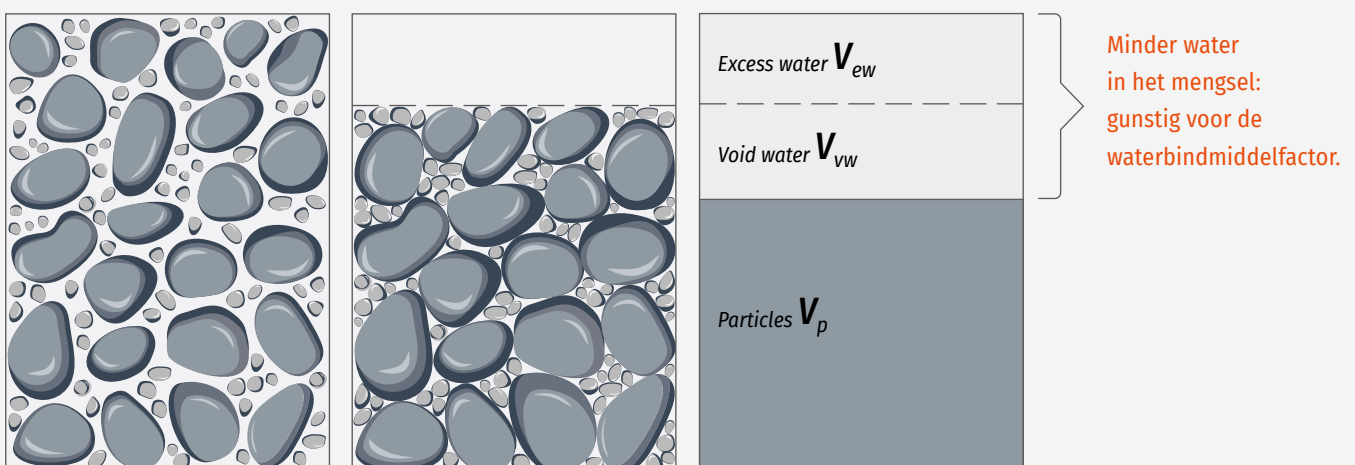
#### 4.4 Analytische modellen en poederpakking

Nieuwere modellen, zoals analytische of numerieke pakkingsmodellen, maken gebruik van rekenmethoden om de optimale combinatie van korrelgroottes te bepalen. Deze modellen houden rekening met variaties in korrelvorm, oppervlaktestructuur en de interactie tussen verschillende fracties. Ze zijn vooral waardevol bij mengsels waarin vulstoffen of fijne poeders een grote rol spelen, de zogeheten poederpakking.

Poederpakkingmodellen worden veel toegepast bij hogesterkte- en zelfverdichtende betonsoorten (ZVB), waarin een optimale verdeling tot op poederniveau essentieel is om een hoge vloeibaarheid te combineren met minimale porositeit.

#### 4.5 Optimalisatie in de praktijk

Het optimaliseren van een betonmengsel is het vakgebied van een betontechnoloog. Op basis van zeefanalyses stelt hij of zij de meest evenwichtige verdeling van korrelgroottes samen door verschillende beschikbare graderingen te mengen en het resultaat te vergelijken met pakkingsmodellen.



Mixture

Stable particle structure

Components



## 5 Rekentool Korrelpakking Betonhuis en toepassing

De theorie van korrelpakking is in de praktijk niet altijd eenvoudig toe te passen. Om betontechnologen, laboranten en ontwerpers te ondersteunen bij het optimaliseren van mengselsamenstellingen, heeft Betonhuis een digitale rekentool ontwikkeld. Deze tool helpt gebruikers om snel inzicht te krijgen in de pakkingsdichtheid, de invloed van verschillende fracties en de optimale mengverhouding.

Het uiteindelijke doel is een mengsel waarin:

- De holle ruimten tussen de korrels minimaal zijn;
- De waterbehoefte en cementhoeveelheid beperkt blijven;
- De verwerkbaarheid en dichtheid optimaal zijn.

### 5.1 Rekentool Korrelpakking Betonhuis

De Rekentool Korrelpakking Betonhuis is een praktisch hulpmiddel voor het berekenen en vergelijken van korrelpakkingsdichtheid op basis van zeefgegevens. De tool is beschikbaar via Betonhuis en gebruikt gangbare pakkingsmodellen, waaronder Fuller en Andreasen & Andersen.

Gebruikers kunnen:

- Zeefanalyses invoeren;
- Fracties combineren (zand, grind, vulstoffen);
- Het effect van fractiekeuze op de pakkingsdichtheid inzichtelijk maken;
- Mengverhoudingen optimaliseren.

De tool ondersteunt het ontwerp van efficiënte mengsels, maar vervangt geen laboratoriumonderzoek.

### 5.2 Praktische toepassing en beperkingen

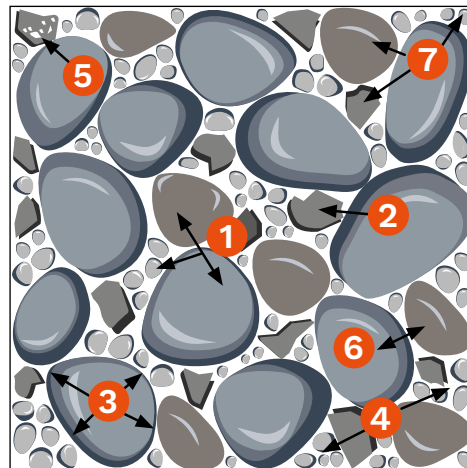
Pakkingsmodellen en rekentools blijven vereenvoudingen van de praktijk. De uitkomsten zijn afhankelijk van correcte invoerdata (zoals zeefanalyses en volumieke massa's) en van materiaaleigenschappen zoals korrelvorm, ruwheid en vochtgehalte.

#### Aandachtspunten:

- Praktijkmetingen blijven nodig om berekende waarden te verifiëren;
- Regionale verschillen in toeslagmaterialen kunnen afwijkingen geven;
- Effecten van hulpstoffen worden in modellen vaak slechts beperkt meegenomen.

De rekentool is bedoeld als ontwerp-hulp, niet als vervanging van praktijkbeproeving.

## Invloedsfactoren korrelpakking



1. Korrelgrootte, verschillende korrels tekenen,
2. Korrelvorm (hoekig = gebroken en rond is traditioneel grind).
3. Vormvastheid
4. Dichtheid
5. Porositeit
6. Krachten tussen korrels
7. Plaatsingsmethode

### Resultaten rekentool Betonhuis

- Cementgehalte kan stapsgewijs worden verlaagd, met behoud van prestaties.
- Korreloptimalisatie beïnvloedt vooral het korrelskelet en daarmee de verwerkbaarheid.
- Druksterkte blijft primair afhankelijk van de water-cementfactor.

### 5.3 Randvoorwaarden en ontwerp grenzen

Bij korreloptimalisatie gelden praktische randvoorwaarden:

- Beschikbaarheid en opslag: niet alle fracties zijn altijd leverbaar of logistiek haalbaar.
- Verwerkbaarheid en normen: mengsels moeten stortbaar en verdichtbaar blijven en voldoen aan sterkte- en duurzaamheidseisen.
- Toepassingstype: in niet-constructieve toepassingen is meer ontwerp-vrijheid mogelijk.

**Ontwerpers moeten optimale korrelpakking afwegen tegen praktische projectvoorwaarden.**

## 5.4 Praktijkvoorbeeld: toepassing in prefab en bestrating

Voor een succesvolle korrelopakkingsoptimalisatie is inzicht in de korrelopbouw en constante materiaaleigenschappen een aandachtspunt, omdat afwijkingen direct invloed hebben op waterbehoefte, verwerkbaarheid en kwaliteit van het beton. Het opzoeken van ontwerpgrenzen vergroot daarbij de kwetsbaarheid van het mengsel en de kans op afkeur. In de prefab-industrie spelen daarnaast praktische factoren mee, zoals elementhoogte, wapening en productieproces.

Aan de hand van drie voorbeelden uit de werkgroep Korrelopakking van het programma Betonhuis Uitvoering CO<sub>2</sub>-reductie lichten we dit verder toe.

### Voorbeeld I: Prefab Zelf verdichtend Beton (ZVB)

#### Uitgangspunten:

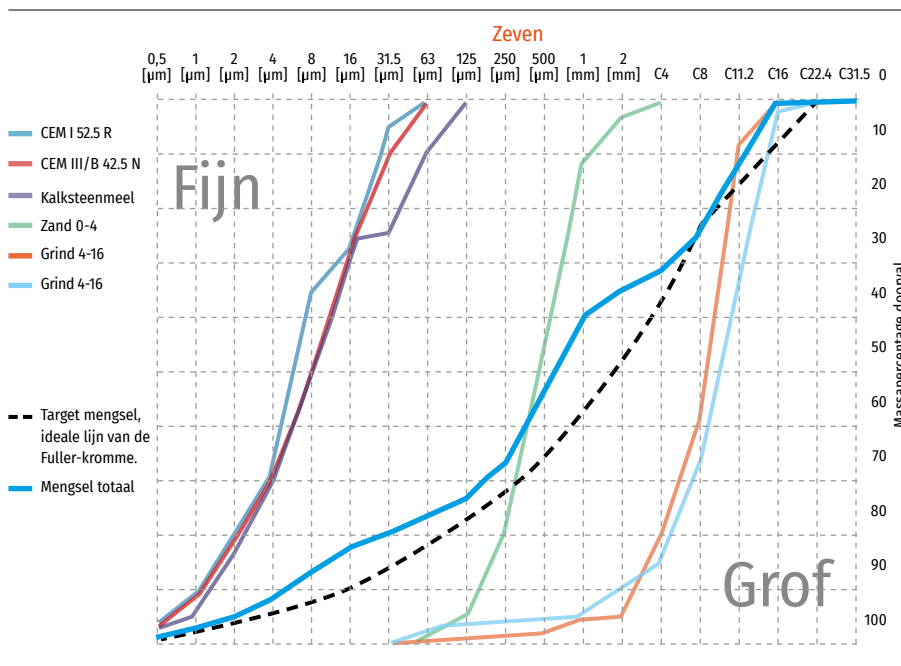
- Milieuklasse XF4, zonder luchtbelvormer
- Water-cementfactor < 0,45 (ontwerp 0,44)
- Cementgehalte > 320 kg/m<sup>3</sup> (ontwerp 350 kg/m<sup>3</sup>, combinatie CEM I + CEM III/B)
- Grootste korrel D<sub>max</sub> = 22,4 mm
- Hoge elementen met relatief veel wapening

#### Aanpassingen in het mengsel:

Cementgehalte verlaagd van 350 naar 320 kg/m<sup>3</sup>  
Meer grove fracties toegevoegd, later gecompenseerd met fijnere fracties om verwerkbaarheid te behouden.

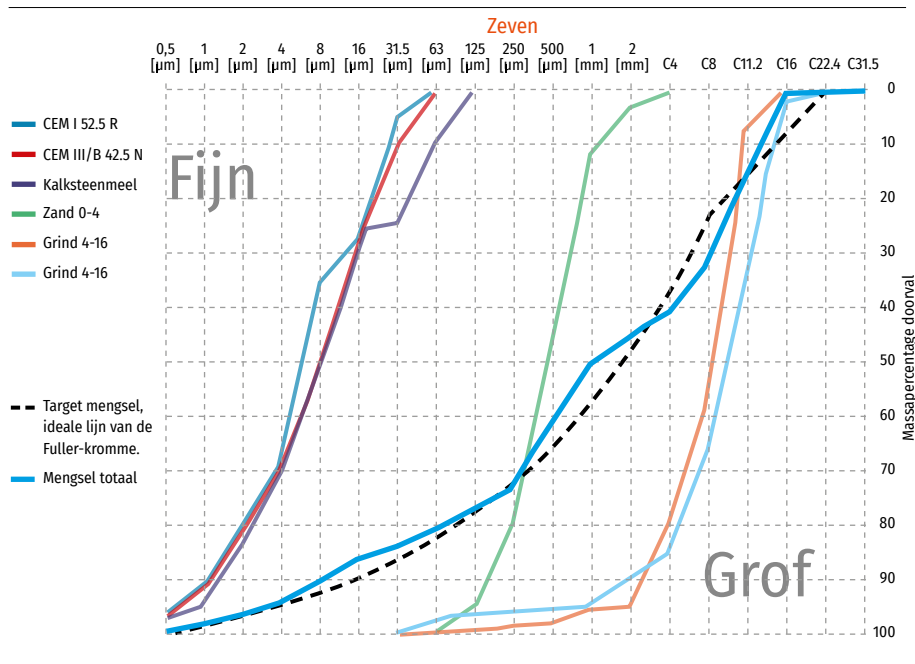
#### Resultaat:

Optimale korrelopakking met behoud van verse en verharde eigenschappen, waardoor cementverbruik daalt zonder kwaliteitsverlies. Zie grafiek 1 en grafiek 2 op pagina 9.



**Grafiek 1**

Originele zeefkromme van het mengsel Prefab Zelfverdichtend Beton, voorbeeld I. De gestippelde lijn geeft het targetmengsel weer, terwijl de [kleur]-lijn de korrelopbouw van het totale mengsel toont. Door de korrelverdeling optimaal op te bouwen, wordt het targetmengsel zo goed mogelijk benaderd.



**Grafiek 2**

Aanpassing in mengsel. Totaal cementgehalte van 350 [kg/m<sup>3</sup>] naar 320 [kg/m<sup>3</sup>]. Meer grof toeslag. Daarna toch nog weer meer fijn toeslag gebruikt i.v.m. verwerkbaarheid.



### Voorbeeld II: Bestrating (aardvochtig)

De bestratingsindustrie werkt al met het principe van Beton op prestatie. Voor deze toepassingen gelden onder andere:

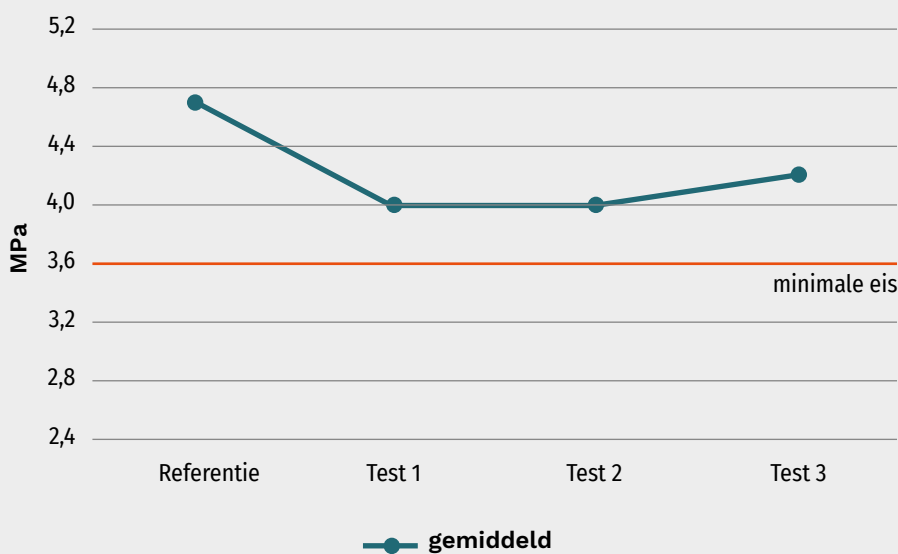
- Minimale splijttreksterkte 3,6 MPa
- Vorst-dooibestendigheid conform norm

#### Optimalisatie en cementreductie:

In dit onderzoek zijn twee varianten bekeken. De tabel hieronder toont het tweede voorbeeld en een referentie-variant met 10% cementreductie en een variant met 13,3% reductie door poederkoolvliegias.

Dezelfde mengselsamenstelling is in drie herhalingen getest om de reproduceerbaarheid aan te tonen. Door een deel van het cement te vervangen door vulstoffen kan zowel het cementverbruik als de milieu-impact worden verlaagd. In dit geval is 10% cement vervangen door kalksteenmeel, wat direct leidt tot een lagere cementbehoefte, en 13,3% door poederkoolvliegias, wat uiteindelijk resulteert in een MKI-reductie.

#### Sterkte 35 dagen MKI mengsel bij 13,3% cement vervangen door poederkoolvliegias



#### Kansen voor korrelpakking-optimalisatie

- Gerecycled betongranulaat – grove en fijne fractie
- Zeer fijne vulstoffen – nucleation sites – Versnellers
- Sturen op verhardingstijd
- Ook voor alternatieve cementen / geopolymeren

Dit voorbeeld laat zien hoe theorie en toolgebruik direct leiden tot verlaagde cementbehoefte, behoud van prestaties en reductie van milieu-impact.

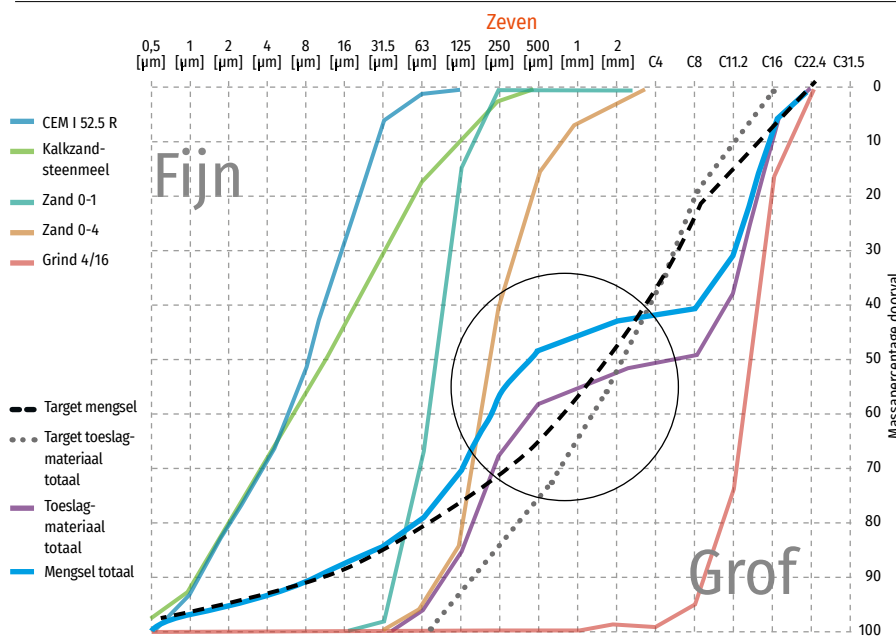
### Voorbeeld III: Prefab Zelf verdichtend Beton (ZVB)

In de tabel zijn de druksterkten van het referentie mengsel en een aantal proeven gegeven.



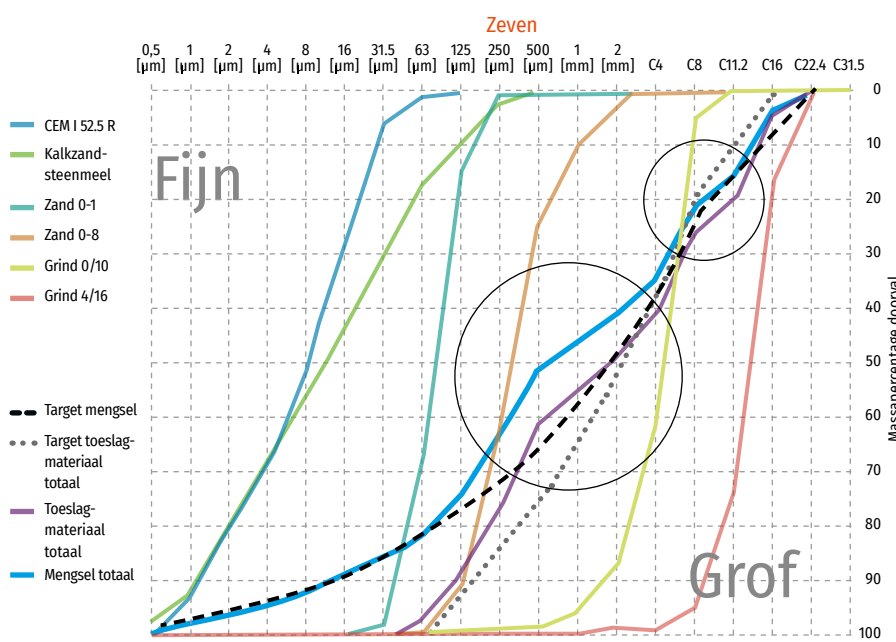
#### Druksterkte in N/mm<sup>2</sup> na 1, 7 en 28 dagen

	Referentie	Optimalisatie 1: deel grind 4/16 vervangen door grind 0/10	Optimalisatie 2: opt. 1 en zand 0/4 vervangen door zand 0/8	Optimalisatie 3: aandeel grind 4/16 verhoogd	Optimalisatie 4: deel grind 4/16 vervangen door grind 0/10
<b>1 dag</b>	22,5	29	36,3	39,7	40
<b>7 dagen</b>	53,9	64,9	54,6	62,1	65
<b>28 dagen</b>	62	71,8	67,6	ontmengd	



**Grafiek 3 Referentiemengsel**

De grafieken laten de mengselverdelingen van het referentiemengsel van 3 en 4 zien.



**Grafiek 4 Optimalisatie 2**

Duidelijk is dat de “buiken” (zie cirkel) in de lijnen van de mengsels (paars voor alleen het toeslagmateriaal, en cyaan voor het hele mengsel inclusief de poeders) bij de proeven kleiner zijn. Dit betekent dat de mengsels een continue korrelopbouw hebben.



## 6 Verwachte cement- en CO<sub>2</sub>-reductie

Door een hogere korrelpakkingsdichtheid kan de hoeveelheid bindmiddel in het mengsel worden verminderd, terwijl de gewenste sterkte en duurzaamheid behouden blijven.

- Bindmiddelreductie: Optimalisatie van korrelverdeling kan leiden tot een besparing van 5–15% bindmiddel, afhankelijk van het mengseltype en de toeslagmaterialen.
- CO<sub>2</sub>-reductie: Omdat de productie van cementklinker de grootste bron van CO<sub>2</sub>-uitstoot in beton is, vertaalt een lagere hoeveelheid cementklinker direct naar verminderde emissies, potentieel tot 10–15% minder CO<sub>2</sub> per m<sup>3</sup> beton.

Deze reductie is significant, vooral bij grootschalige toepassingen en herhaaldelijk gebruik van gestandaardiseerde mengsels.

### 6.1 Impact op nationale betonproductie

Wanneer de principes van optimale korrelpakking sectorbreed worden toegepast, kan dit aanzienlijke milieuwinst op nationaal niveau opleveren.

- Minder cementgebruik: Bij een gemiddelde jaarlijkse betonproductie kan dit leiden tot besparingen van honderdduizenden tot miljoenen tonnen cement.
- Lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot: De reductie van emissies draagt bij aan de nationale klimaatdoelstellingen en aan de duurzame positionering van de sector.
- Optimaler materiaalgebruik: Minder overtollig water en cement betekent efficiënter gebruik van grondstoffen, waardoor ook de kosten dalen en de circulariteit toeneemt.

## Optimalisatie van korrelverdeling kan leiden tot een besparing van 5–15% bindmiddel

### 6.2 Koppeling met Roadmap CO<sub>2</sub>-reductie van Betonhuis en Betonakkoord

Het Betonakkoord stelt ambitieuze doelen voor CO<sub>2</sub>-reductie in de betonketen, onder andere via innovatie in mengselsamenstelling en circulaire toepassingen. Het toepassen van geoptimaliseerde korrelpakking sluit direct aan bij deze roadmap:

- Concrete bijdrage: door cementvervanging en efficiënte pakkingsdichtheid kan een meetbare CO<sub>2</sub>-reductie per m<sup>3</sup> beton worden gerealiseerd.
- Innovatie en kennisdeling: de toepassing van rekentools en pakkingsmodellen ondersteunt de sector bij het ontwikkelen van meer duurzame mengsels.
- Synergie met andere maatregelen: samen met circulaire toeslagmaterialen en energie-efficiënte productieprocessen draagt korreloptimalisatie bij aan het behalen van de doelstellingen van het Betonakkoord.

## Over Betonhuis

Betonhuis is het collectief van de Nederlandse betonindustrie. Wij verbinden bedrijven, kennis en belangen om de sector toekomstbestendig, duurzaam en praktisch werkbaar te maken.

De sector staat voor grote uitdagingen zoals strengere duurzaamheidseisen, veranderende regelgeving en druk op de arbeidsmarkt.

Samenwerking is nodig om deze opgaven aan te pakken. Binnen Betonhuis werken bedrijven samen aan kennisdeling, werkbare regels en praktische oplossingen zoals CO<sub>2</sub>-reductie, veiligheid en ontwerptools. Ook beïnvloeden we beleid en versterken we de positie van de sector.

Zo zorgen we ervoor dat de betonindustrie kan blijven innoveren, produceren en bijdragen aan woningbouw, infrastructuur en de energietransitie.

## Bronnen

1. Werkgroep Korrelpakking optimalisatie Betonhuis Uitvoering CO<sub>2</sub> Roadmap.
2. Betoniek Standaard 16/21: Op de Korrel.
3. Betoniek Vakblad 2019/2 'Rekenen met doorgaande sterkteontwikkeling'.
4. Betoniek Vakblad 2018/1 'Korrelpakking in de praktijk'.
5. Betoniek Vakblad 2019/3 'CO<sub>2</sub>-reductie: opties voor cement'.
6. Weij, E.C. van der, Rekenen met doorgaande sterkteontwikkeling. Cement 2020 nr. 2.

## Colofon

Auteurs: Remco Kerkhoven, Math Pluis

Praktijkvoorbeelden: Werkgroep Korrelpakking Betonhuis van de Uitvoering CO<sub>2</sub> Roadmap Betonhuis

Opmaak / fotografie: Mark Zeilstra

Illustraties: iO



Mei 2026

**Bezoekadres**  
Zaagmolenlaan 20  
3447 GS Woerden

**Postadres**  
Postbus 194  
3440 AD Woerden

0348 484 400  
info@betonhuis.nl  
betonhuis.nl