



Admixtures supporting sustainable construction

P. Michels

September 30th, 2021

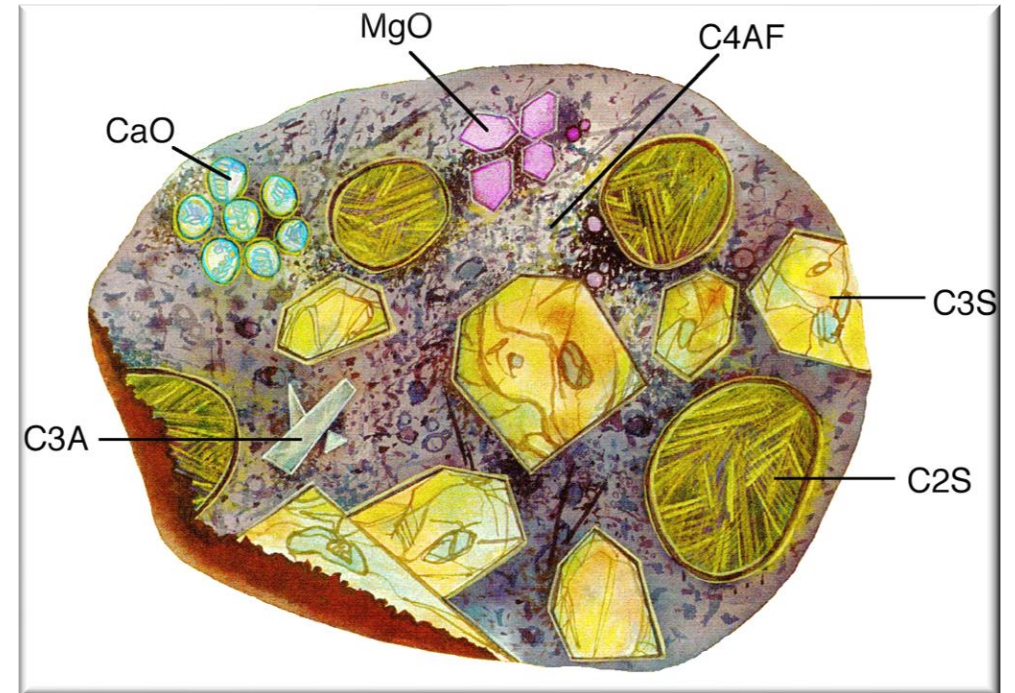
Master Builders Solutions

Supporting sustainable construction

Categorie	Alternatieve bindmiddelen	Alternatieve bindmiddelen	Alternatieve bindmiddelen	Alternatieve Wapening	Recycled Aggregate	Recycled Aggregate	Recycled Aggregate	Herbestemming	Betere Reparatie	Reparatie en bescherming
Handelingsperspectief	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP
Innovatievoorstel	MasterSure GPC	Master X-Seed	Master X-Seed STE	Master Filter	MasterSuna RCA	Master-Matrix	Master Glenium SKY / ACE	Master SLS	MasterLife SRA	Master-Sphere

Inhoud

- » **Versnellers voor beton**
 - » **Werkingsmechanisme**
 - » Portfolio
 - » Master X-Seed
 - » Master X-Seed STE 51
 - » Duurzaamheid



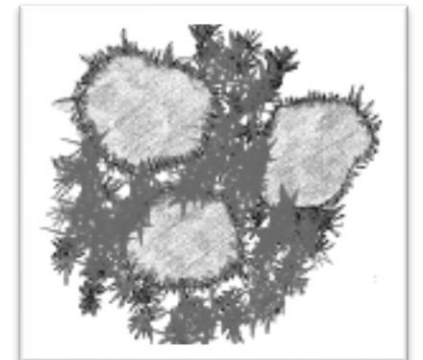
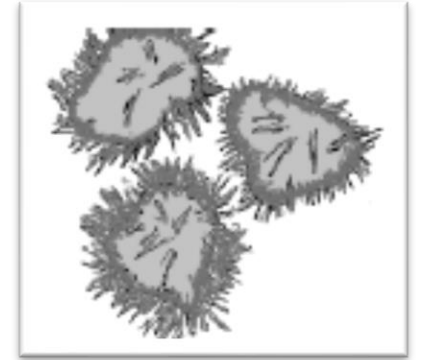
Master X-Seed

werkingsmechanisme

- Master X-Seed is een speciaal ontwikkelde versnellende hulpstof welke bestaat uit CSH delen. Deze zijn speciaal ontwikkeld om het hydratatieproces te versnellen tussen de **6 en 12 uur**.
- Gebaseerd op een unieke en innovatieve technologie waarmee de essentiële Calcium Silicaat Hydraat sterk wordt versneld.

Master X-Seed werkingsmechanisme

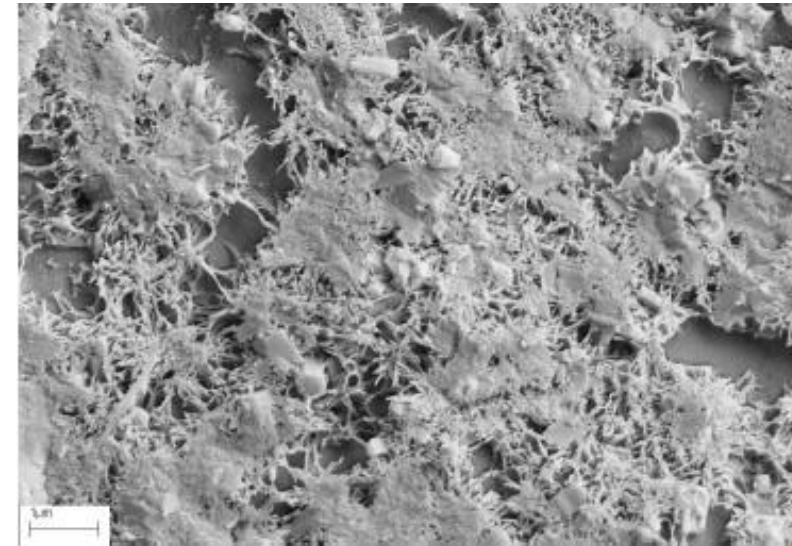
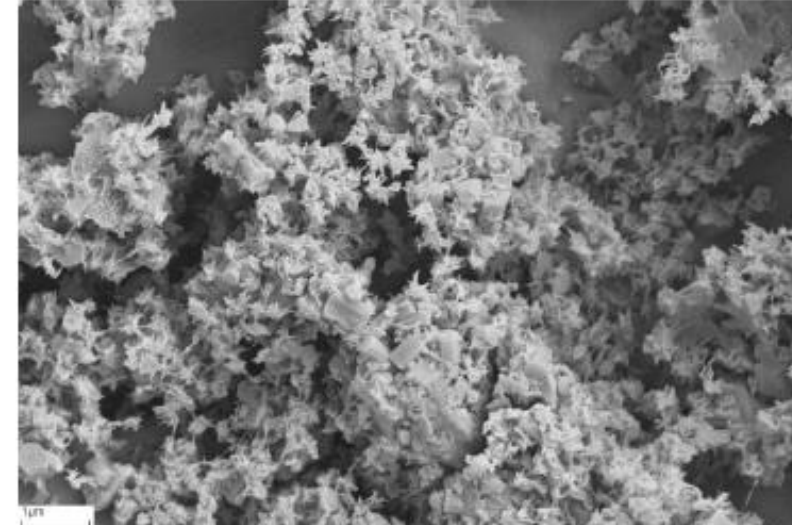
- » In een reactie van cement en water reageren de klinkerproducten C2S en C3S tot **Calcium Silicaat Hydrat producten (CSH)** en Calciumhydroxyde. De vorming van deze CSH kristallen is een exotherme reactie die plaatsvindt aan het oppervlak van de cementkorrels.
- » Om de reactie van kristalvorming verder te laten groeien moeten die actieve barrières worden overwonnen om de reactie ook verder in de kern te kunnen laten plaatsvinden.
- » De deeltjes van de Master X-Seed nestelen zich als gereed CSH product in het poriewater tussen de cementkorrels. Door deze kunstmatige CSH injectie kan de reactie makkelijker op gang komen zonder dat deze energie wegzuigt van de cement / water reactie.



Master X-Seed

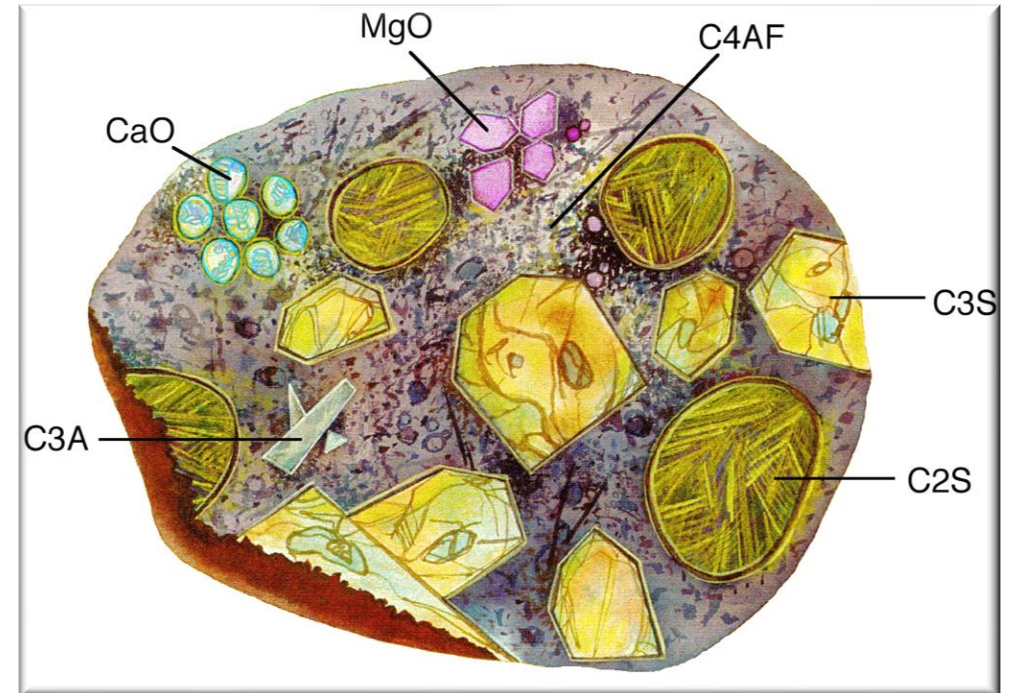
werkingsmechanisme

- » De reactieproducten CSH groeien nu meer tussen dan aan het oppervlak van de cementkorrels. Daarom komt de groei van de kristallen veel sneller op gang. Hierdoor ontstaat de warmteontwikkeling eerder en zal een vroege sterkte ontwikkeling tot gevolg zijn.
- » De microstructuur zoals van op deze wijze gehydrateerde cementpasta is niet anders dan de microstructuur zoals van een op een standard wijze gehydrateerde cement.
- » In feite verbetert de dichtheid van de CSH kristallen de kwaliteit van de cementpasta en wordt zo ook de duurzaamheid van het cementsteen bevorderd



Inhoud

- » **Versnellers voor beton**
 - » Werkingsmechanisme
 - » **Portfolio**
 - » Master X-Seed
 - » Master X-Seed STE 51
 - » Duurzaamheid



Master X-Seed

Portfolio Europa

Vroege sterkte Booster

Product	Dosering	Technologie	Waarde
Master X-Seed 100	1 - 4 %	Cement versnelling gebaseerd op C-S-H seed	Snelle vroege sterkte ontwikkeling met geen negatieve invloed op de eindsterkte
Master X-Seed 120	1 - 4 %	Nitraat vrije cement versneller gebaseerd op C-S-H seed	Speciaal voor een snelle vroege sterkte ontwikkeling voor prefab beton
Master X-Seed 130	1 - 4 %	Geformuleerd cement versneller gebaseerd op C-S-H seed	Zeer snelle vroege sterkte development with positive impact on late strength
Master X-Seed 150 NIEUW	1 - 4 %	Alkali en nitraat vrij, cement versneller gebaseerd op C-S-H seed	Snelle vroege sterkte ontwikkeling. Kan bkan worden gebruikt in prefab beton
Master X-Seed 500 NIEUW	0,2 - 2 %	Nitraat vrije cement versneller in poeder vorm gebaseerd op C-S-H seed	Snelle vroege sterkte development w/o negative impact on late strength

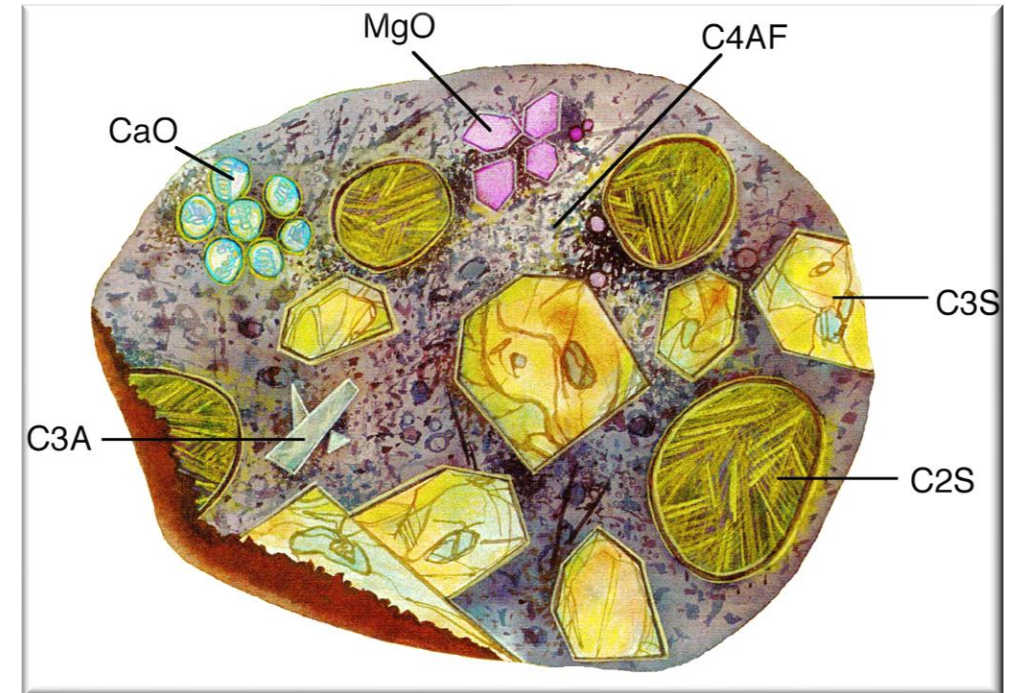
LSB*

Product	Dosering	Technologie	Waarde
Master X-Seed STE 51 NIEUW	0,5 - 1 %	Cement versneller gebaseerd op C-S-H seed	Verbeterd zowel de vroege als de eindsterkte ontwikkeling in beton

*Late Strength Booster

Inhoud

- » **Versnellers voor beton**
 - » Werkingsmechanisme
 - » Portfolio
 - » **Master X-Seed**
 - » Master X-Seed STE 51
 - » Duurzaamheid



MasterX-Seed 100

Werking

» Wanneer passen we een Master X-Seed toe?

» Beïnvloeden sterkte ontwikkeling

» **Type cement en hoeveelheid cement**

» Sterkte ontwikkeling = snel

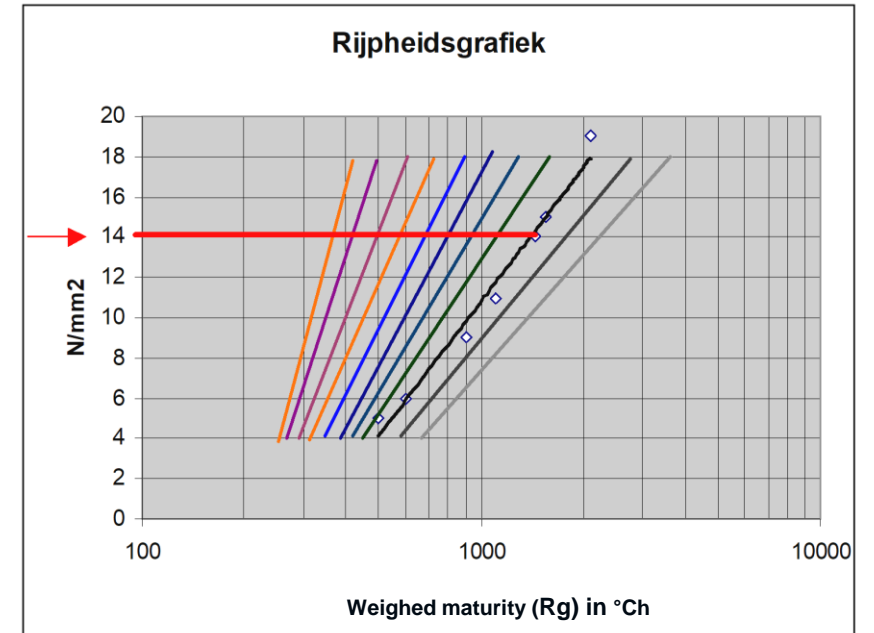
» Relatief meer cement → temperatuur ontwikkeling

» WCF/WBF (Afhankelijk van het seizoen; temperatuur; wind)

» Dormante Periode (P_{dorm})

» Super Plastificeerders

» Versnellers



$$Rg = t * \frac{10(C^{0.1*T-1.245} - C^{-2.245})}{Ln(C)}$$

Master X-Seed 100

invloed op warmte ontwikkeling

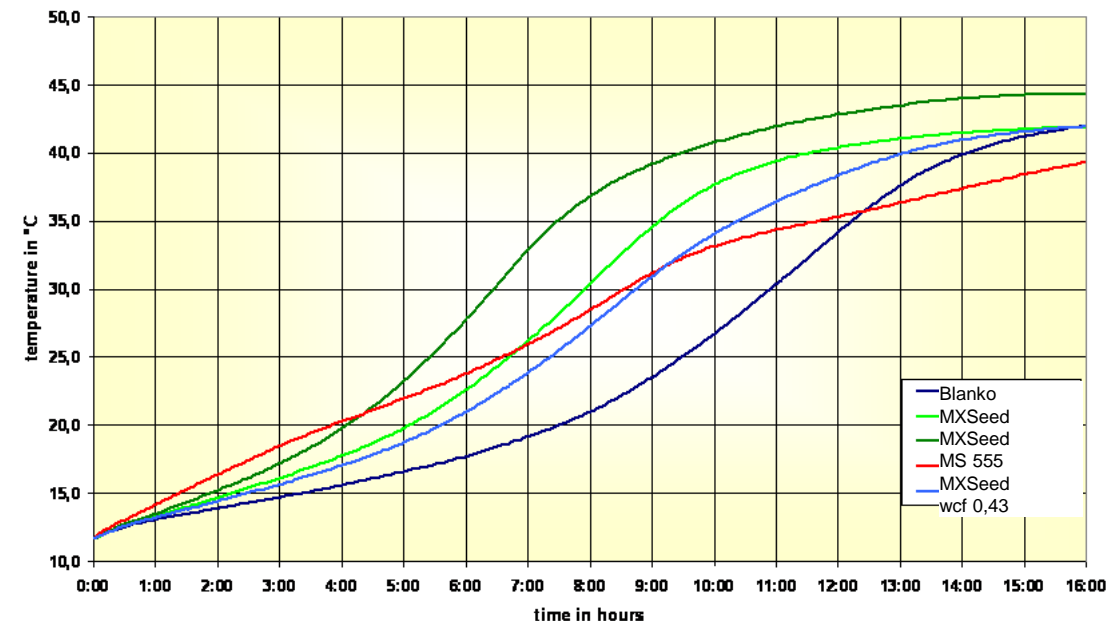
» Ontwikkeling van warmte ontwikkeling

» Warmteontwikkeling = Sterkteontwikkeling

» Grafiek

- » Blanko
- » Master X-Seed 100 (2,5%)
- » Master X-Seed 100 (5%)
- » MasterSet 555
- » Master X-Seed 100 wcf verlaagd naar 0,43 (2,5%)

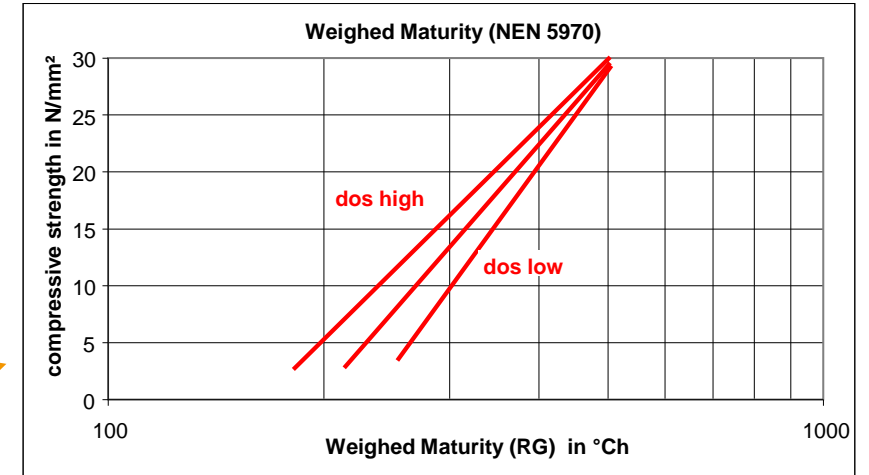
Heat development accelerators



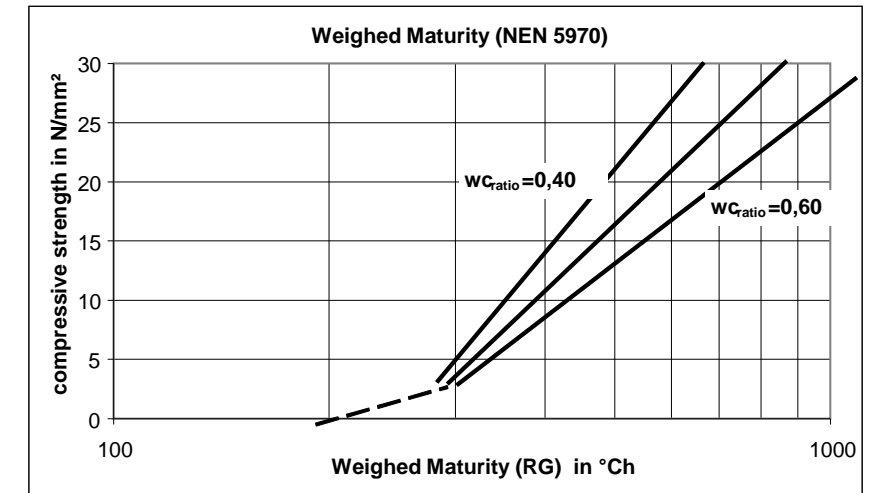
Master X-Seed 100

invloeden op de sterkte ontwikkeling

- » Gewogen Rijpheid meting (NEN 5970)
- » Aantonen van het verschil;
 - » Toepassen van een MasterX-Seed 100
 - » Het verlagen van de wcf/wbf



influence of dosage of accelerator on strength development



influence of $w_{cf/wbf}$ on strength development

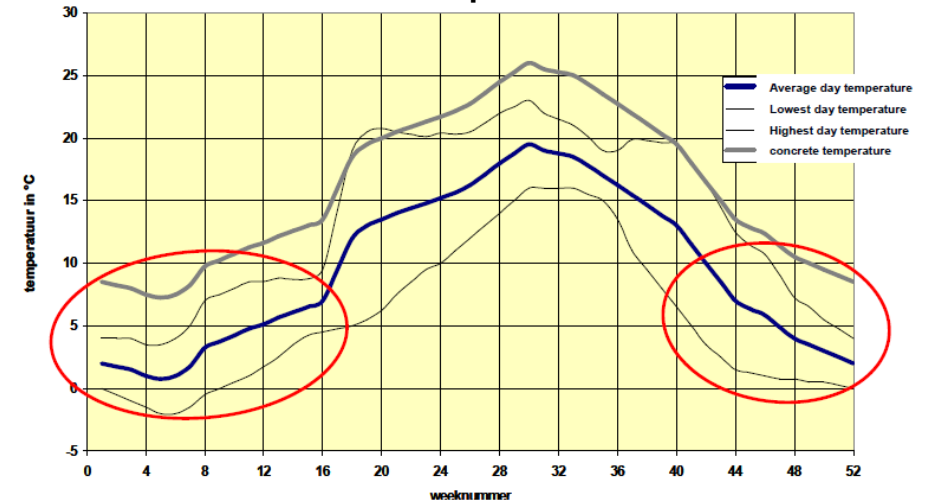
Master X-Seed 100

invloeden

» Betonspecie temperaturen worden beïnvloed door:

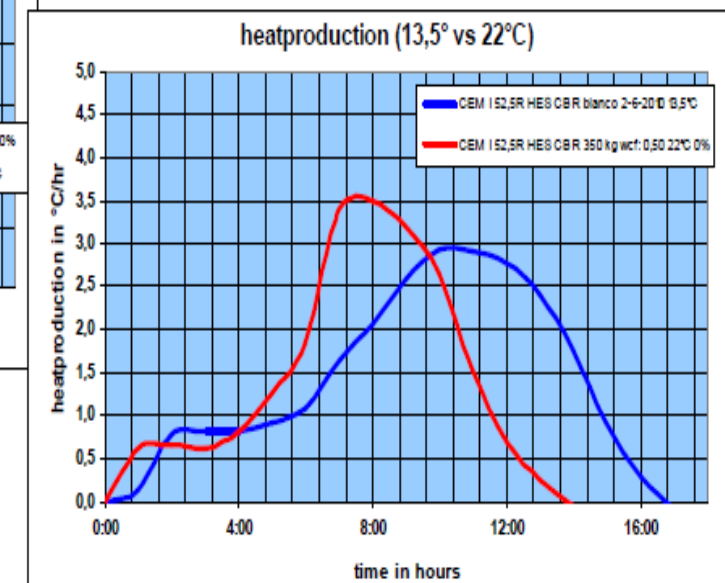
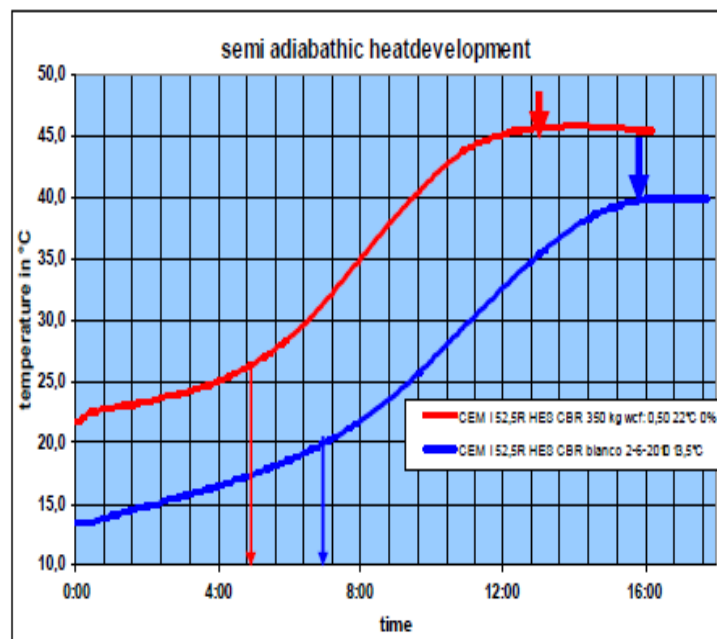
- » Grondstoffen
 - » Toeslagmateriaal (~1,6°C)
 - » Cement (~4,6°C)
 - » Water (~9,5°C)
- » Mengenergie
 - » intensiteit menger;
 - » mengtijd
- » Type mal en omgevingstemperatuur
- » Reactiewarmte cement
- » Hulpstoffen

Gemiddelde betonspecie
etmaal temperaturen



Master X-Seed 100

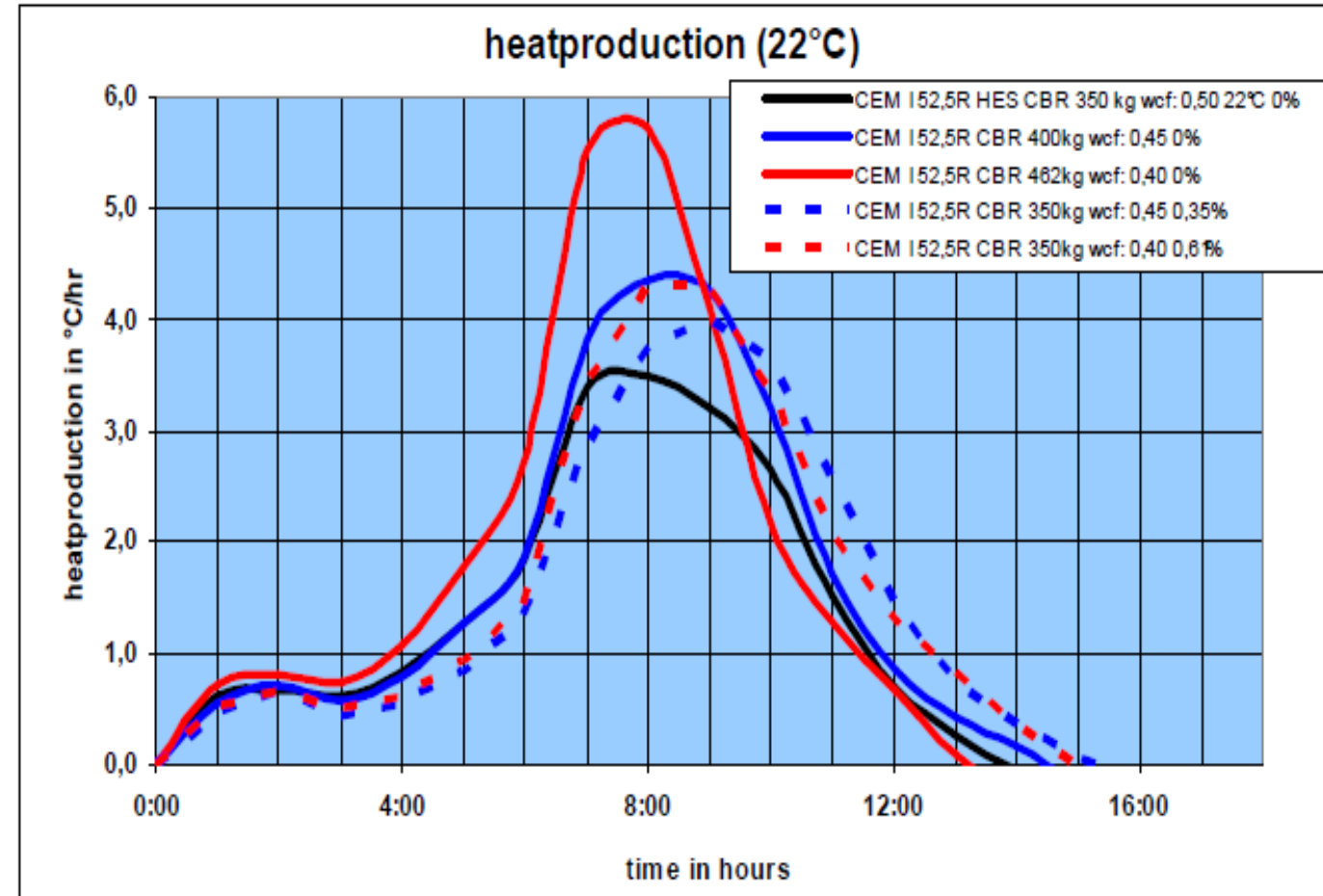
- »» Temperatuur bij 22 °C **Rood**
- »» Temperatuur bij 13 °C **Blauw**



- »» Warmteontwikkeling bij 22 °C **Rood**
- »» Warmteontwikkeling bij 13 °C **Blauw**

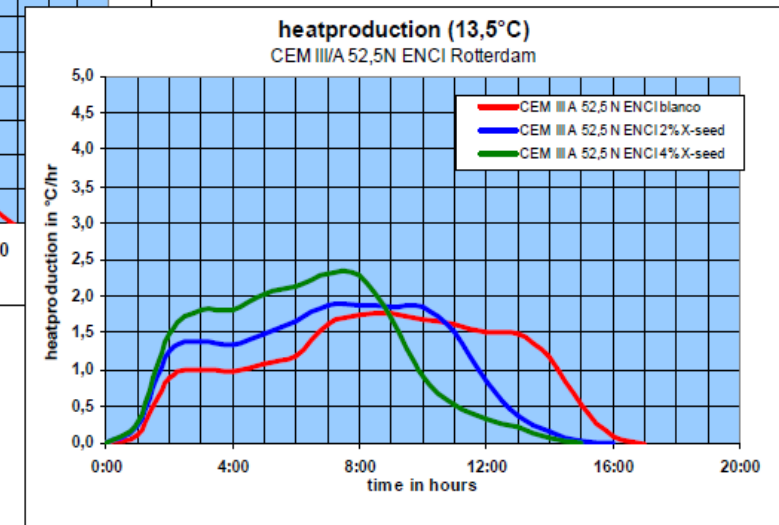
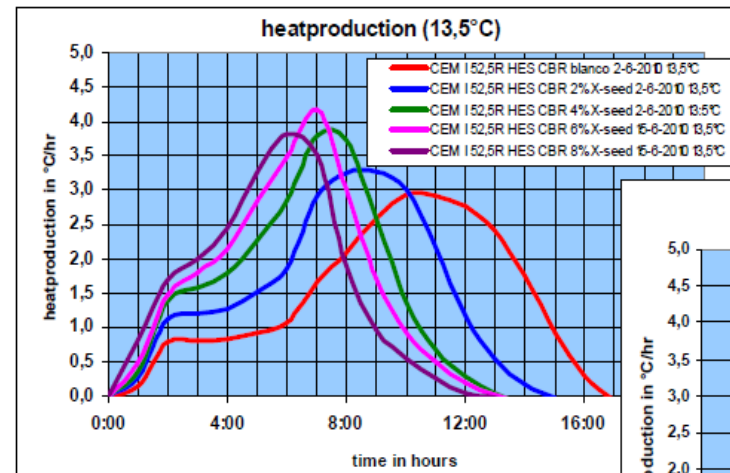
Master X-Seed 100

- » Betonspecie temperaturen worden beïnvloed door:
 - » Lagere wcf ..of meer cement
 - » Lagere wcf ..of minder water en plastificeerder



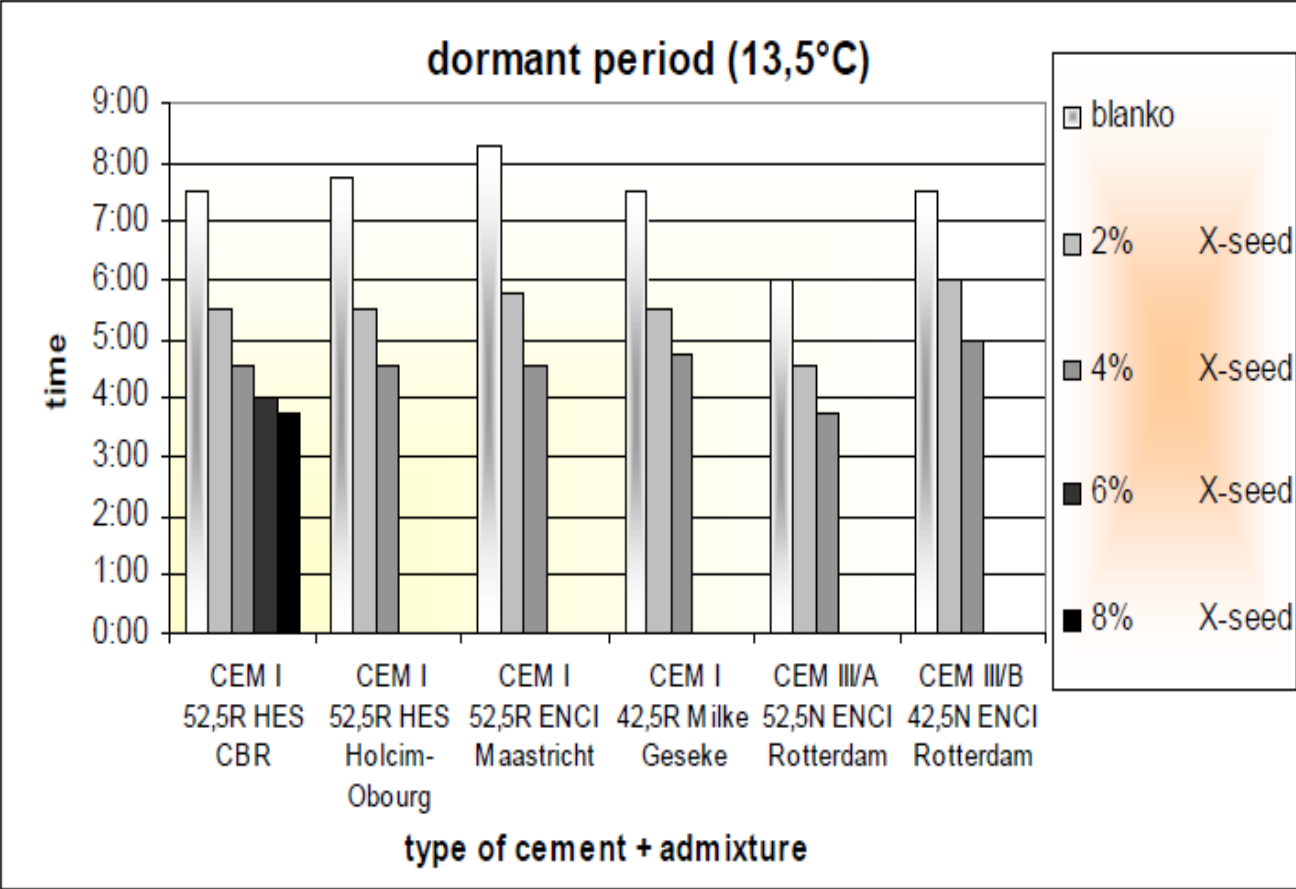
Master X-Seed 100

- » Betonspecie temperaturen worden beïnvloed door:
 - » Toepassing van Master X-Seed



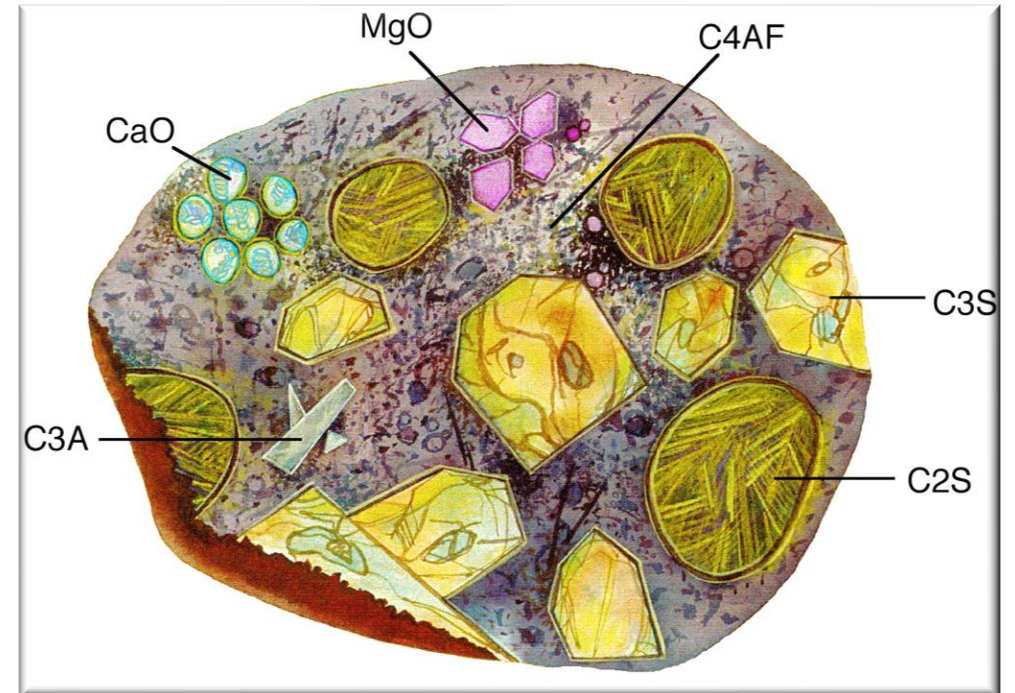
Master X-Seed 100

- » Betonspecie temperaturen worden beïnvloed door:
 - » Dosering versneller beïnvloedt de dormante periode



Inhoud

- » **Versnellers voor beton**
 - » Werkingsmechanisme
 - » Portfolio
 - » Master X-Seed
 - » **Master X-Seed STE 51**
 - » Duurzaamheid



Master X-Seed STE 51

voor duurzaam bouwen

Features & Benefits

Karakteristieken & voordelen

- Verbeterd cement hydratatie
- Verhoogd **sterkte ontwikkeling** – zowel **vroege** - (1-dag) en **eindsterkte** (28-dagen)
- Behoud van **verwerkbaarheid** voor high-performance betonsamenstellingen
- Zorgt voor een sterke “safety factor”
- Reduceert “in-place” beton kosten bij gebruik in geoptimaliseerde betonmengsels
- Maakt hogere vervangingsniveaus van cement materialen mogelijk
- Eerder strippen en hergebruiken van mallen mogelijk
- Helpt de CO2-uitstoot met beton te verminderen

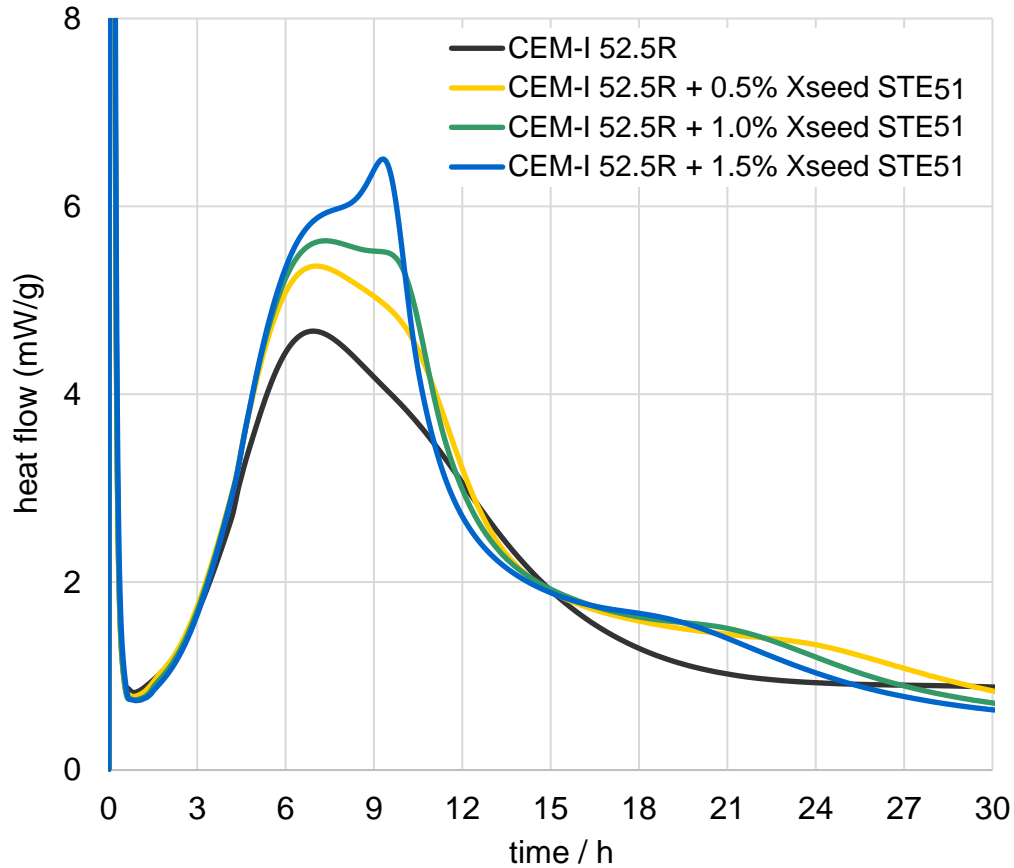


World Trade Centre
New York, USA

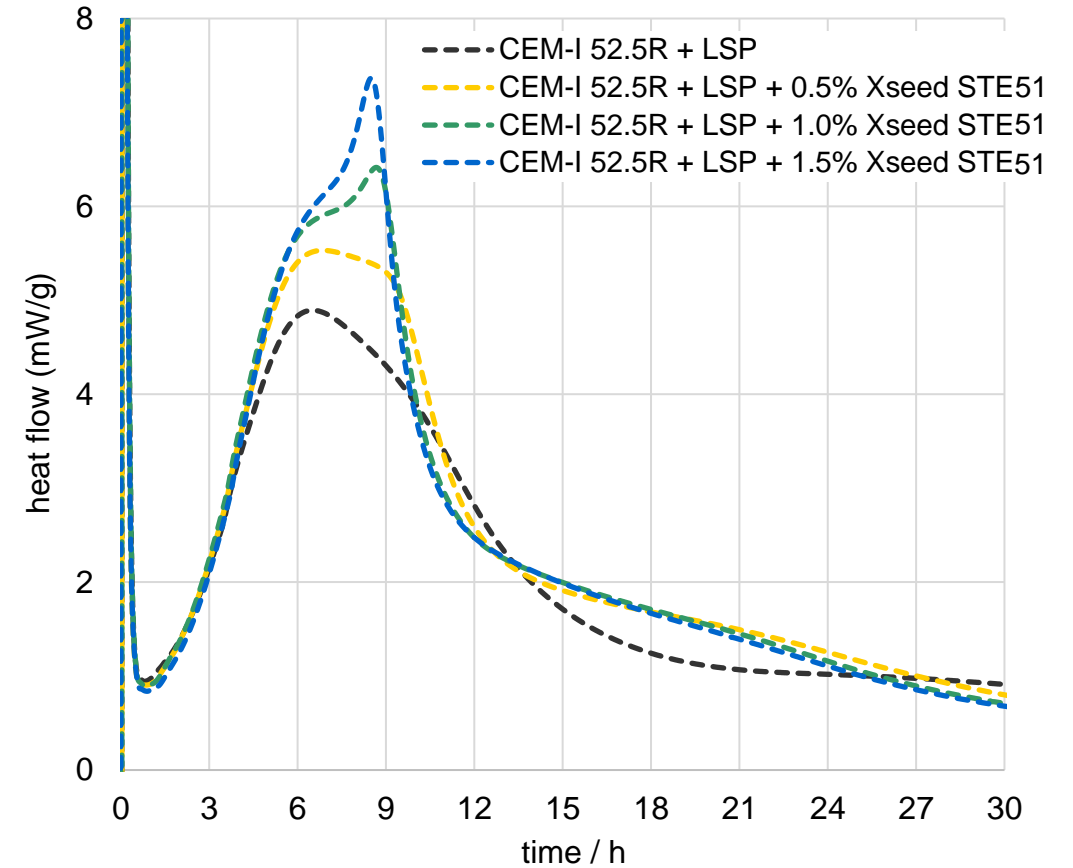
Warmte ontwikkeling van cement pasta

Master X-Seed STE 51

CEM I 52,5 R



CEM I 52,5 R + 10% Limestone (LSP)



Master X-Seed STE 51

voordelig voor verschillende RMX, PC & MCP applicaties

High SCM concrete



- » Duurzaam beton
- » Green sense concrete

Massieve constructions



- » Bruggen & Dammen
- » Funderingen
- » Tunnel fundering
- » Geboorde palen
- » Betyon blokken

Hoge sterkte SCC



- » Wind turbine torens

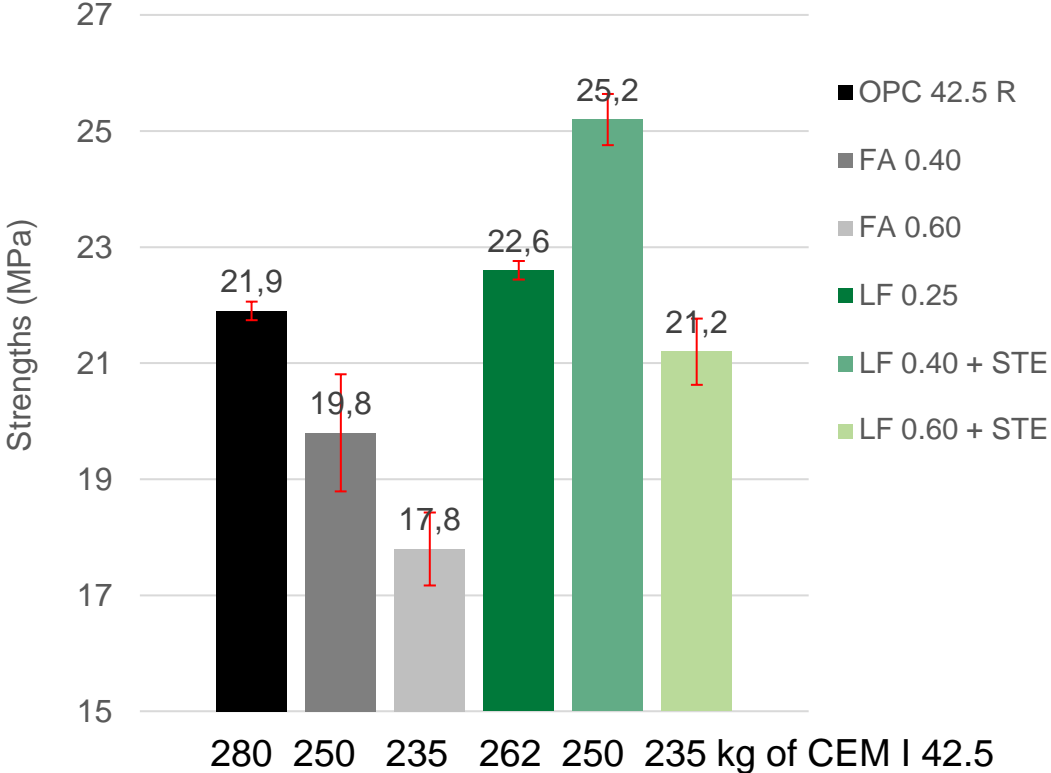
MCP



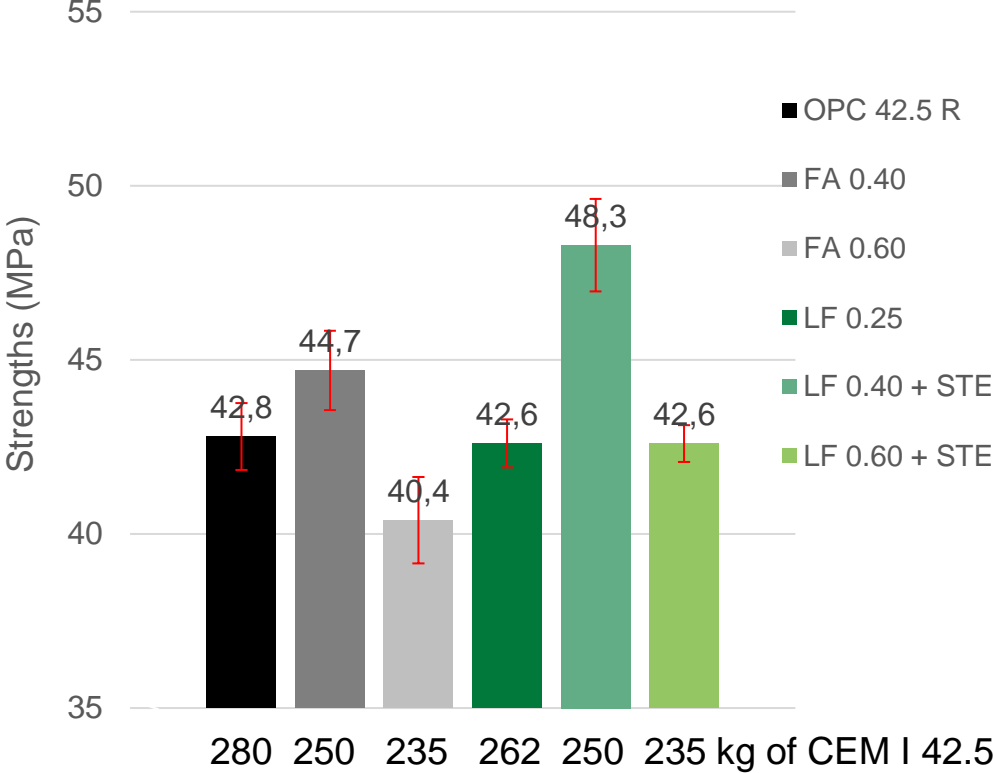
- » Hollow core slaps
- » Straat stenen

Compressive Strengths Evolution – Fly ash and Limestone Powder (75 kg/m³)

Compressive Strengths at 24h - 20°C



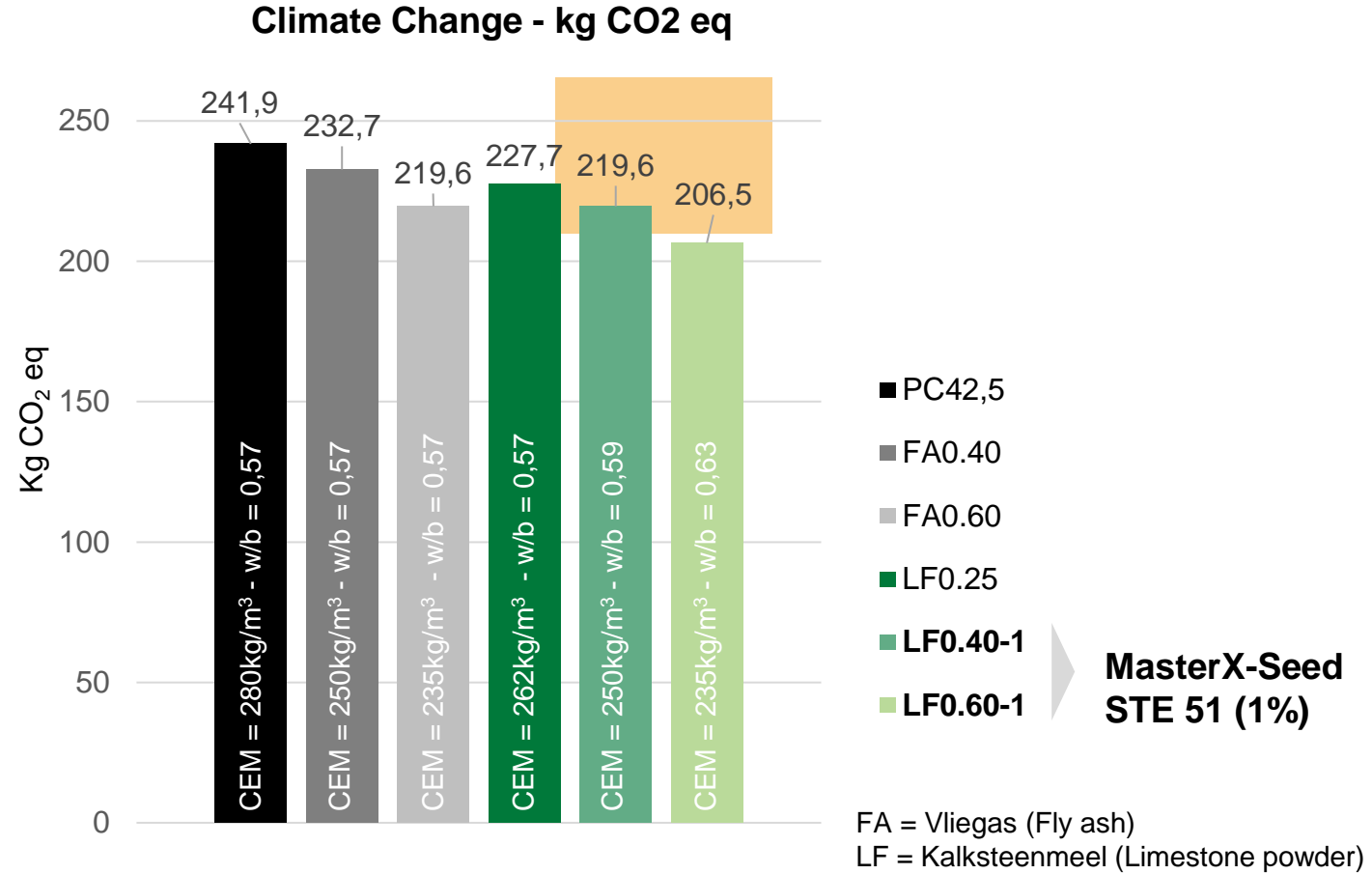
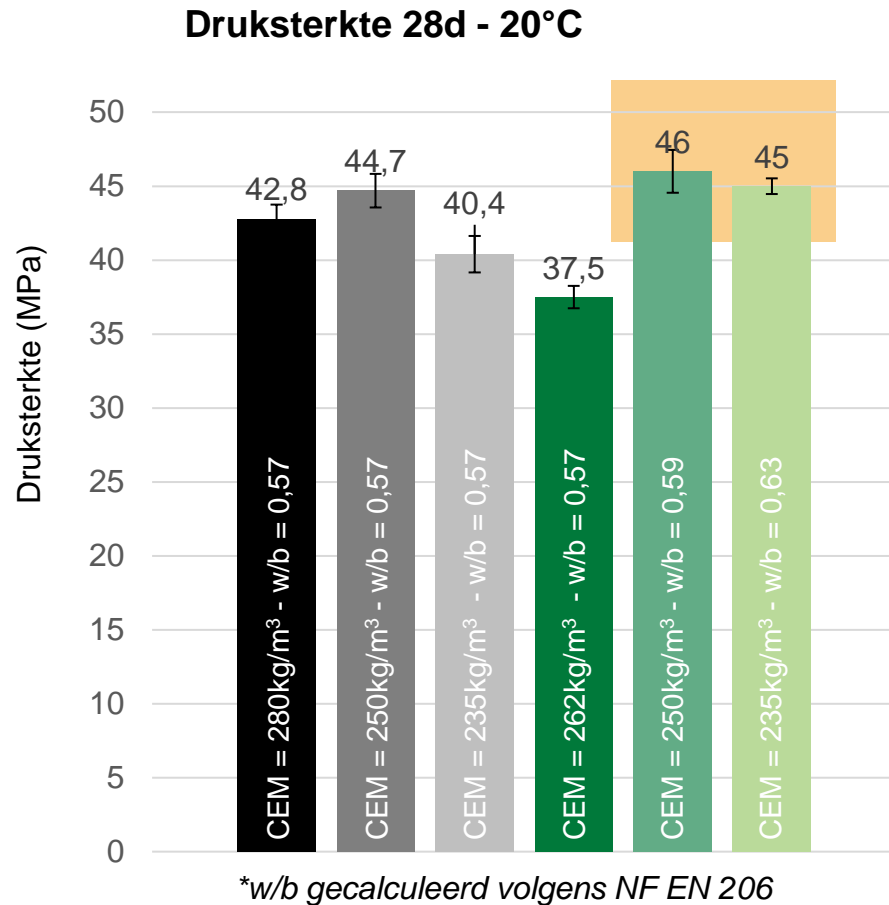
Compressive Strengths at 28d - 20°C



- With minus 8% OPC, the combination of **limestone powder** and **STE 51** gives higher strength than with fly ash

Life Cycle Analysis

Strekte vs. Klimaat verandering - kg CO2 eq



- tot 45 kg/m³ CEM I 42,5 R was vervangen door kalksteenmeel waarmee dezelfde eindsterkte word behaald
- Dit brengt ons een reductie van **CO₂ eq** of **30 - 35kg/m³ beton**

Master X-Seed STE

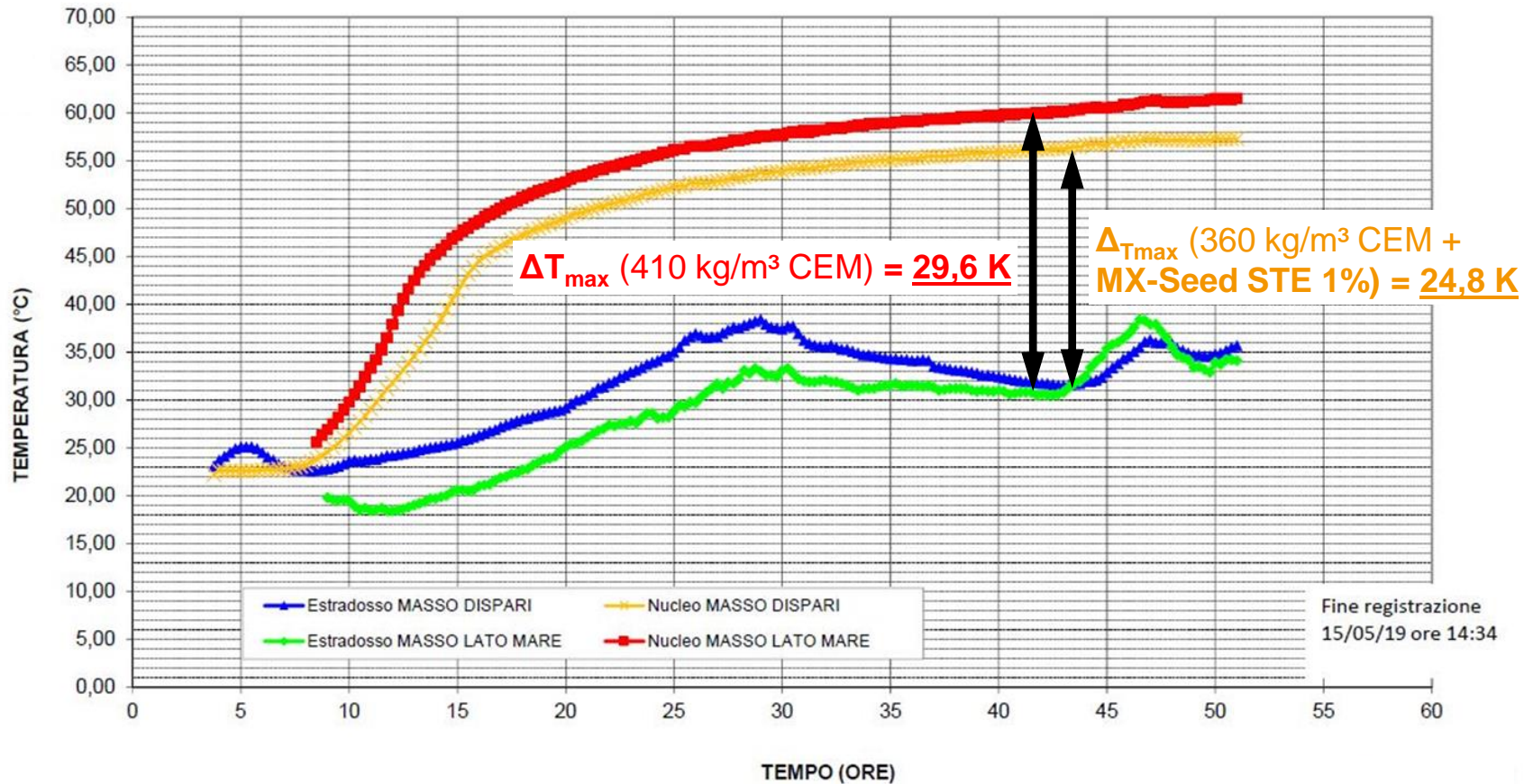
Structurele renovatie van een zeekust bescherming in Sicilie, Italië



Doel: Reductie van warmteontwikkeling door het verlagen van het cementgehalte in het beton samenstelling met behoud van de eindsterkte

Master X-Seed STE

reductie cement gehalte met 50 kg/m³ met behoud van de eindsterkte



- Maximum warmteontwikkeling in het midden van het element was **verlaagd met 5 K**
- Beide betonsamenstellingen hebben dezelfde **eindsterkte van ~60 Mpa (N/mm²)**

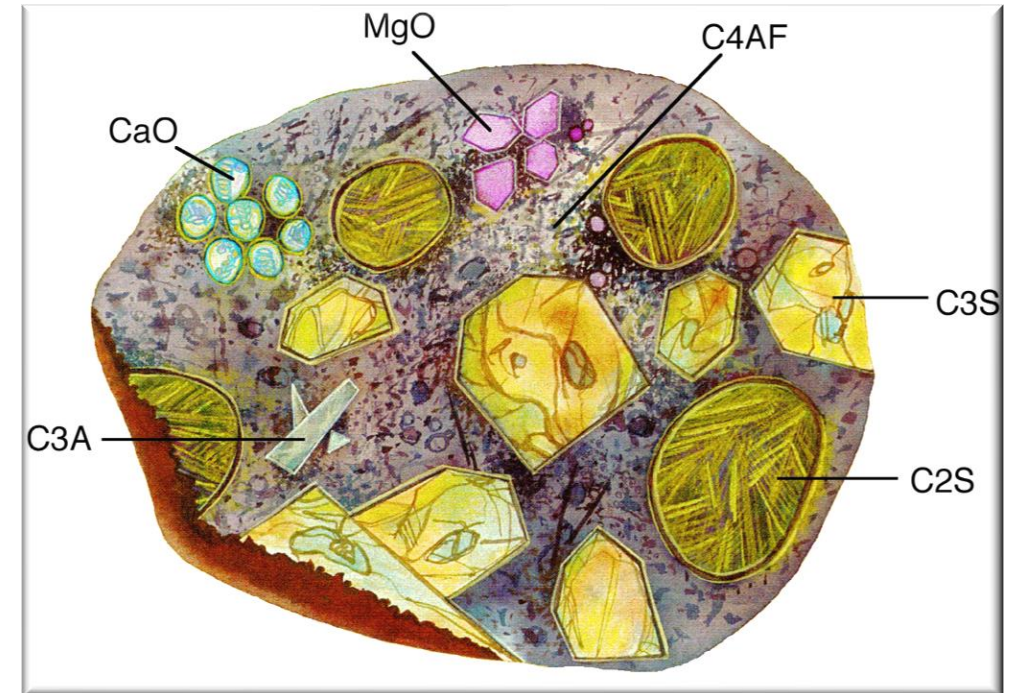
Master X-Seed STE 51

Alle blokelementen zijn geproduceerd zonder scheurvorming



Inhoud

- » **Versnellers voor beton**
 - » Werkingsmechanisme
 - » Portfolio
 - » Master X-Seed
 - » Master X-Seed STE 51
 - » **Duurzaamheid**



Master X-Seed 100

Duurzaamheid

» De standaard EPD verhardings en set versnellers en set versnellers en vanuit EFCA geeft een veel hogere waarde.

DESCRIPTION OF THE SYSTEM BOUNDARY (X = INCLUDED IN LCA; MND = MODULE NOT DECLARED)																	
PRODUCT STAGE	CONSTRUCTI ON PROCESS STAGE				USE STAGE							END OF LIFE STAGE			BENEFITS AND LOADS BEYOND THE SYSTEM BOUNDARIES		
	Raw material supply	Transport	Manufacturing	Transport from the gate to the site	Assembly	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport		Waste processing	Disposal
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	
X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND

RESULTS OF THE LCA - ENVIRONMENTAL IMPACT: 1 kg set accelerator			
Parameter	Unit		A1-A3
Global warming potential	[kg CO ₂ -Eq]		1.33E+0
Depletion potential of the stratospheric ozone layer	[kg CFC11-Eq]		1.80E-10
Acidification potential of land and water	[kg SO ₂ -Eq]		2.99E-3
Eutrophication potential	[kg PO ₄ -Eq]		3.96E-4
Formation potential of tropospheric ozone photochemical oxidants	[kg ethene-Eq]		3.84E-4
Abiotic depletion potential for non-fossil resources	[kg Sb-Eq]		5.31E-7
Abiotic depletion potential for fossil resources	[MJ]		2.80E+1

RESULTS OF THE LCA - RESOURCE USE: 1 kg set accelerator			
Parameter	Unit		A1-A3
Renewable primary energy as energy carrier	[MJ]		1.02E+0
Renewable primary energy resources as material utilization	[MJ]		0.00E+0
Total use of renewable primary energy resources	[MJ]		1.02E+0
Non-renewable primary energy as energy carrier	[MJ]		2.21E+1
Non-renewable primary energy as material utilization	[MJ]		7.61E+0
Total use of non-renewable primary energy resources	[MJ]		2.97E+1
Use of secondary material	[kg]		0.00E+0
Use of renewable secondary fuels	[MJ]		0.00E+0
Use of non-renewable secondary fuels	[MJ]		0.00E+0
Use of net fresh water	[m ³]		7.73E-3

RESULTS OF THE LCA - OUTPUT FLOWS AND WASTE CATEGORIES: 1 kg set accelerator			
Parameter	Unit		A1-A3
Hazardous waste disposed	[kg]		2.44E-5
Non-hazardous waste disposed	[kg]		2.29E-2
Radioactive waste disposed	[kg]		6.69E-4
Components for re-use	[kg]		0.00E+0
Materials for recycling	[kg]		0.00E+0
Materials for energy recovery	[kg]		0.00E+0
Exported electrical energy	[MJ]		0.00E+0
Exported thermal energy	[MJ]		0.00E+0

DESCRIPTION OF THE SYSTEM BOUNDARY (X = INCLUDED IN LCA; MND = MODULE NOT DECLARED)																	
PRODUCT STAGE	CONSTRUCTI ON PROCESS STAGE				USE STAGE							END OF LIFE STAGE			BENEFITS AND LOADS BEYOND THE SYSTEM BOUNDARIES		
	Raw material supply	Transport	Manufacturing	Transport from the gate to the site	Assembly	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport		Waste processing	Disposal
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	
X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND

RESULTS OF THE LCA - ENVIRONMENTAL IMPACT: 1 kg hardening accelerator			
Parameter	Unit		A1-A3
Global warming potential	[kg CO ₂ -Eq]		2.28E+0
Depletion potential of the stratospheric ozone layer	[kg CFC11-Eq]		1.74E-10
Acidification potential of land and water	[kg SO ₂ -Eq]		6.80E-3
Eutrophication potential	[kg PO ₄ -Eq]		1.54E-3
Formation potential of tropospheric ozone photochemical oxidants	[kg ethene-Eq]		4.84E-4
Abiotic depletion potential for non-fossil resources	[kg Sb-Eq]		7.11E-7
Abiotic depletion potential for fossil resources	[MJ]		3.07E+1

RESULTS OF THE LCA - RESOURCE USE: 1 kg hardening accelerator			
Parameter	Unit		A1-A3
Renewable primary energy as energy carrier	[MJ]		6.25E+0
Renewable primary energy resources as material utilization	[MJ]		2.80E-1
Total use of renewable primary energy resources	[MJ]		6.51E+0
Non-renewable primary energy as energy carrier	[MJ]		3.30E+1
Non-renewable primary energy as material utilization	[MJ]		1.16E+0
Total use of non-renewable primary energy resources	[MJ]		3.42E+1
Use of secondary material	[kg]		0.00E+0
Use of renewable secondary fuels	[MJ]		0.00E+0
Use of non-renewable secondary fuels	[MJ]		0.00E+0
Use of net fresh water	[m ³]		4.47E-2

RESULTS OF THE LCA - OUTPUT FLOWS AND WASTE CATEGORIES: 1 kg hardening accelerator			
Parameter	Unit		A1-A3
Hazardous waste disposed	[kg]		1.32E-5
Non-hazardous waste disposed	[kg]		9.79E-1
Radioactive waste disposed	[kg]		1.43E-3
Components for re-use	[kg]		0.00E+0
Materials for recycling	[kg]		0.00E+0
Materials for energy recovery	[kg]		0.00E+0
Exported electrical energy	[MJ]		0.00E+0
Exported thermal energy	[MJ]		0.00E+0

DESCRIPTION OF THE SYSTEM BOUNDARY (X = INCLUDED IN LCA; MND = MODULE NOT DECLARED)																	
PRODUCT STAGE	CONSTRUCTI ON PROCESS STAGE				USE STAGE							END OF LIFE STAGE			BENEFITS AND LOADS BEYOND THE SYSTEM BOUNDARIES		
	Raw material supply	Transport	Manufacturing	Transport from the gate to the site	Assembly	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport		Waste processing	Disposal
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	
X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND

RESULTS OF THE LCA - ENVIRONMENTAL IMPACT: 1 kg Master X-Seed			
Parameter	Unit		A1-A3
Global warming potential	[kg CO ₂ -Eq]		6.75E-1
Depletion potential of the stratospheric ozone layer	[kg CFC11-Eq]		1.06E-8
Acidification potential of land and water	[kg SO ₂ -Eq]		8.79E-4
Eutrophication potential	[kg PO ₄ -Eq]		7.94E-4
Formation potential of tropospheric ozone photochemical oxidants	[kg ethene-Eq]		6.74E-5
Abiotic depletion potential for non-fossil resources	[kg Sb-Eq]		1.64E-6
Abiotic depletion potential for fossil resources	[MJ]		5.87E+0

RESULTS OF THE LCA - RESOURCE USE: 1 kg Master X-Seed			
Parameter	Unit		A1-A3
Renewable primary energy as energy carrier	[MJ]		3.07E-1
Renewable primary energy resources as material utilization	[MJ]		9.51E-3
Total use of renewable primary energy resources	[MJ]		3.17E-1
Non-renewable primary energy as energy carrier	[MJ]		6.32E+0
Non-renewable primary energy as material utilization	[MJ]		1.99E-1
Total use of non-renewable primary energy resources	[MJ]		6.52E+0
Use of secondary material	[kg]		0.00E+0
Use of renewable secondary fuels	[MJ]		0.00E+0
Use of non-renewable secondary fuels	[MJ]		0.00E+0
Use of net fresh water	[m ³]		2.81E-3

RESULTS OF THE LCA - OUTPUT FLOWS AND WASTE CATEGORIES: 1 kg Master X-Seed			
Parameter	Unit		A1-A3
Hazardous waste disposed	[kg]		1.26E-8
Non-hazardous waste disposed	[kg]		2.02E-1
Radioactive waste disposed	[kg]		2.19E-5
Components for re-use	[kg]		0.00E+0
Materials for recycling	[kg]		0.00E+0
Materials for energy recovery	[kg]		0.00E+0
Exported electrical energy	[MJ]		0.00E+0
Exported thermal energy	[MJ]		0.00E+0

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

as per /ISO 14025/ and /EN 15804/

Owner of the Declaration	BASF SE
Programme holder	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Publisher	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Declaration number	EPD-BAS-20170089-IBC1-EN
Issue date	12/06/2017
Valid to	11/06/2022

Master X-Seed
Master Builders Solutions
BASF

www.ibu-epd.com / https://epd-online.com



Institut Bauen und Umwelt e.V.



MASTER BUILDERS SOLUTIONS

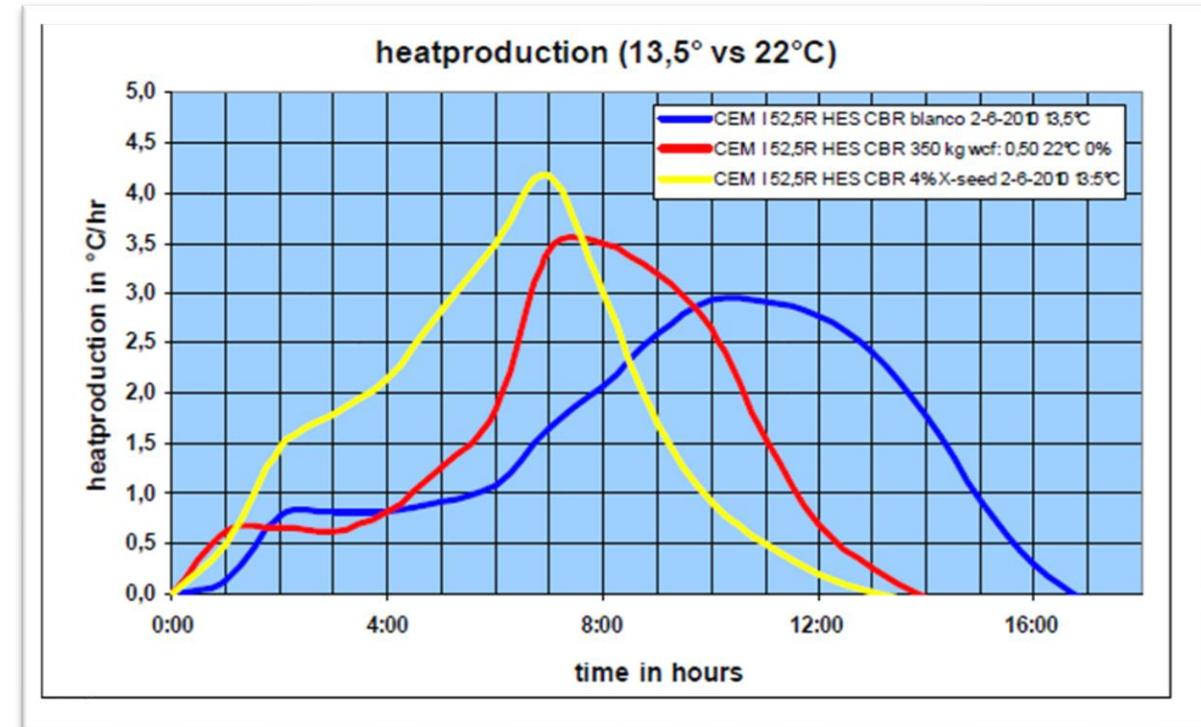


Master X-Seed

warmte ontwikkeling

» Kan een vergelijkende warmte ontwikkeling van beton met een specie temperatuur van 22.4 °C worden behaald met een beton van 13,5 °C met Master X-Seed

» Ja, zelfs beter. Met een aanzienlijk verbetering op de CO² reductie



Master X-Seed

Sterkte ontwikkeling

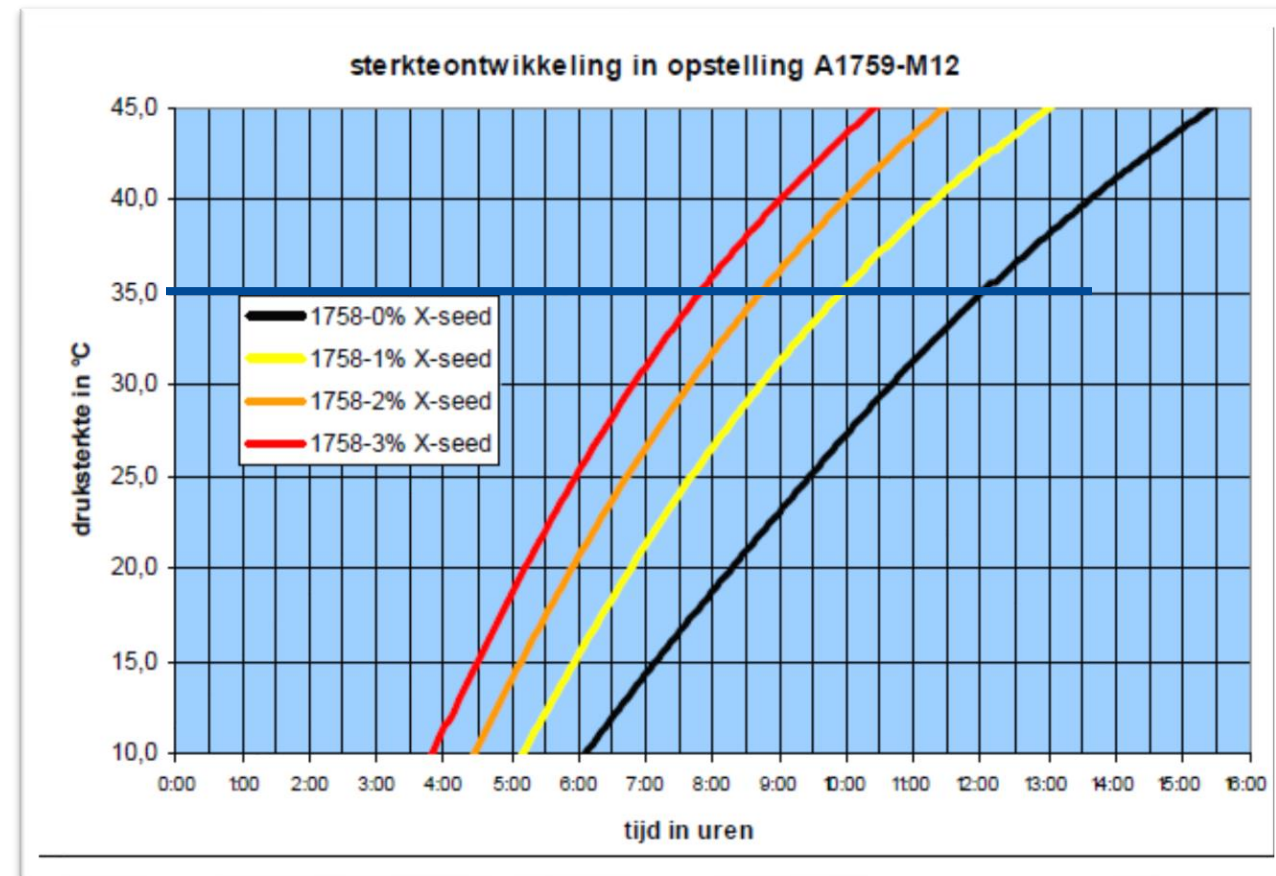
» Kan de ontlastingstijd, om 35 N/mm² te behalen, zodanig verkort worden, zodat een significante reductie van overuren ontstaat.

» 0% = 12:00

» 1% = 09:50

» 2% = 08:40

» 3% = 07:50



Conclusies

Master X-Seed, Master X-Seed STE

» Dormante periode en warmte ontwikkeling

- » Master X – Seed en andere versnellers kunnen **een aanzienlijke verkorting** in de dormante periode geven, waardoor er meer tijd beschikbaar is voor verdere warmte ontwikkeling in een vaste periode.
- » Uit onderzoek is gebleken: **warmte ontwikkeling = sterkte ontwikkeling**
- » Het toepassen van Master X-Seed en andere versnellers leidt tot warmte ontwikkeling die vooral eerder plaatsvindt. De winst in de sterkteontwikkeling is vooral tot **een niveau tot 30 N/mm² zichtbaar of vooral in de vroege fase** tot 24 uur
- » Het effect van de werking van beton met Master X-Seed en andere versnellers is hoger bij lager betontemperaturen.
- » Wanneer de ontstane warmteontwikkeling in verhardend beton niet wordt geïsoleerd, verdwijnt daarmee het voordeel van de snellere sterkteontwikkeling.
(vergelijk: verwarmen in een huis met de thermostaat op 20 °C, maar met de ramen en deuren wijd open.

Conclusies

Master X-Seed, Master X-Seed STE

- » Het toepassen van meer cement leidt weliswaar tot een hogere warmteontwikkeling maar ook tot een hogere CO₂ gehalte.
- » Het versnellen van het verhardingsproces door het verlagen van de WCF geeft pas winst na 12 tot 16 uur, terwijl de effecten door toepassen van MasterX-Seed en andere versnellers al na 5 a 8 uur zichtbare winsten opleveren.
- » De winst van het toepassen van een lagere WCF leidt tot een hoger sterkte niveau op langere duur (2 dagen). (Deze kan ook zeer ongewenst zijn).
- » Met het toepassen van versnellers kunnen prestaties worden gerealiseerd die niet kunnen worden bereikt door bv. het toepassen van een lagere WCF
- » Deze kunnen mogelijk worden geëvenaard met een betonspecie met een belangrijk hogere specieteratuur of een verwarmde bekisting. ***Dit leidt echter tot een fors hogere CO₂***

MASTER[®]
» BUILDERS
SOLUTIONS