

TS-Abfab release 2.75.0



Opdrachtgever : Boer B.V.  
Werk : te Dordrecht  
Onderdeel :

**PAAL-SPECIFICATIE Totaal aantal palen = 16**

ident.	aantal	afmeting	lengte	-----	strengen	-----	ber	tek	opties
	16	250*250	15.00	5	ø 7.5		1*	1	.....

Akkoord, 29-05-2024



TS-Abfab release 2.75.0

Opdrachtgever : Boer B.V.  
 Werk : te Dordrecht  
 Onderdeel :

**bruil**<sup>®</sup> prefab

**BEREKENING VOORGESPANNEN HEIPALEN VOLGENS EN 1992-1-1**
**voorblad 1**

Berekening volgens EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2011 (nl)

Grootheid	Symbool	Artikel
Beton		3.1
karakt. kubusdruksterkte	fck	3.1.2(5)
elasticiteitsmodulus	Ec	tabel 3.1
Kruip/krimpverkorting en relaxatie		
fictieve dikte	h0	3.1.4(5)
kruipfactor	$\phi_k$	bijlage B.1
kruipvervorming beton	$\epsilon_{cc}$	3.1.4(3)
totale krimpverkorting	$\epsilon_{cs}$	3.1.4(6)
relaxatieverliezen voorspann.	$d\sigma_{pr}$	3.3.2(7)
Voorspanstaal		3.3
karakt. treksterkte	f <sub>pk</sub>	3.3.1(5)
elasticiteitsmodulus	E <sub>p</sub>	3.3.6
max. aanvangsspanning	$\sigma_{pm0}$	5.10.3(2)
Scheurvorming		7.3.4
Verankeringslengte		8.4.4 & 8.10.2.3

Opdrachtgever : Boer B.V.  
 Werk : te Dordrecht  
 Onderdeel :

## BEREKENING VOORGESPANNEN HEIPALEN VOLGENS EN 1992-1-1

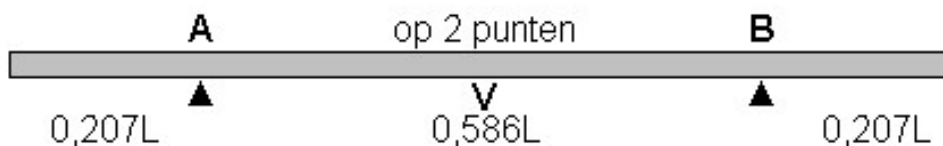
voorblad 2

### Transport en hijsen

Normaliter kunnen de palen reeds na 14 dagen worden getransporteerd en geheid, omdat dan de karakteristieke kubusdruksterkte van  $50 \text{ N/mm}^2$  is bereikt. (behoudens bestekseisen !)

Aangezien de spanningsverliezen op dat tijdstip geringer zijn dan die op  $t = \infty$ , zijn de op dat moment bereikte spanningen hoger dan de berekende.

Bij oplegging van een gladde paal op 2 punten wordt het maximum moment:  $M_A = M_B = M_V = -$  of  $+ 0,0214 ql^2$ .

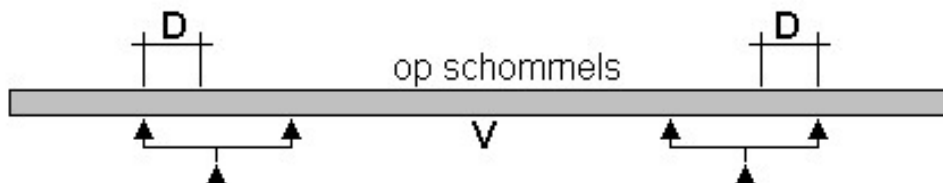


Bij het transport per schip of lorries resp. het hijsen in deze punten is de stootcoëfficiënt aan te nemen op 1,4 en bij het transport per vrachtauto op 2,0 (CUR-rapport 41).

Bij vervoer per schip of lorrie resp. het hijsen is het gebruiksmoment:  $M_k = 1,4 * 0,0214 ql^2 = 0,0300 ql^2$

Bij transport op 2 punten per auto wordt het gebruiksmoment:  $M_k = 2,0 * 0,0214 ql^2 = 0,0428 ql^2$

Is dit ontoelaatbaar dan wordt de paal vervoerd op schommels.



### Milieuklasse:

De palen zijn geschikt voor toepassing in milieuklasse XC1 t/m XA2. Voor beton in milieuklasse XA2 dat aan oplossingen met meer dan  $600 \text{ mg SO}_4^{2-}/\text{l}$  of aan grond met een gehalte aan sulfaten groter dan  $3000 \text{ mg/kg}$  wordt blootgesteld, moet cement met een hoge bestandheid tegen sulfaten worden gebruikt dat voldoet aan NEN 3550.

### categorie 2 (zie voorblad 3):

De uitgangspunten van eventuele berekeningen van belastingsgevallen in het eindstadium (kopmomenten, schachtmomenten, druk en/of trek op de paal) dienen gecontroleerd te worden door de constructeur van het werk en vallen niet onder het certificaat.

## BETONNEN HEIPALEN IN CATEGORIE 2

Binnen categorie 2 maakt de leverancier/producent tekeningen van de heipalen op basis van een aangeleverde specificatie. Hij maakt daarbij uitsluitend berekeningen die voor het transport en het hijsen van de palen van belang zijn. Wapening die nodig is in verband met andere invloeden op de palen moet, samen met eventueel benodigde detailleringeisen, aan hem worden opgegeven.



### TAKEN EN VERANTWOORDELIJKHEDEN LEVERANCIER/PRODUCTENT (CERTIFICAATHOUDER)

De certificaathouder voert de volgende taken uit, of laat deze onder zijn verantwoordelijkheid uitvoeren:

- vermelden van de gekozen categorie in de offerte, opdrachtbevestiging, paaltekening en -berekening;
- aangeven van de goedkeuringsprocedure van paaltekeningen en -berekeningen met het oog op een tijdige productie van de palen;
- maken van berekeningen die voor het transport en hijsen van de palen van belang zijn;
- maken van tekeningen van de palen. Op deze tekeningen moet ten minste zijn aangegeven:
  - de paalspecificatie (schachtafmeting en lengte);
  - de spiraal- en evt. zachtstaalwapening;
  - de voorspanwapening en minimaal blijvende voorspanning;
  - de toegepaste staalkwaliteiten;
  - de befondekking;
  - de sterkteklasse van het beton;
  - de milieuklasse;
  - de wijze van transport en hijsen.

Onderstaande onderwerpen behoren niet tot de verantwoordelijkheid van de certificaathouder:

- berekeningen in verband met andere invloeden dan transport en hijsen van de palen;
- het maken van een overzichtstekening (palenplan);
- het opstellen van een heidadvies.

### TAKEN EN VERANTWOORDELIJKHEID AFNEMER (HEIER CQ. AANNEMER):

De afnemer dient de volgende taken uit te voeren of onder zijn verantwoordelijkheid uit te laten voeren:

- opstellen en aanleveren van de paalspecificatie (afmetingen en aantallen);
- aanleveren van de uitwerkingen van de hoofdconstructeur voor wat betreft de wapening ten behoeve van andere invloeden dan transport, hijsen en het inheien;
- opgeven van de benodigde in te stellen voorzieningen, bijvoorbeeld ten behoeve van aarding;
- controleren of de paaltekeningen en -berekeningen aansluiten op de specificatie;
- verzorgen van de goedkeuring van de paaltekeningen en -berekeningen door de (hoofd)constructeur c.q. opdrachtgever;
- toezicht op juiste handeling heipalen conform verwerkingsrichtlijnen leverancier.

### TAKEN EN VERANTWOORDELIJKHEID (HOOFD)CONSTRUCTEUR (C.Q. OPDRACHTGEVER)

De hoofdconstructeur dient de volgende taken uit te voeren:

- het uitvoeren van de ontwerp- en berekeningsprocedure om te komen tot en het maken van een palenplan;
- het opstellen en aanleveren van de informatie die nodig is of de richtlijnen die nodig zijn om de paalspecificatie (schachtafmeting, lengte en aantallen van de palen) samen te stellen. Normaliter omvat deze informatie ten minste: de schachtafmeting en inheidiepte van de palen, de onderkant van de fundering en de benodigde steklengte;
- zodanig het opstellen en aanleveren wapeningsgegevens en detailleringeisen in verband met andere invloeden op de palen dan transport en hijsen van de palen;
- het controleren of de gegevens en eisen correct zijn verwerkt in de berekeningen en tekeningen;
- indienen van de tekeningen en berekeningen van de certificaathouder en het zorgdragen voor de goedkeuring door gemeentelijke instanties en/of overheden.

### EXTRA WERKZAAMHEDEN DOOR LEVERANCIER/PRODUCTENT

Indien met de opdrachtgever wordt overeengekomen, dat extra constructieve werkzaamheden uitgevoerd worden, dan dienen de aanvullende taken van de certificaathouder ten opzichte van categorie 2 die niet geborgd zijn door het KOMO attest-met-product-certificaat, door de leverancier/producent expliciet in de opdracht, in de berekening én op de tekeningen vermeld te worden. De hoofdconstructeur c.q. opdrachtgever dient deze berekeningen en/of de uitgangspunten te controleren.

Dit betreft o.a.: paalberekeningen van kopmomenten, schachtmomenten, druk en/of trek op de paal (waarbij de wapening niet door de opdrachtgever wordt opgegeven). De volgende zaken dienen extra vermeld te worden (indien van toepassing):

- Belastingcombinatie(s) waarop de berekening(en) is/zijn gebaseerd;
- Minimale steklengte, welke opgenomen dient te worden in de constructie;
- (minimale) Betonkwaliteit van de aansluitende fundering.

Voor uitgebreide detailinformatie betreffende de categorieën en de uitwerking van de uit te voeren taken en bijbehorende verantwoordelijkheden zie de website [www.kimo.nl](http://www.kimo.nl) onder het thema: 'Berekeningen constructieve betonelementen onder werkingssfeer KOMO-kwaliteitsverklaring'

TS-Abfab release 2.75.0

Opdrachtgever : Boer B.V.  
Werk : te Dordrecht  
Onderdeel :

The logo for 'bruil prefab' is located in the top right corner. 'bruil' is written in a bold, lowercase, green sans-serif font, followed by a registered trademark symbol (®). To its right, 'prefab' is written in a smaller, lowercase, green sans-serif font.**BEREKENING VOORGESPANNEN HEIPALEN VOLGENS EN 1992-1-1****voorblad 4**

Algemene toelichting op de berekeningen:

Bij de controleberekeningen (rekenbladen 1\*X, 1\*Y enz.) komen steeds de volgende termen terug.

- Als volgt:
- AANSL. FUND. = toetsing t.p.v. de onderkant van de fundering.  
Hier worden de strengen doorgerekend als zijnde B500B  
tezamen met de eventueel aanwezige kopwapening.
  - OVERGANG = toetsing in de doorsnede waar volledige voorspanning  
heerst en waarbij, indien toegepast, zachtstaal-  
wapening B500B aanwezig is.
  - PAALSCHACHT = toetsing in de doorsnede waar enkel volledige voor-  
spanning heerst.

TS-Abfab release 2.75.0

Opdrachtgever : Boer B.V.  
 Werk : te Dordrecht  
 Onderdeel :

**bruil**<sup>®</sup> prefab

**BEREKENING VOORGESPANNEN HEIPALEN VOLGENS EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2011**  
**rekenblad 1a**

PAAL	: schachtafmetingen	B*Ht =	250*250	mm <sup>2</sup>
	maatgevende lengte	L =	15.00	m
	bruto betondoorsnede	Ac =	62100	mm <sup>2</sup>
	netto betondoorsnede	Ac-Ap = An =	61955	mm <sup>2</sup>
	omtrek	Oc =	977	mm
	weerstandsmoment 1/6*B*Ht <sup>2</sup>	Wx =	2.604	dm <sup>3</sup>
BETON	: druksterkte na 28 dagen	fck =	45.0	N/mm <sup>2</sup>
	druksterkte bij spannen	fcki =	22.0	N/mm <sup>2</sup>
	E-modulus na 28 dagen	Ec =	36283	N/mm <sup>2</sup>
	E-modulus bij spannen	Eci =	30589	N/mm <sup>2</sup>
VOORSPANSTAAL	: treksterkte	fpk =	1860	N/mm <sup>2</sup>
	E-modulus	Ep =	195000	N/mm <sup>2</sup>
	hoofdwapening 5 ø 7.5	Ap =	145	mm <sup>2</sup>
	wapeningspercentage	100*Ap/Ac = wop =	0.2335	%
	aanspankracht per streng	fpo =	40.0	kN
	aanspankracht op de mal	Fpo =	200.0	kN
BETONSTAAL	: E-modulus	Es =	200000	N/mm <sup>2</sup>

**KRUIP/KRIMPVERKORTING EN RELAXATIE**

$h_0$	=	$2 * A_c / O_c$	=	$2 * 62100 / 977$	=	127.2	mm
$\phi_k$	=	$\phi_0 * \beta_c(t, t_0)$	=	$2.36 * 0.38$	=	0.8919	
$\epsilon_{cc}$	=	$\phi_k * \sigma_c / E_c * 1000$	=	$0.8919 * 3.18 / 36283 * 1000$	=	0.0782	
$\epsilon_{cs}$	=	$\epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}$	=	$0.00005 + 0.00006$	=	0.00011	
$\Delta\sigma_{pr}$	=	$4.47 \% * \sigma_{pi}$	=	$0.0447 * 1358.73$	=	60.69	N/mm <sup>2</sup>

**SPANNINGEN IN VOORSPANSTAAL**

aanspanspanning $\sigma_{p, max}$	=	$F_{po} * 1000 / A_p$	=	1379.31	N/mm <sup>2</sup>
- elast.verk.beton $\Delta\sigma_{el}$	=	$E_p * [(\sigma_{p, max} * A_p) / (A_n * E_{ci})]$	=	-20.58	N/mm <sup>2</sup>
aanvangsspanning $\sigma_{pm0}$	=	$f_{pk} * 73.1 \%$	=	1358.73	N/mm <sup>2</sup>

$$\Delta\sigma_{p, c+s+r} = \frac{\epsilon_{cs} E_p + 0.8 \Delta\sigma_{pr} + (E_p / E_{cm}) \varphi(t, t_0) \sigma_{c, QP}}{1 + (E_p / E_{cm}) (A_p / A_c) (1 + A_c / I_c z_{cp}^2) [1 + 0.8 \varphi(t, t_0)]}$$

$$\Delta\sigma_{p, c+s+r} = \frac{0.00011 * 195000 + 0.8 * 60.7 + (195000 / 36283) * 0.89 * 3.2}{1 + (195000 / 36283) (145 / 61955) (1 + 61955 / 3e+08 * 0^2) [1 + 0.8 * 0.89]}$$

$$\text{werkspanning } \sigma_{pw} = \sigma_{pm0} - \Delta\sigma_{p, c+s+r} = 1358.7 - 83.8 = 1274.96 \text{ N/mm}^2$$

TS-Abfab release 2.75.0

Opdrachtgever : Boer B.V.  
 Werk : te Dordrecht  
 Onderdeel :

**bruil**<sup>®</sup> prefab

## SPANNINGEN IN BETON

$$\begin{aligned} \text{aanvangsspanning } \sigma_{cm0} &= -\sigma_{pm0} * A_p / A_n &= & -3.18 \text{ N/mm}^2 \\ \text{werkspanning } \sigma_{cw} &= -\sigma_{pw} * A_p / A_n &= & -2.98 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

## TOELAATBARE MOMENTEN MBT TRANSPORT EN HIJSEN

$$\begin{aligned} MR_{kx} &= W_x * (1.3 * f_{ct,eff} - \sigma_{cm}) = 2.604 * (4.94 + 2.98) &= & 20.64 \text{ kNm} \\ MR_{dx} &= \text{volgens berekening bij NEd} = 0 &= & 24.57 \text{ kNm} \end{aligned}$$

## TRANSPORT

$$\begin{aligned} M_{sta} &= q_{eg} / 2 * (A * L - B)^2 = 1.478 / 2 * (0.207 * 15.00 - 0.000)^2 = 7.12 \text{ kNm} \\ M_{dyn} &= C * W_x + D * M_{sta} = 0.000 * 2.604 + 2.000 * 7.12 = 14.25 \text{ kNm} \end{aligned}$$

## HIJSEN

$$\begin{aligned} M_{sta} &= q_{eg} / 2 * (A * L - B)^2 = 1.478 / 2 * (0.224 * 15.00 - 0.000)^2 = 8.34 \text{ kNm} \\ M_{dyn} &= C * W_x + D * M_{sta} = 0.000 * 2.604 + 1.400 * 8.34 = 11.68 \text{ kNm} \end{aligned}$$

## REKENWAARDE CENTRISCHE PAALBELASTING

$$N_{E,d;max} = [(f_{ck} / \gamma_c * A_{netto}) - ((\sigma_{pw} - (\epsilon_{c3} * E_p)) * A_p)] / 1000 = 1729 \text{ kN}$$

TS-Abfab release 2.75.0

Opdrachtgever : Boer B.V.  
 Werk : te Dordrecht  
 Onderdeel :



**BEREKENING VOORGESPANNEN HEIPALEN VOLGENS EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2011**  
**rekenblad 1bX**

Fundering : C20/25  
 Milieuklasse : XC2  
 Steklengte : 400 mm  
 Kopwapening : --  
 Paalafmetingen : 250x250 mm  
 Voorspanning : 185 kN

UITERSTE GRENSTOESTAND (trek=negatief / druk=positief)

AANSL.FUND.		OVERGANG		PAALSCHACHT	
NRd	MRd	NRd	MRd	NRd	MRd
kN	kNm	kN	kNm	kN	kNm
-50	-0.0	-241	-0.0	-241	-0.0
-45	0.4	-211	2.9	-211	2.9
-38	0.8	-181	6.5	-181	6.5
-32	1.3	-150	10.1	-150	10.1
-26	1.8	-120	13.4	-120	13.4
-19	2.5	-90	16.7	-90	16.7
-13	3.2	-61	19.3	-61	19.3
-7	3.8	-31	22.0	-31	22.0
-0	4.4	-0	24.6	-0	24.6
123	15.4	216	41.5	216	41.5
245	24.5	432	53.2	432	53.2
368	30.0	648	58.6	648	58.6
490	30.1	865	57.5	865	57.5
613	26.9	1080	50.4	1080	50.4
736	20.3	1297	36.8	1297	36.8
858	10.2	1513	18.9	1513	18.9
981	0.0	1729	0.0	1729	0.0

BRUIKBAARHEIDS GRENSTOESTAND (trek=negatief / druk=positief)

AANSL.FUND.		OVERGANG		PAALSCHACHT	
NRk	MRk	NRk	MRk	NRk	MRk
kN	kNm	kN	kNm	kN	kNm
-39	0.0	-196	0.0	-196	0.0
-34	0.3	-172	2.6	-172	2.6
-29	0.6	-147	5.1	-147	5.1
-24	1.0	-123	7.6	-123	7.6
-20	1.5	-98	9.9	-98	9.9
-15	2.0	-74	12.2	-74	12.2
-10	2.6	-49	14.4	-49	14.4
-5	3.1	-25	16.5	-25	16.5
0	3.7	0	18.6	0	18.6
184	21.4	329	44.1	329	44.1
367	30.8	658	63.0	658	63.0
551	34.1	986	64.4	986	64.4
735	30.1	1315	53.9	1315	53.9
918	22.6	1644	40.5	1644	40.5
1102	15.1	1973	27.0	1973	27.0
1286	7.5	2301	13.5	2301	13.5
1469	0.0	2630	0.0	2630	0.0

Dossier : 240673  
 Order : 240673  
 Datum : 14-05-2024



TS-Abfab release 2.75.0

Opdrachtgever : Boer B.V.  
 Werk : te Dordrecht  
 Onderdeel :

**bruil**<sup>®</sup> prefab

**BEREKENING VOORGESPANNEN HEIPALEN VOLGENS EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2011**  
**rekenblad 1bY**

Fundering : C20/25  
 Milieuklasse : XC2  
 Steklengte : 400 mm  
 Kopwapening : --  
 Paalafmetingen : 250x250 mm  
 Voorspanning : 185 kN

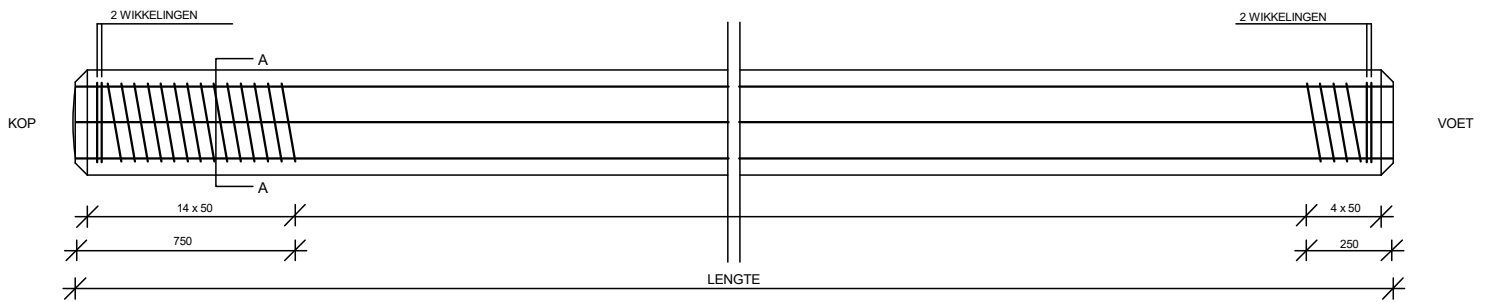
UITERSTE GRENSTOESTAND (trek=negatief / druk=positief)

AANSL.FUND.		OVERGANG		PAALSCHACHT	
NRd	MRd	NRd	MRd	NRd	MRd
kN	kNm	kN	kNm	kN	kNm
-50	-0.0	-241	-0.0	-241	-0.0
-45	0.4	-211	2.9	-211	2.9
-38	0.8	-181	6.5	-181	6.5
-32	1.3	-150	10.1	-150	10.1
-26	1.8	-120	13.4	-120	13.4
-19	2.5	-90	16.7	-90	16.7
-13	3.2	-61	19.3	-61	19.3
-7	3.8	-31	22.0	-31	22.0
-0	4.4	-0	24.6	-0	24.6
123	15.4	216	41.5	216	41.5
245	24.5	432	53.2	432	53.2
368	30.0	648	58.6	648	58.6
490	30.1	865	57.5	865	57.5
613	26.9	1080	50.4	1080	50.4
736	20.3	1297	36.8	1297	36.8
858	10.2	1513	18.9	1513	18.9
981	0.0	1729	0.0	1729	0.0

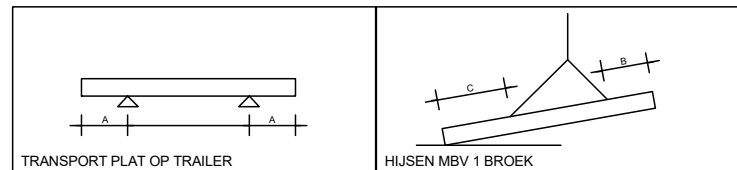
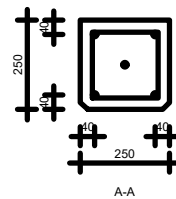
BRUIKBAARHEIDS GRENSTOESTAND (trek=negatief / druk=positief)

AANSL.FUND.		OVERGANG		PAALSCHACHT	
NRk	MRk	NRk	MRk	NRk	MRk
kN	kNm	kN	kNm	kN	kNm
-39	0.0	-196	0.0	-196	0.0
-34	0.3	-172	2.6	-172	2.6
-29	0.6	-147	5.1	-147	5.1
-24	1.0	-123	7.6	-123	7.6
-20	1.5	-98	9.9	-98	9.9
-15	2.0	-74	12.2	-74	12.2
-10	2.6	-49	14.4	-49	14.4
-5	3.1	-25	16.5	-25	16.5
0	3.7	0	18.6	0	18.6
184	21.4	329	44.1	329	44.1
367	30.8	658	63.0	658	63.0
551	34.1	986	64.4	986	64.4
735	30.1	1315	53.9	1315	53.9
918	22.6	1644	40.5	1644	40.5
1102	15.1	1973	27.0	1973	27.0
1286	7.5	2301	13.5	2301	13.5
1469	0.0	2630	0.0	2630	0.0

Dossier : 240673  
 Order : 240673  
 Datum : 14-05-2024



SPECIFICATIE HEIPALEN			OPLEGMERKEN (A ZWART) HIJSMERKEN (B EN C GROEN)		
IDENTIFICATIE	AANTAL	LENGTE	A	B	C
	16	15.00	3.10	3.36	4.74



spiraalwapening Ø5 volgens BRL  
staalkwaliteit betonstaal B500B

VOORSPANSTAAL Y1860  
STRENGEN 5 ø 7.5 = 145 mm<sup>2</sup>  
AANSPANKRACHT 5 x 40.0 kN  
WERKSPANNING 1275 N/mm<sup>2</sup>  
BETONDEKKING 30 mm OP SPIRAALWAPENING  
BETONKWALITEIT NA 28 DAGEN f<sub>ck</sub> >= 45.0 N/mm<sup>2</sup>  
BIJ SPANNEN f<sub>ck</sub> >= 22.0 N/mm<sup>2</sup>  
CEMENTKLASSE CEM II/B-S 52,5 N  
MILIEUKLASSE XC2  
VOORSPANNING -2.98 N/mm<sup>2</sup>

werk te Dordrecht		datum	
Projectnr. 240673		Ordernr. 240673	
onderdeel			
opdrachtgever Boer B.V.			
getekend PSn	gezien	datum 14-05-2024	
A	B	C	D
E			

**BRUIL prefab**

Centraleweg 6  
4931 NB Geertruidenberg  
tel: 0162-589600 fax: 0162-517891

tek.nr. 1

paalttype 250/250