

Bureau ir. M. Klijnsstra

civil ingenieursbureau

Deventerweg 9
7245 AW Laren

tel: (0573) 40 20 46
fax: (0573) 40 23 58

Laren 04 september 2018

Project: **Verbouwing bovenwoning
Dorpstraat 15A Vorden**

opdrachtgever: De heer Weverink
te Vorden

Berekening **Statische berekening**

tekening:

constructeur: M. Klijnsstra

projectnr: **18060**

INHOUDSOPGAVE

1	UITGANGSPUNTEN	1
2	ALGEMEEN	1
3	DAK MET LICHTKOEPELS	1
4	VLOER	3

1 Uitgangspunten

voorschriften volgens de eurocode en nationale bijlage

materiaalkwaliteiten	beton	sterkteklasse	C20/25	milieuklasse XC..
	wapening	" "	B500	
	staal	S235		
	bouten/ankers	8.8/4.6		
	hout	C18/24		

Het bouwwerk valt in ontwerplevensduurklasse 3 (50 jr.) met een gevolgklasse CC1 zodat de belastingsfactoren voor

	UGT	BGT
Permanent	1.10	1.00
Veranderlijk	1.35	1.00

2 Algemeen

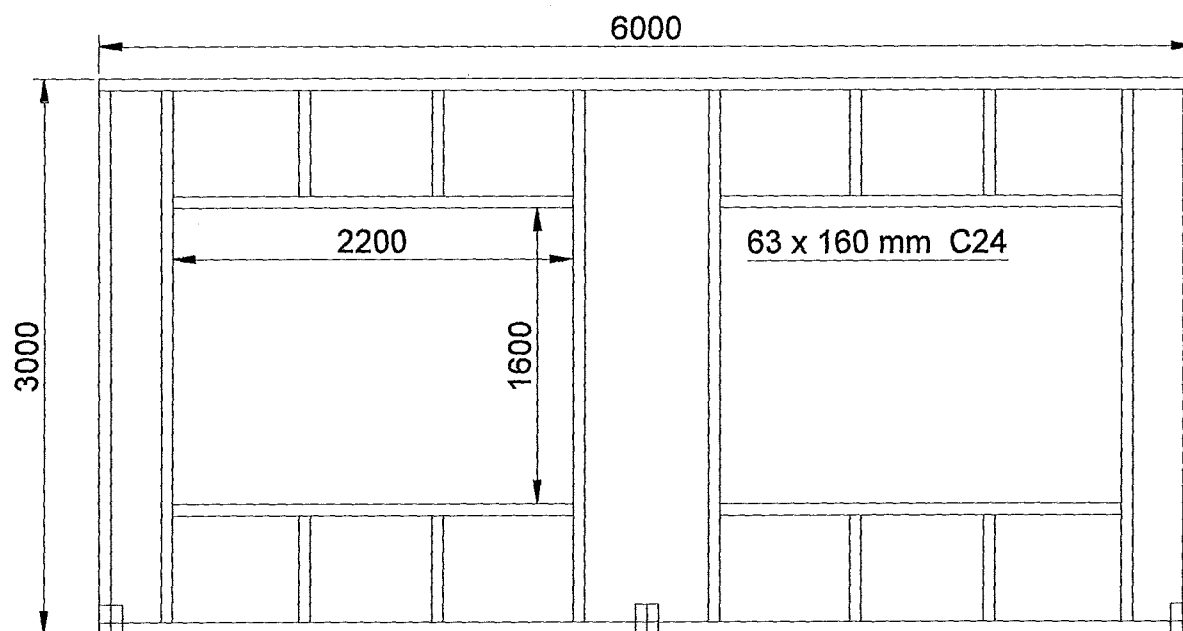
De voor u liggende berekening betreft de statische berekening van de uitbreiding voor bovenvermelde woning.

De uitbreiding bestaat uit een uitbreiding van de woning op een bestaand dak;

plattegrond	$L \times B = 6.20 \times 3.00 \text{ m}^2$
vloer	beplating met balklaag
dak	plat-dak met 2 maal $2.20 \times 1.60 \text{ m}$ lichtkoepels
wanden	volledig met kozijnen op betimmerde borstwering

Volgens tekeningen 1 en 2 van 1994 in opdracht van Sueters en stat. berekening uit 1995 uitgevoerd door bureau Roelofs te Arnhem is het bestaande dak opgebouwd uit een stalen dakplaat met isolatie op stalen liggers IPE300 en HE320A

De uitbreiding is op tekening door de heer Weverink aangegeven

3 Dak met lichtkoepelssituatie

belastingen

permanent	g	= 0.30	kN/m ²	
sneeuw	s _{gem}	= 1.20	"	((0.8 + 3.00)/1.65 x 0.52)
veranderlijk	p	= 1.00	"	

balklaag

De bepalende ligger is met $L = 3.00$ m (naast de lichtkoepel)

belasting	verdeeld (rep)	aandeel
	kN/m^2	m
-perm.	0.30	1.50
-veranderlijk	1.00	1.50
-sneeuw	1.20	1.50

belasting

Bepalende belasting is

-uiterste grenstoestand	$f_{\sigma} =$	2.93	kN/m
-bruikbaarheids grenstoestand	$f_{\delta} =$	2.95	„

geometrie

$L_x =$	3.00	m
$L_y =$	0.00	„
$L =$	3.00	m

Berekening

	D	M	$\delta \cdot EI$	N
	kN	kNm	kNm^3	kN
verdeelde	4.39	3.29	3.11	0.00

Controle

Afmeting	Kwaliteit	Klimaat
b	C24	I
63	$f_{m,o,u,d} =$	14.77 N/mm^2
stuks	$f_{v,o,u,d} =$	1.54 „
$k_n =$	$E_{o,ser,d} =$	11000 „
$M_{toel.} =$	$\delta_{toel.} =$	12 mm
$Q_{toel.} =$	$EI =$	237 kNm^2
$N_{toel.} =$	$EA =$	110880 kN

1-orde

$\tau_{rel} =$	0.42
$\sigma_{rel,c} =$	0.00
$\sigma_{rel,m} =$	0.83
$\delta_{rel} =$	1.10 fout

Resultaat De spanning met u.c. = 0.83 voldoet (< 1)

De vervorming heeft een overschrijding van 10%. Echter met het in rekening brengen van de stijfheid van de lichtkoepel en de samenwerking tussen de dakplaat en de balklaag wordt de berekende vervorming gereduceerd.

Aanbevolen wordt om het dak een afschot met te geven richting de h.w.a.

randligger over de kolommen (3 stuks)

het belastings-aandeel bedraagt 1.50 m
overspanning $L = 3.00$ „ uitgevoerd als doorgaand

volgens berekening van de balklaag voldoet ook de randligger in 63 x 160 mm i.v.m. de ligger als doorgaand uitgevoerd voldoet ook de vervorming ervan in de benadering als bovenstaande berekening.

kolommen 2 x 63x160 mm

$$F = 2.93 \times 3.00 = 9.00 \text{ kN} \quad \sigma_n = 9.00 \cdot 10^3 / (2 \times 63 \times 160) = 0.5 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_n \ll f_{c,o,u,d} \text{ (13 N/mm}^2\text{) controle op knik niet nodig}$$

bebouwde zijde

Aan bebouwde zijde een strijk balk bevestigen aan het metselwerk met een verankering aan het metselwerk met een capaciteit van $f = 3 \text{ kN/m}$ volgens leverancier.

4 Vloer**balklaag 50x150/600 mm C24**

		Belastingsfactoren				
		σ	δ			
-permanent		1.10	1.60			
-veranderlijk		1.35	1.24			
	verdeeld			rekenlasten	σ	δ
-permanent	0.30 kN/m ²			-permanent	0.33	0.48 kN/m ²
-veranderlijk	1.75 „			-veranderlijk	2.36	0.87 „
-sneeuw	0.00 „			-sneeuw	0.00	0.00 „
				Σ .last.max	2.69	1.35 kN/m ²
Geometrie	L = 3.00 m			berekening	D σ	M σ
					kN/m	kNm/m
					4.04	3.03
						δ .EI
						kNm ³
						1.42
Controle	Afmeting			Kwal.	Klim.kl.	
	b h			C24	I	
	50 150 mm ²			$f_{m,o,u,d}$ =	14.77	N/mm ²
	h.o.h = 600 mm			$f_{v,o,u,d}$ =	1.54	„
	$\delta_{toel.}$ = 0.005 * L			$E_{0,ser,d}$ =	11000	„
	M _{toel.} = 4.62 kNm/m			$\delta_{toel.}$ =	15	mm
	Q _{toel.} = 12.82 kN/m			EI =	257.81	kNm ² /m
<u>1-orde</u>	σ_{rel} = 0.66	< 1 akkoord				
	τ_{rel} = 0.32	< 1 akkoord				
	δ_{rel} = 0.37	< 1 akkoord				

randbalk 2 * 71 x 221 C24

belasting	verdeeld (rep)	aandeel
	kN/m ²	m
-perm.	0.30	1.50
-veranderlijk	1.75	1.50

belasting

Bepalende belasting is

-uiterste grenstoestand	f_{σ} =	4.04	kN/m
-bruikbaarheids grenstoestand	f_{δ} =	3.98	„

geometrie L_x = 5.00 m

Berekening	D	M	δ .EI
	kN	kNm	kNm ³
verdeelde	10.10	12.62	28.35

Controle	Afmeting	Kwaliteit	Klimaat
	b h	C24	I
	71 221 mm ²	$f_{m,o,u,d}$ =	14.77 N/mm ²
	stuks 2 st.	$f_{v,o,u,d}$ =	1.54 „
	k_{tr} = 1.0	$E_{0,ser,d}$ =	11000 „
	M _{toel.} = 17.1 kNm	$\delta_{toel.}$ =	20 mm
	Q _{toel.} = 32.2 kN	EI =	1405 kNm ²
	N _{toel.} = 463.5 kN	EA =	345202 kN

<u>1-orde</u>	τ_{rel} = 0.31
	$\sigma_{rel,o}$ = 0.00
	$\sigma_{rel,m}$ = 0.74
	δ_{rel} = 0.85 fout

controle dakligger bestand

Belasting f-last	perm.	verand.	aand.	perm.	verand.
karak.Lasten	kN/m ²	kN/m ²	m	kN/m ²	kN/m ²
dak	0.40	0.55	5.00	2.00	2.75
vloer	0.25	1.75	5.00	1.25	8.75

In bijlage A is de IPE300 ligger met $L = 10.50$ m gecontroleerd op de bovenstaande belasting
De maximale uitnutting bedraagt u.c. = $0.89 < 1$ (akkoord)

I.v.m. de doorbuiging dient er voldoende afschot aanwezig te zijn

Bestand : document1.xif2

Inhoudsopgave

1.1 KNOEPEN.....	2
1.2 STAVEN.....	2
1.3 PROFIELEN.....	2
1.4 BELASTINGSGEVALLEN.....	3
1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht.....	3
1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk.....	4
2.1 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT).....	5
2.1.2 Reactiekrachten.....	5
2.1.3 Staafreactiekrachten.....	6
2.1.4 Sneldekrachten en vervormingen.....	6
2.2 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT).....	6
2.2.2 Knoopverplaatsingen.....	6
2.2.3 Sneldekrachten en vervormingen.....	7
2.3 EN1993 TOETSINGEN.....	7
2.3.1 BEREKENING VAN UNITY CHECKS.....	7
Staal 1 - IPE300.....	7

1 Invoergegevens



1.1 KNOEPEN

Knoopnummer	Coördinaten		Opgelgngen		
	X (mm)	Z (mm)	Tx	Tz	Ry
1	0	0	A	A	
2	10500	0	A	A	

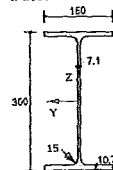
1.2 STAVEN

Staafnummer	Knoop van	Knoop naar	Staaf-type	Profiel	Lengte (mm)
1	1	2		IPE300	10500

1.3 PROFIELEN

Profielnummer	Naam	Gewicht (kg/m)	E (N/mm ²)	A (mm ²)	Iy (mm ⁴)	Wy,el.1 (mm ³)	Wy,el.2 (mm ³)
1	IPE300	42.3	210000	5384	83604134	657361	657361

IPE300



Materiaalgegevens

Staalsoort	S235
Elasticiteitsmodulus	E = 210000 N/mm ²

Doorsnedegegevens

Maximale coördinaat	y _{max} = 75.0 mm	z _{max} = 150.0 mm
Minimale coördinaat	y _{min} = -75.0 mm	z _{min} = -150.0 mm
Zwaartelijn	z _s = 0.0 mm	y _s = 0.0 mm
Oppervlak / Gewicht	A = 5383.6 mm ²	G = 42.3 kg/m



XFrame2d - 3.01.01



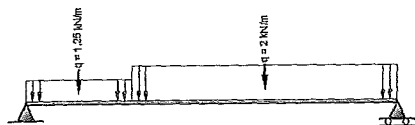
XFrame2d - 3.01.01

Statisch moment	S _y =	314339 mm ³	S _z =	62620 mm ³
Traagheidsmoment	I _y =	83604134 mm ⁴	I _z =	6038030 mm ⁴
Traagheidsstraal	i _y =	124.6 mm	i _z =	33.5 mm
Elastisch weerstandsmoment	W _{ycl} =	557361 mm ³	W _{ycl} =	80507 mm ³
Centrifugaalmoment	C _{yz} =	0 mm ³	hoek =	0.00 graden
Traagheidsmoment	I _{max} =	83604134 mm ⁴	I _{min} =	6038030 mm ⁴
Traagheidsstraal	i _{max} =	124.6 mm	i _{min} =	33.5 mm
Halveringslijn	z _h =	0.0 mm	y _h =	0.0 mm
Plastisch weerstandsmoment	W _{ycl} =	628677 mm ³	W _{ycl} =	125240 mm ³

1.4 BELASTINGSGEVALLEN

Nr.	Omschrijving	Type	ψ0	ψ1	ψ2
1	Permanent	Permanent incl. eigen gewicht	1.00	1.00	1.00
2	Veranderlijk	A:Woonfunctie en logiesfunctie	0.40	0.50	0.30

1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht

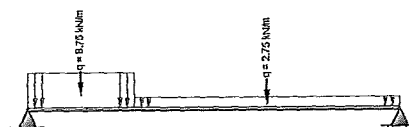


*) Belastingen a.g.v. eigen gewicht worden niet getekend!
Totaal eigen gewicht : 444 kg.

1.5.1 Staalbelastingen

Staafnummer	Type	Belasting	Hoek	Knoop	Afstand van a (mm)	L (mm)
1	ELq	-0.423 kN/m	0.0	1	0	10500
1	ELq	-2.000 kN/m	0.0	1	3000	7500
1	ELq	-1.250 kN/m	0.0	1	0	3000

1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk



1.6.1 Staalbelastingen

Staafnummer	Type	Belasting	Hoek	Knoop	Afstand van a (mm)	L (mm)
1	ELq	-8.750 kN/m	0.0	1	0	3000
1	ELq	-2.750 kN/m	0.0	1	3000	7500



XFrame2d - 3.01.01



XFrame2d - 3.01.01

2 Berekeningsresultaten

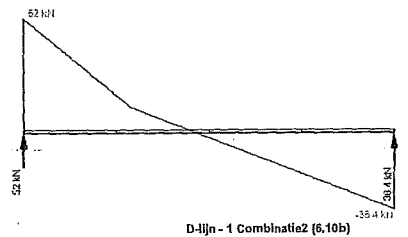
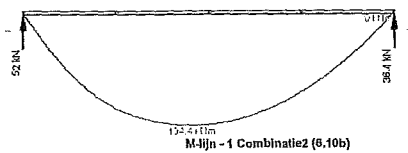
2.1 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT)

2.1.1 Belastingscombinaties

(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
1	Combinatie2 (6.10b)	UGT

Combinatie nummer	1	2
Belasting (w x v)	1,00x1,00	1,00x1,35



2.1.2 Reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1		51.973	
2	1		36.351	

Minimale / maximale waarden

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
2	1		36.351	
1	1		51.973	

2.1.3 Staaftactiekrachten

Staaft-nummer	Combinatie nummer	Knoop-nummer	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	1	1		51.973	
		2		36.351	

2.1.4 Snedekrachten en vervormingen

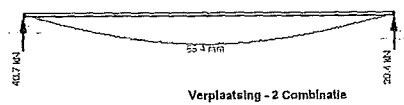
Staaft-nummer	Comb. nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]	df-lokaal [mm]
1	1	1	0	0.000	51.973	0.000	0.0
			3000	0.000	11.116	94.633	55.9
			4756	0.000	0.000	104.394	68.8
			5147	0.000	-2.391	103.943	69.3
			10500	0.000	-36.351	0.000	0.0

2.2 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)

2.2.1 Belastingscombinaties

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
2	Combinatie	BGT

Combinatie nummer	1	2
Belasting (w x v)	1,00x1,00	1,00x1,00



2.2.2 Knoopverplaatsingen

Knoop-nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	2	0.0	0.0	-17.7
2	2	0.0	0.0	16.5

Minimale / maximale waarden

Knoop-nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	2	0.0	0.0	-17.7
2	2	0.0	0.0	16.5

2.2.3 Snedekrachten en vervormingen

Staaft-nummer	Comb. nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]	df-lokaal [mm]
1	2	1	0	0.000	40.656	0.000	0.0
			3000	0.000	9.388	75.067	44.6
			4815	0.000	0.000	83.587	55.2
			5147	0.000	-1.717	83.302	55.4
			10500	0.000	-29.406	0.000	0.0

2.3 EN1993 TOETSINGEN

De toetsing van de staalprofielen in de uiterste grenstoestand volgens EN 1993-1-1 is gebaseerd op een geometrische niet-lineaire krachtsverdeling (tweede orde analyse) inclusief de gegeven imperfecties volgens art.5.3.2. (a) algemene initiële scheefstanden, volgens figuur 5.2)



Staaft-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
1	IPE300	1	1	6.2.5	0.71
		2	1	6.2.6	0.12
		1	1	6.2.8	0.64
		1	1	6.3.2.1	0.80

2.3.1 BEREKENING VAN UNITY CHECKS

Staaft 1 - IPE300

Buigend moment

Combinatie: 1 $x = 4756.3 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $My = 104.394 \text{ kNm}$

$$M_{y,Ed} = M_{y,Rd} = \frac{W_{ply} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{628677.1 \times 235}{1.00} \times 10^{-6} = 147.739 \text{ kNm} \quad \text{art. 6.2.5} \quad (6.13)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} = \frac{104.394}{147.739} = 0.71 < 1.0 \quad (6.12)$$

Dwarskracht (afschuiving)

art. 6.2.8

Combinatie: 2 $x = 0 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = 40.656 \text{ kN}$ $My = 0 \text{ kNm}$

$$V_{z,Ed} = V_{z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{2571 \times (235 / \sqrt{3})}{1.00} \times 10^{-3} = 348.8 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{z,Rd}} = \frac{40.7}{348.8} = 0.12 < 1.0 \quad (6.17)$$

Buiging en dwarskracht

art. 6.2.8

Combinatie: 1 $x = 3000 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = 11.116 \text{ kN}$ $My = 94.633 \text{ kNm}$

$$V_{z,Ed} = V_{z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{2571 \times (235 / \sqrt{3})}{1.00} \times 10^{-3} = 348.8 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$V_{z,Ed} = 11.116 \text{ kN} < V_{z,Rd} / 2 = 348.822 / 2 = 174.411 \text{ kN}$$

Het effect van de dwarskracht op de momentweerstand hoeft niet in rekening te worden gebracht. (2)

Kipstabiliteit

art. 6.3.2.1

Combinatie: 1 $x = 4756.3 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = 6.182 \text{ kN}$ $My = 104.394 \text{ kNm}$

Aantal kipsteunen: 3

Afstanden kipsteunen: 2625 2625 2625

$$d' = h - t = 300 - 10.7 = 289.3 \text{ mm} \quad l_w = \frac{(d')^2 b^3 t}{24} = \frac{(289.3)^2 \times 150^3 \times 10.7}{24} = 125934 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

torsieijtheld volgens Roark geval 26

$$I_1 = 202078 \text{ mm}^4$$

volgens NEN-EN 1993-1-1+C2:2011/NB:2011 figuren NB.33 en NB.34:

$$L_g = 10500 \text{ mm} \quad L_u = 2625 \text{ mm}$$

$$M_{x1,Ed} = 89.507 \text{ kNm} \quad M_{y2,Ed} = 103.623 \text{ kNm} \quad M_{yEd} (x=L_u/2=1313 \text{ mm}) = 102.272 \text{ kNm}$$

Berekende equivalente belasting $q = 6.628 \text{ kN/m}$

$$B^* = \frac{8 M}{|M| + q L_u^2} = \frac{8 \times 103.623 \times 10^6}{8 \times |103.623 \times 10^6| + 6.628 \times 2625^2} = 0.948 \quad \text{D.4.3 (3)}$$

$$\beta = \frac{M_{y1,Ed}}{M_{y2,Ed}} = \frac{89.507}{103.623} = 0.864 \quad C_1 = 1.239 \quad C_2 = -0.028$$

aangrijpingspunt belasting op $z = 150 \text{ mm}$

$$L_{y0} = (1.4 - (0.8 \times \beta)) \times L_u = (1.4 - (0.8 \times 0.864)) \times 2625 = 1881 \text{ mm} \rightarrow L_{y0} = 2625 \text{ mm}$$

$$S = \frac{h}{2} \times \sqrt{\frac{E \times I_z}{G \times I_t}} = \frac{300}{2} \times \sqrt{\frac{210000 \times 6038030}{80769 \times 202078}} = 1322 \text{ mm} \quad (\text{NB.169})$$

$$C = \frac{\pi \times C_1 \times L_g}{L_{kp}} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times S^2}{L_{kp}^2} \times (C_2^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times C_2 \times S}{L_{kp}} \right) = \quad (\text{NB.157})$$

$$= \frac{\pi \times 1.239 \times 10500}{2625} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times 1322^2}{2625^2} \times (-0.028^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times -0.028 \times 1322}{2625} \right) = 28.463$$

$$h/t_w = 300/7.1 = 42.3 < 75 \quad \rightarrow k_{red} = 1 \quad (\text{NB.153})$$

$$M_{\sigma} = k_{red} \times \frac{C}{L_g} \times \sqrt{E \times I_z \times G \times I_t} = \quad (\text{NB.148})$$

$$= 1 \times \frac{28.463}{10500} \times \sqrt{210000 \times 6038030 \times 80769 \times 202078} \times 10^{-6} = 389.968 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{u1} = \pi \sqrt{\frac{N_y f_y}{M_{\sigma}}} = \pi \sqrt{\frac{528677 \times 235}{389968418}} = 0.616 > \lambda_{u0} = 0.4$$

$$\text{Kipkromme a} \quad \alpha_{u1} = 0.21$$

$$\Phi_{u1} = 0.5 [1 + \alpha_{u1} (\lambda_{u1} - 0.2) + \lambda_{u1}^2] = 0.5 [1 + 0.21 \times (0.616 - 0.2) + 0.616^2] = 0.733$$

$$\chi_{u1} = \frac{1}{\Phi_{u1} + \sqrt{\Phi_{u1}^2 - \lambda_{u1}^2}} = \frac{1}{0.733 + \sqrt{0.733^2 - 0.616^2}} = 0.884 \quad (\text{5.55})$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{u1} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0.884 \times 528677.1 \times \frac{235}{1.00} \times 10^{-6} = 130.6 \text{ kNm} \quad (\text{5.55})$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{104.4}{130.6} = 0.80 < 1.0 \quad (\text{5.54})$$