

Bind A1 og A2

Statiske beregninger med projektgrundlag

Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus



Google Street View af byggegrund.

COREWOOD

- KERNEN TIL ET GODT BYGGERI

Sagsnummer for Corewood C24-29

*Civilingeniør - Master of Science in Engineering
Thorvald Johannes Pedersen*

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 08-11 2024	Side:

Indholdsfortegnelse.

1. Indledning	side 1.1 - 1.2
2. Lastopgørelse	side 2.1 - 2.5
3. Lastkombinationer	side 3.1 - 3.16
4. Konstruktionsberegninger	side 4.1 - 4.120
<i>Herunder:</i>	
<i>Bjælkespær</i>	<i>side 4.1 - 4.10</i>
<i>Limtræsbjælker - kehlbjælker</i>	<i>side 4.11 - 4.32</i>
<i>Limtræsbjælker - øvrige</i>	<i>side 4.33 - 4.74</i>
<i>Bjælker for overdækkede partier</i>	<i>side 4.75 - 4.84</i>
<i>Søjler / stolper</i>	<i>side 4.85 - 4.109</i>
<i>Bjælker, søjler / stolper - opsummering</i>	<i>side 4.110</i>
<i>Ydervægge</i>	<i>side 4.111 - 4.120</i>
5. Stabilitetsberegninger	side 5.1 - 5.79
6. Fundamentsberegninger	side 6.1 - 6.30
7. Diverse beregninger - samlinger	side 7.1 - 7.5
8. Appendix - oversigtstegninger med resultater	side 8.1 - 8.5

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført. af: TJP	Dato: 23-10 2024	Side:

Kapitel 1.

Indledning

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 17-10 2024	Side: 1.1

1. Indledning og projektgrundlag.

På en byggegrund på ovenstående adresse ønsker bygherre at bygge et nyt enfamilieshus.

Bygherre har skitseret / tegnet huset, med plantegning, principsnit, principdetalje for fundamentsdetalje, facader o.lign. Huset er et 1-plans hus, der i en L-form, næsten U-form, former sig rundt om noget beplantning og træer på grunden, der ønskes bevaret. Men ellers er huset designet med 3 værelser inkl. soveværelse, køkken / alrum og integreret garage. Naboen har et ønske om at huset ikke skal være meget mere end ca. 3,5 m højt, hvorfor bygherre har designet huset med et lidt specielt pulntag, der i et snit minder om en kasket - dette også for at få relativt store udhæng på ca. 0,75 m. Dette sammen med husets grundform, vil give huset et karakteristisk udtryk, set udefra. Huset har et fodaftryk på i grove træk 162 m².

Den grundlæggende tanke er at bygge huset med en så vid udstrækning af miljø- og indeklimateknologiske byggematerialer som muligt. Byggeriet skal således bygges i træskelet konstruktioner og bjælkespær i taget, med ydervægge og tag isoleret med træfiber isolering. Facaderne udføres i træ og taget er tænkt som et tagpap tag med lister (kunne være Rhepanol for et mere miljøvenligt alternativ).

Den maksimale spændvidde for konstruktioner er ca. 3,3-6,0 m og bygningen er i 1 etage. Der anvendes træskelet og bjælkespær som konstruktionsmateriale og konstruktioner og lastnedføring er således simple og veldefinerede. Der er tale om et enfamilieshus.

Ud fra ovenstående beskrivelse kan bygningen umiddelbart indplaceres i konsekvensklasse CC2, konstruktionsklasse KK1 og i brandklasse BK1.

Disse statiske beregninger dækker lodret og vandret lastnedføring til overside fundament, samt konstruktionsberegninger for de bærende trækonstruktioner og alle øvrige relevante konstruktioner i forbindelse med huset i øvrigt, inkl. fundamenter.

Beregningerne udføres i henhold til gældende Eurocodes, såsom f.eks.:

- DS/EN 1990, Eurocode 0 Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner.
- DS/EN 1991, Eurocode 1 Last på bærende konstruktioner.
- DS/EN 1992, Eurocode 2 Betonkonstruktioner.
- DS/EN 1993, Eurocode 3 Stålkonstruktioner.
- DS/EN 1994, Eurocode 4 Kompositkonstruktioner.
- DS/EN 1995, Eurocode 5 Trækonstruktioner.
- DS/EN 1996, Eurocode 6 Murværkskonstruktioner.
- DS/EN 1997, Eurocode 7 Geoteknik
- DS/EN 1998, Eurocode 8 Konstruktioner i seismiske områder
- DS/EN 1999, Eurocode 9 Aluminiumskonstruktioner

I det foreliggende projekt, vil det primært være Eurocode 0, 1, 2, 5 og 7, der i større eller mindre grad er relevante.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 17-10 2024	Side: 1.2

1. Indledning og projektgrundlag.

Herunder angives de materialespecifikke parametre, der anvendes i beregningerne.

Sikkerhedsklasse: 2 - konsekvensklasse CC2.

Kontrolklasse: Normal.

Træ: Konstruktionstræ C18 eller C24 iht. beregninger.

Limtræ: GL24c / GL24h eller bedre, iht. beregninger.

Betonkvalitet: C20/25 eller bedre iht. statiske beregninger (fundamentsbeton og terrændæk).

Eksponeringsklasse: XC1 (fundamenter), XC2 (dele som er eksponeret udvendigt) og for indvendige bygningsdele, X0.

Miljøklasse: Passiv/moderat.

Revnevidder max. 0,4 mm.

Geoteknisk klasse 2.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført. af: TJP	Dato: 23-10 2024	Side:

Kapitel 2.

Lastopgørelse

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 17-10 2024	Side: 2.1

2. Last specifikation.

Permanent last.

Tagkonstruktion.

- Fladelaster fra permanent last:

2 lag tagpap eller tagmembran som f.eks. Rhepanol	=	0,10 kN/m ²
18 mm tagkrydsfinér	=	0,12 kN/m ²
Opbygning for ventileret hulrum	=	0,05 kN/m ²
40 mm træfiber undertagsplade	=	0,09 kN/m ²
45x365 mm spær (inkl. 70 mm påforing), cc 600 mm	=	0,13 kN/m ²
365 mm træfiber isolering	=	0,20 kN/m ²
15 mm LivingBoard, ESB el.lign.	=	0,10 kN/m ²
45 mm installationsloft, med isolering	=	0,05 kN/m ²
15 mm loft, f.eks. gips	=	0,14 kN/m ²
Installationer (inkl. muligheden for solceller)	=	0,25 kN/m ²
Total:	=	1,23 kN/m²

Spændvidder for taget - giver linie laster på væggene:

a)	8,30 m	- Tag over køkken/alrum og soveværelse.
b)	2,40 m	- Yderste del af tag over garage.
c)	3,70 m	- Inderste del af tag over garage.
d)	2,40 m	- Yderste del af tag over bryggers.
e)	5,70 m	- Inderste del af tag over bryggers.
f)	6,80 m	- Tag over værelsesafdeling.
g)	2,40 m	- Yderste del af tag over værelse 1, mod nord.
h)	4,50 m	- Inderste del af tag over værelse 1, mod nord.

Linie laster på vægge, fra permanent last:

Taghældning: α = 6 grader

R(8,3)	=	$0,5 * 8,3 * 1,23 / \cos(6)$	=	5,13 kN/m
R(2,4)	=	$0,5 * 2,4 * 1,23 / \cos(6)$	=	1,48 kN/m
R(3,7)	=	$0,5 * 3,7 * 1,23 / \cos(6)$	=	2,29 kN/m
R(2,4)	=	$0,5 * 2,4 * 1,23 / \cos(6)$	=	1,48 kN/m
R(5,7)	=	$0,5 * 5,7 * 1,23 / \cos(6)$	=	3,52 kN/m
R(6,8)	=	$0,5 * 6,8 * 1,23 / \cos(6)$	=	4,21 kN/m
R(2,4)	=	$0,5 * 2,4 * 1,23 / \cos(6)$	=	1,48 kN/m
R(4,5)	=	$0,5 * 4,5 * 1,23 / \cos(6)$	=	2,78 kN/m

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 17-10 2024	Side: 2.2

Natur laster.

Snelast.

α	=	6 grader
μ_1	=	0,80 - Anvendes for pulntag iht. DS/EN 1991-1-3.
μ_2	=	0,80
μ_3	=	0,96
s_0	=	1,00 kN/m ²

Linie laster på vægge fra snelast, (samme spændvidder som på forrige side):

R(8,3)	=	$0,5 * 0,8 * 8,3 * 1$	=	3,32 kN/m
R(2,4)	=	$0,5 * 0,8 * 2,4 * 1$	=	0,96 kN/m
R(3,7)	=	$0,5 * 0,8 * 3,7 * 1$	=	1,48 kN/m
R(2,4)	=	$0,5 * 0,8 * 2,4 * 1$	=	0,96 kN/m
R(5,7)	=	$0,5 * 0,8 * 5,7 * 1$	=	2,28 kN/m
R(6,8)	=	$0,5 * 0,8 * 6,8 * 1$	=	2,72 kN/m
R(2,4)	=	$0,5 * 0,8 * 2,4 * 1$	=	0,96 kN/m
R(4,5)	=	$0,5 * 0,8 * 4,5 * 1$	=	1,80 kN/m

Vind last - karakteristisk maksimalt hastighedstryk.

z_0	=	0,05
h_{kip}	=	3,6 m
V_{ref}	=	24,0 m/s
q_k	=	0,65 kN/m ²

Noter til beregningen.

Der er regnet med vægt af solceller, således at der er mulighed for, evt. i fremtiden, at sætte solceller på taget. Mht. vindlast regnes der terræn kategorien, landbrugsland, idét ejendommen ligger tæt på deciderede landbrugsområder.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 17-10 2024	Side: 2.3

2. Last specifikation.

Variabel last (naturlast).

Vindlast.

- Bidrag til lodret last fra vindlast på skrå tage, ned på de lodrette bærende dele;

Karakteristisk vindlast fra beregningen, side 2.2 = 0,65 kN/m²

Type af tag: Saddeltag.

Taghældning 1: α = 6 grader mod nord.

Tilsvarende generel formfaktor for vindtryk iht. DS/EN 1991: = 0

Formfaktor for indvendigt vindsug: 0,3

De totale formfaktorer for taghældning 1 og 2:

Total formfaktor for taghældning 1: $0 + 0,3 = 0,3$

Karakteristisk vindlast for taghældning 1:

$q_{k,1} = 0,65 * 0,3 = 0,20$ kN/m²

Spændvidder for taget - giver linie laster på væggene:

- a) 8,30 m - Tag over køkken/alrum og soveværelse.
- b) 2,40 m - Yderste del af tag over garage.
- c) 3,70 m - Inderste del af tag over garage.
- d) 2,40 m - Yderste del af tag over bryggers.
- e) 5,70 m - Inderste del af tag over bryggers.
- f) 6,80 m - Tag over værelsesafdeling.
- g) 2,40 m - Yderste del af tag over værelse 1, mod nord.
- h) 4,50 m - Inderste del af tag over værelse 1, mod nord.

Linie laster på vægge, fra vindlast:

$R(8,3) = (0,5 * 8,3 * 0,2) * \cos(6) = 0,83$ kN/m
 $R(2,4) = (0,5 * 2,4 * 0,2) * \cos(6) = 0,24$ kN/m
 $R(3,7) = (0,5 * 3,7 * 0,2) * \cos(6) = 0,37$ kN/m
 $R(2,4) = (0,5 * 2,4 * 0,2) * \cos(6) = 0,24$ kN/m
 $R(5,7) = (0,5 * 5,7 * 0,2) * \cos(6) = 0,57$ kN/m
 $R(6,8) = (0,5 * 6,8 * 0,2) * \cos(6) = 0,68$ kN/m
 $R(2,4) = (0,5 * 2,4 * 0,2) * \cos(6) = 0,24$ kN/m
 $R(4,5) = (0,5 * 4,5 * 0,2) * \cos(6) = 0,45$ kN/m

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 2.4

2. Last specifikation.

Permanent last.

Vægkonstruktion.

Væghøjde for vægge i gennemsnit ca.: 2,60 m

Træ ydervægge med træfacade, fra indvendig side:

Indvendig beklædning, f.eks. 12,5 mm fibergips plade	=	0,14 kN/m ²
95 mm træskelet konstruktion (installationsvæg) cc 600 mm	=	0,03 kN/m ²
95 mm træfiber isolering	=	0,05 kN/m ²
Dampbremse som 15 mm Livingboard / OSB/4 el.lign.	=	0,10 kN/m ²
195 mm træskelet konstruktion cc 600 mm	=	0,07 kN/m ²
195 mm træfiber isolering	=	0,10 kN/m ²
40 mm træfiber vindspærreplade	=	0,09 kN/m ²
25x50 mm ventilationslister, evt. krydslægning for facadetræ		0,04 kN/m ²
25 mm træfacade	=	0,11 kN/m ²
Total:	=	0,73 kN/m²

Egenlast g,1 = $2,6 * 0,73$ = 1,90 kN/m

Indvendige vægge, generelt:

12,5 mm fibergipsplader	=	0,14 kN/m ²
Trækonstruktion, baseret på 45x95 mm træskelet cc 600 mm	=	0,03 kN/m ²
95 mm træfiberisolering	=	0,05 kN/m ²
12,5 mm fibergipsplader	=	0,14 kN/m ²
Total:	=	0,36 kN/m²

Egenlast g,2 = $2,6 * 0,36$ = 0,94 kN/m

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført. af: TJP	Dato: 23-10 2024	Side:

Kapitel 3.

Lastkombinationer

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 3.1

3. Last kombinationer.

Størst lodret last på ydervægge, ved køkken-alrum og soveværelse.

Reference spænd-
vidder og linielaster,
side: 2.5

Lastkombination 1: 1.00xG + 1.5xS + 1.5x0.5xQ

q - variabel last:	$1,5 * 3,32 + 0,5 * 0,83$	=	5,40 kN/m
g - permanent last:	$1 * 5,13$	=	5,13 kN/m
<i>Total, Q,d:</i>		=	<i>10,53 kN/m</i>

Lastkombination 2: 1.2xG

q - variabel last:		=	0,00 kN/m
g - permanent last:	$1,2 * 5,13$	=	6,16 kN/m
<i>Total, Q,d:</i>		=	<i>6,16 kN/m</i>

Lastkombination 3, for karakteristisk last:

q - variabel last:	$1 * 3,32 + 1 * 0,83$	=	4,15 kN/m
g - permanent last:	$1 * 5,13$	=	5,13 kN/m
<i>Total, Q,k:</i>		=	<i>9,28 kN/m</i>

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 3.2

3. Last kombinationer.

Lodret last på ydervæg ved garage.

Reference spænd-
vidder og linielaster,
side: 2.5

Lastkombination 1: 1.00xG + 1.5xS + 1.5x0.5xQ

q - variabel last:	$1,5 * 0,96 + 0,5 * 0,24$	=	1,56 kN/m
g - permanent last:	$1 * 1,48$	=	1,48 kN/m
<i>Total, Q,d:</i>		=	<i>3,04 kN/m</i>

Lastkombination 2: 1.2xG

q - variabel last:		=	0,00 kN/m
g - permanent last:	$1,2 * 1,48$	=	1,78 kN/m
<i>Total, Q,d:</i>		=	<i>1,78 kN/m</i>

Lastkombination 3, for karakteristisk last:

q - variabel last:	$1 * 0,96 + 1 * 0,24$	=	1,20 kN/m
g - permanent last:	$1 * 1,48$	=	1,48 kN/m
<i>Total, Q,k:</i>		=	<i>2,68 kN/m</i>

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 3.3

3. Last kombinationer.

Størst lodret last på indervæg ved garage.

Reference spænd-
vidder og linielaster,
side: 2.5

Lastkombination 1: 1.00xG + 1.5xS + 1.5x0.5xQ

q - variabel last:	$1,5 * 1,48 + 0,5 * 0,37$	=	2,41 kN/m
g - permanent last:	$1 * 2,29$	=	2,29 kN/m
<i>Total, Q,d:</i>		=	<i>4,70 kN/m</i>

Lastkombination 2: 1.2xG

q - variabel last:		=	0,00 kN/m
g - permanent last:	$1,2 * 2,29$	=	2,75 kN/m
<i>Total, Q,d:</i>		=	<i>2,75 kN/m</i>

Lastkombination 3, for karakteristisk last:

q - variabel last:	$1 * 1,48 + 1 * 0,37$	=	1,85 kN/m
g - permanent last:	$1 * 2,29$	=	2,29 kN/m
<i>Total, Q,k:</i>		=	<i>4,14 kN/m</i>

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 3.4

3. Last kombinationer.

Lodret last på bjælke for tagoverdækning ved bryggers.

Reference spænd-
vidder og linielaster,
side: 2.5

Lastkombination 1: 1.00xG + 1.5xS + 1.5x0.5xQ

q - variabel last:	$1,5 * 0,96 + 0,5 * 0,24$	=	1,56 kN/m
g - permanent last:	$1 * 1,48$	=	1,48 kN/m
<i>Total, Q,d:</i>		=	<i>3,04 kN/m</i>

Lastkombination 2: 1.2xG

q - variabel last:		=	0,00 kN/m
g - permanent last:	$1,2 * 1,48$	=	1,78 kN/m
<i>Total, Q,d:</i>		=	<i>1,78 kN/m</i>

Lastkombination 3, for karakteristisk last:

q - variabel last:	$1 * 0,96 + 1 * 0,24$	=	1,20 kN/m
g - permanent last:	$1 * 1,48$	=	1,48 kN/m
<i>Total, Q,k:</i>		=	<i>2,68 kN/m</i>

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 3.5

3. Last kombinationer.

Størst lodret last på ydervæg ved bryggers.

Reference spænd-
vidder og linielaster,
side: 2.5

Lastkombination 1: 1.00xG + 1.5xS + 1.5x0.5xQ

q - variabel last:	$1,5*(0,96 + 2,28) + 0,5*(0,24 + 0,57)$	=	5,27 kN/m
g - permanent last:	$1*(1,48 + 3,52)$	=	5,00 kN/m
Total, Q,d:		=	10,27 kN/m

Lastkombination 2: 1.2xG

q - variabel last:		=	0,00 kN/m
g - permanent last:	$1,2*(1,48 + 3,52)$	=	6,00 kN/m
Total, Q,d:		=	6,00 kN/m

Lastkombination 3, for karakteristisk last:

q - variabel last:	$1*(0,96 + 2,28) + 1*(0,24 + 0,57)$	=	4,05 kN/m
g - permanent last:	$1*(1,48 + 3,52)$	=	5,00 kN/m
Total, Q,k:		=	9,05 kN/m

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 3.6

3. Last kombinationer.

Størst lodret last på ydervæg modsat bryggers.

Reference spænd-
vidder og linielaster,
side: 2.5

Lastkombination 1: 1.00xG + 1.5xS + 1.5x0.5xQ

q - variabel last:	$1,5 * 2,28 + 0,5 * 0,57$	=	3,71 kN/m
g - permanent last:	$1 * 3,52$	=	3,52 kN/m
Total, Q,d:		=	7,23 kN/m

Lastkombination 2: 1.2xG

q - variabel last:		=	0,00 kN/m
g - permanent last:	$1,2 * 3,52$	=	4,22 kN/m
Total, Q,d:		=	4,22 kN/m

Lastkombination 3, for karakteristisk last:

q - variabel last:	$1 * 2,28 + 1 * 0,57$	=	2,85 kN/m
g - permanent last:	$1 * 3,52$	=	3,52 kN/m
Total, Q,k:		=	6,37 kN/m

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 3.7

3. Last kombinationer.

Lodret last på ydervægge i værelsesafdeling.

Reference spænd-
vidder og linielaster,
side: 2.5

Lastkombination 1: 1.00xG + 1.5xS + 1.5x0.5xQ

q - variabel last:	$1,5 * 2,72 + 0,5 * 0,68$	=	4,42 kN/m
g - permanent last:	$1 * 4,21$	=	4,21 kN/m
<i>Total, Q,d:</i>		=	<i>8,63 kN/m</i>

Lastkombination 2: 1.2xG

q - variabel last:		=	0,00 kN/m
g - permanent last:	$1,2 * 4,21$	=	5,05 kN/m
<i>Total, Q,d:</i>		=	<i>5,05 kN/m</i>

Lastkombination 3, for karakteristisk last:

q - variabel last:	$1 * 2,72 + 1 * 0,68$	=	3,40 kN/m
g - permanent last:	$1 * 4,21$	=	4,21 kN/m
<i>Total, Q,k:</i>		=	<i>7,61 kN/m</i>

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 3.8

3. Last kombinationer.

Lodret last på bjælke for tagoverdækning ved værelse mod nord.

Reference spænd-
vidder og linielaster,
side: 2.5

Lastkombination 1: 1.00xG + 1.5xS + 1.5x0.5xQ

q - variabel last:	$1,5 * 0,96 + 0,5 * 0,24$	=	1,56 kN/m
g - permanent last:	$1 * 1,48$	=	1,48 kN/m
<i>Total, Q,d:</i>		=	<i>3,04 kN/m</i>

Lastkombination 2: 1.2xG

q - variabel last:		=	0,00 kN/m
g - permanent last:	$1,2 * 1,48$	=	1,78 kN/m
<i>Total, Q,d:</i>		=	<i>1,78 kN/m</i>

Lastkombination 3, for karakteristisk last:

q - variabel last:	$1 * 0,96 + 1 * 0,24$	=	1,20 kN/m
g - permanent last:	$1 * 1,48$	=	1,48 kN/m
<i>Total, Q,k:</i>		=	<i>2,68 kN/m</i>

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 3.9

3. Last kombinationer.

Størst lodret last på ydervæg ved værelse mod nord.

Reference spændvidder og linielaster, side: 2.5

Lastkombination 1: 1.00xG + 1.5xS + 1.5x0.5xQ

q - variabel last:	$1,5 * (0,96 + 1,8) + 0,5 * (0,24 + 0,45)$	=	4,49 kN/m
g - permanent last:	$1 * (1,48 + 2,78)$	=	4,26 kN/m
Total, Q,d:		=	8,75 kN/m

Lastkombination 2: 1.2xG

q - variabel last:		=	0,00 kN/m
g - permanent last:	$1,2 * (1,48 + 2,78)$	=	5,11 kN/m
Total, Q,d:		=	5,11 kN/m

Lastkombination 3, for karakteristisk last:

q - variabel last:	$1 * (0,96 + 1,8) + 1 * (0,24 + 0,45)$	=	3,45 kN/m
g - permanent last:	$1 * (1,48 + 2,78)$	=	4,26 kN/m
Total, Q,k:		=	7,71 kN/m

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 3.10

3. Last kombinationer.

Lodret last på ydervægge mod øst ved værelse mod nord.

Reference spænd-
vidder og linielaster,
side: 2.5

Lastkombination 1: 1.00xG + 1.5xS + 1.5x0.5xQ

q - variabel last:	$1,5 * 1,8 + 0,5 * 0,45$	=	2,93 kN/m
g - permanent last:	$1 * 2,78$	=	2,78 kN/m
Total, Q,d:		=	5,71 kN/m

Lastkombination 2: 1.2xG

q - variabel last:		=	0,00 kN/m
g - permanent last:	$1,2 * 2,78$	=	3,34 kN/m
Total, Q,d:		=	3,34 kN/m

Lastkombination 3, for karakteristisk last:

q - variabel last:	$1 * 1,8 + 1 * 0,45$	=	2,25 kN/m
g - permanent last:	$1 * 2,78$	=	2,78 kN/m
Total, Q,k:		=	5,03 kN/m

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 3.11

3. Last kombinationer.

Størst lodret last på bjælke mellem køkken-alrum og soveværelse.

Reference spændvidder og linielaster, side: 2.5

Lastkombination 1: 1.00xG + 1.5xS + 1.5x0.5xQ

q - variabel last:	$1,5 * 3,32 * 2,0 + 0,5 * 0,83 * 2,0$	=	10,79 kN/m
g - permanent last:	$1 * 5,13 * 2,0$	=	10,26 kN/m
Total, Q,d:		=	21,05 kN/m

Lastkombination 2: 1.2xG

q - variabel last:		=	0,00 kN/m
g - permanent last:	$1,2 * 5,13 * 2,0$	=	12,31 kN/m
Total, Q,d:		=	12,31 kN/m

Lastkombination 3, for karakteristisk last:

q - variabel last:	$1 * 3,32 * 2,0 + 1 * 0,83 * 2,0$	=	8,30 kN/m
g - permanent last:	$1 * 5,13 * 2,0$	=	10,26 kN/m
Total, Q,k:		=	18,56 kN/m

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 3.12

3. Last kombinationer.

Størst lodret last på bjælke mellem køkken-alrum og garage/bryggers.

Reference spænd-
vidder og linielaster,
side: 2.5

Lastkombination 1: 1.00xG + 1.5xS + 1.5x0.5xQ

q - variabel last:	$1,5*(3,32 + 2,28) + 0,5*(0,83 + 0,57)$	=	9,10 kN/m
g - permanent last:	$1*(5,13 + 3,52)$	=	8,65 kN/m
<i>Total, Q,d:</i>		=	17,75 kN/m

Lastkombination 2: 1.2xG

q - variabel last:		=	0,00 kN/m
g - permanent last:	$1,2*(5,13 + 3,52)$	=	10,38 kN/m
<i>Total, Q,d:</i>		=	10,38 kN/m

Lastkombination 3, for karakteristisk last:

q - variabel last:	$1*(3,32 + 2,28) + 1*(0,83 + 0,57)$	=	7,00 kN/m
g - permanent last:	$1*(5,13 + 3,52)$	=	8,65 kN/m
<i>Total, Q,k:</i>		=	15,65 kN/m

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 3.13

3. Last kombinationer.

Størst lodret last på bjælke over garage.

Reference spænd-
vidder og linielaster,
side: 2.5

Lastkombination 1: 1.00xG + 1.5xS + 1.5x0.5xQ

q - variabel last:	$1,5*(0,96 + 1,48) + 0,5*(0,24 + 0,37)$	=	3,97 kN/m
g - permanent last:	$1*(1,48 + 2,29)$	=	3,77 kN/m
Total, Q,d:		=	7,74 kN/m

Lastkombination 2: 1.2xG

q - variabel last:		=	0,00 kN/m
g - permanent last:	$1,2*(1,48 + 2,29)$	=	4,52 kN/m
Total, Q,d:		=	4,52 kN/m

Lastkombination 3, for karakteristisk last:

q - variabel last:	$1*(0,96 + 1,48) + 1*(0,24 + 0,37)$	=	3,05 kN/m
g - permanent last:	$1*(1,48 + 2,29)$	=	3,77 kN/m
Total, Q,k:		=	6,82 kN/m

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 3.14

3. Last kombinationer.

Størst lodret last på portoverligger ved garage.

Reference spænd-
vidder og linielaster,
side: 2.5

Lastkombination 1: 1.00xG + 1.5xS + 1.5x0.5xQ

q - variabel last:	$1,5 * 1,48 + 0,5 * 0,37$	=	2,41 kN/m
g - permanent last:	$1 * 2,29$	=	2,29 kN/m
<i>Total, Q,d:</i>		=	<i>4,70 kN/m</i>

Lastkombination 2: 1.2xG

q - variabel last:		=	0,00 kN/m
g - permanent last:	$1,2 * 2,29$	=	2,75 kN/m
<i>Total, Q,d:</i>		=	<i>2,75 kN/m</i>

Lastkombination 3, for karakteristisk last:

q - variabel last:	$1 * 1,48 + 1 * 0,37$	=	1,85 kN/m
g - permanent last:	$1 * 2,29$	=	2,29 kN/m
<i>Total, Q,k:</i>		=	<i>4,14 kN/m</i>

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 3.15

3. Last kombinationer.

Størst lodret last på fundamenter under ydervægge.

Reference spænd-
vidder og linielaster,
side: 2.5

Lastkombination 1: 1.00xG + 1.5xS + 1.5x0.5xQ

q - variabel last:	$1,5 * 3,32 + 0,5 * 0,83$	=	5,40 kN/m
g - permanent last:	$1 * (5,13 + 1,9)$	=	7,03 kN/m
Total, Q,d:		=	12,43 kN/m

Lastkombination 2: 1.2xG

q - variabel last:		=	0,00 kN/m
g - permanent last:	$1,2 * (5,13 + 1,9)$	=	8,44 kN/m
Total, Q,d:		=	8,44 kN/m

Lastkombination 3, for karakteristisk last:

q - variabel last:	$1 * 3,32 + 1 * 0,83$	=	4,15 kN/m
g - permanent last:	$1 * (5,13 + 1,9)$	=	7,03 kN/m
Total, Q,k:		=	11,18 kN/m

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 3.16

3. Opsummering af lastkombinationer.

Herunder opsummeres lastkombinationerne skematisk.

	Lastkombination 1	Lastkombination 2	Lastkombination 3*
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
Stueetage, overside væg.			
Ydervæg, køkken og soveværelse	10,53	6,16	5,13
Ydervæg ved garage	3,04	1,78	1,48
Indervæg ved garage	4,70	2,75	2,29
Bjælke for tag ved bryggers	3,04	1,78	1,48
Ydervæg ved bryggers	10,27	6,00	5,00
Ydervæg modsat bryggers	7,23	4,22	3,52
Ydervægge i værelsesafdeling	8,63	5,05	4,21
Bjælke for tag ved værelse mod nord	3,04	1,78	1,48
Ydervæg ved værelse mod nord	8,75	5,11	4,26
Ydervæg øst ved værelse mod nord	5,71	3,34	2,78
Bjælke ml. køkken og soveværelse	21,05	12,31	10,26
Bjælke ml. køkken og garage	17,75	10,38	8,65
Bjælke over garage	7,74	4,52	3,77
Portoverligger ved garage	4,70	2,75	2,29
Overside fundamentslinier.			
Ydervæg, køkken og soveværelse	12,43	8,44	

* Kun egenvægt er skrevet her - til brug for stabilitets beregninger.

De største laster for hhv. ydervægge, eventuelle bærende indvendige vægge og fundamenter er markeret.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført. af: TJP	Dato: 23-10 2024	Side:

Kapitel 4.

Konstruktionsberegninger

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 4.1

4. Konstruktionsberegninger.

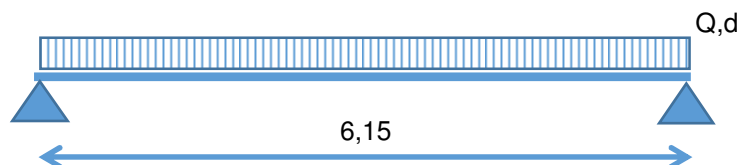
1. Indledning.

I dette kapitel kigger vi på beregning, eftervisning og dimensionering af diverse bærende konstruktioner, fra overside fundamentsniveau og op.

I dette tilfælde således beregning af de bærende søjler og bjælker, bjælkelag, vægge o.lign.

2. Bjælkespær i taget.

Her beregnes bjælkespærerne i taget. Spærerne regnes med en spændvidde på 6,15 m (fra center til center af træskelet) og desuden med en cc afstand på: 0,6 m



Belastningerne på bjælkespærerne, baseret på på side 2.1-3:

g,k	=	1,23 * 0,6	=	0,74 kN/m
s,k	=	1 * 0,8 * 0,6	=	0,48 kN/m
w,k	=	0,2 * 0,6	=	0,12 kN/m
g,k + s,k + w,k	=		=	1,34 kN/m
Q,d	=	0,74 + 1,5 * 0,48 + 0,5 * 0,12	=	1,52 kN/m

Bjælken beregnes på de næste sider.

Af beregningerne ses det at en bjælke som:

- Spærtræ C24, 45x365 mm (45x295 + 45x70 mm), cc 600 mm.

- Har tilstrækkelig styrke og stivhed. Bæreevne udnyttelsen beregnes til 44% og nedbøjningen på midten beregnes til 11,6 mm (17,1 mm i langtidsnedbøjning).

Denne beregning regnes som generel beregning for alle spær, da øvrige spær har mindre spændvidde. Pga. den relativt store nedbøjning (som dog er indenfor accepterede tommelfinger regler), kan det evt. over køkken/alrum og soveværelse, overvejes at montere spærerne cc 400 mm.

Vederlagsreaktioner, til eventuelle søjleberegninger eller andre relevante beregninger:

P,g,k	=	0,74 * 6,15 * 0,5	=	2,28 kN
P,s,k	=	0,48 * 6,15 * 0,5	=	1,48 kN
P,w,k	=	0,12 * 6,15 * 0,5	=	0,37 kN
P,d	=	1,34 * 6,15 * 0,5	=	4,12 kN



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

2. Bjælkespær i taget.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

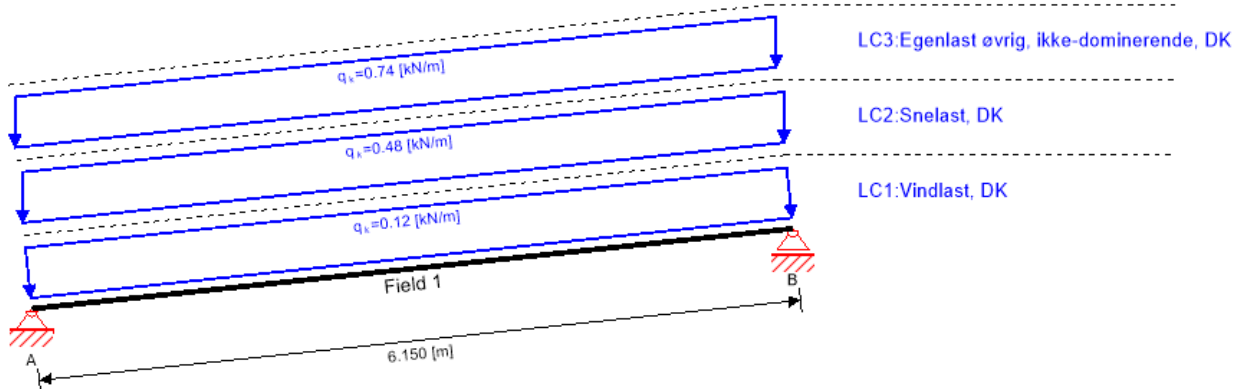
C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

System



Global utilization ratio

97 %

ULS	44 %	ULS Fire	0 %	SLS	97 %	Vibration	0 %	Support	-1 %	Void	-1 %
-----	------	----------	-----	-----	------	-----------	-----	---------	------	------	------

Product data

Section: Wooden beam 4.5/36.5



Section width	Section height	Area	I_y	I_z
[cm]	[cm]	[mm ²]	[mm ⁴]	[mm ⁴]
4.5	36.5	16,425	182,351,700	2,771,719

Material values

Material	$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	$f_{r,k \min}$	$E_{0,mean}$	G_{mean}	$E_{0,5}$
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
C24 softwood	24.00	14.00	0.40	21.00	2.50	2.30	0.80	11,000.00	690.00	7,400.00

Load



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

2. Bjælkespær i taget.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Load case groups

Load case category	Type	Duration	K _{mod}	γ _{inf}	γ _{sup}	Ψ ₀	Ψ ₁	Ψ ₂
LC1 Vindlast, DK	Q	instantaneous	1.1	0	1.5	0.3	0.2	0
LC2 Snelast, DK	Q	short term	0.9	0	1.5	0.3	0.2	0
LC3 Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK	G	permanent	0.6	1	1	1	1	1

LC1:Vindlast, DK

continuous load

Field	Load at start [kN/m]
1	0.12

LC2:Snelast, DK

continuous load

Field	Load at start [kN/m]
1	0.48

LC3:Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK

continuous load

Field	Load at start [kN/m]
1	0.74

ULS Combinations

Combination rule
LCO1 1.00/1.00 * LC3
LCO2 1.00/1.00 * LC3 + 1.50/0.00 * LC1



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

2. Bjælkespær i taget.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

ULS Combinations

Combination rule

LCO3 $1.00/1.00 * LC3 + 1.50/0.00 * LC1 + 1.50/0.00 * 0.30 * LC2$ LCO4 $1.00/1.00 * LC3 + 1.50/0.00 * LC2$ LCO5 $1.00/1.00 * LC3 + 1.50/0.00 * LC2 + 1.50/0.00 * 0.30 * LC1$

SLS Characteristic Combination

Combination rule

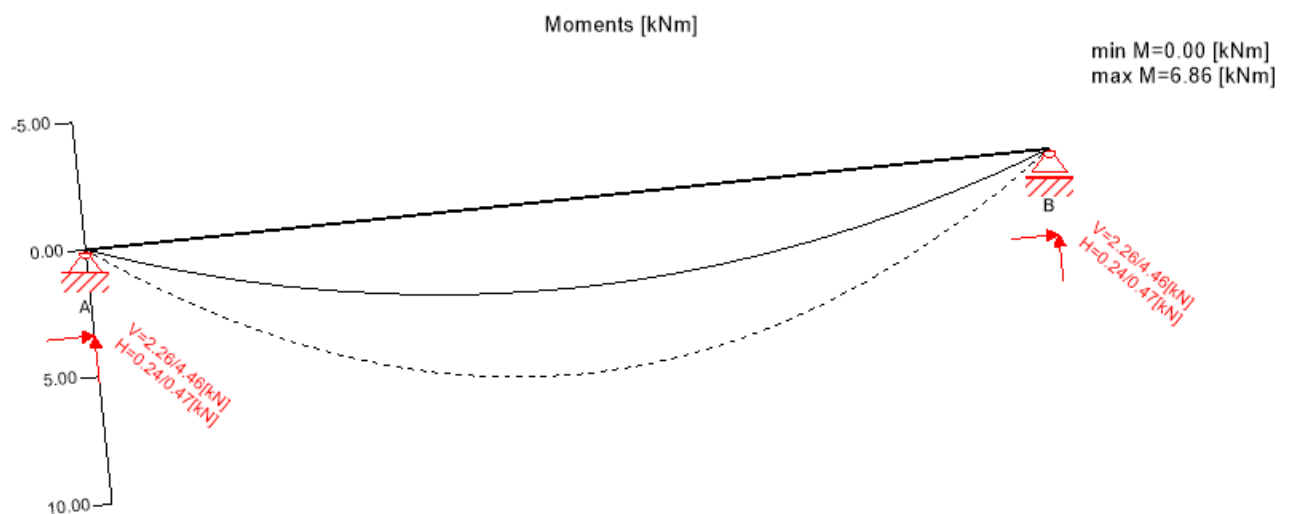
LCO6 $1.00/1.00 * LC3$ LCO7 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/0.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.30 * LC2$ LCO8 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/0.00 * LC2 + 1.00/0.00 * 0.30 * LC1$

SLS Quasi-permanent Combination

Combination rule

LCO9 $1.00/1.00 * LC3$ LCO10 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC2$ LCO11 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC2 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC1$

Ultimate limit state (ULS) - design results





Dahlsvej 14, 5260 Odense S

2. Bjælkespær i taget.

Master of Science in Engineering
Thorvald Johannes Pedersen

Corewood

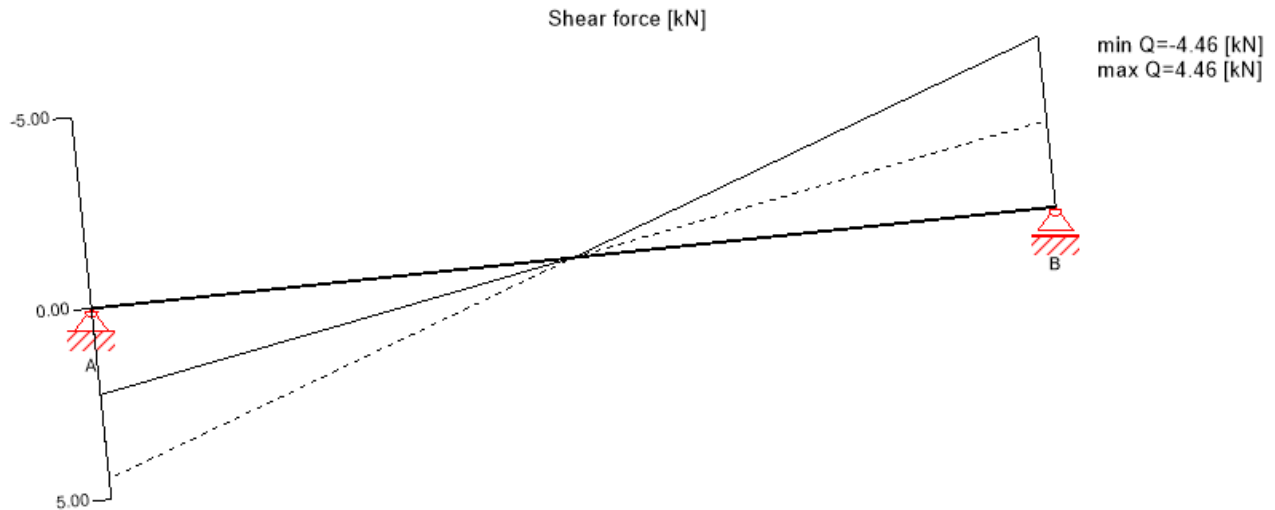
C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Ultimate limit state (ULS) - design results



ULS Flexural design

Field	Dist.	$f_{m,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{t,0,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{sys,z}$	$k_{h,m,y}$	$k_{h,m,z}$	k_l	$f_{m,y,d}$	$f_{m,z,d}$	$f_{t,0,d}$	$f_{c,0,d}$
	[m]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
1	3.08	24.00	21.00	14.00	1.30	0.90	1.00	1.00	1.27	1.00	16.62	21.14	9.69	14.54

Field	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$N_{c,d}$	$N_{t,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$\sigma_{c,d}$	$\sigma_{t,d}$	Ratio
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
1	6.86	0.00	0.00	0.00	6.87	0.00	0.00	0.00	41% LCO4

ULS Shear analysis

Field	Dist.	$f_{v,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{h,v}$	$f_{v,d}$	V_d	$\tau_{v,d}$	Ratio
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	
1	0.37	2.30	1.30	0.90	1.00	1.59	3.93	0.36	23% LCO4

ULS Buckling design

Field	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$N_{c,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$\sigma_{c,d}$	Ratio
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
1	6.86	0.00	0.00	6.87	0.00	0.00	41% LCO4



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

2. Bjælkespær i taget.

Master of Science in Engineering
Thorvald Johannes Pedersen

Corewood

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

ULS Lateral torsional buckling design

Field	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	$N_{c,d}$ [kN]	$\sigma_{m,y,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{m,z,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c,d}$ [N/mm ²]	Ratio	
1	6.86	0.00	0.00	6.87	0.00	0.00	44%	LCO4

Flexural stress analysis

$M_{y,d} =$	6.86	kNm		$f_{m,k} =$	24.00	N/mm ²	
$M_{z,d} =$	0.00	kNm		$f_{m,k,z} =$	24.00	N/mm ²	
$N_{t,d} =$	0.00	kN		$\gamma_m =$	1.30	-	
				$k_{mod} =$	0.90	-	
				$k_{sys,y} =$	1.00	-	
				$k_{h,m,y} =$	1.00	-	
				$k_{h,m,z} =$	1.27	-	
				$k_l =$	1.00	-	
$\sigma_{t,d} =$	0.00	N/mm ²		$f_{t,0,d} =$	9.69	N/mm ²	
$\sigma_{m,y,d} =$	6.87	N/mm ²		$f_{m,y,d} =$	16.62	N/mm ²	
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	<	$f_{m,z,d} =$	21.14	N/mm ²	✓

Utilization ratio

41%

Shear stress analysis

$V_d =$	3.93	kN		$f_{v,k} =$	2.30	N/mm ²	
				$\gamma_m =$	1.30	-	
				$k_{mod} =$	0.90	-	
				$k_{h,v} =$	1.00	-	
$T_{v,d} =$	0.36	N/mm ²	<	$f_{v,d} =$	1.59	N/mm ²	✓

Utilization ratio

23%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

2. Bjælkespær i taget.

Master of Science in Engineering
Thorvald Johannes Pedersen

Corewood

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Buckling analysis

$M_{y,d} =$	6.86	kNm	$f_{m,k} =$	24.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm			
$N_{c,d} =$	0.00	kN	$\gamma_m =$	1.30	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{sys,y} =$	1.00	-
			$k_{sys,z} =$	1.00	-
			$k_{h,m,y} =$	1.00	-
			$k_{h,m,z} =$	1.27	-
$\sigma_{c,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{c,0,d} =$	14.54	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	6.87	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	16.62	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{m,z,d} =$	21.14	N/mm ² ✓

Utilization ratio

41%

Lateral torsional buckling analysis

$M_{y,d} =$	6.86	kNm	$f_{m,k} =$	24.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm			
$N_{c,d} =$	0.00	kN	$\gamma_m =$	1.30	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{sys,y} =$	1.00	-
			$k_{h,m,y} =$	1.00	-
			$k_{h,m,z} =$	1.27	-
			$k_l =$	1.00	-
$\sigma_{c,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{c,0,d} =$	14.54	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	6.87	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	16.62	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{m,z,d} =$	21.14	N/mm ² ✓

Utilization ratio

44%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

2. Bjælkespær i taget.

Master of Science in Engineering
Thorvald Johannes Pedersen

Corewood

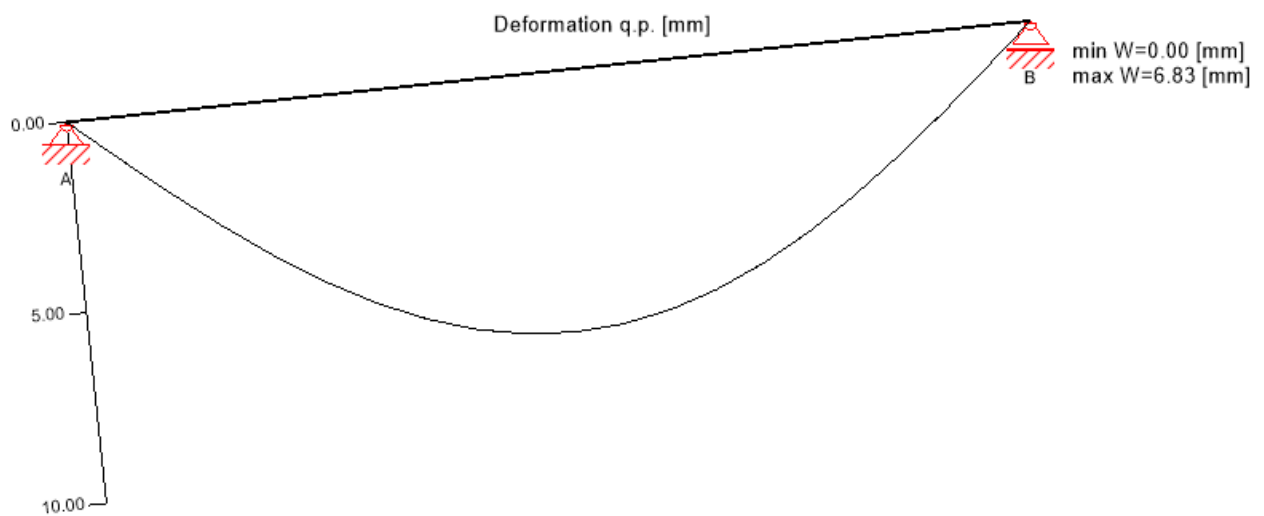
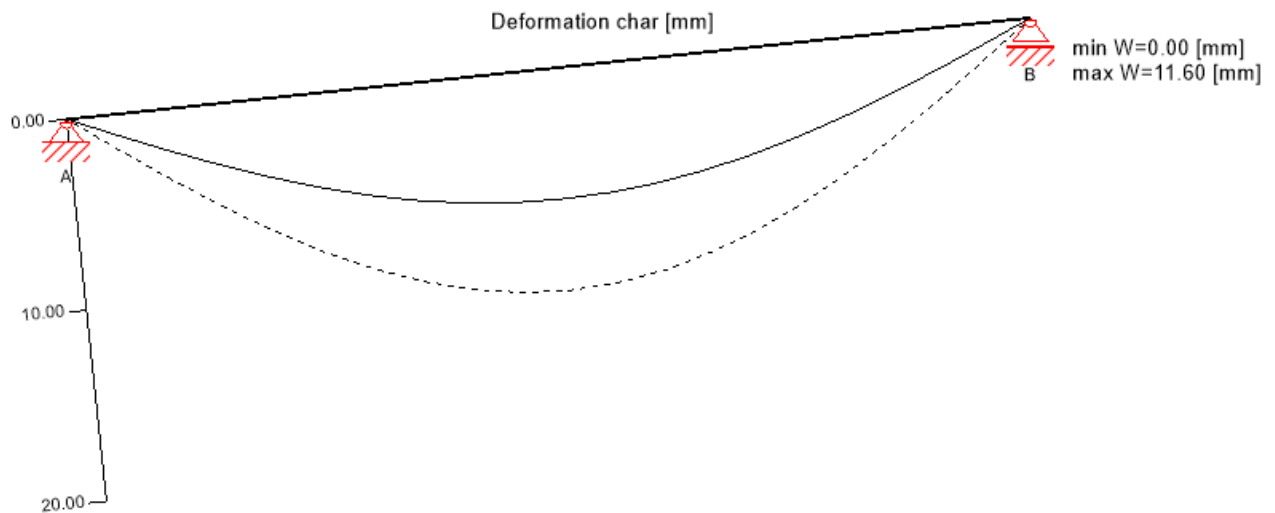
C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Service limit state design (SLS) - design results

 $w_{inst} = w[char]$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/500	12.3	11.6	94%

 $w_{fin} = w[char] + w[q.p.]*k_{def}$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/350	17.6	17.1	97%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

2. Bjælkespær i taget.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

$$w_{net,fin} = w[q,p.] + w[q,p.]*k_{def}$$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/400	15.4	12.3	80%

Support reaction

Load case category	k_{mod}	A_V	A_H	B_V	B_H
					[kN]
Vindlast, DK	1.1	0.36	0.08	0.37	0.00
		0.00	0.00	0.00	0.00
Snelast, DK	0.9	1.48	0.00	1.48	0.00
		0.00	0.00	0.00	0.00
Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK	0.6	2.28	0.00	2.28	0.00
		2.28	0.00	2.28	0.00

Reference documents for this analysis

English title	Description
EN 338	EN 338 - Structural timber ? Strength classes
EN 1995-1-1	EN 1995-1-1 - Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General - Common rules and rules for buildings
EN 1995-1-2	EN 1995-1-2 - Eurocode 5 — Design of timber structures — Part 1-2: General — Structural fire design
EN 14080	EN 14080 - Timber Structures - Glued laminated timber and glued solid timber - Requirements
EN 1990	EN 1990 - Eurocode ? Basis of structural design
Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe	Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe; publishes by SP Technical Research Institute of Sweden
National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12	ÖNORM EN 1995-1-2 - National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12
ÖNORM EN 1995-1-1_NA, chapter 7.3	ÖNORM EN 1995-1-1 - Austria - National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General-Common rules and rules for buildings; chapter 7.3
CERTIFICATE NO. EUFI29-20000564-C	Product certificate
LVL G by Stora Enso_Structural design manual column&beam_V01	Design manual



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

2. Bjælkespær i taget.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Reference documents for this analysis

English title	Description
ETA 20_0291 LVL G by Stora Enso	Stora Enso - LVL G by Stora Enso

Disclaimer

The software was created to assist engineers in their daily business. The software is an engineering software that is dealing with a very complex matter of structural analysis and building physics analysis. Therefore, this software shall only be operated by skilled, experienced engineers, with a deep understanding of structural engineering and building physics related to timber structures. The user of the software is obliged to check all input values, no matter if they were given by the user or given by default by the software and all results for plausibility.

The use of the results of the software should not be relied upon as the basis for any decision or action. Any use of results of the software is only allowed, if the results have been verified and approved regarding completeness and correctness by a project structural/building physics engineer. The user has the possibility to make print-outs from the software. Any modification of those are not allowed. Stora Enso Wood Products GmbH does not assume any warranty regarding the software. The software has been developed with utmost diligence, nevertheless Stora Enso Wood Products GmbH, neither expressly nor implicitly, provides any warranty in terms of accuracy, validity, timeliness and completeness of information and data created by the software. Stora Enso Wood Products GmbH does also not assume any warranty for the general usability of the software, its suitability for a special purpose or for the compatibility of the software with the ones of third party producers or providers. Stora Enso Wood Products GmbH is only liable for damages caused by gross negligence or intent through Stora Enso Wood Products GmbH; the liability for slight negligence is excluded. This does not apply to personal injury. Under the aforementioned conditions Stora Enso Wood Products GmbH is as well not liable for operational failures or the loss of programs and/or data of the user's data processing system.

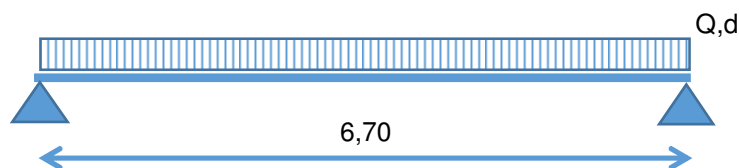
Applicable Law: These terms of use shall be governed by the laws of Austria excluding however any conflict of laws rules and any laws regarding the Convention of the International Sale of Goods (CISG).

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 4.11

4. Konstruktionsberegninger.

3. Bjælke mellem køkken/alrum og soveværelse.

Her ser vi på limtræsbjælken i taget, i "knækket" mellem køkken/alrum og soveværelse. Bjælken regnes som en simpelt understøttet bjælke med et spænd på 6,7 m og med trekantformet belastning.



Belastningerne på bjælken, baseret på på side 3.11:

g,k	=	10,26 kN/m	
s,k	=	6,64 kN/m	
w,k	=	1,66 kN/m	
g,k + s,k + w,k	=	18,56 kN/m	
Q,d	=	$10,26 + 1,5 * 6,64 + 0,5 * 1,66$	= 21,05 kN/m

Bjælken beregnes på de næste sider.

Af beregningerne ses det at en bjælke som:

- Limtræsbjælke GL30, 2 x 185x366 mm.
- Dvs. at der monteres én bjælke 185x366 mm på hver side af kehl linien.

- Har tilstrækkelig styrke og stivhed. Bæreevne udnyttelsen beregnes til 33% og nedbøjningen på midten beregnes til 11,9 mm (17,8 mm i langtidsnedbøjning).

Vederlagsreaktioner, til eventuelle søjleberegninger eller andre relevante beregninger iflg. beregningen:

P,g,k,A	=	2,27 + 11,46	=	13,73 kN
P,s,k,A	=		=	7,41 kN
P,w,k,A	=		=	1,80 kN
P,d,A	=	$13,73 + 1,5 * 7,41 + 0,5 * 1,8$	=	25,75 kN
P,g,k,B	=	2,27 + 22,91	=	25,18 kN
P,s,k,B	=		=	14,83 kN
P,w,k,B	=		=	3,73 kN
P,d,B	=	$25,18 + 1,5 * 14,83 + 0,5 * 3,73$	=	49,29 kN



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

3. Bjælke mellem køkken/almrum og soveværelse.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

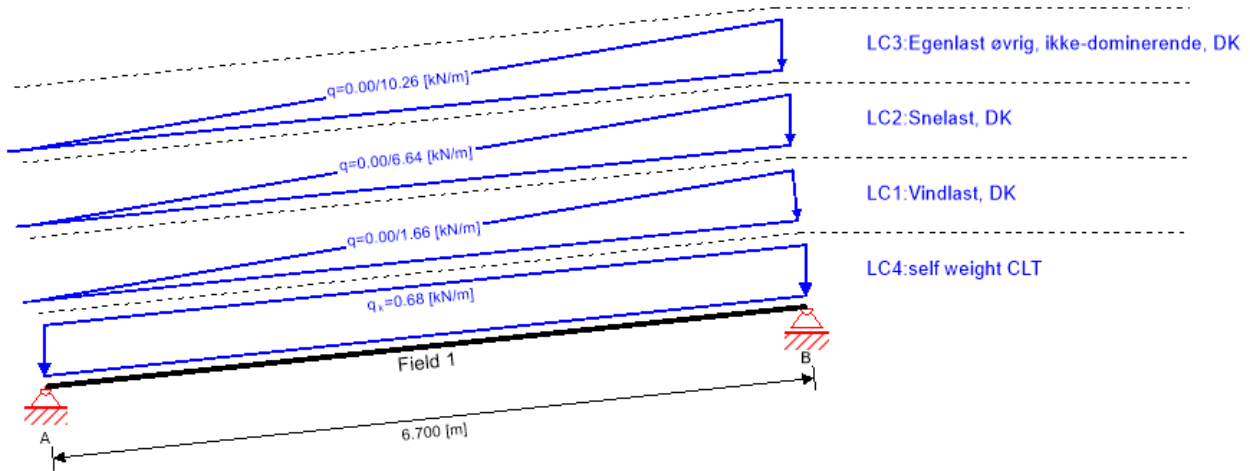
C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

System



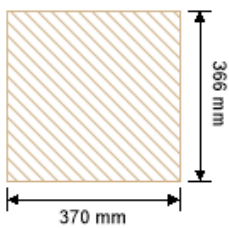
Global utilization ratio

93 %

ULS	33 %	ULS Fire	0 %	SLS	93 %	Vibration	0 %	Support	-1 %	Void	-1 %
-----	------	----------	-----	-----	------	-----------	-----	---------	------	------	------

Product data

Section: Wooden beam 37/36.6



Section width	Section height	Area	I_y	I_z
[cm]	[cm]	[mm ²]	[mm ⁴]	[mm ⁴]
37	36.6	135,420	1,511,693,000	1,544,916,000

Material values

Material	$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	$f_{r,k \min}$	$E_{0,mean}$	G_{mean}	$E_{0,5}$
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
GL 30h	30.00	24.00	0.50	30.00	2.50	2.50	1.20	13,600.00	650.00	11,300.00

Load

**Dahlsvej 14, 5260 Odense S**

3. Bjælke mellem køkken/alrum og soveværelse.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen**C24-29**

Sweden

Checker

18/10/2024

Load case groups

Load case category	Type	Duration	K _{mod}	γ _{inf}	γ _{sup}	Ψ ₀	Ψ ₁	Ψ ₂
LC4 self weight CLT	G	permanent	0.6	1	1.35	1	1	1
LC1 Vindlast, DK	Q	instantaneous	1.1	0	1.5	0.3	0.2	0
LC2 Snelast, DK	Q	short term	0.9	0	1.5	0.3	0.2	0
LC3 Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK	G	permanent	0.6	1	1	1	1	1

LC4:self weight CLT**continuous load**

Field	Load at start [kN/m]
1	0.68

LC1:Vindlast, DK**trapezoidal load**

Field	Distance from start [m]	Load at start [kN/m]	q _{k,b} [kN/m]	Load length [m]
1	0.000	0.00	1.66	6.700

LC2:Snelast, DK**trapezoidal load**

Field	Distance from start [m]	Load at start [kN/m]	q _{k,b} [kN/m]	Load length [m]
1	0.000	0.00	6.64	6.700

LC3:Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

3. Bjælke mellem køkken/alrum og soveværelse.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

trapezoidal load

Field	Distance from start [m]	Load at start [kN/m]	$q_{k,b}$ [kN/m]	Load length [m]
1	0.000	0.00	10.26	6.700

ULS Combinations

Combination rule

LCO1	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4$
LCO2	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC1$
LCO3	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC1 + 1.50/0.00 * 0.30 * LC2$
LCO4	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC2$
LCO5	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC2 + 1.50/0.00 * 0.30 * LC1$

SLS Characteristic Combination

Combination rule

LCO6	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4$
LCO7	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.30 * LC2$
LCO8	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * LC2 + 1.00/0.00 * 0.30 * LC1$

SLS Quasi-permanent Combination

Combination rule

LCO9	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4$
LCO10	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC2$
LCO11	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC2 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC1$

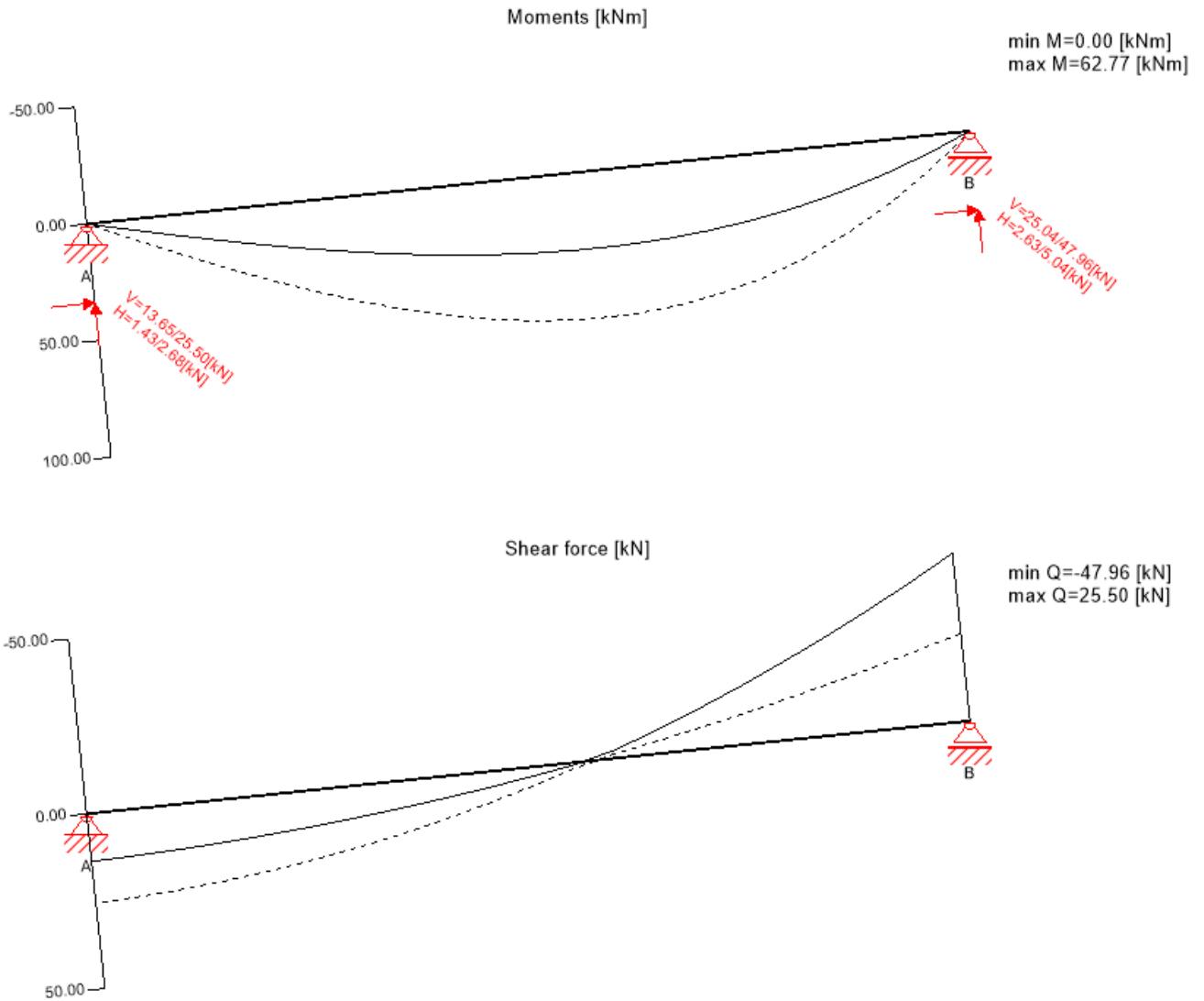


Dahlsvej 14, 5260 Odense S
 3. Bjælke mellem køkken/alrum og soveværelse.
 Master of Science in Engineering Corewood
 Thorvald Johannes Pedersen

C24-29
 Sweden
 Checker

18/10/2024

Ultimate limit state (ULS) - design results



ULS Flexural design

Field	Dist.	$f_{m,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{t,0,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{sys,z}$	$k_{h,m,y}$	$k_{h,m,z}$	k_l	$f_{m,y,d}$	$f_{m,z,d}$	$f_{t,0,d}$	$f_{c,0,d}$
	[m]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
1	3.69	30.00	30.00	24.00	1.25	0.90	1.00	1.05	1.05	1.00	22.69	22.67	17.28	21.60

Field	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$N_{c,d}$	$N_{t,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$\sigma_{c,d}$	$\sigma_{t,d}$	Ratio
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
1	62.77	0.00	-0.19	0.00	7.60	0.00	0.00	0.00	33% LCO4



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

3. Bjælke mellem køkken/alrum og soveværelse.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

ULS Shear analysis

Field	Dist.	$f_{v,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{h,v}$	$f_{v,d}$	V_d	$\tau_{v,d}$	Ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	6.33	2.50	1.25	0.90	1.00	1.80	40.46	0.45	25%	LCO4

ULS Buckling design

Field	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$N_{c,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$\sigma_{c,d}$	Ratio	
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
1	62.77	0.00	-0.19	7.60	0.00	0.00	33%	LCO4

ULS Lateral torsional buckling design

Field	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$N_{c,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$\sigma_{c,d}$	Ratio	
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
1	62.77	0.00	-0.19	7.60	0.00	0.00	33%	LCO4

Flexural stress analysis

$M_{y,d} =$	62.77	kNm	$f_{m,k} =$	30.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm	$f_{m,k,z} =$	30.00	N/mm ²
$N_{c,d} =$	-0.19	kN	$\gamma_m =$	1.25	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{sys,y} =$	1.00	-
			$k_{h,m,y} =$	1.05	-
			$k_{h,m,z} =$	1.05	-
			$k_l =$	1.00	-
$\sigma_{c,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{c,0,d} =$	21.60	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	7.60	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	22.69	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{m,z,d} =$	22.67	N/mm ² ✓

Utilization ratio

33%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

3. Bjælke mellem køkken/alrum og soveværelse.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Shear stress analysis

$V_d =$	40.46	kN	$f_{v,k} =$	2.50	N/mm ²
			$\gamma_m =$	1.25	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{h,v} =$	1.00	-
$T_{v,d} =$	0.45	N/mm ²	$f_{v,d} =$	1.80	N/mm ² ✓

Utilization ratio

25%

Buckling analysis

$M_{y,d} =$	62.77	kNm	$f_{m,k} =$	30.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm			
$N_{c,d} =$	-0.19	kN	$\gamma_m =$	1.25	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{sys,y} =$	1.00	-
			$k_{sys,z} =$	1.00	-
			$k_{h,m,y} =$	1.05	-
			$k_{h,m,z} =$	1.05	-
$\sigma_{c,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{c,0,d} =$	21.60	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	7.60	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	22.69	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{m,z,d} =$	22.67	N/mm ² ✓

Utilization ratio

33%


Dahlsvej 14, 5260 Odense S

3. Bjælke mellem køkken/alrum og soveværelse.

 Master of Science in Engineering Corewood
 Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

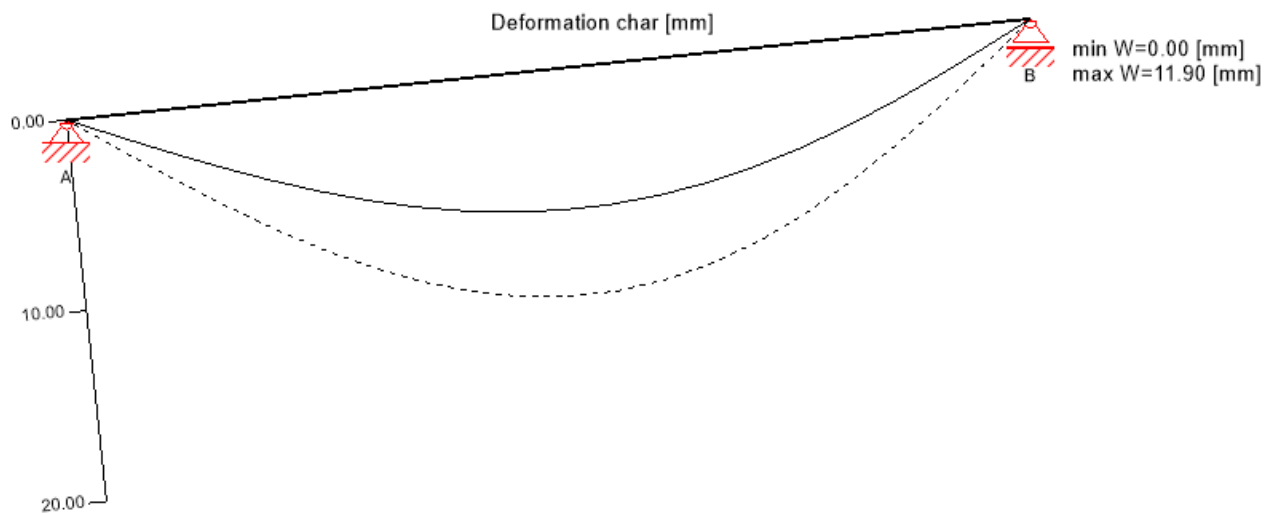
Sweden

Checker

18/10/2024

Lateral torsional buckling analysis

$M_{y,d} =$	62.77	kNm	$f_{m,k} =$	30.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm			
$N_{e,d} =$	-0.19	kN	$\gamma_m =$	1.25	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{sys,y} =$	1.00	-
			$k_{h,m,y} =$	1.05	-
			$k_{h,m,z} =$	1.05	-
			$k_l =$	1.00	-
$\sigma_{e,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{e,0,d} =$	21.60	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	7.60	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	22.69	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ² <	$f_{m,z,d} =$	22.67	N/mm ² ✓

Utilization ratio
33%
Service limit state design (SLS) - design results




Dahlsvej 14, 5260 Odense S

3. Bjælke mellem køkken/alrum og soveværelse.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

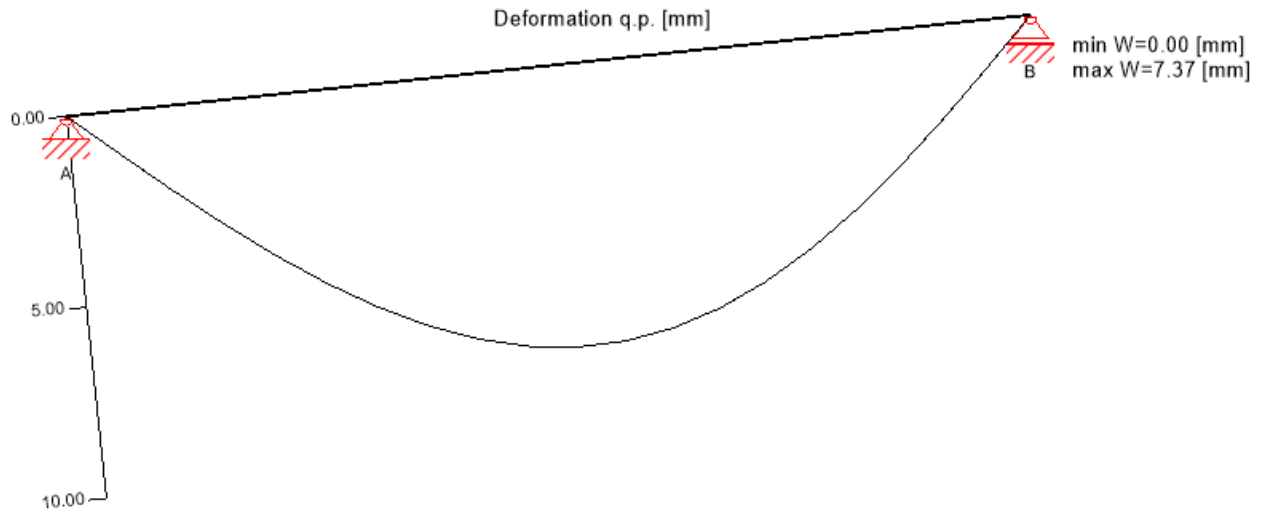
C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Service limit state design (SLS) - design results

 $w_{inst} = w[char]$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/500	13.4	11.9	89%

 $w_{fin} = w[char] + w[q.p.]*k_{def}$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/350	19.1	17.8	93%

 $w_{net,fin} = w[q.p.] + w[q.p.]*k_{def}$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/400	16.8	13.3	79%

Support reaction

Load case category	k_{mod}	A_v	A_H	B_v	B_H
Vindlast, DK	1.1	1.80	0.58	3.73	0.00
		0.00	0.00	0.00	0.00



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

3. Bjælke mellem køkken/alrum og soveværelse.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Support reaction

Load case category	k_{mod}	A_V	A_H	B_V	B_H
Snelast, DK	0.9	7.41	0.00	14.83	0.00
		0.00	0.00	0.00	0.00
Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK	0.6	11.46	0.00	22.91	0.00
		11.46	0.00	22.91	0.00
self weight CLT	0.6	2.27	0.00	2.27	0.00
		2.27	0.00	2.27	0.00

Reference documents for this analysis

English title	Description
EN 338	EN 338 - Structural timber ? Strength classes
EN 1995-1-1	EN 1995-1-1 - Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General - Common rules and rules for buildings
EN 1995-1-2	EN 1995-1-2 - Eurocode 5 — Design of timber structures — Part 1-2: General — Structural fire design
EN 14080	EN 14080 - Timber Structures - Glued laminated timber and glued solid timber - Requirements
EN 1990	EN 1990 - Eurocode ? Basis of structural design
Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe	Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe; publishes by SP Technical Research Institute of Sweden
National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12	ÖNORM EN 1995-1-2 - National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12
ÖNORM EN 1995-1-1_NA, chapter 7.3	ÖNORM EN 1995-1-1 - Austria - National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General-Common rules and rules for buildings; chapter 7.3
CERTIFICATE NO. EUFI29-20000564-C	Product certificate
LVL G by Stora Enso_Structural design manual column&beam_ V01	Design manual
ETA 20_0291 LVL G by Stora Enso	Stora Enso - LVL G by Stora Enso

**Dahlsvej 14, 5260 Odense S**

3. Bjælke mellem køkken/alrum og soveværelse.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen**C24-29**

Sweden

Checker

18/10/2024

Disclaimer

The software was created to assist engineers in their daily business. The software is an engineering software that is dealing with a very complex matter of structural analysis and building physics analysis. Therefore, this software shall only be operated by skilled, experienced engineers, with a deep understanding of structural engineering and building physics related to timber structures. The user of the software is obliged to check all input values, no matter if they were given by the user or given by default by the software and all results for plausibility.

The use of the results of the software should not be relied upon as the basis for any decision or action. Any use of results of the software is only allowed, if the results have been verified and approved regarding completeness and correctness by a project structural/building physics engineer. The user has the possibility to make print-outs from the software. Any modification of those are not allowed. Stora Enso Wood Products GmbH does not assume any warranty regarding the software. The software has been developed with utmost diligence, nevertheless Stora Enso Wood Products GmbH, neither expressly nor implicitly, provides any warranty in terms of accuracy, validity, timeliness and completeness of information and data created by the software. Stora Enso Wood Products GmbH does also not assume any warranty for the general usability of the software, its suitability for a special purpose or for the compatibility of the software with the ones of third party producers or providers. Stora Enso Wood Products GmbH is only liable for damages caused by gross negligence or intent through Stora Enso Wood Products GmbH; the liability for slight negligence is excluded. This does not apply to personal injury. Under the aforementioned conditions Stora Enso Wood Products GmbH is as well not liable for operational failures or the loss of programs and/or data of the user's data processing system.

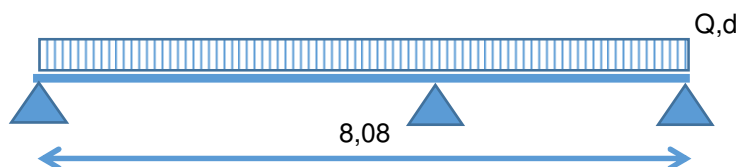
Applicable Law: These terms of use shall be governed by the laws of Austria excluding however any conflict of laws rules and any laws regarding the Convention of the International Sale of Goods (CISG).

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 4.22

4. Konstruktionsberegninger.

4. Bjælke mellem køkken/alrum og garage.

Her ser vi på limtræsbjælken i taget, i "knækket" mellem køkken/alrum og garaga. Bjælken regnes som en kontinuert bjælke med et spænd på 8,08 m og mellemunderstøtning på garagens indvendige væg, for at reducere dimension m.v. For at undgå den komplicerede beregning af de trekantformede belastninger på de to bjælkespænd, regnes bjælken blot med den maksimale last som jævnt fordelt linielast. Dette er uanset lidt på den sikre side.



Belastningerne på bjælken, baseret på på side 3.12:

g,k	=	8,65 kN/m	
s,k	=	5,60 kN/m	
w,k	=	1,40 kN/m	
g,k + s,k + w,k	=	15,65 kN/m	
Q,d	=	$8,65 + 1,5 * 5,6 + 0,5 * 1,4$	= 17,75 kN/m

Bjælken beregnes på de næste sider. Af beregningerne ses det at en bjælke som:

- Limtræsbjælke GL30, 2 x 90x366 mm.
- Dvs. at der monteres én bjælke 90x366 mm på hver side af kehl linien.

- Har tilstrækkelig styrke og stivhed. Bæreevne udnyttelsen beregnes til 54% og størst nedbøjning beregnes til 4,9 mm (7,3 mm i langtidsnedbøjning).

Vederlagsreaktioner, til eventuelle søjleberegninger eller andre relevante beregninger iflg. beregningen:

P,g,k,A	=	$0,62 + 16,19$	=	16,81 kN
P,s,k,A	=		=	10,48 kN
P,w,k,A	=		=	2,62 kN
P,d,A	=	$16,81 + 1,5 * 10,48 + 0,5 * 2,62$	=	33,84 kN
P,g,k,B	=	$1,68 + 44,17$	=	45,85 kN
P,s,k,B	=		=	28,60 kN
P,w,k,B	=		=	7,15 kN
P,d,B	=	$45,85 + 1,5 * 28,6 + 0,5 * 7,15$	=	92,33 kN
P,g,k,C	=	$0,33 + 8,66$	=	8,99 kN
P,s,k,C	=		=	5,61 kN
P,w,k,C	=		=	1,40 kN
P,d,C	=	$8,99 + 1,5 * 5,61 + 0,5 * 1,4$	=	18,11 kN



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

4. Bjælke mellem køkken/alrum og garage.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

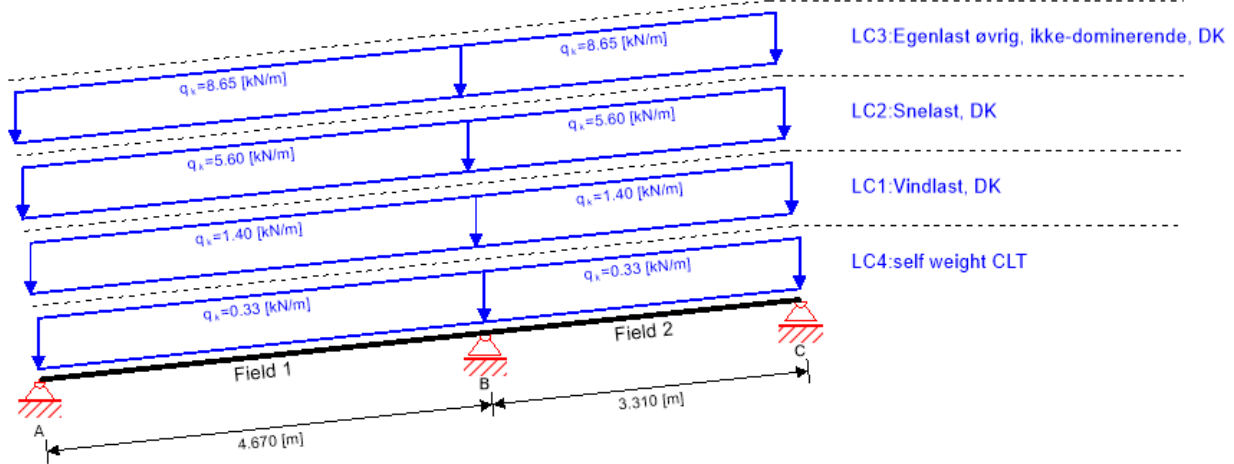
C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

System



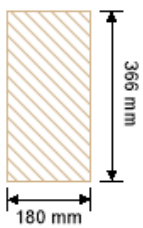
Global utilization ratio

62 %

ULS	54 %	ULS Fire	0 %	SLS	62 %	Vibration	0 %	Support	-1 %	Void	-1 %
-----	------	----------	-----	-----	------	-----------	-----	---------	------	------	------

Product data

Section: Wooden beam 18/36.6



Section width	Section height	Area	I_y	I_z
[cm]	[cm]	[mm ²]	[mm ⁴]	[mm ⁴]
18	36.6	65,880	735,418,400	177,876,000

Material values

Material	$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	$f_{r,k \min}$	$E_{0,mean}$	G_{mean}	$E_{0,5}$
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
GL 30h	30.00	24.00	0.50	30.00	2.50	2.50	1.20	13,600.00	650.00	11,300.00

Load



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

4. Bjælke mellem køkken/alrum og garage.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Load case groups

Load case category	Type	Duration	K _{mod}	γ _{inf}	γ _{sup}	Ψ ₀	Ψ ₁	Ψ ₂
LC4 self weight CLT	G	permanent	0.6	1	1.35	1	1	1
LC1 Vindlast, DK	Q	instantaneous	1.1	0	1.5	0.3	0.2	0
LC2 Snelast, DK	Q	short term	0.9	0	1.5	0.3	0.2	0
LC3 Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK	G	permanent	0.6	1	1	1	1	1

LC4:self weight CLT

continuous load

Field	Load at start [kN/m]
1	0.33
2	0.33

LC1:Vindlast, DK

continuous load

Field	Load at start [kN/m]
1	1.40
2	1.40

LC2:Snelast, DK

continuous load

Field	Load at start [kN/m]
1	5.60
2	5.60



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

4. Bjælke mellem køkken/alrum og garage.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

LC3:Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK

continuous load

Field	Load at start
	[kN/m]

1 8.65

2 8.65

ULS Combinations

Combination rule

LCO1 $1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4$ LCO2 $1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC1$ LCO3 $1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC1 + 1.50/0.00 * 0.30 * LC2$ LCO4 $1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC2$ LCO5 $1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC2 + 1.50/0.00 * 0.30 * LC1$

SLS Characteristic Combination

Combination rule

LCO6 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4$ LCO7 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.30 * LC2$ LCO8 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * LC2 + 1.00/0.00 * 0.30 * LC1$

SLS Quasi-permanent Combination

Combination rule

LCO9 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4$ LCO10 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC2$ LCO11 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC2 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC1$



Dahlsvej 14, 5260 Odense S
4. Bjælke mellem køkken/alrum og garage.

C24-29

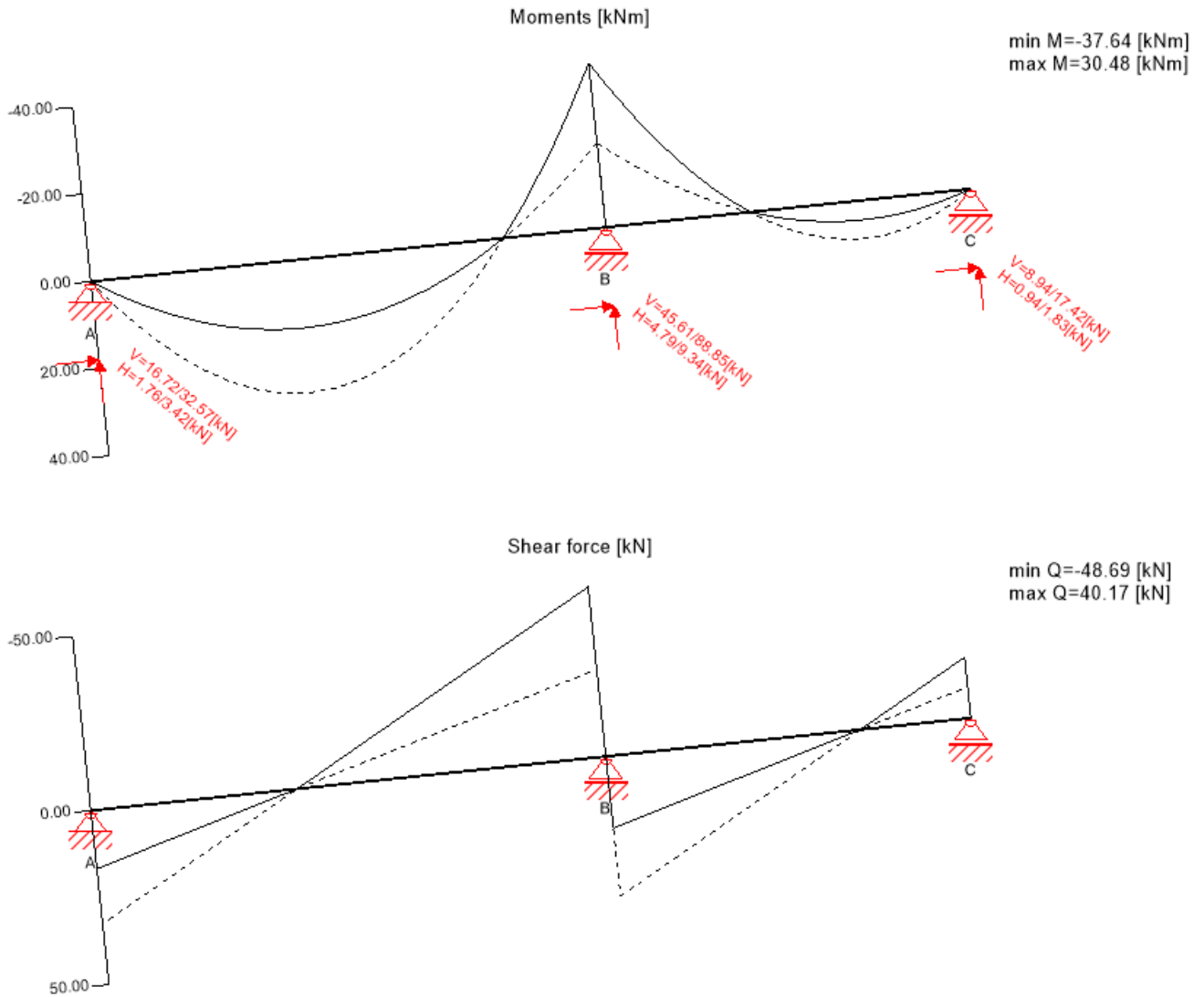
Sweden

18/10/2024

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

Checker

Ultimate limit state (ULS) - design results



ULS Flexural design

Field	Dist.	$f_{m,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{t,0,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{sys,z}$	$k_{h,m,y}$	$k_{h,m,z}$	k_l	$f_{m,y,d}$	$f_{m,z,d}$	$f_{t,0,d}$	$f_{c,0,d}$
	[m]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
1	4.67	30.00	30.00	24.00	1.25	0.90	1.00	1.05	1.10	1.00	22.69	23.76	17.28	21.60
2	0.0	30.00	30.00	24.00	1.25	0.90	1.00	1.05	1.10	1.00	22.69	23.76	17.28	21.60

Field	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$N_{c,d}$	$N_{t,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$\sigma_{c,d}$	$\sigma_{t,d}$	Ratio
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
1	-37.64	0.00	0.00	5.12	9.37	0.00	0.00	0.08	42% LCO4



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

4. Bjælke mellem køkken/almrum og garage.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Field	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$N_{c,d}$	$N_{t,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$\sigma_{c,d}$	$\sigma_{t,d}$	Ratio	
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
2	-37.64	0.00	-4.22	0.00	9.37	0.00	0.06	0.00	41%	LCO4

ULS Shear analysis

Field	Dist.	$f_{v,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{h,v}$	$f_{v,d}$	V_d	$\tau_{v,d}$	Ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	4.3	2.50	1.25	0.90	1.00	1.80	42.32	0.96	54%	LCO4
2	0.37	2.50	1.25	0.90	1.00	1.80	33.80	0.77	43%	LCO4

ULS Buckling design

Field	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$N_{c,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$\sigma_{c,d}$	Ratio	
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
1	-37.64	0.00	0.00	9.37	0.00	0.00	41%	LCO4
2	-37.64	0.00	-4.22	9.37	0.00	0.06	42%	LCO4

ULS Lateral torsional buckling design

Field	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$N_{c,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$\sigma_{c,d}$	Ratio	
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
1	-37.64	0.00	0.00	9.37	0.00	0.00	41%	LCO4
2	-37.64	0.00	-4.22	9.37	0.00	0.06	42%	LCO4



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

4. Bjælke mellem køkken/alrum og garage.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Flexural stress analysis

$M_{y,d} =$	-37.64	kNm	$f_{m,k} =$	30.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm	$f_{m,k,z} =$	30.00	N/mm ²
$N_{t,d} =$	5.12	kN	$\gamma_m =$	1.25	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{sys,y} =$	1.00	-
			$k_{h,m,y} =$	1.05	-
			$k_{h,m,z} =$	1.10	-
			$k_l =$	1.00	-
$\sigma_{t,d} =$	0.08	N/mm ²	$f_{t,0,d} =$	17.28	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	9.37	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	22.69	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{m,z,d} =$	23.76	N/mm ²

Utilization ratio

42%

Shear stress analysis

$V_d =$	42.32	kN	$f_{v,k} =$	2.50	N/mm ²
			$\gamma_m =$	1.25	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{h,v} =$	1.00	-
$\tau_{v,d} =$	0.96	N/mm ²	$f_{v,d} =$	1.80	N/mm ²

Utilization ratio

54%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

4. Bjælke mellem køkken/alrum og garage.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Buckling analysis

$M_{y,d} =$	-37.64	kNm	$f_{m,k} =$	30.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm			
$N_{e,d} =$	-4.22	kN	$\gamma_m =$	1.25	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{sys,y} =$	1.00	-
			$k_{sys,z} =$	1.00	-
			$k_{h,m,y} =$	1.05	-
			$k_{h,m,z} =$	1.10	-
$\sigma_{c,d} =$	0.06	N/mm ²	$f_{c,0,d} =$	21.60	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	9.37	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	22.69	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{m,z,d} =$	23.76	N/mm ² ✓

Utilization ratio

42%

Lateral torsional buckling analysis

$M_{y,d} =$	-37.64	kNm	$f_{m,k} =$	30.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm			
$N_{e,d} =$	-4.22	kN	$\gamma_m =$	1.25	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{sys,y} =$	1.00	-
			$k_{h,m,y} =$	1.05	-
			$k_{h,m,z} =$	1.10	-
			$k_l =$	1.00	-
$\sigma_{c,d} =$	0.06	N/mm ²	$f_{c,0,d} =$	21.60	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	9.37	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	22.69	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{m,z,d} =$	23.76	N/mm ² ✓

Utilization ratio

42%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

4. Bjælke mellem køkken/alrum og garage.

Master of Science in Engineering
Thorvald Johannes Pedersen

Corewood

C24-29

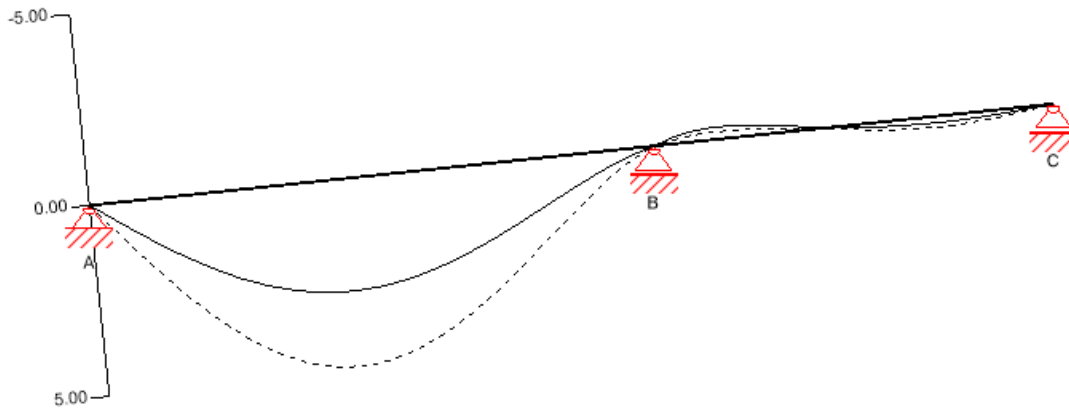
Sweden

Checker

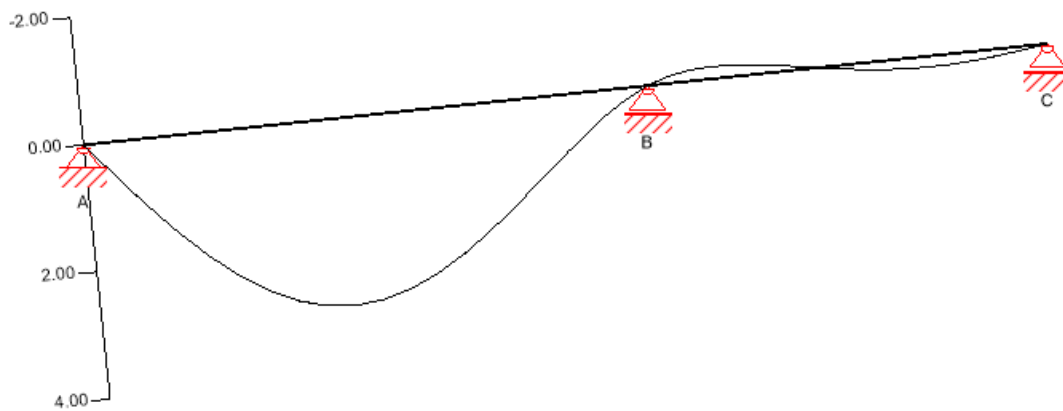
18/10/2024

Service limit state design (SLS) - design results

Deformation char [mm]

min W=-0.32 [mm]
max W=4.92 [mm]

Deformation q.p. [mm]

min W=-0.19 [mm]
max W=2.94 [mm] $w_{inst} = w[char]$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/500	9.3	4.9	53%
2	0.8	L/500	6.6	0.3	4%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

4. Bjælke mellem køkken/alrum og garage.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

 $w_{fin} = w[char] + w[q.p.]*k_{def}$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/400	11.7	7.3	62%
2	0.8	L/400	8.3	0.4	5%

 $w_{net,fin} = w[q.p.] + w[q.p.]*k_{def}$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/400	11.7	5.3	45%
2	0.8	L/400	8.3	0.3	4%

Support reaction

Load case category	k_{mod}	A_V	A_H	B_V	B_H	C_V	C_H
Vindlast, DK	1.1	2.62	0.00	7.15	0.00	1.40	0.00
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Snelast, DK	0.9	10.48	0.00	28.60	0.00	5.61	0.00
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK	0.6	16.19	0.00	44.17	0.00	8.66	0.00
		16.19	0.00	44.17	0.00	8.66	0.00
self weight CLT	0.6	0.62	0.00	1.68	0.00	0.33	0.00
		0.62	0.00	1.68	0.00	0.33	0.00

Reference documents for this analysis

English title	Description
EN 338	EN 338 - Structural timber ? Strength classes
EN 1995-1-1	EN 1995-1-1 - Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General - Common rules and rules for buildings
EN 1995-1-2	EN 1995-1-2 - Eurocode 5 — Design of timber structures — Part 1-2: General — Structural fire design
EN 14080	EN 14080 - Timber Structures - Glued laminated timber and glued solid timber - Requirements



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

4. Bjælke mellem køkken/alrum og garage.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Reference documents for this analysis

English title	Description
EN 1990	EN 1990 - Eurocode ? Basis of structural design
Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe	Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe; publishes by SP Technical Research Institute of Sweden
National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12	ÖNORM EN 1995-1-2 - National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12
ÖNORM EN 1995-1-1_NA, chapter 7.3	ÖNORM EN 1995-1-1 - Austria - National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General-Common rules and rules for buildings; chapter 7.3
CERTIFICATE NO. EUFI29-20000564-C	Product certificate
LVL G by Stora Enso_Structural design manual column&beam_V01	Design manual
ETA 20_0291 LVL G by Stora Enso	Stora Enso - LVL G by Stora Enso

Disclaimer

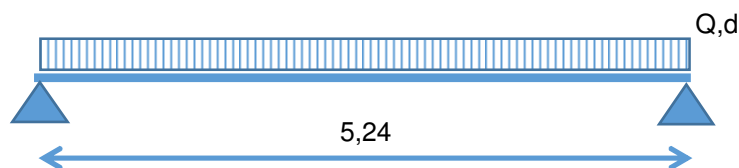
The software was created to assist engineers in their daily business. The software is an engineering software that is dealing with a very complex matter of structural analysis and building physics analysis. Therefore, this software shall only be operated by skilled, experienced engineers, with a deep understanding of structural engineering and building physics related to timber structures. The user of the software is obliged to check all input values, no matter if they were given by the user or given by default by the software and all results for plausibility. The use of the results of the software should not be relied upon as the basis for any decision or action. Any use of results of the software is only allowed, if the results have been verified and approved regarding completeness and correctness by a project structural/building physics engineer. The user has the possibility to make print-outs from the software. Any modification of those are not allowed. Stora Enso Wood Products GmbH does not assume any warranty regarding the software. The software has been developed with utmost diligence, nevertheless Stora Enso Wood Products GmbH, neither expressly nor implicitly, provides any warranty in terms of accuracy, validity, timeliness and completeness of information and data created by the software. Stora Enso Wood Products GmbH does also not assume any warranty for the general usability of the software, its suitability for a special purpose or for the compatibility of the software with the ones of third party producers or providers. Stora Enso Wood Products GmbH is only liable for damages caused by gross negligence or intent through Stora Enso Wood Products GmbH; the liability for slight negligence is excluded. This does not apply to personal injury. Under the aforementioned conditions Stora Enso Wood Products GmbH is as well not liable for operational failures or the loss of programs and/or data of the user's data processing system. Applicable Law: These terms of use shall be governed by the laws of Austria excluding however any conflict of laws rules and any laws regarding the Convention of the International Sale of Goods (CISG).

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 4.33

4. Konstruktionsberegninger.

5. Bjælke over garage.

Vi skal her se på bjælken over garagen, som hjælper med at bære taget over garagen, hvilket også reducerer belastningen på kehlbjælken ved garagen.



Belastningerne på bjælken, baseret på på side 3.13 og 2.5, idét der til den ene side er et bidrag fra jævnt fordelt linielast og til den anden side et bidrag fra trekantformet last:

Jævnt fordelt linielast:

g,k	=	1,48 kN/m	
s,k	=	0,96 kN/m	
w,k	=	0,24 kN/m	
g,k + s,k + w,k	=	2,68 kN/m	
Q,d	=	$1,48 + 1,5 * 0,96 + 0,5 * 0,24$	= 3,04 kN/m

Trekantformet linielast (max last tættest på bryggers):

g,k	=	2,29 kN/m	
s,k	=	1,48 kN/m	
w,k	=	0,37 kN/m	
g,k + s,k + w,k	=	4,14 kN/m	
Q,d	=	$2,29 + 1,5 * 1,48 + 0,5 * 0,37$	= 4,70 kN/m

Bjælken beregnes på de næste sider. Af beregningerne ses det at en bjælke som:

- Limtræsbjælke GL30, 115x366 mm.

- Har tilstrækkelig styrke og stivhed. Bæreevne udnyttelsen beregnes til 32% og størst nedbøjning beregnes til 7,1 mm (10,6 mm i langtidsnedbøjning).

Vederlagsreaktioner, til eventuelle søjleberegninger eller andre relevante beregninger iflg. beregningen:

P,g,k,A	=	0,55 + 5,88	=	6,43 kN
P,s,k,A	=		=	3,81 kN
P,w,k,A	=		=	0,94 kN
P,d,A	=	$6,43 + 1,5 * 3,81 + 0,5 * 0,94$	=	12,62 kN
P,g,k,B	=	0,55 + 7,88	=	8,43 kN
P,s,k,B	=		=	5,10 kN
P,w,k,B	=		=	1,28 kN
P,d,B	=	$8,43 + 1,5 * 5,1 + 0,5 * 1,28$	=	16,72 kN



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

5. Bjælke over garage.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

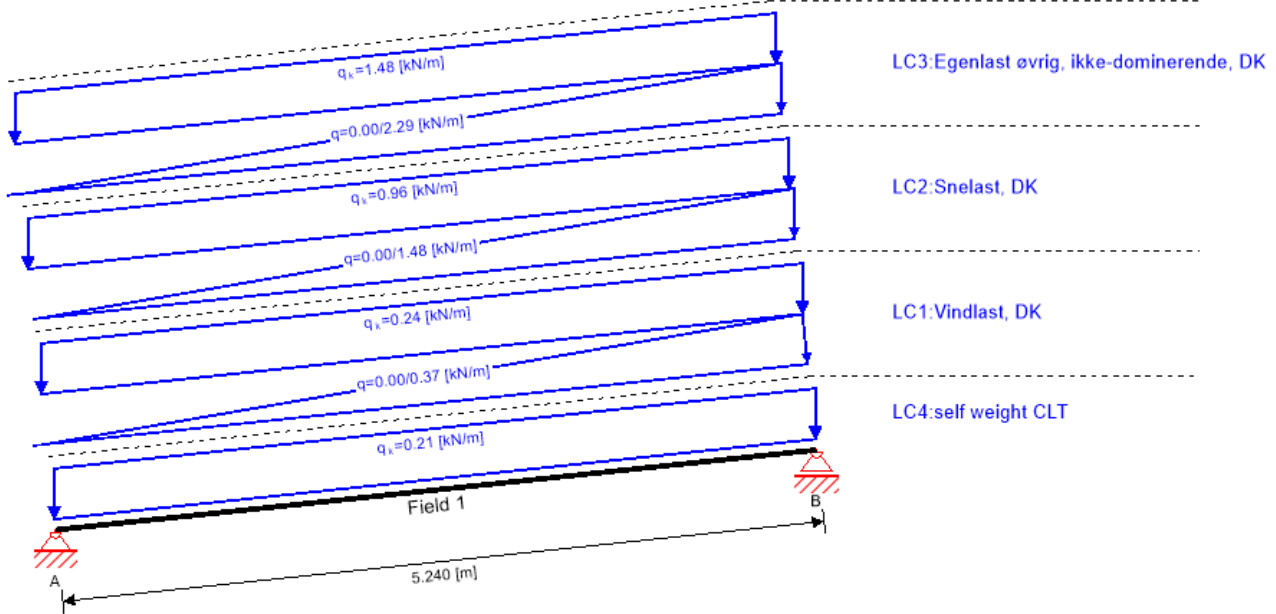
C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

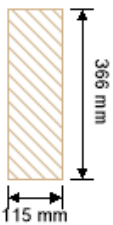
System



Global utilization ratio						81 %					
ULS	32 %	ULS Fire	0 %	SLS	81 %	Vibration	0 %	Support	-1 %	Void	-1 %

Product data

Section: Wooden beam 11.5/36.6



Section width	Section height	Area	I_y	I_z
[cm]	[cm]	[mm ²]	[mm ⁴]	[mm ⁴]
11.5	36.6	42,090	469,850,600	46,386,690

Material values

Material	$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	$f_{r,k \text{ min}}$	$E_{0,mean}$	G_{mean}	$E_{0,5}$
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
GL 30h	30.00	24.00	0.50	30.00	2.50	2.50	1.20	13,600.00	650.00	11,300.00



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

5. Bjælke over garage.

Master of Science in Engineering
Thorvald Johannes Pedersen

Corewood

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Load

Load case groups

Load case category	Type	Duration	K _{mod}	γ_{inf}	γ_{sup}	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
LC4 self weight CLT	G	permanent	0.6	1	1.35	1	1	1
LC1 Vindlast, DK	Q	instantaneous	1.1	0	1.5	0.3	0.2	0
LC2 Snelast, DK	Q	short term	0.9	0	1.5	0.3	0.2	0
LC3 Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK	G	permanent	0.6	1	1	1	1	1

LC4:self weight CLT

continuous load

Field	Load at start
	[kN/m]
1	0.21

LC1:Vindlast, DK

continuous load

Field	Load at start
	[kN/m]
1	0.24

trapezoidal load

Field	Distance from start	Load at start	$q_{k,b}$	Load length
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[m]
1	0.000	0.00	0.37	5.240

LC2:Snelast, DK



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

5. Bjælke over garage.

Master of Science in Engineering
Thorvald Johannes Pedersen

Corewood

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

continuous load

Field	Load at start
	[kN/m]

1	0.96
---	------

trapezoidal load

Field	Distance from start	Load at start	$q_{k,b}$	Load length
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[m]

1	0.000	0.00	1.48	5.240
---	-------	------	------	-------

LC3:Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK**continuous load**

Field	Load at start
	[kN/m]

1	1.48
---	------

trapezoidal load

Field	Distance from start	Load at start	$q_{k,b}$	Load length
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[m]

1	0.000	0.00	2.29	5.240
---	-------	------	------	-------

ULS Combinations

Combination rule

LCO1	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4$
LCO2	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC1$
LCO3	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC1 + 1.50/0.00 * 0.30 * LC2$
LCO4	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC2$
LCO5	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC2 + 1.50/0.00 * 0.30 * LC1$

SLS Characteristic Combination

Combination rule

LCO6	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4$
------	-------------------------------------



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

5. Bjælke over garage.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

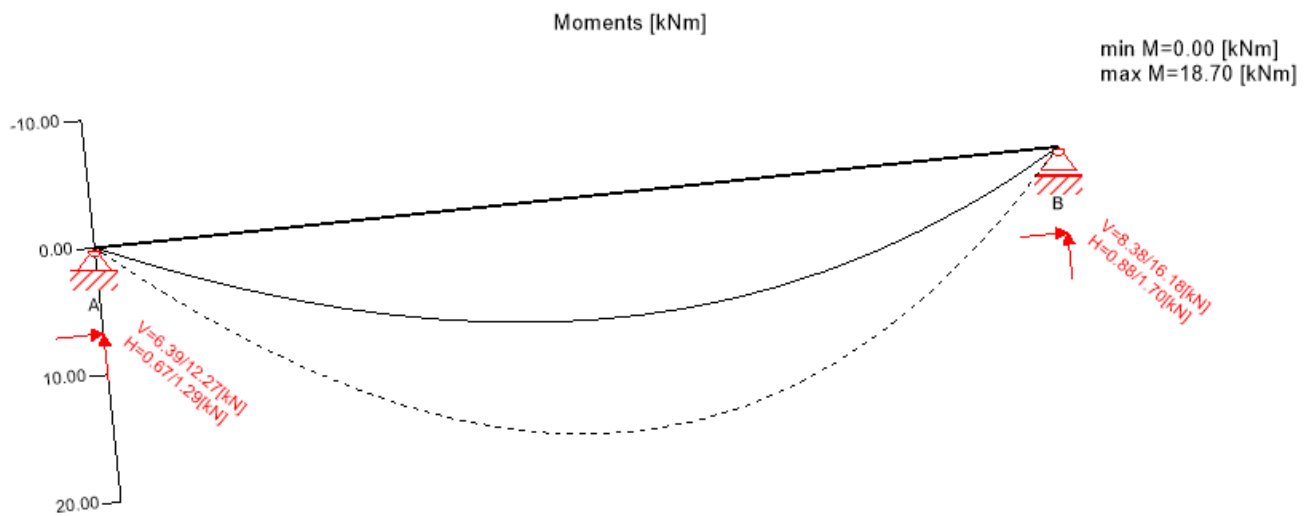
18/10/2024

SLS Characteristic Combination

Combination rule

LCO7 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.30 * LC2$ LCO8 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * LC2 + 1.00/0.00 * 0.30 * LC1$ **SLS Quasi-permanent Combination**

Combination rule

LCO9 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4$ LCO10 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC2$ LCO11 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC2 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC1$ **Ultimate limit state (ULS) - design results**



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

5. Bjælke over garage.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

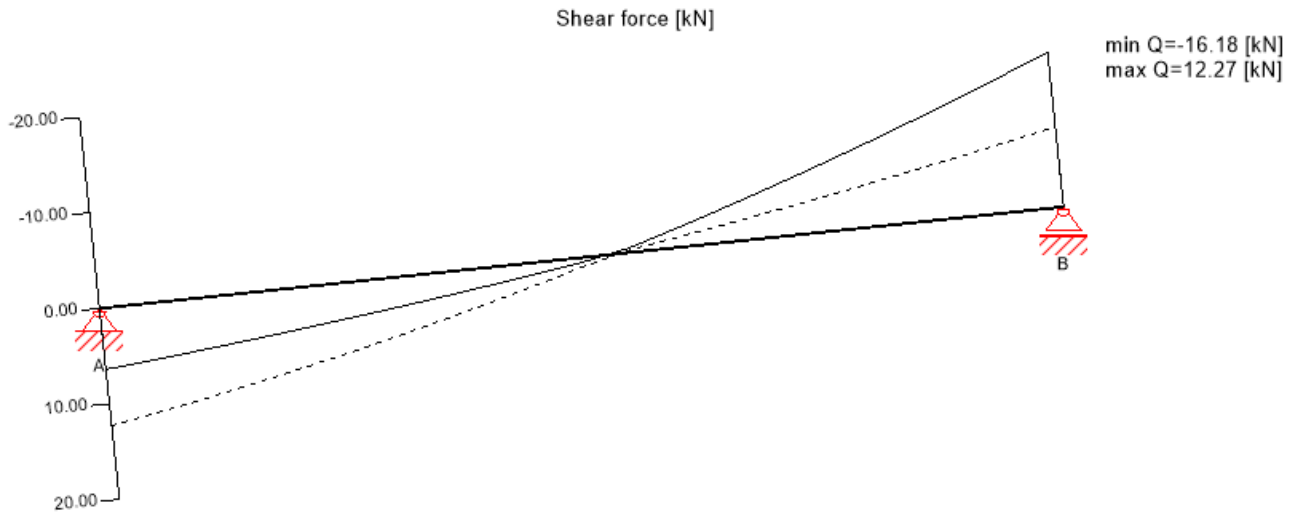
C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Ultimate limit state (ULS) - design results



ULS Flexural design

Field	Dist.	$f_{m,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{t,0,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{sys,z}$	$k_{h,m,y}$	$k_{h,m,z}$	k_l	$f_{m,y,d}$	$f_{m,z,d}$	$f_{t,0,d}$	$f_{c,0,d}$
	[m]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
1	2.88	30.00	30.00	24.00	1.25	0.90	1.00	1.05	1.10	1.00	22.69	23.76	17.28	21.60

Field	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$N_{c,d}$	$N_{t,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$\sigma_{c,d}$	$\sigma_{t,d}$	Ratio
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
1	18.70	0.00	0.00	0.05	7.28	0.00	0.00	0.00	32% LCO4

ULS Shear analysis

Field	Dist.	$f_{v,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{h,v}$	$f_{v,d}$	V_d	$\tau_{v,d}$	Ratio
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	
1	4.87	2.50	1.25	0.90	1.00	1.80	13.43	0.48	27% LCO4

ULS Buckling design

Field	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$N_{c,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$\sigma_{c,d}$	Ratio
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
1	18.70	0.00	0.00	7.28	0.00	0.00	32% LCO4



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

5. Bjælke over garage.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

ULS Lateral torsional buckling design

Field	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	$N_{c,d}$ [kN]	$\sigma_{m,y,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{m,z,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c,d}$ [N/mm ²]	Ratio	
1	18.70	0.00	0.00	7.28	0.00	0.00	32%	LCO4

Flexural stress analysis

$M_{y,d} =$	18.70	kNm		$f_{m,k} =$	30.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm		$f_{m,k,z} =$	30.00	N/mm ²
$N_{t,d} =$	0.05	kN		$\gamma_m =$	1.25	-
				$k_{mod} =$	0.90	-
				$k_{sys,y} =$	1.00	-
				$k_{h,m,y} =$	1.05	-
				$k_{h,m,z} =$	1.10	-
				$k_l =$	1.00	-
$\sigma_{t,d} =$	0.00	N/mm ²		$f_{t,0,d} =$	17.28	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	7.28	N/mm ²		$f_{m,y,d} =$	22.69	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	<	$f_{m,z,d} =$	23.76	N/mm ² ✓

Utilization ratio

32%

Shear stress analysis

$V_d =$	13.43	kN		$f_{v,k} =$	2.50	N/mm ²
				$\gamma_m =$	1.25	-
				$k_{mod} =$	0.90	-
				$k_{h,v} =$	1.00	-
$T_{v,d} =$	0.48	N/mm ²	<	$f_{v,d} =$	1.80	N/mm ² ✓

Utilization ratio

27%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

5. Bjælke over garage.

Master of Science in Engineering
Thorvald Johannes Pedersen

Corewood

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Buckling analysis

$M_{y,d} =$	18.70	kNm	$f_{m,k} =$	30.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm			
$N_{e,d} =$	0.00	kN	$\gamma_m =$	1.25	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{sys,y} =$	1.00	-
			$k_{sys,z} =$	1.00	-
			$k_{h,m,y} =$	1.05	-
			$k_{h,m,z} =$	1.10	-
$\sigma_{c,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{c,0,d} =$	21.60	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	7.28	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	22.69	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{m,z,d} =$	23.76	N/mm ² ✓

Utilization ratio

32%

Lateral torsional buckling analysis

$M_{y,d} =$	18.70	kNm	$f_{m,k} =$	30.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm			
$N_{e,d} =$	0.00	kN	$\gamma_m =$	1.25	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{sys,y} =$	1.00	-
			$k_{h,m,y} =$	1.05	-
			$k_{h,m,z} =$	1.10	-
			$k_l =$	1.00	-
$\sigma_{c,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{c,0,d} =$	21.60	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	7.28	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	22.69	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{m,z,d} =$	23.76	N/mm ² ✓

Utilization ratio

32%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

5. Bjælke over garage.

Master of Science in Engineering
Thorvald Johannes Pedersen

Corewood

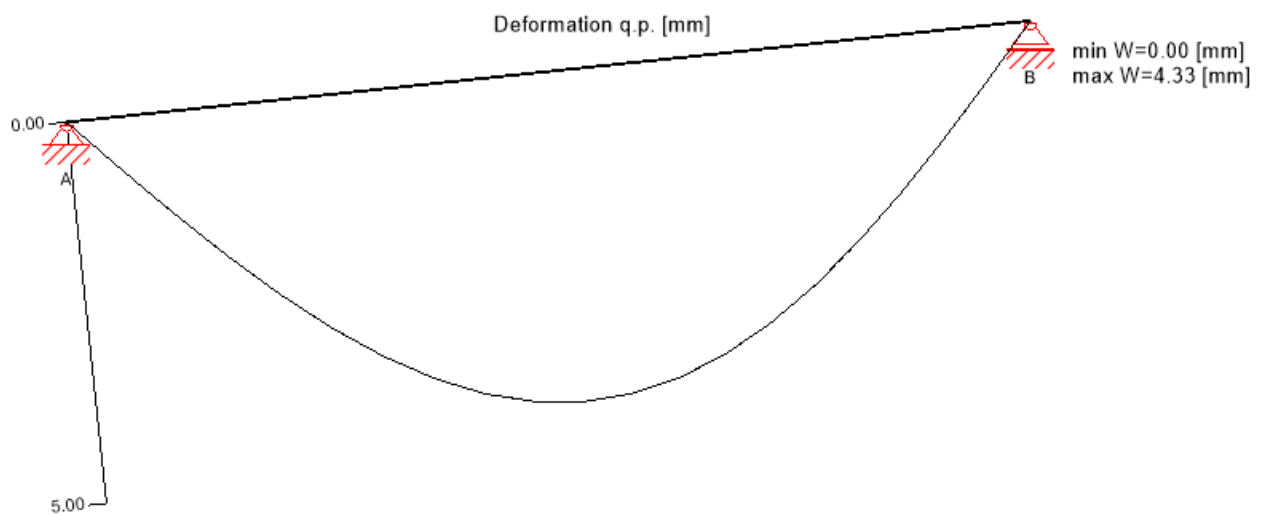
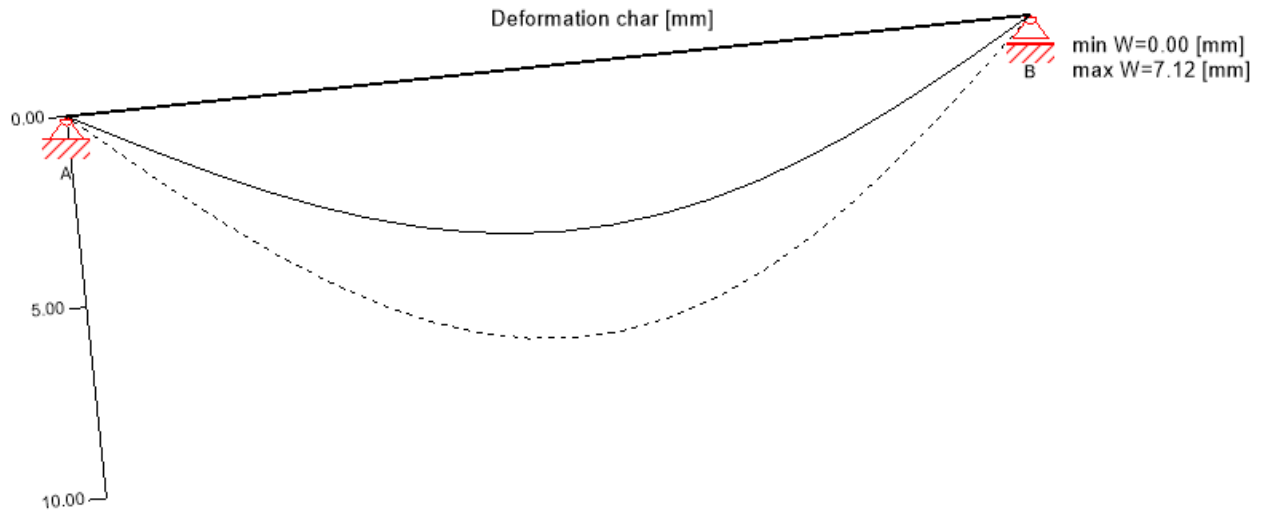
C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Service limit state design (SLS) - design results

 $w_{inst} = w[char]$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/500	10.5	7.1	68%

 $w_{fin} = w[char] + w[q.p.]*k_{def}$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/400	13.1	10.6	81%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

5. Bjælke over garage.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

$$w_{net,fin} = w[q.p.] + w[q.p.]*k_{def}$$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/400	13.1	7.8	60%

Support reaction

Load case category	k_{mod}	A_v	A_H	B_v	B_H
Vindlast, DK	1.1	0.94	0.10	1.28	0.00
		0.00	0.00	0.00	0.00
Snelast, DK	0.9	3.81	0.00	5.10	0.00
		0.00	0.00	0.00	0.00
Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK	0.6	5.88	0.00	7.88	0.00
		5.88	0.00	7.88	0.00
self weight CLT	0.6	0.55	0.00	0.55	0.00
		0.55	0.00	0.55	0.00

Reference documents for this analysis

English title	Description
EN 338	EN 338 - Structural timber ? Strength classes
EN 1995-1-1	EN 1995-1-1 - Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General - Common rules and rules for buildings
EN 1995-1-2	EN 1995-1-2 - Eurocode 5 — Design of timber structures — Part 1-2: General — Structural fire design
EN 14080	EN 14080 - Timber Structures - Glued laminated timber and glued solid timber - Requirements
EN 1990	EN 1990 - Eurocode ? Basis of structural design
Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe	Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe; publishes by SP Technical Research Institute of Sweden
National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12	ÖNORM EN 1995-1-2 - National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12
ÖNORM EN 1995-1-1_NA, chapter 7.3	ÖNORM EN 1995-1-1 - Austria - National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General-Common rules and rules for buildings; chapter 7.3



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

5. Bjælke over garage.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Reference documents for this analysis

English title	Description
CERTIFICATE NO. EUFI29-20000564-C	Product certificate
LVL G by Stora Enso_Structural design manual column&beam_V01	Design manual
ETA 20_0291 LVL G by Stora Enso	Stora Enso - LVL G by Stora Enso

Disclaimer

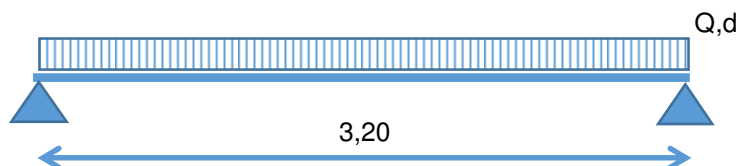
The software was created to assist engineers in their daily business. The software is an engineering software that is dealing with a very complex matter of structural analysis and building physics analysis. Therefore, this software shall only be operated by skilled, experienced engineers, with a deep understanding of structural engineering and building physics related to timber structures. The user of the software is obliged to check all input values, no matter if they were given by the user or given by default by the software and all results for plausibility. The use of the results of the software should not be relied upon as the basis for any decision or action. Any use of results of the software is only allowed, if the results have been verified and approved regarding completeness and correctness by a project structural/building physics engineer. The user has the possibility to make print-outs from the software. Any modification of those are not allowed. Stora Enso Wood Products GmbH does not assume any warranty regarding the software. The software has been developed with utmost diligence, nevertheless Stora Enso Wood Products GmbH, neither expressly nor implicitly, provides any warranty in terms of accuracy, validity, timeliness and completeness of information and data created by the software. Stora Enso Wood Products GmbH does also not assume any warranty for the general usability of the software, its suitability for a special purpose or for the compatibility of the software with the ones of third party producers or providers. Stora Enso Wood Products GmbH is only liable for damages caused by gross negligence or intent through Stora Enso Wood Products GmbH; the liability for slight negligence is excluded. This does not apply to personal injury. Under the aforementioned conditions Stora Enso Wood Products GmbH is as well not liable for operational failures or the loss of programs and/or data of the user's data processing system. Applicable Law: These terms of use shall be governed by the laws of Austria excluding however any conflict of laws rules and any laws regarding the Convention of the International Sale of Goods (CISG).

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 18-10 2024	Side: 4.44

4. Konstruktionsberegninger.

6. Bjælke over garageport.

Vi skal her se på bjælken over garageporten.



Belastningerne på bjælken, baseret på på side 3.14, 4.22 og 4.33, idét der både er belastning fra taget, samt reaktioner fra bjælke over garage hhv. kehlbjælke ved garage.

Last fra taget (trekant formet last):

g,k	=	2,29 kN/m	
s,k	=	1,48 kN/m	
w,k	=	0,37 kN/m	
g,k + s,k + w,k	=	4,14 kN/m	
Q,d	=	$2,29 + 1,5 * 1,48 + 0,5 * 0,37$	= 4,70 kN/m

Vederlagsreaktioner fra de to bjælker (400 mm fra vederlag):

Kehlbjælke:		Bjælke over garage:	
P,g,k,A	=	16,81 kN	P,g,k,A = 6,43 kN
P,s,k,A	=	10,48 kN	P,s,k,A = 3,81 kN
P,w,k,A	=	2,62 kN	P,w,k,A = 0,94 kN

Bjælken beregnes på de næste sider. Af beregningerne ses det at en bjælke som:

- Limtræsbjælke GL30, 115x333 mm.

- Har tilstrækkelig styrke og stivhed. Bæreevne udnyttelsen beregnes til 91% og størst nedbøjning beregnes til 2,6 mm (3,9 mm i langtidsnedbøjning) < 5,0 mm over vindues-/dørpartier o.lign. => OK!

Vederlagsreaktioner, til eventuelle søjleberegninger eller andre relevante beregninger iflg. beregningen:

P,g,k,A	=	$0,31 + 21,56$	=	21,87 kN
P,s,k,A	=		=	13,29 kN
P,w,k,A	=		=	3,31 kN
P,d,A	=	$21,87 + 1,5 * 13,29 + 0,5 * 3,31$	=	43,46 kN
P,g,k,B	=	$0,31 + 5,35$	=	5,66 kN
P,s,k,B	=		=	3,36 kN
P,w,k,B	=		=	0,84 kN
P,d,B	=	$5,66 + 1,5 * 3,36 + 0,5 * 0,84$	=	11,12 kN



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

6. Bjælke over garageport.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

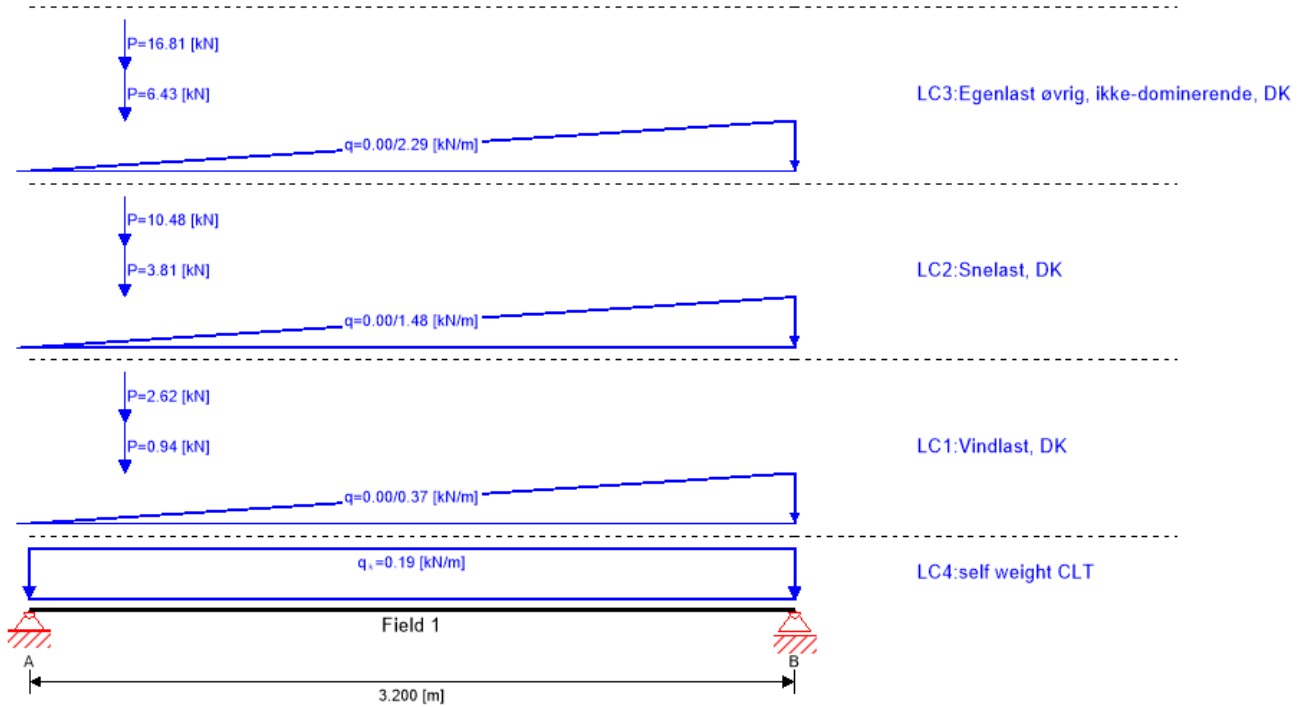
C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

System



Global utilization ratio

91 %

ULS	91 %	ULS Fire	0 %	SLS	49 %	Vibration	0 %	Support	-1 %	Void	-1 %
-----	------	----------	-----	-----	------	-----------	-----	---------	------	------	------

Product data

Section: Wooden beam 11.5/33.3



Section width	Section height	Area	I_y	I_z
[cm]	[cm]	[mm ²]	[mm ⁴]	[mm ⁴]
11.5	33.3	38,295	353,874,600	42,204,280

Material values

Material	$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	$f_{r,k \min}$	$E_{0,mean}$	G_{mean}	$E_{0,5}$
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
GL 30h	30.00	24.00	0.50	30.00	2.50	2.50	1.20	13,600.00	650.00	11,300.00



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

6. Bjælke over garageport.

Master of Science in Engineering
Thorvald Johannes Pedersen

Corewood

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Load**Load case groups**

Load case category	Type	Duration	K _{mod}	γ_{inf}	γ_{sup}	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
LC4 self weight CLT	G	permanent	0.6	1	1.35	1	1	1
LC1 Vindlast, DK	Q	instantaneous	1.1	0	1.5	0.3	0.2	0
LC2 Snelast, DK	Q	short term	0.9	0	1.5	0.3	0.2	0
LC3 Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK	G	permanent	0.6	1	1	1	1	1

LC4:self weight CLT**continuous load**

Field	Load at start
	[kN/m]
1	0.19

LC1:Vindlast, DK**point load**

Field	Distance from start	Load at start
	[m]	[kN]
1	0.400	0.94
1	0.400	2.62

trapezoidal load

Field	Distance from start	Load at start	$q_{k,b}$	Load length
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[m]
1	0.000	0.00	0.37	3.200

LC2:Snelast, DK



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

6. Bjælke over garageport.

Master of Science in Engineering
Thorvald Johannes Pedersen

Corewood

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

point load

Field	Distance from start [m]	Load at start [kN]
1	0.400	3.81
1	0.400	10.48

trapezoidal load

Field	Distance from start [m]	Load at start [kN/m]	$q_{k,b}$ [kN/m]	Load length [m]
1	0.000	0.00	1.48	3.200

LC3:Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK**point load**

Field	Distance from start [m]	Load at start [kN]
1	0.400	6.43
1	0.400	16.81

trapezoidal load

Field	Distance from start [m]	Load at start [kN/m]	$q_{k,b}$ [kN/m]	Load length [m]
1	0.000	0.00	2.29	3.200

ULS Combinations

Combination rule

LCO1	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4$
LCO2	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC1$
LCO3	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC1 + 1.50/0.00 * 0.30 * LC2$
LCO4	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC2$
LCO5	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC2 + 1.50/0.00 * 0.30 * LC1$



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

6. Bjælke over garageport.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

SLS Characteristic Combination

Combination rule

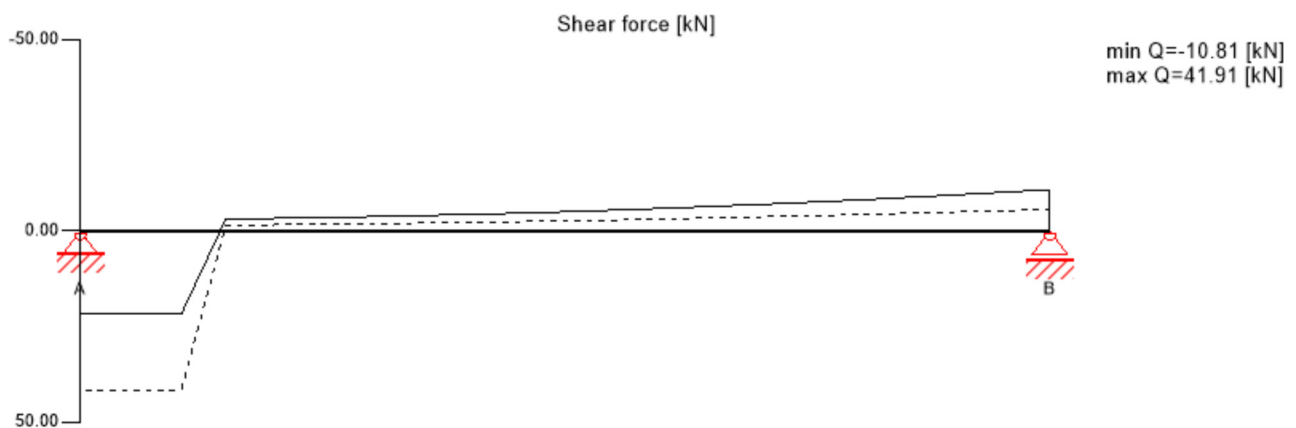
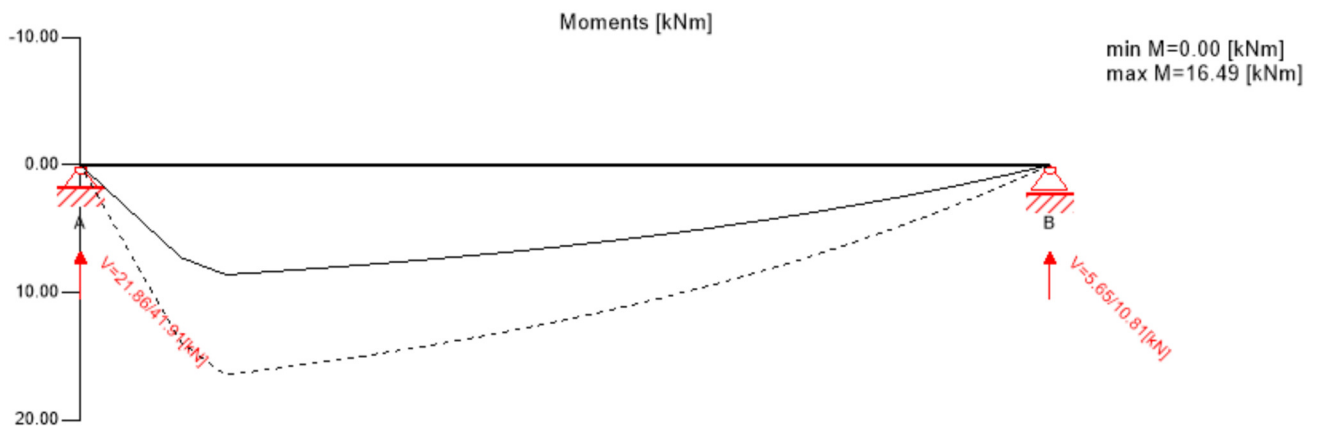
LCO6 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4$ LCO7 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.30 * LC2$ LCO8 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * LC2 + 1.00/0.00 * 0.30 * LC1$

SLS Quasi-permanent Combination

Combination rule

LCO9 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4$ LCO10 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC2$ LCO11 $1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC2 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC1$

Ultimate limit state (ULS) - design results





Dahlsvej 14, 5260 Odense S

6. Bjælke over garageport.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

ULS Flexural design

Field	Dist.	$f_{m,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{t,0,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{sys,z}$	$k_{h,m,y}$	$k_{h,m,z}$	k_l	$f_{m,y,d}$	$f_{m,z,d}$	$f_{t,0,d}$	$f_{c,0,d}$
	[m]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
1	0.48	30.00	30.00	24.00	1.25	0.90	1.00	1.06	1.10	1.00	22.91	23.76	17.28	21.60

Field	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$N_{c,d}$	$N_{t,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$\sigma_{c,d}$	$\sigma_{t,d}$	Ratio
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
1	16.49	0.00	0.00	0.00	7.76	0.00	0.00	0.00	34% LCO4

ULS Shear analysis

Field	Dist.	$f_{v,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{h,v}$	$f_{v,d}$	V_d	$\tau_{v,d}$	Ratio
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	
1	0.33	2.50	1.25	0.90	1.00	1.80	41.75	1.64	91% LCO4

ULS Buckling design

Field	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$N_{c,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$\sigma_{c,d}$	Ratio
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
1	16.49	0.00	0.00	7.76	0.00	0.00	34% LCO4

ULS Lateral torsional buckling design

Field	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$N_{c,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$\sigma_{c,d}$	Ratio
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
1	16.49	0.00	0.00	7.76	0.00	0.00	34% LCO4



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

6. Bjælke over garageport.

Master of Science in Engineering
Thorvald Johannes Pedersen

Corewood

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Flexural stress analysis

$M_{y,d} =$	16.49	kNm	$f_{m,k} =$	30.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm	$f_{m,k,z} =$	30.00	N/mm ²
$N_{t,d} =$	0.00	kN	$\gamma_m =$	1.25	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{sys,y} =$	1.00	-
			$k_{h,m,y} =$	1.06	-
			$k_{h,m,z} =$	1.10	-
			$k_l =$	1.00	-
$\sigma_{t,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{t,0,d} =$	17.28	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	7.76	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	22.91	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{m,z,d} =$	23.76	N/mm ²

Utilization ratio

34%

Shear stress analysis

$V_d =$	41.75	kN	$f_{v,k} =$	2.50	N/mm ²
			$\gamma_m =$	1.25	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{h,v} =$	1.00	-
$T_{v,d} =$	1.64	N/mm ²	$f_{v,d} =$	1.80	N/mm ²

Utilization ratio

91%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

6. Bjælke over garageport.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Buckling analysis

$M_{y,d} =$	16.49	kNm	$f_{m,k} =$	30.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm			
$N_{e,d} =$	0.00	kN	$\gamma_m =$	1.25	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{sys,y} =$	1.00	-
			$k_{sys,z} =$	1.00	-
			$k_{h,m,y} =$	1.06	-
			$k_{h,m,z} =$	1.10	-
$\sigma_{c,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{c,0,d} =$	21.60	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	7.76	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	22.91	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{m,z,d} =$	23.76	N/mm ² ✓

Utilization ratio

34%

Lateral torsional buckling analysis

$M_{y,d} =$	16.49	kNm	$f_{m,k} =$	30.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm			
$N_{e,d} =$	0.00	kN	$\gamma_m =$	1.25	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{sys,y} =$	1.00	-
			$k_{h,m,y} =$	1.06	-
			$k_{h,m,z} =$	1.10	-
			$k_l =$	1.00	-
$\sigma_{c,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{c,0,d} =$	21.60	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	7.76	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	22.91	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{m,z,d} =$	23.76	N/mm ² ✓

Utilization ratio

34%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

6. Bjælke over garageport.

Master of Science in Engineering
Thorvald Johannes Pedersen

Corewood

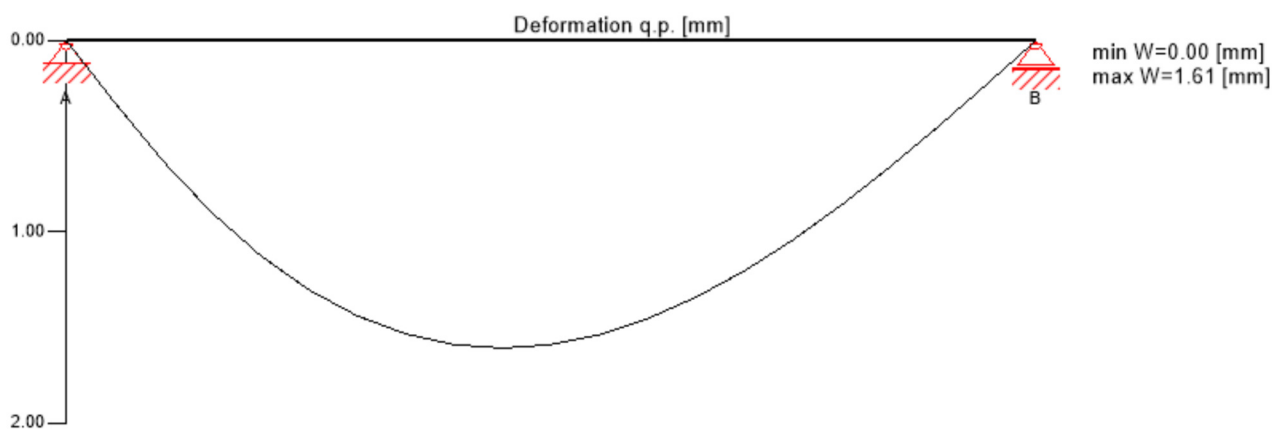
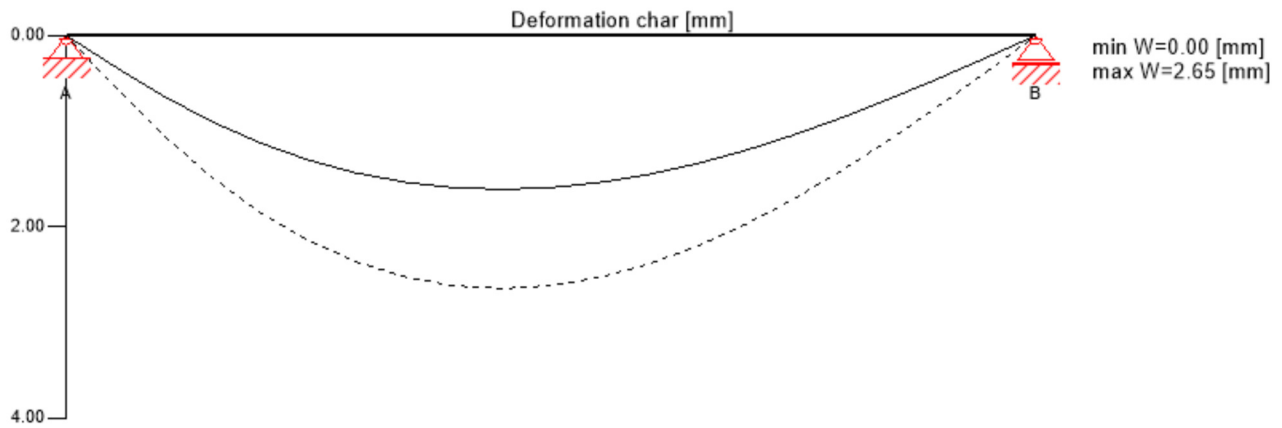
C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Service limit state design (SLS) - design results

 $w_{inst} = w[char]$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/500	6.4	2.6	41%

 $w_{fin} = w[char] + w[q.p.]*k_{def}$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/400	8.0	3.9	49%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

6. Bjælke over garageport.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

$$w_{net,fin} = w[q.p.] + w[q.p.]*k_{def}$$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/400	8.0	2.9	36%

Support reaction

Load case category	k_{mod}	A_v	B_v
		[kN]	
Vindlast, DK	1.1	3.31	0.84
		0.00	0.00
Snelast, DK	0.9	13.29	3.36
		0.00	0.00
Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK	0.6	21.56	5.35
		21.56	5.35
self weight CLT	0.6	0.31	0.31
		0.31	0.31

Reference documents for this analysis

English title	Description
EN 338	EN 338 - Structural timber ? Strength classes
EN 1995-1-1	EN 1995-1-1 - Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General - Common rules and rules for buildings
EN 1995-1-2	EN 1995-1-2 - Eurocode 5 — Design of timber structures — Part 1-2: General — Structural fire design
EN 14080	EN 14080 - Timber Structures - Glued laminated timber and glued solid timber - Requirements
EN 1990	EN 1990 - Eurocode ? Basis of structural design
Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe	Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe; publishes by SP Technical Research Institute of Sweden
National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12	ÖNORM EN 1995-1-2 - National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12
ÖNORM EN 1995-1-1_NA, chapter 7.3	ÖNORM EN 1995-1-1 - Austria - National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General-Common rules and rules for buildings; chapter 7.3
CERTIFICATE NO. EUFI29-20000564-C	Product certificate



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

6. Bjælke over garageport.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

18/10/2024

Reference documents for this analysis

English title	Description
LVL G by Stora Enso_Structural design manual column&beam_ V01	Design manual
ETA 20_0291 LVL G by Stora Enso	Stora Enso - LVL G by Stora Enso

Disclaimer

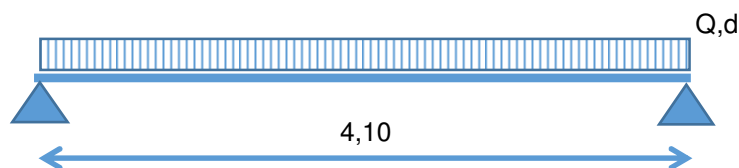
The software was created to assist engineers in their daily business. The software is an engineering software that is dealing with a very complex matter of structural analysis and building physics analysis. Therefore, this software shall only be operated by skilled, experienced engineers, with a deep understanding of structural engineering and building physics related to timber structures. The user of the software is obliged to check all input values, no matter if they were given by the user or given by default by the software and all results for plausibility. The use of the results of the software should not be relied upon as the basis for any decision or action. Any use of results of the software is only allowed, if the results have been verified and approved regarding completeness and correctness by a project structural/building physics engineer. The user has the possibility to make print-outs from the software. Any modification of those are not allowed. Stora Enso Wood Products GmbH does not assume any warranty regarding the software. The software has been developed with utmost diligence, nevertheless Stora Enso Wood Products GmbH, neither expressly nor implicitly, provides any warranty in terms of accuracy, validity, timeliness and completeness of information and data created by the software. Stora Enso Wood Products GmbH does also not assume any warranty for the general usability of the software, its suitability for a special purpose or for the compatibility of the software with the ones of third party producers or providers. Stora Enso Wood Products GmbH is only liable for damages caused by gross negligence or intent through Stora Enso Wood Products GmbH; the liability for slight negligence is excluded. This does not apply to personal injury. Under the aforementioned conditions Stora Enso Wood Products GmbH is as well not liable for operational failures or the loss of programs and/or data of the user's data processing system. Applicable Law: These terms of use shall be governed by the laws of Austria excluding however any conflict of laws rules and any laws regarding the Convention of the International Sale of Goods (CISG).

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.55

4. Konstruktionsberegninger.

7. Bjælker over vinduer i køkken / alrum.

Her ser vi på de to store vinduespartier, der er på hver side af køkken / alrum. Samtidigt sidder disse i de vægge, der er hårdest belastet i huset. På tegninger måles bjælkerne til ca. 4 m, og der regnes således med en spændvidde på 4,1 m.



Belastningerne på bjælken, baseret på på side 3.1:

Last fra taget:

g,k	=	5,13 kN/m	
s,k	=	3,32 kN/m	
w,k	=	0,83 kN/m	
g,k + s,k + w,k	=	9,28 kN/m	
Q,d	=	$5,13 + 1,5 * 3,32 + 0,5 * 0,83$	= 10,53 kN/m

Bjælken beregnes på de næste sider. Af beregningerne ses det at en bjælke som:

- Limtræsbjælke GL30, 140x400 mm.

- Har tilstrækkelig styrke og stivhed. Bæreevne udnyttelsen beregnes til 26% og størst nedbøjning beregnes til 3,3 mm (4,8 mm i langtidsnedbøjning) < 5,0 mm over vindues-/dørpartier o.lign. => OK!

Vederlagsreaktioner, til eventuelle søjleberegninger eller andre relevante beregninger iflg. beregningen:

P,g,k	=	0,57 + 10,52	=	11,09 kN
P,s,k	=		=	6,81 kN
P,w,k	=		=	1,70 kN
P,d	=	$11,09 + 1,5 * 6,81 + 0,5 * 1,7$	=	22,16 kN



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

7. Bjælker over vinduer i køkken / alrum.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

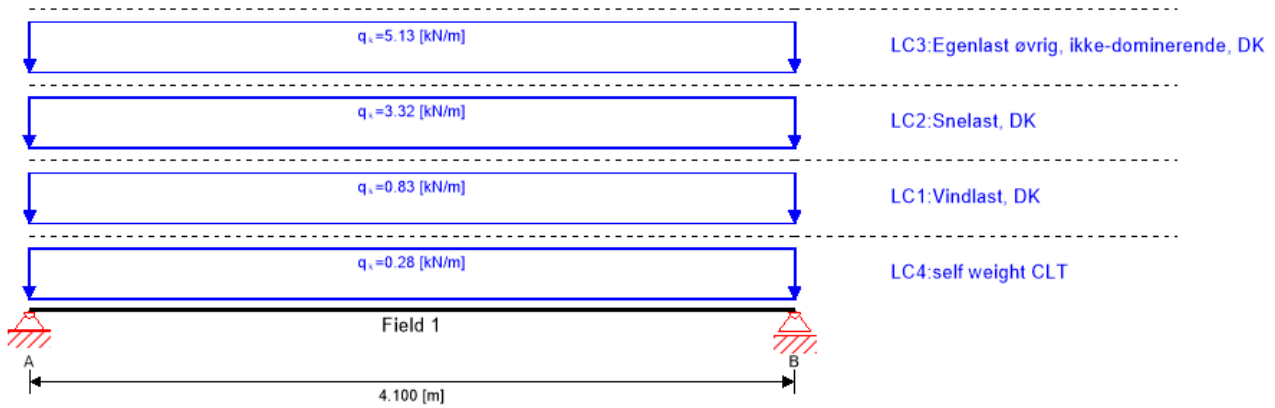
C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

System



Global utilization ratio

47 %

ULS	26 %	ULS Fire	0 %	SLS	47 %	Vibration	0 %	Support	-1 %	Void	-1 %
-----	------	----------	-----	-----	------	-----------	-----	---------	------	------	------

Product data

Section: Wooden beam 14/40



Section width	Section height	Area	I_y	I_z
[cm]	[cm]	[mm ²]	[mm ⁴]	[mm ⁴]
14	40	56,000	746,666,700	91,466,660

Material values

Material	$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	$f_{r,k \text{ min}}$	$E_{0, \text{mean}}$	G_{mean}	$E_{0,5}$
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
GL 30h	30.00	24.00	0.50	30.00	2.50	2.50	1.20	13,600.00	650.00	11,300.00

Load

Load case groups

Load case category	Type	Duration	K_{mod}	γ_{inf}	γ_{sup}	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
LC4 self weight CLT	G	permanent	0.6	1	1.35	1	1	1



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

7. Bjælker over vinduer i køkken / alrum.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

Load case groups

Load case category	Type	Duration	K _{mod}	γ _{inf}	γ _{sup}	Ψ ₀	Ψ ₁	Ψ ₂
LC1 Vindlast, DK	Q	instantaneous	1.1	0	1.5	0.3	0.2	0
LC2 Snelast, DK	Q	short term	0.9	0	1.5	0.3	0.2	0
LC3 Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK	G	permanent	0.6	1	1	1	1	1

LC4:self weight CLT

continuous load

Field	Load at start [kN/m]
1	0.28

LC1:Vindlast, DK

continuous load

Field	Load at start [kN/m]
1	0.83

LC2:Snelast, DK

continuous load

Field	Load at start [kN/m]
1	3.32

LC3:Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

7. Bjælker over vinduer i køkken / alrum.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

continuous load

Field	Load at start
	[kN/m]
1	5.13

ULS Combinations

Combination rule

LCO1	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4$
LCO2	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC1$
LCO3	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC1 + 1.50/0.00 * 0.30 * LC2$
LCO4	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC2$
LCO5	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC2 + 1.50/0.00 * 0.30 * LC1$

SLS Characteristic Combination

Combination rule

LCO6	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4$
LCO7	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.30 * LC2$
LCO8	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * LC2 + 1.00/0.00 * 0.30 * LC1$

SLS Quasi-permanent Combination

Combination rule

LCO9	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4$
LCO10	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC2$
LCO11	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC2 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC1$



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

7. Bjælker over vinduer i køkken / alrum.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

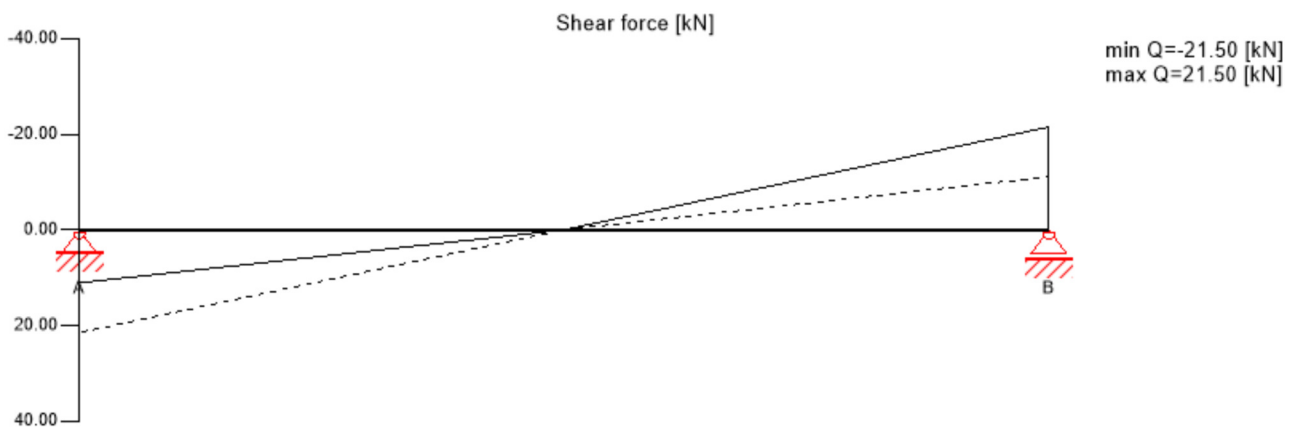
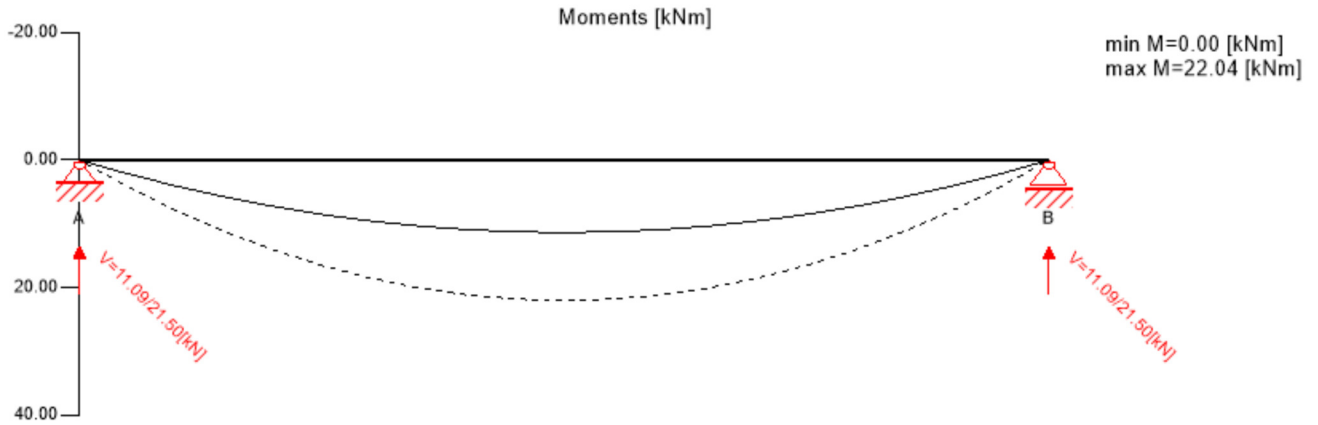
C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

Ultimate limit state (ULS) - design results



ULS Flexural design

Field	Dist.	$f_{m,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{t,0,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{sys,z}$	$k_{h,m,y}$	$k_{h,m,z}$	k_l	$f_{m,y,d}$	$f_{m,z,d}$	$f_{t,0,d}$	$f_{c,0,d}$
	[m]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
1	2.05	30.00	30.00	24.00	1.25	0.90	1.00	1.04	1.10	1.00	22.49	23.76	17.28	21.60

Field	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$N_{c,d}$	$N_{t,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$\sigma_{c,d}$	$\sigma_{t,d}$	Ratio
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
1	22.04	0.00	0.00	0.00	5.90	0.00	0.00	0.00	26% LCO4

ULS Shear analysis

Field	Dist.	$f_{v,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{h,v}$	$f_{v,d}$	V_d	$T_{v,d}$	Ratio
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	
1	0.4	2.50	1.25	0.90	1.00	1.80	17.31	0.46	26% LCO4



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

7. Bjælker over vinduer i køkken / alrum.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

ULS Buckling design

Field	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$N_{c,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$\sigma_{c,d}$	Ratio	
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
1	22.04	0.00	0.00	5.90	0.00	0.00	26%	LCO4

ULS Lateral torsional buckling design

Field	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$N_{c,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$\sigma_{c,d}$	Ratio	
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
1	22.04	0.00	0.00	5.90	0.00	0.00	26%	LCO4

Flexural stress analysis

$M_{y,d} =$	22.04	kNm		$f_{m,k} =$	30.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm		$f_{m,k,z} =$	30.00	N/mm ²
$N_{t,d} =$	0.00	kN		$\gamma_m =$	1.25	-
				$k_{mod} =$	0.90	-
				$k_{sys,y} =$	1.00	-
				$k_{h,m,y} =$	1.04	-
				$k_{h,m,z} =$	1.10	-
				$k_l =$	1.00	-
$\sigma_{t,d} =$	0.00	N/mm ²		$f_{t,0,d} =$	17.28	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	5.90	N/mm ²		$f_{m,y,d} =$	22.49	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	<	$f_{m,z,d} =$	23.76	N/mm ² ✓

Utilization ratio

26%

Shear stress analysis

$V_d =$	17.31	kN		$f_{v,k} =$	2.50	N/mm ²
				$\gamma_m =$	1.25	-
				$k_{mod} =$	0.90	-
				$k_{h,v} =$	1.00	-
$T_{v,d} =$	0.46	N/mm ²	<	$f_{v,d} =$	1.80	N/mm ² ✓

Utilization ratio

26%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

7. Bjælker over vinduer i køkken / alrum.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

Buckling analysis

$M_{y,d} =$	22.04	kNm	$f_{m,k} =$	30.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm			
$N_{e,d} =$	0.00	kN	$\gamma_m =$	1.25	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{sys,y} =$	1.00	-
			$k_{sys,z} =$	1.00	-
			$k_{h,m,y} =$	1.04	-
			$k_{h,m,z} =$	1.10	-
$\sigma_{c,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{c,0,d} =$	21.60	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	5.90	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	22.49	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{m,z,d} =$	23.76	N/mm ²

Utilization ratio

26%

Lateral torsional buckling analysis

$M_{y,d} =$	22.04	kNm	$f_{m,k} =$	30.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm			
$N_{e,d} =$	0.00	kN	$\gamma_m =$	1.25	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{sys,y} =$	1.00	-
			$k_{h,m,y} =$	1.04	-
			$k_{h,m,z} =$	1.10	-
			$k_l =$	1.00	-
$\sigma_{c,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{c,0,d} =$	21.60	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	5.90	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	22.49	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{m,z,d} =$	23.76	N/mm ²

Utilization ratio

26%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S
7. Bjælker over vinduer i køkken / alrum.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

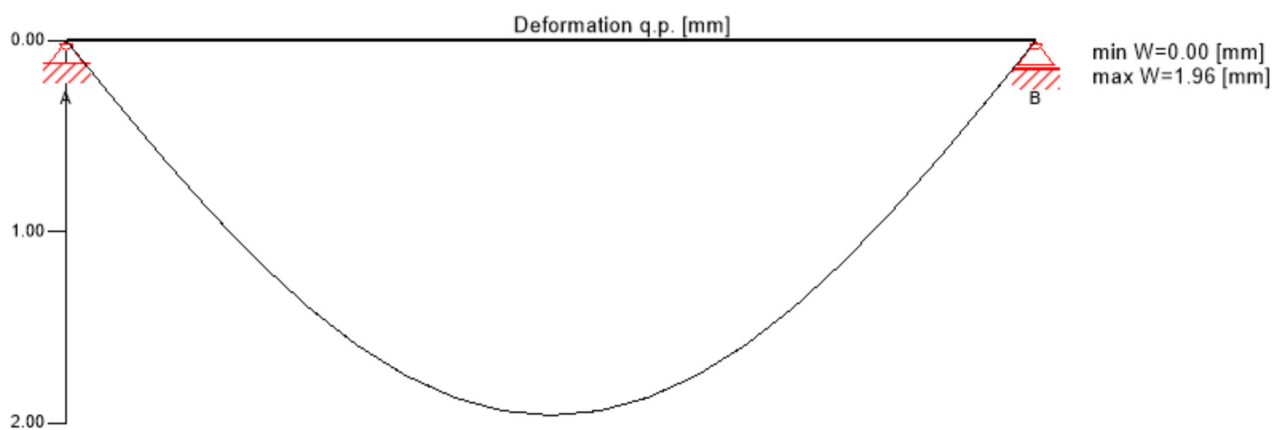
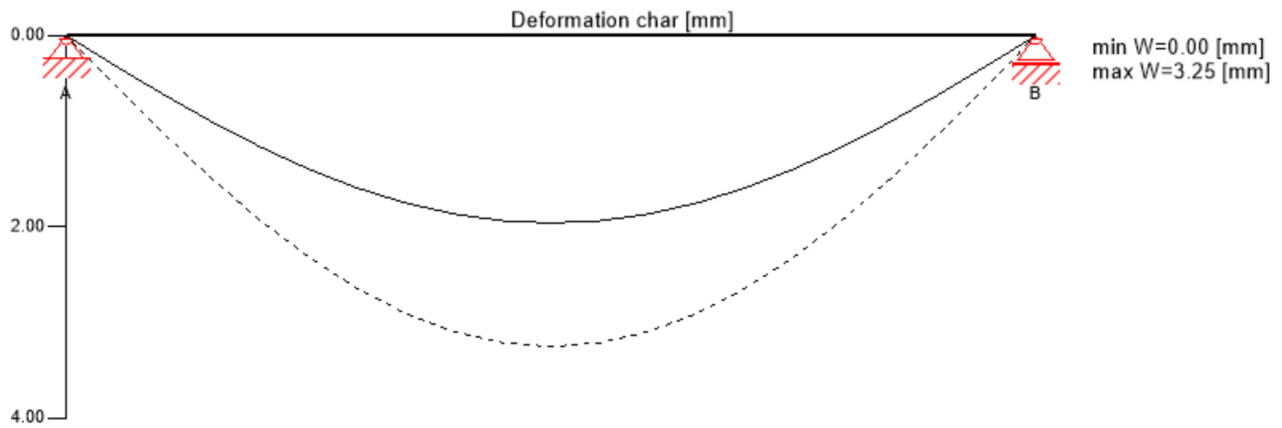
C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

Service limit state design (SLS) - design results



$w_{inst} = w[char]$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/500	8.2	3.3	40%

$w_{fin} = w[char] + w[q.p.]*k_{def}$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/400	10.3	4.8	47%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

7. Bjælker over vinduer i køkken / alrum.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

$$w_{net,fin} = w[q.p.] + w[q.p.]*k_{def}$$

Field	K _{def}	Limit	W _{limit}	W _{calc.}	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/400	10.3	3.5	34%

Support reaction

Load case category	k _{mod}	A _v	B _v
		[kN]	
Vindlast, DK	1.1	1.70	1.70
		0.00	0.00
Snelast, DK	0.9	6.81	6.81
		0.00	0.00
Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK	0.6	10.52	10.52
		10.52	10.52
self weight CLT	0.6	0.57	0.57
		0.57	0.57

Reference documents for this analysis

English title	Description
EN 338	EN 338 - Structural timber ? Strength classes
EN 1995-1-1	EN 1995-1-1 - Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General - Common rules and rules for buildings
EN 1995-1-2	EN 1995-1-2 - Eurocode 5 — Design of timber structures — Part 1-2: General — Structural fire design
EN 14080	EN 14080 - Timber Structures - Glued laminated timber and glued solid timber - Requirements
EN 1990	EN 1990 - Eurocode ? Basis of structural design
Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe	Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe; publishes by SP Technical Research Institute of Sweden
National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12	ÖNORM EN 1995-1-2 - National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12
ÖNORM EN 1995-1-1_NA, chapter 7.3	ÖNORM EN 1995-1-1 - Austria - National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General-Common rules and rules for buildings; chapter 7.3
CERTIFICATE NO. EUFI29-20000564-C	Product certificate



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

7. Bjælker over vinduer i køkken / alrum.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

Reference documents for this analysis

English title	Description
LVL G by Stora Enso_Structural design manual column&beam_ V01	Design manual
ETA 20_0291 LVL G by Stora Enso	Stora Enso - LVL G by Stora Enso

Disclaimer

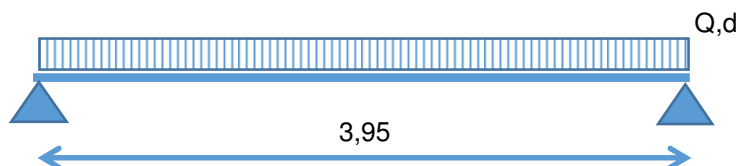
The software was created to assist engineers in their daily business. The software is an engineering software that is dealing with a very complex matter of structural analysis and building physics analysis. Therefore, this software shall only be operated by skilled, experienced engineers, with a deep understanding of structural engineering and building physics related to timber structures. The user of the software is obliged to check all input values, no matter if they were given by the user or given by default by the software and all results for plausibility. The use of the results of the software should not be relied upon as the basis for any decision or action. Any use of results of the software is only allowed, if the results have been verified and approved regarding completeness and correctness by a project structural/building physics engineer. The user has the possibility to make print-outs from the software. Any modification of those are not allowed. Stora Enso Wood Products GmbH does not assume any warranty regarding the software. The software has been developed with utmost diligence, nevertheless Stora Enso Wood Products GmbH, neither expressly nor implicitly, provides any warranty in terms of accuracy, validity, timeliness and completeness of information and data created by the software. Stora Enso Wood Products GmbH does also not assume any warranty for the general usability of the software, its suitability for a special purpose or for the compatibility of the software with the ones of third party producers or providers. Stora Enso Wood Products GmbH is only liable for damages caused by gross negligence or intent through Stora Enso Wood Products GmbH; the liability for slight negligence is excluded. This does not apply to personal injury. Under the aforementioned conditions Stora Enso Wood Products GmbH is as well not liable for operational failures or the loss of programs and/or data of the user's data processing system.
Applicable Law: These terms of use shall be governed by the laws of Austria excluding however any conflict of laws rules and any laws regarding the Convention of the International Sale of Goods (CISG).

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.65

4. Konstruktionsberegninger.

8. Bjælke over vinduesparti i gang.

På tegninger måles bjælken til ca. 3,85 m, og der regnes således med en spændvidde på 3,95 m.



Belastningerne på bjælken, baseret på på side 3.7:

Last fra taget:

g,k	=	4,21 kN/m	
s,k	=	2,72 kN/m	
w,k	=	0,68 kN/m	
g,k + s,k + w,k	=	7,61 kN/m	
Q,d	=	$4,21 + 1,5 * 2,72 + 0,5 * 0,68$	= 8,63 kN/m

Bjælken beregnes på de næste sider. Af beregningerne ses det at en bjælke som:

- Limtræsbjælke GL30, 90x400 mm.

- Har tilstrækkelig styrke og stivhed. Bæreevne udnyttelsen beregnes til 30% og størst nedbøjning beregnes til 3,2 mm (4,7 mm i langtidsnedbøjning) < 5,0 mm over vindues-/dørpartier o.lign. => OK!

Vederlagsreaktioner, til eventuelle søjleberegninger eller andre relevante beregninger iflg. beregningen:

P,g,k	=	$0,35 + 8,10$	=	8,45 kN
P,s,k	=		=	5,24 kN
P,w,k	=		=	1,31 kN
P,d	=	$8,45 + 1,5 * 5,24 + 0,5 * 1,31$	=	16,97 kN



Dahlsvej 14, 5260 Odense S
8. Bjælke over vinduesparti i gang.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

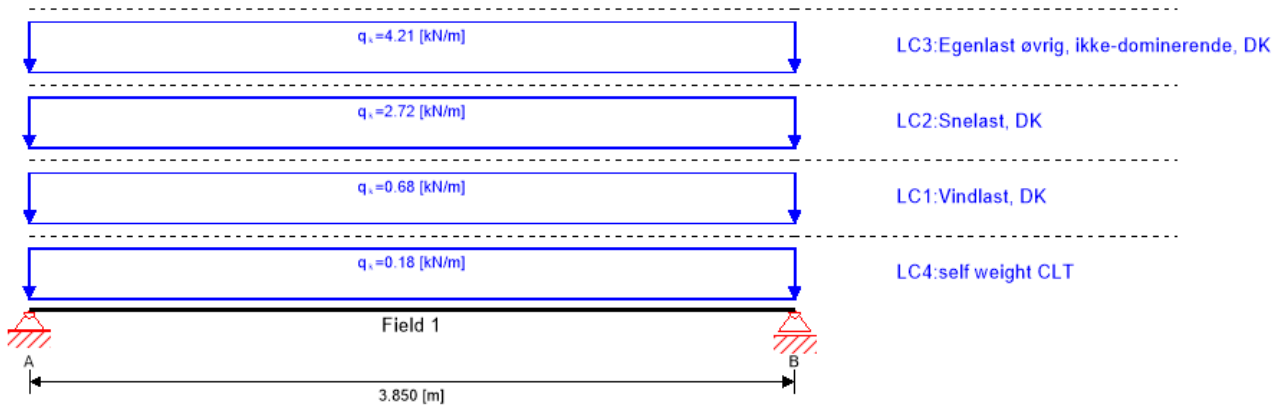
C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

System



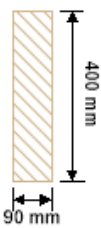
Global utilization ratio

49 %

ULS	30 %	ULS Fire	0 %	SLS	49 %	Vibration	0 %	Support	-1 %	Void	-1 %
-----	------	----------	-----	-----	------	-----------	-----	---------	------	------	------

Product data

Section: Wooden beam 9/40



Section width	Section height	Area	I_y	I_z
[cm]	[cm]	[mm ²]	[mm ⁴]	[mm ⁴]
9	40	36,000	480,000,000	24,300,000

Material values

Material	$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	$f_{r,k \min}$	$E_{0,mean}$	G_{mean}	$E_{0,5}$
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
GL 30h	30.00	24.00	0.50	30.00	2.50	2.50	1.20	13,600.00	650.00	11,300.00

Load

Load case groups

Load case category	Type	Duration	K_{mod}	γ_{inf}	γ_{sup}	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
LC4 self weight CLT	G	permanent	0.6	1	1.35	1	1	1



Dahlsvej 14, 5260 Odense S
8. Bjælke over vinduesparti i gang.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

Load case groups

Load case category	Type	Duration	K _{mod}	γ _{inf}	γ _{sup}	Ψ ₀	Ψ ₁	Ψ ₂
LC1 Vindlast, DK	Q	instantaneous	1.1	0	1.5	0.3	0.2	0
LC2 Snelast, DK	Q	short term	0.9	0	1.5	0.3	0.2	0
LC3 Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK	G	permanent	0.6	1	1	1	1	1

LC4:self weight CLT

continuous load

Field	Load at start [kN/m]
1	0.18

LC1:Vindlast, DK

continuous load

Field	Load at start [kN/m]
1	0.68

LC2:Snelast, DK

continuous load

Field	Load at start [kN/m]
1	2.72

LC3:Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK



Dahlsvej 14, 5260 Odense S
8. Bjælke over vinduesparti i gang.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

continuous load

Field	Load at start
	[kN/m]
1	4.21

ULS Combinations

Combination rule

LCO1	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4$
LCO2	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC1$
LCO3	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC1 + 1.50/0.00 * 0.30 * LC2$
LCO4	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC2$
LCO5	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC2 + 1.50/0.00 * 0.30 * LC1$

SLS Characteristic Combination

Combination rule

LCO6	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4$
LCO7	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.30 * LC2$
LCO8	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * LC2 + 1.00/0.00 * 0.30 * LC1$

SLS Quasi-permanent Combination

Combination rule

LCO9	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4$
LCO10	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC2$
LCO11	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC2 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC1$



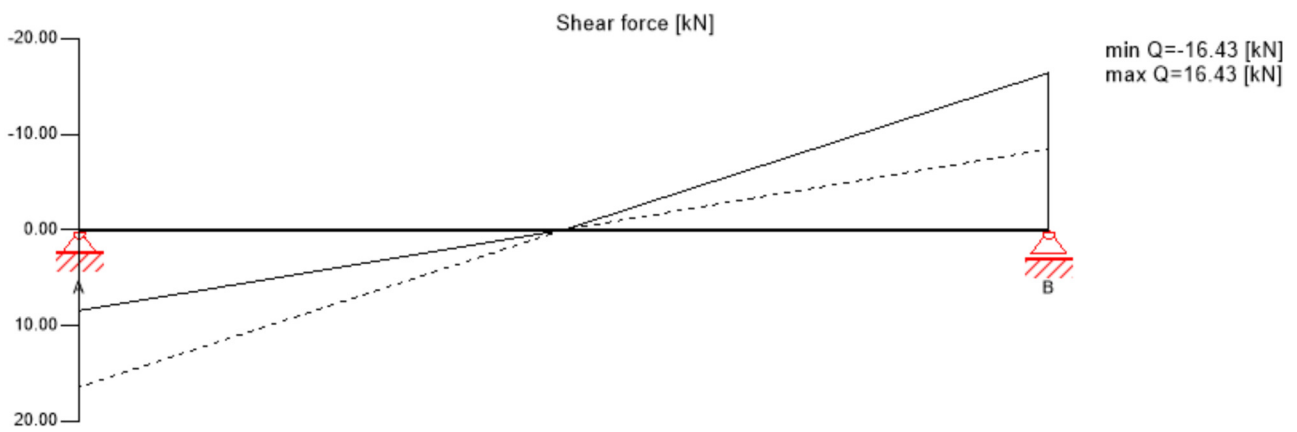
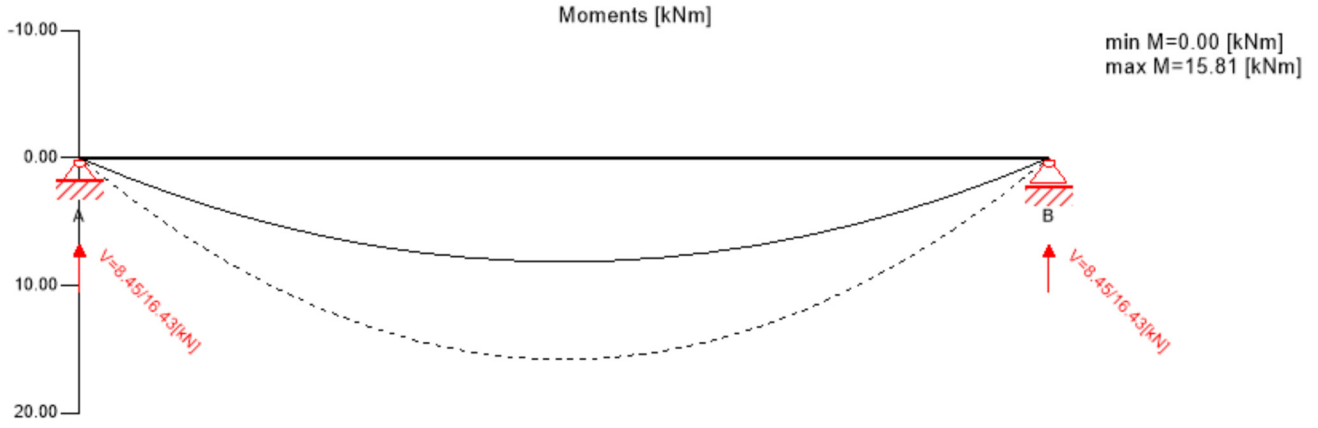
Dahlsvej 14, 5260 Odense S
 8. Bjælke over vinduesparti i gang.
 Master of Science in Engineering
 Thorvald Johannes Pedersen

Corewood

C24-29
 Sweden
 Checker

19/10/2024

Ultimate limit state (ULS) - design results



ULS Flexural design

Field	Dist.	$f_{m,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{t,0,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{sys,z}$	$k_{h,m,y}$	$k_{h,m,z}$	k_l	$f_{m,y,d}$	$f_{m,z,d}$	$f_{t,0,d}$	$f_{c,0,d}$
	[m]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
1	1.93	30.00	30.00	24.00	1.25	0.90	1.00	1.04	1.10	1.00	22.49	23.76	17.28	21.60

Field	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$N_{c,d}$	$N_{t,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$\sigma_{c,d}$	$\sigma_{t,d}$	Ratio
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
1	15.81	0.00	0.00	0.00	6.59	0.00	0.00	0.00	29% LCO4

ULS Shear analysis

Field	Dist.	$f_{v,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{h,v}$	$f_{v,d}$	V_d	$T_{v,d}$	Ratio
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	
1	0.4	2.50	1.25	0.90	1.00	1.80	13.01	0.54	30% LCO4



Dahlsvej 14, 5260 Odense S
8. Bjælke over vinduesparti i gang.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

19/10/2024

Checker

ULS Buckling design

Field	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	$N_{c,d}$ [kN]	$\sigma_{m,y,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{m,z,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c,d}$ [N/mm ²]	Ratio	
1	15.81	0.00	0.00	6.59	0.00	0.00	29%	LCO4

ULS Lateral torsional buckling design

Field	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	$N_{c,d}$ [kN]	$\sigma_{m,y,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{m,z,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c,d}$ [N/mm ²]	Ratio	
1	15.81	0.00	0.00	6.59	0.00	0.00	29%	LCO4

Flexural stress analysis

$M_{y,d} =$	15.81	kNm		$f_{m,k} =$	30.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm		$f_{m,k,z} =$	30.00	N/mm ²
$N_{t,d} =$	0.00	kN		$\gamma_m =$	1.25	-
				$k_{mod} =$	0.90	-
				$k_{sys,y} =$	1.00	-
				$k_{h,m,y} =$	1.04	-
				$k_{h,m,z} =$	1.10	-
				$k_l =$	1.00	-
$\sigma_{t,d} =$	0.00	N/mm ²		$f_{t,0,d} =$	17.28	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	6.59	N/mm ²		$f_{m,y,d} =$	22.49	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	<	$f_{m,z,d} =$	23.76	N/mm ² ✓

Utilization ratio

29%

Shear stress analysis

$V_d =$	13.01	kN		$f_{v,k} =$	2.50	N/mm ²
				$\gamma_m =$	1.25	-
				$k_{mod} =$	0.90	-
				$k_{h,v} =$	1.00	-
$T_{v,d} =$	0.54	N/mm ²	<	$f_{v,d} =$	1.80	N/mm ² ✓

Utilization ratio

30%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S
8. Bjælke over vinduesparti i gang.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

19/10/2024

Checker

Buckling analysis

$M_{y,d} =$	15.81	kNm	$f_{m,k} =$	30.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm			
$N_{e,d} =$	0.00	kN	$\gamma_m =$	1.25	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{sys,y} =$	1.00	-
			$k_{sys,z} =$	1.00	-
			$k_{h,m,y} =$	1.04	-
			$k_{h,m,z} =$	1.10	-
$\sigma_{c,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{c,0,d} =$	21.60	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	6.59	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	22.49	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{m,z,d} =$	23.76	N/mm ² ✓

Utilization ratio

29%

Lateral torsional buckling analysis

$M_{y,d} =$	15.81	kNm	$f_{m,k} =$	30.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm			
$N_{e,d} =$	0.00	kN	$\gamma_m =$	1.25	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{sys,y} =$	1.00	-
			$k_{h,m,y} =$	1.04	-
			$k_{h,m,z} =$	1.10	-
			$k_l =$	1.00	-
$\sigma_{c,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{c,0,d} =$	21.60	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	6.59	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	22.49	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{m,z,d} =$	23.76	N/mm ² ✓

Utilization ratio

29%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S
8. Bjælke over vinduesparti i gang.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

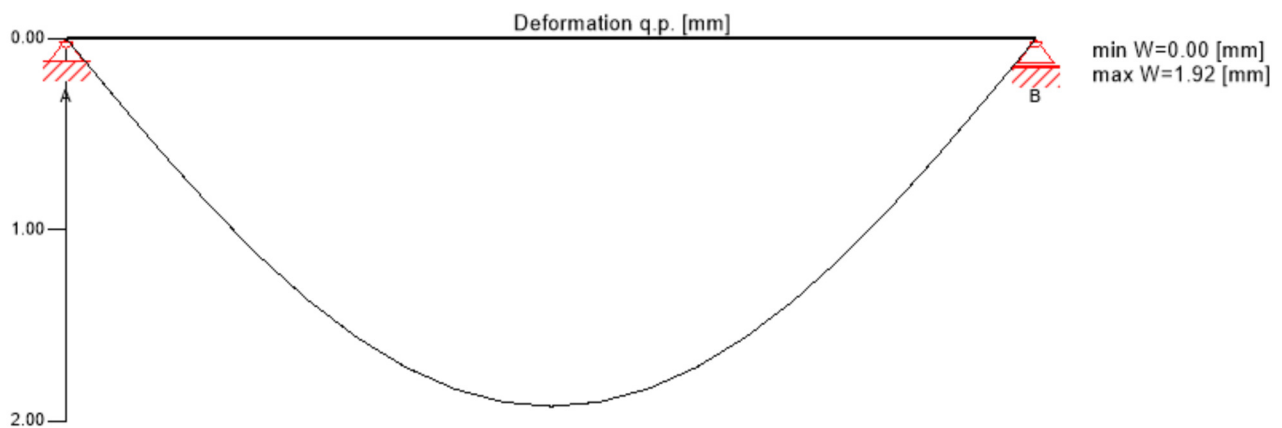
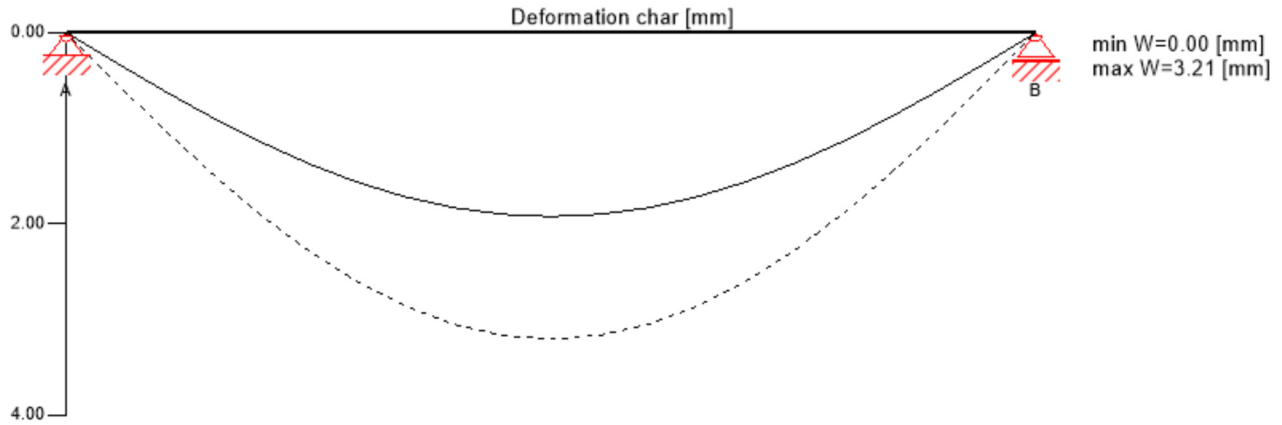
C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

Service limit state design (SLS) - design results



$w_{inst} = w[char]$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/500	7.7	3.2	42%

$w_{fin} = w[char] + w[q.p.]*k_{def}$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/400	9.6	4.7	49%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

8. Bjælke over vinduesparti i gang.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

$$w_{net,fin} = w[q.p.] + w[q.p.]*k_{def}$$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/400	9.6	3.5	36%

Support reaction

Load case category	k_{mod}	A_v	B_v
		[kN]	
Vindlast, DK	1.1	1.31	1.31
		0.00	0.00
Snelast, DK	0.9	5.24	5.24
		0.00	0.00
Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK	0.6	8.10	8.10
		8.10	8.10
self weight CLT	0.6	0.35	0.35
		0.35	0.35

Reference documents for this analysis

English title	Description
EN 338	EN 338 - Structural timber ? Strength classes
EN 1995-1-1	EN 1995-1-1 - Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General - Common rules and rules for buildings
EN 1995-1-2	EN 1995-1-2 - Eurocode 5 — Design of timber structures — Part 1-2: General — Structural fire design
EN 14080	EN 14080 - Timber Structures - Glued laminated timber and glued solid timber - Requirements
EN 1990	EN 1990 - Eurocode ? Basis of structural design
Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe	Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe; publishes by SP Technical Research Institute of Sweden
National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12	ÖNORM EN 1995-1-2 - National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12
ÖNORM EN 1995-1-1_NA, chapter 7.3	ÖNORM EN 1995-1-1 - Austria - National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General-Common rules and rules for buildings; chapter 7.3
CERTIFICATE NO. EUFI29-20000564-C	Product certificate



Dahlsvej 14, 5260 Odense S
8. Bjælke over vinduesparti i gang.

C24-29

Sweden

19/10/2024

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

Checker

Reference documents for this analysis

English title	Description
LVL G by Stora Enso_Structural design manual column&beam_ V01	Design manual
ETA 20_0291 LVL G by Stora Enso	Stora Enso - LVL G by Stora Enso

Disclaimer

The software was created to assist engineers in their daily business. The software is an engineering software that is dealing with a very complex matter of structural analysis and building physics analysis. Therefore, this software shall only be operated by skilled, experienced engineers, with a deep understanding of structural engineering and building physics related to timber structures. The user of the software is obliged to check all input values, no matter if they were given by the user or given by default by the software and all results for plausibility. The use of the results of the software should not be relied upon as the basis for any decision or action. Any use of results of the software is only allowed, if the results have been verified and approved regarding completeness and correctness by a project structural/building physics engineer. The user has the possibility to make print-outs from the software. Any modification of those are not allowed. Stora Enso Wood Products GmbH does not assume any warranty regarding the software. The software has been developed with utmost diligence, nevertheless Stora Enso Wood Products GmbH, neither expressly nor implicitly, provides any warranty in terms of accuracy, validity, timeliness and completeness of information and data created by the software. Stora Enso Wood Products GmbH does also not assume any warranty for the general usability of the software, its suitability for a special purpose or for the compatibility of the software with the ones of third party producers or providers. Stora Enso Wood Products GmbH is only liable for damages caused by gross negligence or intent through Stora Enso Wood Products GmbH; the liability for slight negligence is excluded. This does not apply to personal injury. Under the aforementioned conditions Stora Enso Wood Products GmbH is as well not liable for operational failures or the loss of programs and/or data of the user's data processing system. Applicable Law: These terms of use shall be governed by the laws of Austria excluding however any conflict of laws rules and any laws regarding the Convention of the International Sale of Goods (CISG).

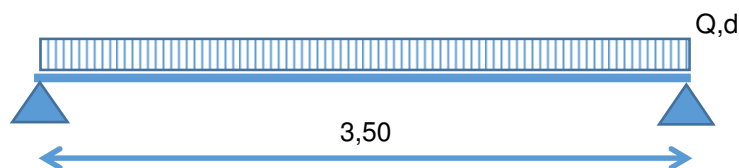
Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.75

4. Konstruktionsberegninger.

9. Bjælker for overdækkede partier.

Der er to overdækkede partier, nemlig foran bryggers og foran værelse 1 mod nord. Bjælkerne, der bærer det større tagudhæng hér, er længst ved sidstnævnte.

På tegninger måles bjælken til ca. 3,4 m, og der regnes således med en spændvidde på 3,5 m.



Belastningerne på bjælken, baseret på på side 3.8 (lasten på de to bjælker, er den samme):

Last fra taget:

g,k	=	1,48 kN/m	
s,k	=	0,96 kN/m	
w,k	=	0,24 kN/m	
g,k + s,k + w,k	=	2,68 kN/m	
Q,d	=	$1,48 + 1,5 * 0,96 + 0,5 * 0,24$	= 3,04 kN/m

Bjælken beregnes på de næste sider. Af beregningerne ses det at en bjælke som:

- Spærtræ C24, 2 x 45x245 mm.

- Har tilstrækkelig styrke og stivhed. Bæreevne udnyttelsen beregnes til 31% og størst nedbøjning beregnes til 4,2 mm (6,3 mm i langtidsnedbøjning) < 5,0 mm.

Vederlagsreaktioner, til eventuelle søjleberegninger eller andre relevante beregninger iflg. beregningen:

P,g,k	=	0,19 + 2,59	=	2,78 kN
P,s,k	=		=	1,68 kN
P,w,k	=		=	0,42 kN
P,d	=	$2,78 + 1,5 * 1,68 + 0,5 * 0,42$	=	5,51 kN



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

9. Bjælker for overdækkede partier.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

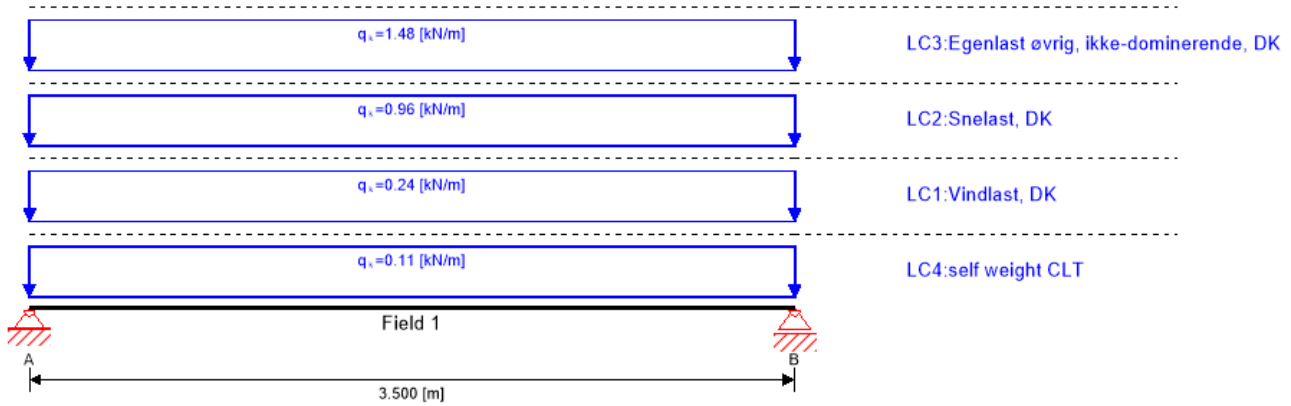
C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

System



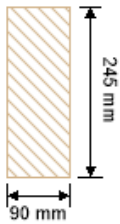
Global utilization ratio

72 %

ULS	31 %	ULS Fire	0 %	SLS	72 %	Vibration	0 %	Support	-1 %	Void	-1 %
-----	------	----------	-----	-----	------	-----------	-----	---------	------	------	------

Product data

Section: Wooden beam 9/24.5



Section width	Section height	Area	I_y	I_z
[cm]	[cm]	[mm ²]	[mm ⁴]	[mm ⁴]
9	24.5	22,050	110,295,900	14,883,750

Material values

Material	$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	$f_{r,k \min}$	$E_{0,mean}$	G_{mean}	$E_{0,5}$
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
C24 softwood	24.00	14.00	0.40	21.00	2.50	2.30	0.80	11,000.00	690.00	7,400.00

Load



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

9. Bjælker for overdækkede partier.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

Load case groups

Load case category	Type	Duration	K _{mod}	γ _{inf}	γ _{sup}	Ψ ₀	Ψ ₁	Ψ ₂
LC4 self weight CLT	G	permanent	0.6	1	1.35	1	1	1
LC1 Vindlast, DK	Q	instantaneous	1.1	0	1.5	0.3	0.2	0
LC2 Snelast, DK	Q	short term	0.9	0	1.5	0.3	0.2	0
LC3 Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK	G	permanent	0.6	1	1	1	1	1

LC4:self weight CLT

continuous load

Field	Load at start
	[kN/m]
1	0.11

LC1:Vindlast, DK

continuous load

Field	Load at start
	[kN/m]
1	0.24

LC2:Snelast, DK

continuous load

Field	Load at start
	[kN/m]
1	0.96

LC3:Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

9. Bjælker for overdækkede partier.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

continuous load

Field	Load at start
	[kN/m]
1	1.48

ULS Combinations

Combination rule

LCO1	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4$
LCO2	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC1$
LCO3	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC1 + 1.50/0.00 * 0.30 * LC2$
LCO4	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC2$
LCO5	$1.00/1.00 * LC3 + 1.35/1.00 * LC4 + 1.50/0.00 * LC2 + 1.50/0.00 * 0.30 * LC1$

SLS Characteristic Combination

Combination rule

LCO6	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4$
LCO7	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.30 * LC2$
LCO8	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * LC2 + 1.00/0.00 * 0.30 * LC1$

SLS Quasi-permanent Combination

Combination rule

LCO9	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4$
LCO10	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC2$
LCO11	$1.00/1.00 * LC3 + 1.00/1.00 * LC4 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC2 + 1.00/0.00 * 0.00 * LC1$



Dahlsvej 14, 5260 Odense S
9. Bjælker for overdækkede partier.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

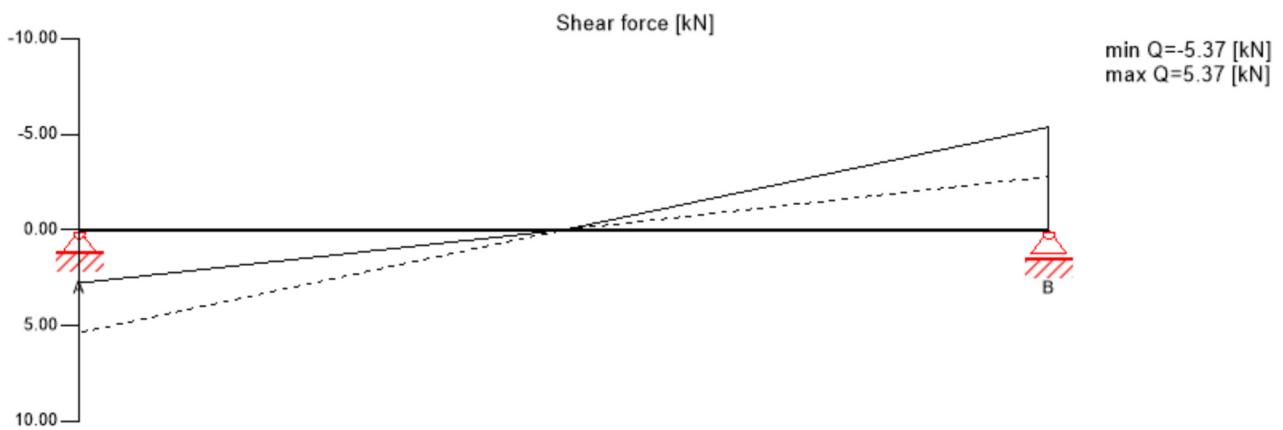
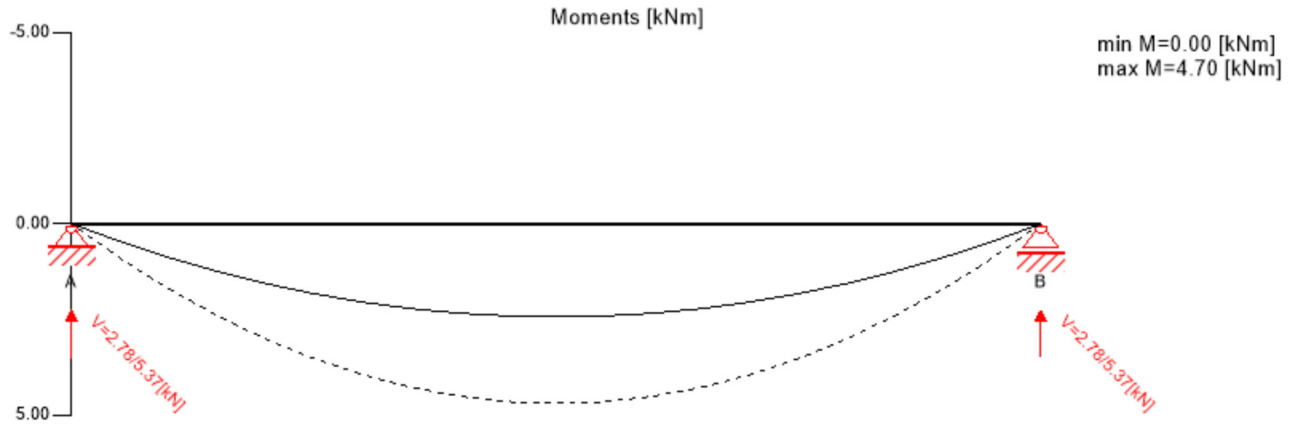
C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

Ultimate limit state (ULS) - design results



ULS Flexural design

Field	Dist.	$f_{m,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{t,0,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{sys,z}$	$k_{h,m,y}$	$k_{h,m,z}$	k_l	$f_{m,y,d}$	$f_{m,z,d}$	$f_{t,0,d}$	$f_{c,0,d}$
	[m]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
1	1.75	24.00	21.00	14.00	1.30	0.90	1.00	1.00	1.11	1.00	16.62	18.40	9.69	14.54

Field	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$N_{c,d}$	$N_{t,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$\sigma_{c,d}$	$\sigma_{t,d}$	Ratio	
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
1	4.70	0.00	0.00	0.00	5.22	0.00	0.00	0.00	31%	LCO4

ULS Shear analysis

Field	Dist.	$f_{v,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{h,v}$	$f_{v,d}$	V_d	$T_{v,d}$	Ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	3.26	2.30	1.30	0.90	1.00	1.59	4.62	0.31	20%	LCO4



Dahlsvej 14, 5260 Odense S
9. Bjælker for overdækkede partier.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

ULS Buckling design

Field	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	$N_{c,d}$ [kN]	$\sigma_{m,y,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{m,z,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c,d}$ [N/mm ²]	Ratio	
1	4.70	0.00	0.00	5.22	0.00	0.00	31%	LCO4

ULS Lateral torsional buckling design

Field	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	$N_{c,d}$ [kN]	$\sigma_{m,y,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{m,z,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c,d}$ [N/mm ²]	Ratio	
1	4.70	0.00	0.00	5.22	0.00	0.00	31%	LCO4

Flexural stress analysis

$M_{y,d} =$	4.70	kNm		$f_{m,k} =$	24.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm		$f_{m,k,z} =$	24.00	N/mm ²
$N_{t,d} =$	0.00	kN		$\gamma_m =$	1.30	-
				$k_{mod} =$	0.90	-
				$k_{sys,y} =$	1.00	-
				$k_{h,m,y} =$	1.00	-
				$k_{h,m,z} =$	1.11	-
				$k_l =$	1.00	-
$\sigma_{t,d} =$	0.00	N/mm ²		$f_{t,0,d} =$	9.69	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	5.22	N/mm ²		$f_{m,y,d} =$	16.62	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	<	$f_{m,z,d} =$	18.40	N/mm ² ✓

Utilization ratio

31%

Shear stress analysis

$V_d =$	4.62	kN		$f_{v,k} =$	2.30	N/mm ²
				$\gamma_m =$	1.30	-
				$k_{mod} =$	0.90	-
				$k_{h,v} =$	1.00	-
$T_{v,d} =$	0.31	N/mm ²	<	$f_{v,d} =$	1.59	N/mm ² ✓

Utilization ratio

20%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S
9. Bjælker for overdækkede partier.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

19/10/2024

Checker

Buckling analysis

$M_{y,d} =$	4.70	kNm	$f_{m,k} =$	24.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm			
$N_{c,d} =$	0.00	kN	$\gamma_m =$	1.30	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{sys,y} =$	1.00	-
			$k_{sys,z} =$	1.00	-
			$k_{h,m,y} =$	1.00	-
			$k_{h,m,z} =$	1.11	-
$\sigma_{c,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{c,0,d} =$	14.54	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	5.22	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	16.62	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{m,z,d} =$	18.40	N/mm ² ✓

Utilization ratio

31%

Lateral torsional buckling analysis

$M_{y,d} =$	4.70	kNm	$f_{m,k} =$	24.00	N/mm ²
$M_{z,d} =$	0.00	kNm			
$N_{c,d} =$	0.00	kN	$\gamma_m =$	1.30	-
			$k_{mod} =$	0.90	-
			$k_{sys,y} =$	1.00	-
			$k_{h,m,y} =$	1.00	-
			$k_{h,m,z} =$	1.11	-
			$k_l =$	1.00	-
$\sigma_{c,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{c,0,d} =$	14.54	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	5.22	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	16.62	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{m,z,d} =$	18.40	N/mm ² ✓

Utilization ratio

31%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S
9. Bjælker for overdækkede partier.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

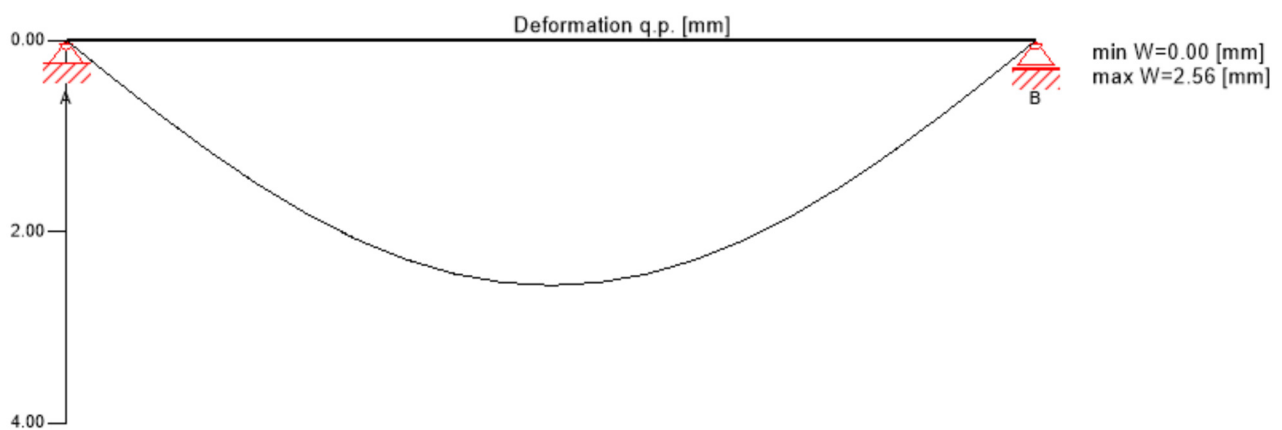
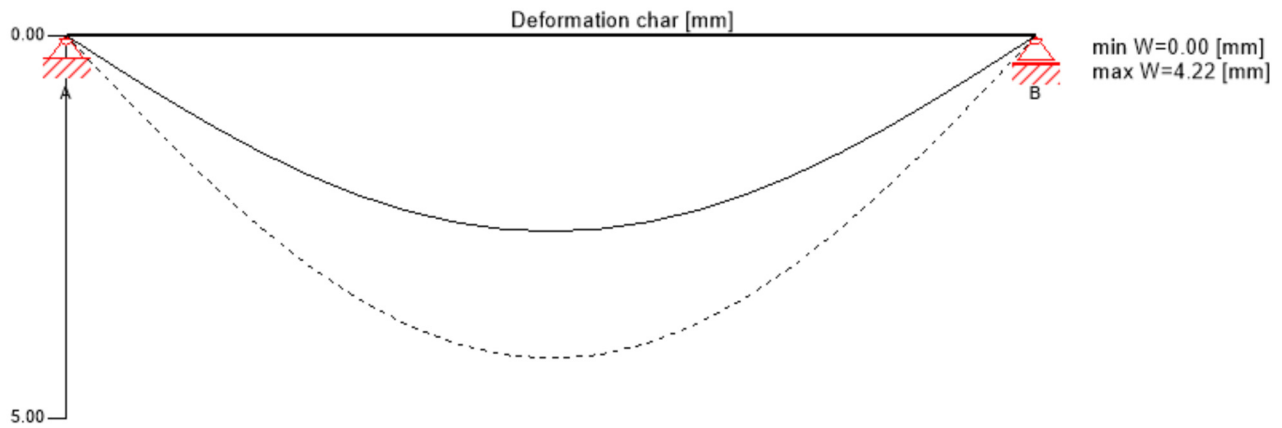
C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

Service limit state design (SLS) - design results



$w_{inst} = w[char]$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/500	7.0	4.2	60%

$w_{fin} = w[char] + w[q.p.]*k_{def}$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/400	8.8	6.3	72%



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

9. Bjælker for overdækkede partier.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

$$w_{net,fin} = w[q.p.] + w[q.p.]*k_{def}$$

Field	K_{def}	Limit	w_{limit}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0.8	L/400	8.8	4.6	53%

Support reaction

Load case category	k_{mod}	A_v	B_v
		[kN]	
Vindlast, DK	1.1	0.42	0.42
		0.00	0.00
Snelast, DK	0.9	1.68	1.68
		0.00	0.00
Egenlast øvrig, ikke-dominerende, DK	0.6	2.59	2.59
		2.59	2.59
self weight CLT	0.6	0.19	0.19
		0.19	0.19

Reference documents for this analysis

English title	Description
EN 338	EN 338 - Structural timber ? Strength classes
EN 1995-1-1	EN 1995-1-1 - Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General - Common rules and rules for buildings
EN 1995-1-2	EN 1995-1-2 - Eurocode 5 — Design of timber structures — Part 1-2: General — Structural fire design
EN 14080	EN 14080 - Timber Structures - Glued laminated timber and glued solid timber - Requirements
EN 1990	EN 1990 - Eurocode ? Basis of structural design
Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe	Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe; publishes by SP Technical Research Institute of Sweden
National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12	ÖNORM EN 1995-1-2 - National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12
ÖNORM EN 1995-1-1_NA, chapter 7.3	ÖNORM EN 1995-1-1 - Austria - National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General-Common rules and rules for buildings; chapter 7.3
CERTIFICATE NO. EUFI29-20000564-C	Product certificate



Dahlsvej 14, 5260 Odense S

9. Bjælker for overdækkede partier.

Master of Science in Engineering Corewood
Thorvald Johannes Pedersen

C24-29

Sweden

Checker

19/10/2024

Reference documents for this analysis

English title	Description
LVL G by Stora Enso_Structural design manual column&beam_ V01	Design manual
ETA 20_0291 LVL G by Stora Enso	Stora Enso - LVL G by Stora Enso

Disclaimer

The software was created to assist engineers in their daily business. The software is an engineering software that is dealing with a very complex matter of structural analysis and building physics analysis. Therefore, this software shall only be operated by skilled, experienced engineers, with a deep understanding of structural engineering and building physics related to timber structures. The user of the software is obliged to check all input values, no matter if they were given by the user or given by default by the software and all results for plausibility. The use of the results of the software should not be relied upon as the basis for any decision or action. Any use of results of the software is only allowed, if the results have been verified and approved regarding completeness and correctness by a project structural/building physics engineer. The user has the possibility to make print-outs from the software. Any modification of those are not allowed. Stora Enso Wood Products GmbH does not assume any warranty regarding the software. The software has been developed with utmost diligence, nevertheless Stora Enso Wood Products GmbH, neither expressly nor implicitly, provides any warranty in terms of accuracy, validity, timeliness and completeness of information and data created by the software. Stora Enso Wood Products GmbH does also not assume any warranty for the general usability of the software, its suitability for a special purpose or for the compatibility of the software with the ones of third party producers or providers. Stora Enso Wood Products GmbH is only liable for damages caused by gross negligence or intent through Stora Enso Wood Products GmbH; the liability for slight negligence is excluded. This does not apply to personal injury. Under the aforementioned conditions Stora Enso Wood Products GmbH is as well not liable for operational failures or the loss of programs and/or data of the user's data processing system. Applicable Law: These terms of use shall be governed by the laws of Austria excluding however any conflict of laws rules and any laws regarding the Convention of the International Sale of Goods (CISG).

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.85

4. Konstruktionsberegninger.

10. Diverse søjler / stolper for bjælkerne.

På de foregående sider er der udført beregninger for en del bjælker - bl.a. kehlbjælker og bjælker over vindues partier o.lign. Nogle af disse bjælker afleverer relativt store reaktioner ned på de vægge, der understøtter dem. Her skal vi således dimensionere disse søjler / stolper, der skal integreres i vægkonstruktionen samt enkelte fritstående søjler. For at få et overblik over hvilke søjler, det er interessant at lave beregninger på, laves herunder en oversigt over vederlagsreaktionerne fra bjælkerne. For oversigten opsummeres kun den regningsmæssige punktlast.

Bjælke	R,A	R,B	R,C	Vægtype
3. Kehlbjælke mellem køkken/alrum og soveværelse	25,75	49,29		Ydervæg
4. Kehlbjælke mellem køkken/alrum og garage	33,84	92,33	18,11	Y- og inde
5. Bjælke over garage	12,62	16,72		Ydervæg
6. Bjælke over garageport	43,46	11,12		Ydervæg
7. Bjælker over vinduer i køkken / alrum	22,16	22,16		Ydervæg
8. Bjælke over vinduesparti i gang	16,97	16,97		Ydervæg
9. Bjælker for overdækkede partier	5,51	5,51		Fri

Det er markeret med fed skrift, hvilke søjler / stolper, det vurderes interessant at udføre en beregning på, sådan at de udvalgte beregninger kan være dimensionsgivende for de øvrige, med tilsvarende eller mindre laster. F.eks. kunne man tænke, at søjlen for bjælke 3 og 7 kunne være den samme, men det er ikke sikkert, fordi der er større vindlast på søjlen for bjælke 7 end for 3, da denne ikke står ved siden af et vinduesparti el.lign. Desuden husker vi at stolpen for bjælke over garageport, vederlag A, også bærer bjælke over garage såvel som kehlbjælke.

Det karakteristiske hastighedstryk, der anvendes til at beregne vindlast på søjlerne / stolperne, er fra side 2.2:

$$q_k = 0,65 \text{ kN/m}^2$$

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført. af: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.86

4. Konstruktionsberegninger.

11. Søjle / stolpe for kehlbjælke mellem køkken/alrum og soveværelse, reaktion A.

Belastninger, baseret på side 4.11:

P,g	=	13,73 kN
P,s	=	7,41 kN
P,w	=	1,80 kN
P,d	=	25,75 kN

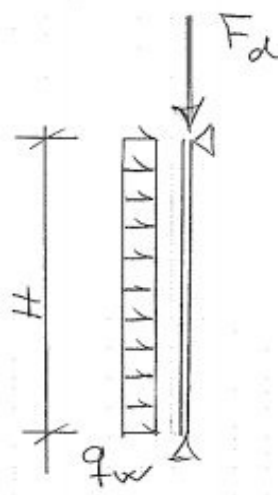
Vindlast: 0,65 kN/m²

Faktor for vindlast: 1,2

Bredde af evt. åbning: 0,0 m

Bredde af søjle: 0,1 m

Bredde til forøgelse af vindlast på søjle: $0 * 0,5 + 0,1 = 0,1$ m



H =	2,27 m	
F_d =	25,8 kN	
F_g =	13,73 kN	
M_fg =	$13,73 * 0,005 =$	0,07 kNm
F_n =	9,21 kN	(sum variabel last s og w)
M_fn =	$9,21 * 0,005 =$	0,05 kNm
q_w,d =	$0,65 * 0,1 * 1,2 * 1,5 =$	0,12 kN/m
M_qw =	$1/8 * 0,12 * 2,27^2 =$	0,08 kNm
M_n, tot =	$0,07 + 0,05 + 0,08 =$	0,2 kNm
q_w,d, ækv =	$8 * 0,2 / 2,27^2 =$	0,31 kN/m

Af beregningerne ses det at en søjle / stolpe som:

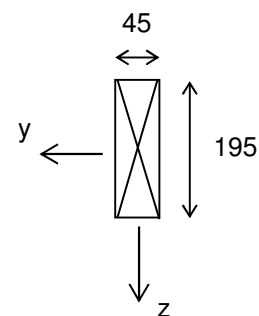
- Spærtræ, C24, 45x195 mm.

- Har tilstrækkelig styrke og stivhed med udnyttelsesgrad op til 55%.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.87

11. Søjle / stolpe for kehlbjælke mellem køkken/alrum og soveværelse, reaktion A.

Normalkraft:	25,75 kN
Linielast y-akse:	0,31 kN/m
Punktlast y-akse:	0,00 kN
Linielast z-akse:	0,00 kN/m
Punktlast z-akse:	0,00 kN
Maksimalt moment om y-akse:	0,20 kNm
Maksimalt moment om z-akse:	0,00 kNm



Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2270 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil:	Konstruktionstræ, C24, 45*195	
Højde:	195,00 mm	
Bredde:	45,00 mm	
Areal:	8,78 *10 ³ mm ²	8775 mm ²
W _y :	285,19 *10 ³ mm ³	285188 mm ³
W _z :	65,81 *10 ³ mm ³	65813 mm ³
I _y :	27,81 *10 ⁶ mm ⁴	27805781 mm ⁴
I _z :	1,48 *10 ⁶ mm ⁴	1480781 mm ⁴
i _y :	56,29 mm	
i _z :	12,99 mm	

Kvalitet:	Konstruktionstræ, C24, 45*195	
Sikkerhedsklasse:	Normal	
Anvendelsesklasse:	1,00	
Lastgruppe:	K	
Partialkoefficient:	1,64	
Faktor k _{mod} :	0,90	
Faktor ialt:	0,55 - For beregning af regningsmæssige værdier (faktor * karakt. værdi).	
Formfaktor k _m :	0,70	

Karakteristiske (k) og regningsmæssige (d) styrke- og stivhedstal;

f _{m,k}	24,0 MPa	f _{m,d}	13,2 MPa
f _{c,o,k}	21,0 MPa	f _{c,o,d}	11,5 MPa
E _o	11000 MPa	E _{o,d}	6037 MPa
E _{o,k}	7400 MPa	E _{o,k,d}	4061 MPa
E _{90,k}	370 MPa	E _{90,d}	203 MPa

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

σ _{c,o,d} :	2,93 Mpa
σ _{m,y,d} :	0,70 Mpa
σ _{m,z,d} :	0,00 Mpa

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.:	Dato:	Side:
		TJP	19-10 2024	4.88

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 40,3 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 0,7 => Ej ok

lambda,rel,z: 1,3 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

a) 0,31 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

b) 0,29 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3)

Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

k,y = $0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2)$ = 0,75

k,z = $0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2)$ = 1,43

β_c = 0,20

k,c,y = $\frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$ = 0,94

k,c,z = $\frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$ = 0,49

a) 0,32 ≤ 1 => Søjleens bæreevne er i orden

b) 0,55 ≤ 1 => Søjleens bæreevne er i orden

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.89

Deformationsberegninger.**Beregning af deformationer:**

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2270 / 200 = 11,35 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk belastning egenlast g : 0,00 kN/m

Karakteristisk variabel last n : 0,21 kN/m

Karakteristisk belastning i alt: 0,21 kN/m

$$u_{inst} = 5/384 \cdot 0,21 \cdot 2270^4 / 11000 \cdot 27,81 \cdot 10^6 = 0,2 \text{ mm}$$

Nedbøjning for egenlast alene:

$$u_{fin,g} = 0,2 \cdot (0 / 0,21) \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,0 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Nedbøjning for variabel last alene:

$$u_{fin,n} = 0,2 \cdot (0,21 / 0,21) \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,2 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført. af: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.90

4. Konstruktionsberegninger.

12. Søjle / stolpe for kehlbjælke mellem køkken/alrum og soveværelse, reaktion B.

Belastninger, baseret på side 4.11:

P,g	=	25,18 kN
P,s	=	14,83 kN
P,w	=	3,73 kN
P,d	=	49,29 kN

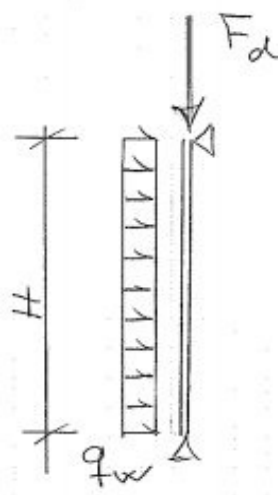
Vindlast: 0,65 kN/m²

Faktor for vindlast: 1,2

Bredde af evt. åbning: 0,0 m

Bredde af søjle: 0,1 m

Bredde til forøgelse af vindlast på søjle: $0 * 0,5 + 0,1 = 0,1 \text{ m}$



H =	2,97 m
F_d =	49,3 kN
F_g =	25,18 kN
M_fg =	$25,18 * 0,005 = 0,13 \text{ kNm}$
F_n =	18,56 kN (sum variabel last s og w)
M_fn =	$18,56 * 0,005 = 0,09 \text{ kNm}$
q_w,d =	$0,65 * 0,1 * 1,2 * 1,5 = 0,12 \text{ kN/m}$
M_qw =	$1/8 * 0,12 * 2,97^2 = 0,13 \text{ kNm}$
M_n, tot =	$0,13 + 0,09 + 0,13 = 0,35 \text{ kNm}$
q_w,d, ækv =	$8 * 0,35 / 2,97^2 = 0,32 \text{ kN/m}$

Af beregningerne ses det at en søjle / stolpe som:

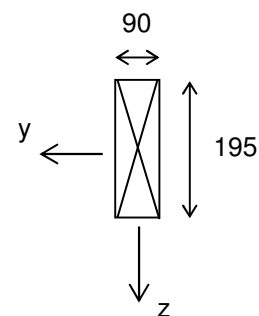
- Spærtræ, C24, 2 x 45x195 mm.

- Har tilstrækkelig styrke og stivhed med udnyttelsesgrad op til 35%.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.91

11. Søjle / stolpe for kehlbjælke mellem køkken/alrum og soveværelse, reaktion B.

Normalkraft:	49,29 kN
Linielast y-akse:	0,32 kN/m
Punktlast y-akse:	0,00 kN
Linielast z-akse:	0,00 kN/m
Punktlast z-akse:	0,00 kN
Maksimalt moment om y-akse:	0,35 kNm
Maksimalt moment om z-akse:	0,00 kNm



Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2970 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil:	Konstruktionstræ, C24, 90*195		
Højde:	195,00 mm		
Bredde:	90,00 mm		
Areal:	17,55 *10 ³ mm ²		17550 mm ²
W _y :	570,38 *10 ³ mm ³		570375 mm ³
W _z :	263,25 *10 ³ mm ³		263250 mm ³
I _y :	55,61 *10 ⁶ mm ⁴		55611563 mm ⁴
I _z :	11,85 *10 ⁶ mm ⁴		11846250 mm ⁴
i _y :	56,29 mm		
i _z :	25,98 mm		

Kvalitet:	Konstruktionstræ, C24, 90*195		
Sikkerhedsklasse:	Normal		
Anvendelsesklasse:	1,00		
Lastgruppe:	K		
Partialkoefficient:	1,64		
Faktor k _{mod} :	0,90		
Faktor ialt:	0,55 - For beregning af regningsmæssige værdier (faktor * karakt. værdi).		
Formfaktor k _m :	0,70		

Karakteristiske (k) og regningsmæssige (d) styrke- og stivhedstal;

f _{m,k}	24,0 MPa	f _{m,d}	13,2 MPa
f _{c,o,k}	21,0 MPa	f _{c,o,d}	11,5 MPa
E _o	11000 MPa	E _{o,d}	6037 MPa
E _{o,k}	7400 MPa	E _{o,k,d}	4061 MPa
E _{90,k}	370 MPa	E _{90,d}	203 MPa

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

σ _{c,o,d} :	2,81 Mpa
σ _{m,y,d} :	0,62 Mpa
σ _{m,z,d} :	0,00 Mpa

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.92

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 52,8 ; lambda,z: 38,5

lambda,rel,y: 0,9 => Ej ok

lambda,rel,z: 0,7 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

a) 0,29 ≤ 1,00 => Søjens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

b) 0,28 ≤ 1,00 => Søjens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3)

Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

k,y = $0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2)$ = 0,94

k,z = $0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2)$ = 0,73

β_c = 0,20

k,c,y = $\frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$ = 0,81

k,c,z = $\frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$ = 0,95

a) 0,35 ≤ 1 => Søjens bæreevne er i orden

b) 0,29 ≤ 1 => Søjens bæreevne er i orden

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.:	Dato:	Side:
		TJP	19-10 2024	4.93

Deformationsberegninger.**Beregning af deformationer:**

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k,def)$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k,def for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2970 / 200 = 14,85 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk belastning egenlast g : 0,00 kN/m

Karakteristisk variabel last n : 0,21 kN/m

Karakteristisk belastning i alt: 0,21 kN/m

$$u_{inst} = 5/384 \cdot 0,21 \cdot 2970^4 / 11000 \cdot 55,61 \cdot 10^6 = 0,3 \text{ mm}$$

Nedbøjning for egenlast alene:

$$u_{fin,g} = 0,3 \cdot (0 / 0,21) \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,0 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Nedbøjning for variabel last alene:

$$u_{fin,n} = 0,3 \cdot (0,21 / 0,21) \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,4 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført. af: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.94

4. Konstruktionsberegninger.

13. Søjle / stolpe for kehlbjælke mellem køkken/alrum og garage, reaktion B.

Belastninger, baseret på side 4.22:

P,g	=	45,85 kN
P,s	=	28,60 kN
P,w	=	7,15 kN
P,d	=	92,33 kN

Vindlast: 0,65 kN/m²

Faktor for vindlast: 1,2

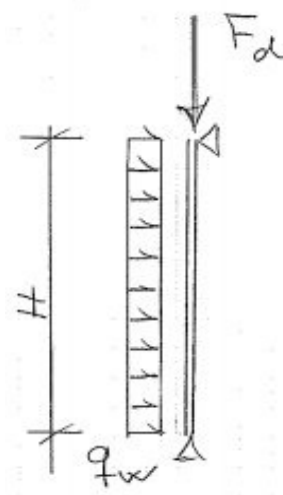
Bredde af evt. åbning: 0,0 m

Bredde af søjle: 0,1 m

Bredde til forøgelse af vindlast på søjle:

(Søjlen er i indvendig væg, men regnes lidt på den sikre side med udvendig vindlast).

$$0 * 0,5 + 0,1 = 0,1 \text{ m}$$



H =	=	2,97 m
F_d =	=	92,3 kN
F_g =	=	45,85 kN
M_fg =	=	45,85 * 0,005 = 0,23 kNm
F_n =	=	35,75 kN (sum variabel last s og w)
M_fn =	=	35,75 * 0,005 = 0,18 kNm
q_w,d =	=	0,65 * 0,1 * 1,2 * 1,5 = 0,12 kN/m
M_qw =	=	1/8 * 0,12 * 2,97^2 = 0,13 kNm
M_n, tot =	=	0,23 + 0,18 + 0,13 = 0,54 kNm
q_w,d, ækv =	=	8 * 0,54 / 2,97^2 = 0,49 kN/m

Af beregningerne ses det at en søjle / stolpe som:

- Spærtræ, C24, 3 x 45x145 mm.

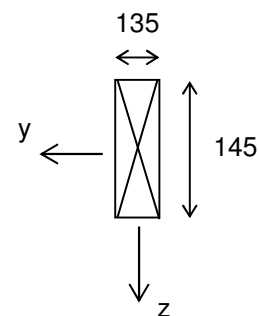
- Har tilstrækkelig styrke og stivhed med udnyttelsesgrad op til 81%.

Det antages at træskelettet i den indvendige garagevæg, er 145 mm.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.95

13. Søjle / stolpe for kehlbjælke mellem køkken/alrum og garage, reaktion B.

Normalkraft:	92,33 kN
Linielast y-akse:	0,49 kN/m
Punktlast y-akse:	0,00 kN
Linielast z-akse:	0,00 kN/m
Punktlast z-akse:	0,00 kN
Maksimalt moment om y-akse:	0,54 kNm
Maksimalt moment om z-akse:	0,00 kNm



Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2970 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil:	Konstruktionstræ, C24, 135*145		
Højde:	145,00 mm		
Bredde:	135,00 mm		
Areal:	19,58 *10 ³ mm ²		19575 mm ²
W _y :	473,06 *10 ³ mm ³		473063 mm ³
W _z :	440,44 *10 ³ mm ³		440438 mm ³
I _y :	34,30 *10 ⁶ mm ⁴		34297031 mm ⁴
I _z :	29,73 *10 ⁶ mm ⁴		29729531 mm ⁴
i _y :	41,86 mm		
i _z :	38,97 mm		

Kvalitet:	Konstruktionstræ, C24, 135*145		
Sikkerhedsklasse:	Normal		
Anvendelsesklasse:	1,00		
Lastgruppe:	K		
Partialkoefficient:	1,64		
Faktor k _{mod} :	0,90		
Faktor ialt:	0,55 - For beregning af regningsmæssige værdier (faktor * karakt. værdi).		
Formfaktor k _m :	0,70		

Karakteristiske (k) og regningsmæssige (d) styrke- og stivhedstal;

f _{m,k}	24,0 MPa	f _{m,d}	13,2 MPa
f _{c,o,k}	21,0 MPa	f _{c,o,d}	11,5 MPa
E _o	11000 MPa	E _{o,d}	6037 MPa
E _{o,k}	7400 MPa	E _{o,k,d}	4061 MPa
E _{90,k}	370 MPa	E _{90,d}	203 MPa

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

σ _{c,o,d} :	4,72 Mpa
σ _{m,y,d} :	1,14 Mpa
σ _{m,z,d} :	0,00 Mpa

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.:	Dato:	Side:
		TJP	19-10 2024	4.96

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 71,0 ; lambda,z: 25,7

lambda,rel,y: 1,2 => Ej ok

lambda,rel,z: 0,4 => OK

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

a) 0,50 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

b) 0,47 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3)

Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

k,y = $0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2)$ = 1,29

k,z = $0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2)$ = 0,59

β_c = 0,20

k,c,y = $\frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$ = 0,56

k,c,z = $\frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$ = 1,02

a) 0,81 ≤ 1 => Søjleens bæreevne er i orden

b) 0,46 ≤ 1 => Søjleens bæreevne er i orden

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.97

Deformationsberegninger.**Beregning af deformationer:**

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2970 / 200 = 14,85 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk belastning egenlast g : 0,00 kN/m

Karakteristisk variabel last n : 0,33 kN/m

Karakteristisk belastning i alt: 0,33 kN/m

$$u_{inst} = 5/384 \cdot 0,33 \cdot 2970^4 / 11000 \cdot 34,3 \cdot 10^6 = 0,9 \text{ mm}$$

Nedbøjning for egenlast alene:

$$u_{fin,g} = 0,9 \cdot (0 / 0,33) \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,0 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Nedbøjning for variabel last alene:

$$u_{fin,n} = 0,9 \cdot (0,33 / 0,33) \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 1,1 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført. af: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.98

4. Konstruktionsberegninger.

14. Søjle / stolpe for bjælke over garageport, reaktion A.

Belastninger, baseret på side 4.44:

P,g	=	21,87 kN
P,s	=	13,29 kN
P,w	=	3,31 kN
P,d	=	43,46 kN

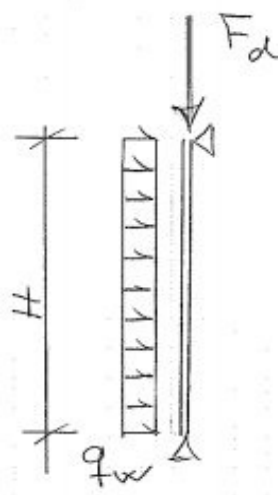
Vindlast: 0,65 kN/m²

Faktor for vindlast: 1,2

Bredde af evt. åbning: 3,0 m

Bredde af søjle: 0,1 m

Bredde til forøgelse af vindlast på søjle: $3,04 * 0,5 + 0,1 = 1,62 \text{ m}$



H =	2,27 m	
F_d =	43,5 kN	
F_g =	21,87 kN	
M_fg =	$21,87 * 0,005 =$	0,11 kNm
F_n =	16,60 kN	(sum variabel last s og w)
M_fn =	$16,6 * 0,005 =$	0,08 kNm
q_w,d =	$0,65 * 1,62 * 1,2 * 1,5 =$	1,9 kN/m
M_qw =	$1/8 * 1,9 * 2,27^2 =$	1,22 kNm
M_n, tot =	$0,11 + 0,08 + 1,22 =$	1,41 kNm
q_w,d, ækv =	$8 * 1,41 / 2,27^2 =$	2,19 kN/m

Af beregningerne ses det at en søjle / stolpe som:

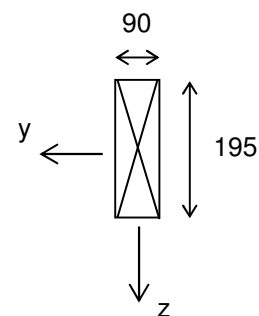
- Spærtræ, C24, 2 x 45x195 mm.

- Har tilstrækkelig styrke og stivhed med udnyttelsesgrad op til 42%.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.99

14. Søjle / stolpe for bjælke over garageport, reaktion A.

Normalkraft:	43,46 kN
Linielast y-akse:	2,19 kN/m
Punktlast y-akse:	0,00 kN
Linielast z-akse:	0,00 kN/m
Punktlast z-akse:	0,00 kN
Maksimalt moment om y-akse:	1,41 kNm
Maksimalt moment om z-akse:	0,00 kNm



Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2270 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil:	Konstruktionstræ, C24, 90*195		
Højde:	195,00 mm		
Bredde:	90,00 mm		
Areal:	17,55 *10 ³ mm ²		17550 mm ²
W _y :	570,38 *10 ³ mm ³		570375 mm ³
W _z :	263,25 *10 ³ mm ³		263250 mm ³
I _y :	55,61 *10 ⁶ mm ⁴		55611563 mm ⁴
I _z :	11,85 *10 ⁶ mm ⁴		11846250 mm ⁴
i _y :	56,29 mm		
i _z :	25,98 mm		

Kvalitet:	Konstruktionstræ, C24, 90*195		
Sikkerhedsklasse:	Normal		
Anvendelsesklasse:	1,00		
Lastgruppe:	K		
Partialkoefficient:	1,64		
Faktor k _{mod} :	0,90		
Faktor ialt:	0,55 - For beregning af regningsmæssige værdier (faktor * karakt. værdi).		
Formfaktor k _m :	0,70		

Karakteristiske (k) og regningsmæssige (d) styrke- og stivhedstal;

f _{m,k}	24,0 MPa	f _{m,d}	13,2 MPa
f _{c,o,k}	21,0 MPa	f _{c,o,d}	11,5 MPa
E _o	11000 MPa	E _{o,d}	6037 MPa
E _{o,k}	7400 MPa	E _{o,k,d}	4061 MPa
E _{90,k}	370 MPa	E _{90,d}	203 MPa

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

σ _{c,o,d} :	2,48 Mpa
σ _{m,y,d} :	2,47 Mpa
σ _{m,z,d} :	0,00 Mpa

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.:	Dato:	Side:
		TJP	19-10 2024	4.100

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 40,3 ; lambda,z: 38,5

lambda,rel,y: 0,7 => Ej ok

lambda,rel,z: 0,7 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

a) 0,40 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

b) 0,35 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3)

Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

k,y = $0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2)$ = 0,75

k,z = $0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2)$ = 0,73

β_c = 0,20

k,c,y = $\frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$ = 0,94

k,c,z = $\frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$ = 0,95

a) 0,42 ≤ 1 => Søjleens bæreevne er i orden

b) 0,36 ≤ 1 => Søjleens bæreevne er i orden

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.:	Dato:	Side:
		TJP	19-10 2024	4.101

Deformationsberegninger.**Beregning af deformationer:**

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2270 / 200 = 11,35 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk belastning egenlast g : 0,00 kN/m

Karakteristisk variabel last n : 1,46 kN/m

Karakteristisk belastning i alt: 1,46 kN/m

$$u_{inst} = 5/384 \cdot 1,46 \cdot 2270^4 / 11000 \cdot 55,61 \cdot 10^6 = 0,8 \text{ mm}$$

Nedbøjning for egenlast alene:

$$u_{fin,g} = 0,8 \cdot (0 / 1,46) \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,0 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Nedbøjning for variabel last alene:

$$u_{fin,n} = 0,8 \cdot (1,46 / 1,46) \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,9 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført. af: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.102

4. Konstruktionsberegninger.

15. Søjle / stolpe for bjælker over vinduer i køkken / alrum.

Belastninger, baseret på side 4.55:

P _g	=	11,09 kN
P _s	=	6,81 kN
P _w	=	1,70 kN
P _d	=	22,16 kN

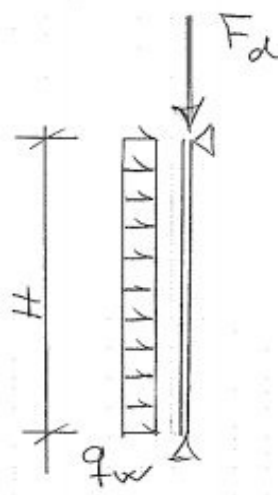
Vindlast: 0,65 kN/m²

Faktor for vindlast: 1,2

Bredde af evt. åbning: 3,9 m

Bredde af søjle: 0,1 m

Bredde til forøgelse af vindlast på søjle: $3,93 * 0,5 + 0,1 = 2,07 \text{ m}$



H =	=	2,97 m
F _d	=	22,2 kN
F _g	=	11,09 kN
M _{fg}	=	$11,09 * 0,005 = 0,06 \text{ kNm}$
F _n	=	8,51 kN (sum variabel last s og w)
M _{fn}	=	$8,51 * 0,005 = 0,04 \text{ kNm}$
q _{w,d}	=	$0,65 * 2,07 * 1,2 * 1,5 = 2,42 \text{ kN/m}$
M _{qw}	=	$1/8 * 2,42 * 2,97^2 = 2,67 \text{ kNm}$
M _{n, tot}	=	$0,06 + 0,04 + 2,67 = 2,77 \text{ kNm}$
q _{w,d, ækv}	=	$8 * 2,77 / 2,97^2 = 2,51 \text{ kN/m}$

Af beregningerne ses det at en søjle / stolpe som:

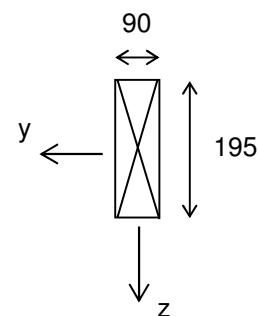
- Spærtræ, C24, 2 x 45x195 mm.

- Har tilstrækkelig styrke og stivhed med udnyttelsesgrad op til 50%.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.103

15. Søjle / stolpe for bjælker over vinduer i køkken / alrum.

Normalkraft:	22,16 kN
Linielast y-akse:	2,51 kN/m
Punktlast y-akse:	0,00 kN
Linielast z-akse:	0,00 kN/m
Punktlast z-akse:	0,00 kN
Maksimalt moment om y-akse:	2,77 kNm
Maksimalt moment om z-akse:	0,00 kNm



Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2970 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil:	Konstruktionstræ, C24, 90*195		
Højde:	195,00 mm		
Bredde:	90,00 mm		
Areal:	17,55 *10 ³ mm ²		17550 mm ²
W _y :	570,38 *10 ³ mm ³		570375 mm ³
W _z :	263,25 *10 ³ mm ³		263250 mm ³
I _y :	55,61 *10 ⁶ mm ⁴		55611563 mm ⁴
I _z :	11,85 *10 ⁶ mm ⁴		11846250 mm ⁴
i _y :	56,29 mm		
i _z :	25,98 mm		

Kvalitet:	Konstruktionstræ, C24, 90*195		
Sikkerhedsklasse:	Normal		
Anvendelsesklasse:	1,00		
Lastgruppe:	K		
Partialkoefficient:	1,64		
Faktor k _{mod} :	0,90		
Faktor ialt:	0,55 - For beregning af regningsmæssige værdier (faktor * karakt. værdi).		
Formfaktor k _m :	0,70		

Karakteristiske (k) og regningsmæssige (d) styrke- og stivhedstal;

f _{m,k}	24,0 MPa	f _{m,d}	13,2 MPa
f _{c,o,k}	21,0 MPa	f _{c,o,d}	11,5 MPa
E _o	11000 MPa	E _{o,d}	6037 MPa
E _{o,k}	7400 MPa	E _{o,k,d}	4061 MPa
E _{90,k}	370 MPa	E _{90,d}	203 MPa

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

σ _{c,o,d} :	1,26 Mpa
σ _{m,y,d} :	4,85 Mpa
σ _{m,z,d} :	0,00 Mpa

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.:	Dato:	Side:
		TJP	19-10 2024	4.104

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 52,8 ; lambda,z: 38,5

lambda,rel,y: 0,9 => Ej ok

lambda,rel,z: 0,7 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

a) 0,48 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

b) 0,37 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3)

Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

k,y = $0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2)$ = 0,94

k,z = $0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2)$ = 0,73

β_c = 0,20

k,c,y = $\frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$ = 0,81

k,c,z = $\frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$ = 0,95

a) 0,50 ≤ 1 => Søjleens bæreevne er i orden

b) 0,37 ≤ 1 => Søjleens bæreevne er i orden

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.105

Deformationsberegninger.**Beregning af deformationer:**

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning: } 2970 / 200 = 14,85 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk belastning egenlast g : 0,00 kN/m

Karakteristisk variabel last n : 1,67 kN/m

Karakteristisk belastning i alt: 1,67 kN/m

$$u_{inst} = 5/384 \cdot 1,67 \cdot 2970^4 / 11000 \cdot 55,61 \cdot 10^6 = 2,8 \text{ mm}$$

Nedbøjning for egenlast alene:

$$u_{fin,g} = 2,8 \cdot (0 / 1,67) \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,0 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Nedbøjning for variabel last alene:

$$u_{fin,n} = 2,8 \cdot (1,67 / 1,67) \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 3,3 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført. af: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.106

4. Konstruktionsberegninger.

16. Søjle / stolpe for bjælker over overdækkede partier.

Belastninger, baseret på side 4.75:

P,g	=	2,78 kN
P,s	=	1,68 kN
P,w	=	0,42 kN
P,d	=	5,51 kN

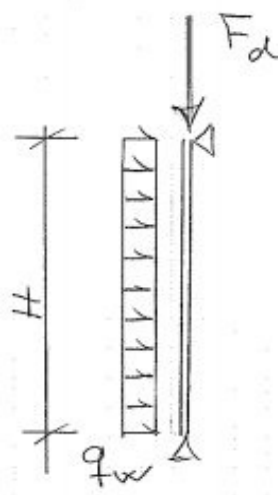
Vindlast: 0,65 kN/m²

Faktor for vindlast: 1,2

Bredde af evt. åbning: 0,0 m

Bredde af søjle: 0,1 m

Bredde til forøgelse af vindlast på søjle: $0 * 0,5 + 0,1 = 0,1$ m



H =	2,27 m	
F_d =	5,5 kN	
F_g =	2,78 kN	
M_fg =	$2,78 * 0,005 =$	0,01 kNm
F_n =	2,10 kN	(sum variabel last s og w)
M_fn =	$2,1 * 0,005 =$	0,01 kNm
q_w,d =	$0,65 * 0,1 * 1,2 * 1,5 =$	0,12 kN/m
M_qw =	$1/8 * 0,12 * 2,27^2 =$	0,08 kNm
M_n, tot =	$0,01 + 0,01 + 0,08 =$	0,1 kNm
q_w,d, ækv =	$8 * 0,1 / 2,27^2 =$	0,16 kN/m

Af beregningerne ses det at en søjle / stolpe som:

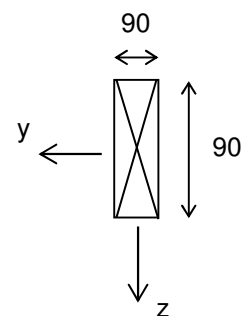
- Tømmer, C18, 90x90 mm.

- Har tilstrækkelig styrke og stivhed med udnyttelsesgrad op til 27%.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.107

16. Søjle / stolpe for bjælker over overdækkede partier.

Normalkraft:	5,51 kN
Linielast y-akse:	0,16 kN/m
Punktlast y-akse:	0,00 kN
Linielast z-akse:	0,00 kN/m
Punktlast z-akse:	0,00 kN
Maksimalt moment om y-akse:	0,10 kNm
Maksimalt moment om z-akse:	0,00 kNm



Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2270 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	2270 mm

Profil:	Konstruktionstræ, C18, 90*90		
Højde:	90,00 mm		
Bredde:	90,00 mm		
Areal:	8,10 *10 ³ mm ²		8100 mm ²
W _y :	121,50 *10 ³ mm ³		121500 mm ³
W _z :	121,50 *10 ³ mm ³		121500 mm ³
I _y :	5,47 *10 ⁶ mm ⁴		5467500 mm ⁴
I _z :	5,47 *10 ⁶ mm ⁴		5467500 mm ⁴
i _y :	25,98 mm		
i _z :	25,98 mm		

Kvalitet:	Konstruktionstræ, C18, 90*90		
Sikkerhedsklasse:	Normal		
Anvendelsesklasse:	1,00		
Lastgruppe:	K		
Partialkoefficient:	1,64		
Faktor k _{mod} :	0,90		
Faktor ialt:	0,55 - For beregning af regningsmæssige værdier (faktor * karakt. værdi).		
Formfaktor k _m :	0,70		

Karakteristiske (k) og regningsmæssige (d) styrke- og stivhedstal;

f _{m,k}	18,0 MPa	f _{m,d}	9,9 MPa
f _{c,o,k}	18,0 MPa	f _{c,o,d}	9,9 MPa
E _o	9000 MPa	E _{o,d}	4939 MPa
E _{o,k}	6000 MPa	E _{o,k,d}	3293 MPa
E _{90,k}	300 MPa	E _{90,d}	165 MPa

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

σ _{c,o,d} :	0,68 Mpa
σ _{m,y,d} :	0,85 Mpa
σ _{m,z,d} :	0,00 Mpa

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.:	Dato:	Side:
		TJP	19-10 2024	4.108

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 87,4 ; lambda,z: 87,4

lambda,rel,y: 1,5 => Ej ok

lambda,rel,z: 1,5 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

a) 0,15 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

b) 0,13 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3)

Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

k,y = $0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2)$ = 1,76

k,z = $0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2)$ = 1,76

β_c = 0,20

k,c,y = $\frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$ = 0,38

k,c,z = $\frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$ = 0,38

a) 0,27 ≤ 1 => Søjleens bæreevne er i orden

b) 0,24 ≤ 1 => Søjleens bæreevne er i orden

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.:	Dato:	Side:
		TJP	19-10 2024	4.109

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k,def)$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k,def for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning: } 2270 / 200 = 11,35 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk belastning egenlast g : 0,00 kN/m

Karakteristisk variabel last n : 0,11 kN/m

Karakteristisk belastning i alt: 0,11 kN/m

$$u_{inst} = 5/384 \cdot 0,11 \cdot 2270^4 / 9000 \cdot 5,47 \cdot 10^6 = 0,8 \text{ mm}$$

Nedbøjning for egenlast alene:

$$u_{fin,g} = 0,8 \cdot (0 / 0,11) \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,0 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Nedbøjning for variabel last alene:

$$u_{fin,n} = 0,8 \cdot (0,11 / 0,11) \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,9 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.110

4. Konstruktionsberegninger.

17. Opsummering - bjælker og søjler / stolper for dem.

På de foregående sider er der udført beregninger for diverse søjler, som forklaret på side 4.85
Herunder opsummeres resultaterne af disse beregninger, sammen med belastningerne på søjlerne.

Bjælke	R,A	R,B	R,C	Dimension, C24.	
3. Kehlbjælke mellem køkken/alrum og sovev.	25,75	49,29		45x195	2x45x195
4. Kehlbjælke mellem køkken/alrum og garage	33,84	92,33	18,11	2x45x195	3x45x145
5. Bjælke over garage	12,62	16,72		45x195	45x195
6. Bjælke over garageport	43,46	11,12		2x45x195	45x195
7. Bjælker over vinduer i køkken / alrum	22,16	22,16		2x45x195	2x45x195
8. Bjælke over vinduesparti i gang	16,97	16,97		2x45x195	2x45x195
9. Bjælker for overdækkede partier	5,51	5,51		C18, 90x90	90x90

Søje / stolpe for R,C: 45x195

Det er markeret med fed skrift, hvilke søjler / stolper, der er lavet beregninger på - og deres tilsvarende resultater. De øvrige, der ikke er beregnet er der så skrevet dimension ved, vurderet ud fra de andre beregninger og typen af søjle / stolpe (ved siden af stort vinduesparti eller ikke f.eks.).

Herunder opsummeres resultaterne beregningerne af bjælkerne, så dette er alt samlet ét sted.

Bjælke	Trækval.	Dimension
2. Bjælkespær	C24	45x365 mm (*)
3. Kehlbjælke mellem køkken/alrum og sovev.	GL30	2 x 185x366 mm
4. Kehlbjælke mellem køkken/alrum og garage	GL30	2 x 90x366 mm
5. Bjælke over garage	GL30	115x366 mm
6. Bjælke over garageport	GL30	115x333 mm
7. Bjælker over vinduer i køkken / alrum	GL30	140x400 mm
8. Bjælke over vinduesparti i gang	GL30	90x400 mm
9. Bjælker for overdækkede partier	C24	2 x 45x245 mm

(*): 45x295 + 45x70 mm, cc 600 mm, over køkken/alrum og soveværelse evt. cc 400 mm, for mindre langtidsnedbøjning.

Generelt angiver beregningerne de mindst "tilladelige" dimensioner og der kan der altid anvendes større tværsnitsdimensioner, både i bredden, såvel som i højden, hvis det praktisk eller geometrisk passer bedre ind i konstruktionerne. Hvis det ønskes at anvende mindre dimension (for eksempel mindre højde, men til gengæld større bredde, eller mindre bredde og evt. større højde) skal det eftervises om det er ok. Men dette kan som oftest gøres på få minutter.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.111

5. Konstruktionsberegninger.

18. Ydervæg generelt.

Til sidst udføres en generaliseret beregning af ydervæg, dvs. eftervisning af stolpe dimension og afstand, toprem, stolper ved siden af størst af de almindelige dør-/vinduesåbninger, samt bjælke over disse. I denne beregning regnes på dør-/vinduesåbninger på op til 1,5 m og der regnes med den største last der er på ydervæggene. Dette vurderes, at være dækkende for alle ydervægge.

Belastninger fra side 3.1, ved overside væg:

Egenlast g: 5,13 kN/m

Variabel last q: 4,15 kN/m

g + q: 9,28 kN/m

Q,d,max: 10,53 kN/m

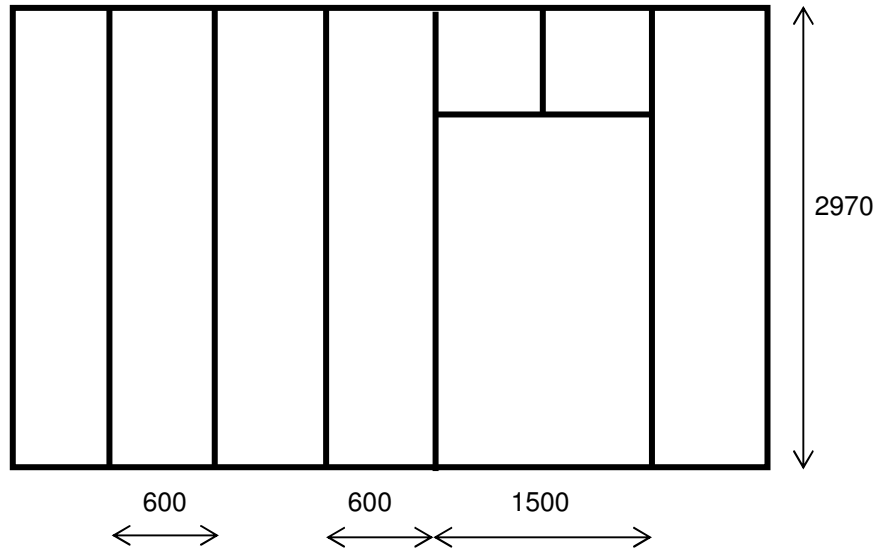
Beregningen på de efterfølgende sider, viser følgende resultater:

- Stolper cc 600 mm: C24, 45x195 mm.
- Toprem: C24 195x45 mm.
- Stolper ved siden af dør-/ vindues åbninger, 45x195 mm.
- Bjælke over dør-/ vindues åbninger, 45x195 mm (stående på højkant).

I beregningerne er anvendt C24 spærtræ.

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.112

Ydervægge, generel beregning.



Trækvalitet:

Konstruktionstræ, C24, 45*195

Sikkerhedsklasse: Normal

Anvendelsesklasse: 1,00

Lastgruppe: K

Partialkoefficient: 1,64

Faktor k_{mod}: 0,90

Faktor ialt: 0,55 - For beregning af regningsmæssige værdier (faktor * karakt. værdi).

Formfaktor k_m: 0,70

β_c: 0,20

Karakteristiske (k) og regningsmæssige (d) styrke- og stivhedstal;

f_{m,k} 24,0 MPa f_{m,d} 13,2 MPa

f_{c,o,k} 21,0 MPa f_{c,o,d} 11,5 MPa

E_o 11000 MPa E_{o,d} 6037 MPa

E_{o,k} 7400 MPa E_{o,k,d} 4061 MPa

E_{90,k} 370 MPa E_{90,d} 203 MPa

Ydervægge, generel beregning. - beregning af almindelig stolpe.

Regningsmæssige belastninger;

Normalkraft: 6,32 kN

Linielast y-akse: 0,70 kN/m

Maksimalt moment om y-akse: 0,77 kNm

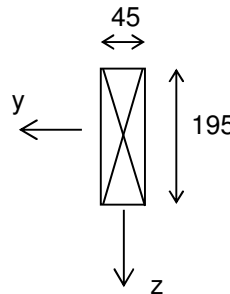
Fri søjlelængde for bøjning om y-akse: 2970 mm

Fri søjlelængde for bøjning om z-akse: 1000 mm

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.113

Ydervægge, generel beregning. - beregning af almindelig stolpe, forts.

Profil: Konstruktionstræ, C24, 45*195
 Højde: 195,00 mm
 Bredde: 45,00 mm
 Areal: 8,78 *10³ mm²
 W_y: 285,19 *10³ mm³
 W_z: 65,81 *10³ mm³
 I_y: 27,81 *10⁶ mm⁴
 I_z: 1,48 *10⁶ mm⁴
 i_y: 56,29 mm
 i_z: 12,99 mm



8775 mm²
 285188 mm³
 65813 mm³
 27805781 mm⁴
 1480781 mm⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

σ_{c,0,d}: 0,72 Mpa
 σ_{m,y,d}: 2,71 Mpa

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: λ_{rel,y} ≤ 0,5 ; λ_{rel,z} ≤ 0,5

lambda,y: 52,8 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 0,9 => Ej ok
 lambda,rel,z: 1,3 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

a) 0,27 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

b) 0,21 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3) Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.114

Ydervægge, generel beregning. - beregning af almindelig stolpe, forts.

$$k_{y} = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,94$$

$$k_{z} = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,43$$

$$\beta_c = 0,20$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,81$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,49$$

a) $0,28 \leq 1 \Rightarrow$ Søjleens bæreevne er i orden

b) $0,27 \leq 1 \Rightarrow$ Søjleens bæreevne er i orden

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi_2 \cdot k_{def})$$

Faktor Ψ_2 svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

Maksimal udbøjning: $2970 / 200 = 14,85 \text{ mm}$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk vindlast w : 0,39 kN/m

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot 0,39 \cdot 2,97^4 / 11000 \cdot 27,81 \cdot 10^6 = 1,3 \text{ mm}$$

$$u_{fin,g} = 1,3 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 1,5 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjleens deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.115

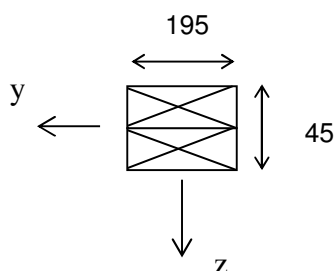
Ydervægge, generel beregning. - beregning af almindelig toprem.

Topremmen beregnes som en simpelt understøttet bjælke, understøttet af to nabostolper. Dette er lidt på den sikre side da bjælken i virkeligheden er en kontinuert bjælke over flere fag.

Regningsmæssige belastninger;

Lodret linielast: 10,53 kN/m
Maksimalt moment om y-akse: 0,47 kNm

Profil: Konstruktionstræ, C24, 45*195
Højde: 45,00 mm
Bredde: 195,00 mm
Længde: 600,00 mm
Areal: 8,78 *10³ mm²
W_y: 65,81 *10³ mm³
W_z: 285,19 *10³ mm³
I_y: 1,48 *10⁶ mm⁴
I_z: 27,81 *10⁶ mm⁴
i_y: 12,99 mm
i_z: 56,29 mm



8775 mm²
65813 mm³
285188 mm³
1480781 mm⁴
27805781 mm⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

σ_{m,y,d}: 7,20 Mpa

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

a)
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

b)
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

a) 0,55 ≤ 1,00 => Bjælkens bæreevne er i orden

b) 0,38 ≤ 1,00 => Bjælkens bæreevne er i orden

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.116

Ydervægge, generel beregning. - beregning af almindelig toprem, forts.

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi_{2,k,def})$$

Faktor $\Psi_{2,k,def}$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Trænormen anfører: Nedbøjning på 1/450 af spændvidden som maksimum for bjælkelag i etageadskillelser. Desuden anføres, at dette krav kan holdes op mod nedbøjningen for en belastning på 2 kN/m² - svarende til nyttelast (boliglast). Her anvendes mellem l/300 og l/450 afhængig af bjælketype.

$$\text{Maksimal nedbøjning: } 600 / 500 = 1,20 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk variabel last n: 4,15 kN/m

Karakteristisk belastning egenlast g: 5,13 kN/m

Karakteristisk belastning i alt: 9,28 kN/m

$$u_{inst} = 5/384 * 9,28 * 600^4 / 11000 * 1,48 * 10^6 = 1,00 \text{ mm}$$

Nedbøjning for egenlast alene:

$$u_{fin,g} = 1 * (4,15 / 9,28) * (1 + 0,3 * 0,6) = 0,53 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: *Bjælkens deformationer ligger indenfor acceptable rammer!*

Nedbøjning for variabel last alene:

$$u_{fin,n} = 1 * (5,13 / 9,28) * (1 + 0,3 * 0,6) = 0,65 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: *Bjælkens deformationer ligger indenfor acceptable rammer!*

$$\text{Total nedbøjning : } 1,18 \text{ mm}$$

Ydervægge, generel beregning. - beregning af stolpe ved siden af åbning.

Regningsmæssige belastninger;

Normalkraft: 11,06 kN

Linielast y-akse: 1,23 kN/m

Maksimalt moment om y-akse: 1,35 kNm

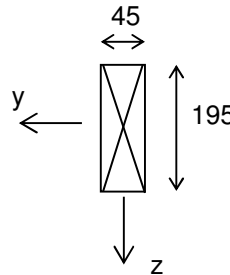
Fri søjlelængde for bøjning om y-akse: 2970 mm

Fri søjlelængde for bøjning om z-akse: 1000 mm

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.117

Ydervægge, generel beregning. - beregning af stolpe ved siden af åbning, forts.

Profil:	Konstruktionstræ, C24, 45*195	
Højde:	195,00 mm	
Bredde:	45,00 mm	
Areal:	8,78 *10 ³	mm ²
W,y:	285,19 *10 ³	mm ³
W,z:	65,81 *10 ³	mm ³
I,y:	27,81 *10 ⁶	mm ⁴
I,z:	1,48 *10 ⁶	mm ⁴
i_y:	56,29 mm	
i_z:	12,99 mm	



8775 mm ²
285188 mm ³
65813 mm ³
27805781 mm ⁴
1480781 mm ⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

σ _{c,0,d} :	1,26 Mpa
σ _{m,y,d} :	4,75 Mpa

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 52,8 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 0,9 => Ej ok
lambda,rel,z: 1,3 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

a) 0,47 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

b) 0,36 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3) Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.118

Ydervægge, generel beregning. - beregning af stolpe ved siden af åbning, forts.

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,94$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,43$$

$$\beta_c = 0,20$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,81$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,49$$

a) 0,49 ≤ 1 => Søjlels bæreevne er i orden

b) 0,47 ≤ 1 => Søjlels bæreevne er i orden

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning: } 2970 / 200 = 14,85 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk vindlast w : 0,68 kN/m

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot 0,68 \cdot 2,97^4 / 11000 \cdot 27,81 \cdot 10^6 = 2,3 \text{ mm}$$

$$u_{fin,g} = 2,3 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 2,7 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjlels deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

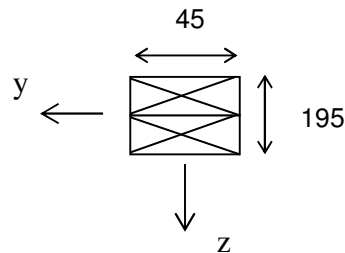
Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.119

Ydervægge, generel beregning. - beregning af toprem eller bjælke over åbning.

Regningsmæssige belastninger;

Lodret linielast: 10,53 kN/m
Maksimalt moment om y-akse: 2,96 kNm

Profil: Konstruktionstræ, C24, 45*195
Højde: 195,00 mm
Bredde: 45,00 mm
Længde: 1500,00 mm
Areal: 8,78 *10³ mm²
W_y: 285,19 *10³ mm³
W_z: 65,81 *10³ mm³
I_y: 27,81 *10⁶ mm⁴
I_z: 1,48 *10⁶ mm⁴
i_y: 56,29 mm
i_z: 12,99 mm



8775 mm²
285188 mm³
65813 mm³
27805781 mm⁴
1480781 mm⁴

Beregnete tryk- og bøjningspændinger;

σ_{m,y,d}: 10,38 Mpa

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

$$a) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$b) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

a) 0,79 ≤ 1,00 => Bjælkens bæreevne er i orden

b) 0,55 ≤ 1,00 => Bjælkens bæreevne er i orden

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 19-10 2024	Side: 4.120

Ydervægge, generel beregning. - beregning af toprem eller bjælke over åbning, forts

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30
Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Trænormen anfører: Nedbøjning på 1/450 af spændvidden som maksimum for bjælkelag i etageadskillelser. Desuden anføres, at dette krav kan holdes op mod nedbøjningen for en belastning på 2 kN/m² - svarende til nyttelast (boliglast). Her anvendes mellem 1/300 og 1/450 afhængig af bjælketype.

$$\text{Maksimal nedbøjning:} \quad 1500 / 500 = 3,00 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk variabel last n : 4,15 kN/m
Karakteristisk belastning egenlast g : 5,13 kN/m
Karakteristisk belastning i alt: 9,28 kN/m

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{9,28 \cdot 1500^4}{11000 \cdot 27,81 \cdot 10^6} = 2,00 \text{ mm}$$

Nedbøjning for egenlast alene:

$$u_{fin,g} = 2 \cdot (4,15 / 9,28) \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 1,06 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Bjælkens deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Nedbøjning for variabel last alene:

$$u_{fin,n} = 2 \cdot (5,13 / 9,28) \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 1,30 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Bjælkens deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

$$\text{Total nedbøjning :} \quad 2,36 \text{ mm}$$

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført. af: TJP	Dato: 23-10 2024	Side:

Kapitel 5.

Stabilitetsberegninger

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 21-10 2024	Side: 5.1

5. Stabilitet.

1. Indledning.

I dette kapitel beregnes den vandrette lastfordeling og derved den vandrette last på de enkelte stabiliserende vægge. Der udføres stabilitetsberegninger på udvalgte stabiliserende vægge og evt. nødvendig forankring i forhold til stabilitet beregnes. Desuden beregnes den indre styrke af nogle få udvalgte vægge, for at dokumentere at de stabiliserende vægge har tilstrækkelig med skivevirkning.

Tagskiven er en meget stiv skive, bestående af bjælkespær. Skivevirkningen udgøres af pladebaseret dampbremse på undersiden af spærene. På oversiden af spærene findes 40 mm tyk træfiber undertagsplade. Denne kan ikke decideret regnes at bidrage til skivevirkning, men vil blot være med til at sikre at spærene ikke "vælter" og derved hjælpe med at føre vandret last ned til undersiden af spærene.

Tagskiven kan således uden problemer optage den vandrette last og fordele den til de stabiliserende vægge.

Udvælgelsen af de stabiliserende vægge ses på side 8.1. Da det må forventes at vinduer m.v. i facaderne gennemskærer ydervæggene i deres højde, er vi nødt til kun at regne med vægfeltet mellem døre og vinduer. Det samme gøres lidt på den sikre side for indvendige vægge, selvom der her er en chance for at der vil være et stykke væg over indvendige døre, pga. tagets hældning.

For vindlasthøjden for vandret last til de stabiliserende vægge regnes:

Træfacadens højde: 2,3 m Plus 0,15 m til terræn: 2,45 m

Halvdelen af denne højde (den anden halvdel antages at gå direkte i fundament):

H₁ = 2,45 * 0,5 = 1,2 m

Der til højde fra facadens øverste afslutning til kip, regnes: 1,2 m

Og derved den samlede vindlast højde, lidt på den sikre side:

H_{tot} = 1,2 + 1,2 = 2,4 m

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 21-10 2024	Side: 5.2

Vindlastfordeling - vind på langs.

Stueetage.

Total vindlast på den aktuelle side af huset:

Karakteristisk vindlast: 0,65 kN/m²
 Vindlastbredde: 20,80 m
 Lasthøjde for vindlast: 2,4 m - Regnet fra midt på etage til top tag.

$W_{total} = 1,2 * 1,5 * 0,65 * (20,8 * 2,4) = 58,4 \text{ kN}$

Væg nr.	Tykkelse (m)	Længde (m)	1/6*t*I ² (m ³)	Lastandel	Last (kN)	Last (kN/m)
1	0,195	5,45	0,97	0,26	15,3	2,80
2	0,195	4,10	0,55	0,15	8,6	2,11
3	0,195	3,70	0,44	0,12	7,0	1,90
4	0,145	5,45	0,72	0,19	11,4	2,08
5	0,095	2,77	0,12	0,03	1,9	0,69
6	0,195	1,52	0,08	0,02	1,2	0,78
7	0,195	2,83	0,26	0,07	4,1	1,46
8	0,195	1,60	0,08	0,02	1,3	0,82
9	0,195	1,85	0,11	0,03	1,8	0,95
10	0,195	1,73	0,10	0,03	1,5	0,89
11	0,195	1,20	0,05	0,01	0,7	0,62
12	0,095	2,62	0,11	0,03	1,7	0,66
13	0,195	1,33	0,06	0,02	0,9	0,68
14	0,195	1,30	0,05	0,01	0,9	0,67
15						
16						
17						
18						
19						
20						
Sum:			3,69	1,00	58,4	

Max: 2,80

Det vurderes at væg 2 og 3 kan tage en relativt set større vandret last end væggene 1 og 4, da den stabiliserende last er større på disse vægge. Der laves derfor på næste side en omfordeling af den vandrette last for disse 4 første vægge.

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 21-10 2024	Side: 5.3

Vindlastfordeling - vind på langs.

Stueetage.

Total vindlast på den aktuelle side af huset:

Karakteristisk vindlast: 0,65 kN/m²
 Vindlastbredde: 20,80 m
 Lasthøjde for vindlast: 2,4 m - Regnet fra midt på etage til top tag.

$W_{total} = 1,2 * 1,5 * 0,65 * (20,8 * 2,4) = 58,4 \text{ kN}$

Væg nr.	Tykkelse (m)	Længde (m)	1/6*t*I ² (m ³)	Lastandel	Last (kN)	Last (kN/m)
1	0,195	5,45	0,97	0,12	7,0	1,29
2	0,195	4,10	0,55	0,25	14,4	3,52
3	0,195	3,70	0,44	0,22	12,6	3,41
4	0,145	5,45	0,72	0,14	8,3	1,52
5	0,095	2,77	0,12	0,03	1,9	0,69
6	0,195	1,52	0,08	0,02	1,2	0,78
7	0,195	2,83	0,26	0,07	4,1	1,46
8	0,195	1,60	0,08	0,02	1,3	0,82
9	0,195	1,85	0,11	0,03	1,8	0,95
10	0,195	1,73	0,10	0,03	1,5	0,89
11	0,195	1,20	0,05	0,01	0,7	0,62
12	0,095	2,62	0,11	0,03	1,7	0,66
13	0,195	1,33	0,06	0,02	0,9	0,68
14	0,195	1,30	0,05	0,01	0,9	0,67
15						
16						
17						
18						
19						
20						
Sum:			3,69	1,00	58,4	

Max: 3,52

Manuel omfordeling.

Det skal huskes, at væggene 8-15 er de "skrå" vægge og disse skal således regnes for den største vandrette last fra ovenstående lastfordeling på "langs" og den efterfølgende vandrette last fra lastfordeling på "tværs".

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 21-10 2024	Side: 5.4

Vindlastfordeling - vind på tværs.

Stueetage.

Total vindlast på den aktuelle side af huset:

Karakteristisk vindlast: 0,65 kN/m²

Vindlastbredde: 17,3 m

Lasthøjde for vindlast: 2,4 m - Regnet fra midt på etage til top tag.

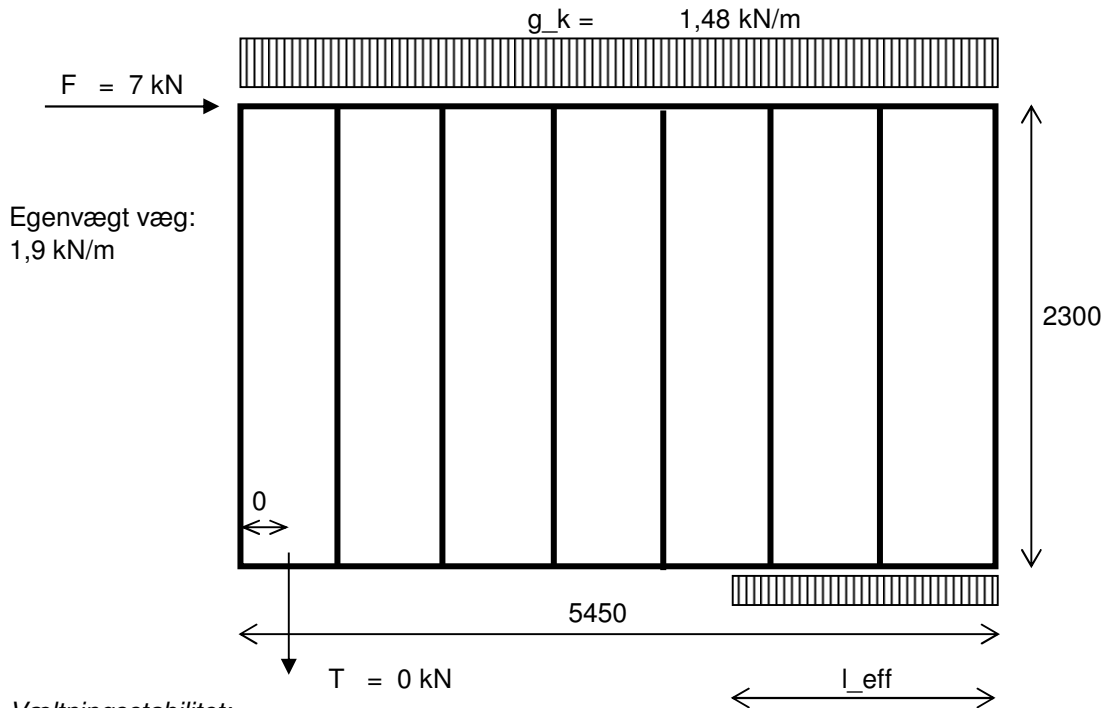
$$W_{total} = 1,2 * 1,5 * 0,65 * (17,3 * 2,4) + = 48,6 \text{ kN}$$

Væg nr.	Tykkelse (m)	Længde (m)	t ³ (m ⁴)	Lastandel	Last (kN)	Last (kN/m)
A	0,20	2,46	0,24	0,12	5,6	2,29
B	0,10	2,24	0,09	0,04	2,1	0,93
C	0,10	2,28	0,09	0,05	2,2	0,96
D	0,10	2,73	0,16	0,08	3,8	1,38
E	0,15	1,76	0,07	0,03	1,5	0,87
F	0,20	3,86	0,93	0,45	21,8	5,64
G	0,20	1,60	0,07	0,03	1,6	0,97
H	0,20	1,85	0,10	0,05	2,4	1,30
I	0,20	1,73	0,08	0,04	2,0	1,13
J	0,20	1,20	0,03	0,01	0,7	0,55
K	0,10	2,62	0,14	0,07	3,3	1,27
L	0,20	1,33	0,04	0,02	0,9	0,67
M	0,20	1,30	0,04	0,02	0,8	0,64
N						
O						
P						
Q						
R						
S						
T						
Sum:			2,08	1,00	48,6	

Max: 5,64

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 21-10 2024	Side: 5.5

Stabiliserende væg 1.



Væltningss stabilitet;

Stabiliserende last Q_s :

$$Q_s = 0,9 * (1,9 + 1,48) = 3,0 \text{ kN/m}$$

Væltende moment:

$$M_v = 7 * 2,3 = 16,1 \text{ kNm}$$

Stabiliserende moment:

$$M_s = 3 * 5,45 * 5,45 * 0,5 + 0 * (5,45 - 0) = 44,6 \text{ kNm}$$

$$M_s > M_v \Rightarrow \text{Væggens væltningss stabilitet er OK, med anvendelse af forankring på 0 kN.}$$

Glidnings stabilitet;

Det antages, at friktionskoefficienten mellem vægelement og fundament er $\mu_d = 0,23$, svarende til friktionskoefficienten for letbeton vægge.

Stabiliserende friktion:

$$F_s = 0,23 * 3 * 5,45 = 3,8 \text{ kN}$$

Da $F_s < F$, skal der glideforankres for:

$$F_g = 7 - 3,8 = 3,2 \text{ kN}$$

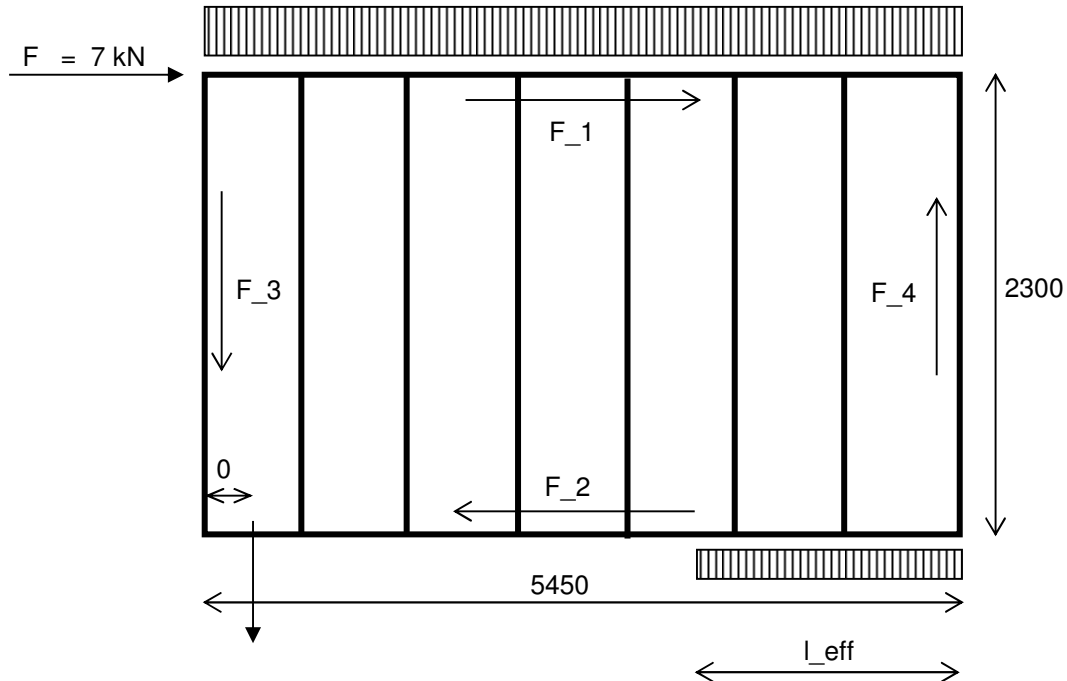
$$F_{g, \text{ankre,d}} = 1 * 8,0 = 8,0 \text{ kN}$$

Det antages, at fastgørelser til fundament udføres med mindst 1 stk. M12x150 betonskruer, el.lign. Idét $F_{g, \text{ankre,d}} > F_g$ er fastgørelserne OK.

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 21-10 2024	Side: 5.6

Stabiliserende væg 1., forts.

Skivevirkning i pladebeklædninger:



$$F_1 = F_2 = 7 / 5,45 = 1,3 \text{ kN/m}$$

$$F_3 = F_4 = (16,1 / 5,45) / 2,3 = 1,3 \text{ kN/m}$$

Idet der regnes med en bæreevne pr. forbindelse på ca. 0,60 kN og der antages cc 150 mm, fås bæreevnen:

$$R_d = 0,60 * (1000/150) = 4,0 \text{ kN/m}$$

Heraf ses, at skivevirkning i væggen er OK!

Koncentreret tryk over længden l_{eff} :

Excentricitet e :

$$\text{Total lodret last, } N_{total}: (1,9 + 1,48) * 5,45 + 0 = 18,42 \text{ kN}$$

$$e = 16,1 / 18,42 = 0,87 \text{ m}$$

$$l_{eff} = 2 * (0,5 * 5,45 - 0,87) = 3,71 \text{ m}$$

Antal stolper n hvorover det koncentrerede tryk kan fordeles:

$$n = 3,71 / 0,6 = 6,18 \text{ stolper}$$

Dvs. at N_{total} skal fordeles over følgende antal stolper: 6,00 stk. - der anvendes: 6,00

$$\text{Lodret last pr. stolpe: } 18,42 / 6 = 3,07 \text{ kN}$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 21-10 2024	Side: 5.7

Kontrol af stolpe(r) berørt af koncentreret tryk over l_{eff} , hidrørende fra stabilitet.

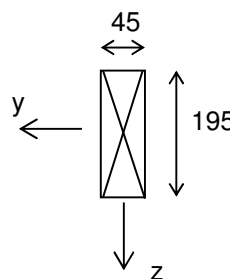
Regningsmæssige belastninger;

Normalkraft:	3,07 kN
Linielast y-akse:	0,70 kN/m
Maksimalt moment om y-akse:	0,46 kNm

Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2300 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil: Konstruktionstræ, C18, 45*195

Højde:	195,00 mm	
Bredde:	45,00 mm	
Areal:	$8,78 \cdot 10^3$	mm ²
W _y :	$285,19 \cdot 10^3$	mm ³
W _z :	$65,81 \cdot 10^3$	mm ³
I _y :	$27,81 \cdot 10^6$	mm ⁴
I _z :	$1,48 \cdot 10^6$	mm ⁴
i _y :	56,29 mm	
i _z :	12,99 mm	



	8775 mm ²
	285188 mm ³
	65813 mm ³
	27805781 mm ⁴
	1480781 mm ⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

$\sigma_{c,o,d}$:	0,35 Mpa
$\sigma_{m,y,d}$:	1,63 Mpa

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 40,9 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 0,7 => Ej ok
lambda,rel,z: 1,2 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

$$a) \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$b) \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

a) 0,17 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt
b) 0,13 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3) Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

$$a) \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 21-10 2024	Side: 5.8

Stabiliserende væg 1. - beregning af stolpe, forts.

$$b) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$k_{y,y} = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,73$$

$$k_{y,z} = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,32$$

$$\beta_c = 0,20$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,95$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,55$$

$$a) \quad 0,17 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

$$b) \quad 0,16 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2300 / 200 = 11,50 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk vindlast w : 0,47 kN/m

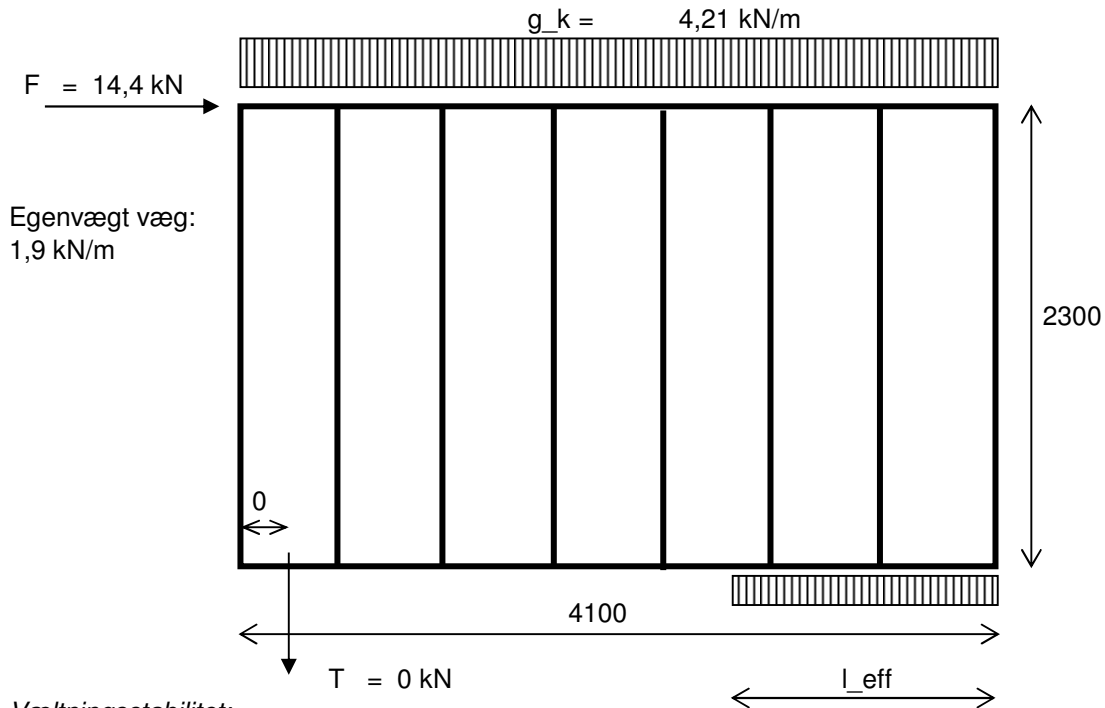
$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot 0,47 \cdot 2,3^4 / 9000 \cdot 27,81 \cdot 10^6 = 0,7 \text{ mm}$$

$$u_{fin,g} = 0,7 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,8 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle's deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.9

Stabiliserende væg 2.



Væltningss stabilitet;

Stabiliserende last Q_s :

$$Q_s = 0,9 * (1,9 + 4,21) = 5,5 \text{ kN/m}$$

Væltende moment:

$$M_v = 14,4 * 2,3 = 33,1 \text{ kNm}$$

Stabiliserende moment:

$$M_s = 5,5 * 4,1 * 4,1 * 0,5 + 0 * (4,1 - 0) = 46,2 \text{ kNm}$$

$$M_s > M_v \Rightarrow \text{Væggens væltningss stabilitet er OK, med anvendelse af forankring på 0 kN.}$$

Glidnings stabilitet;

Det antages, at friktionskoefficienten mellem vægelement og fundament er $\mu_d = 0,23$, svarende til friktionskoefficienten for letbeton vægge.

Stabiliserende friktion:

$$F_s = 0,23 * 5,5 * 4,1 = 5,2 \text{ kN}$$

Da $F_s < F$, skal der glideforankres for:

$$F_g = 14,4 - 5,2 = 9,2 \text{ kN}$$

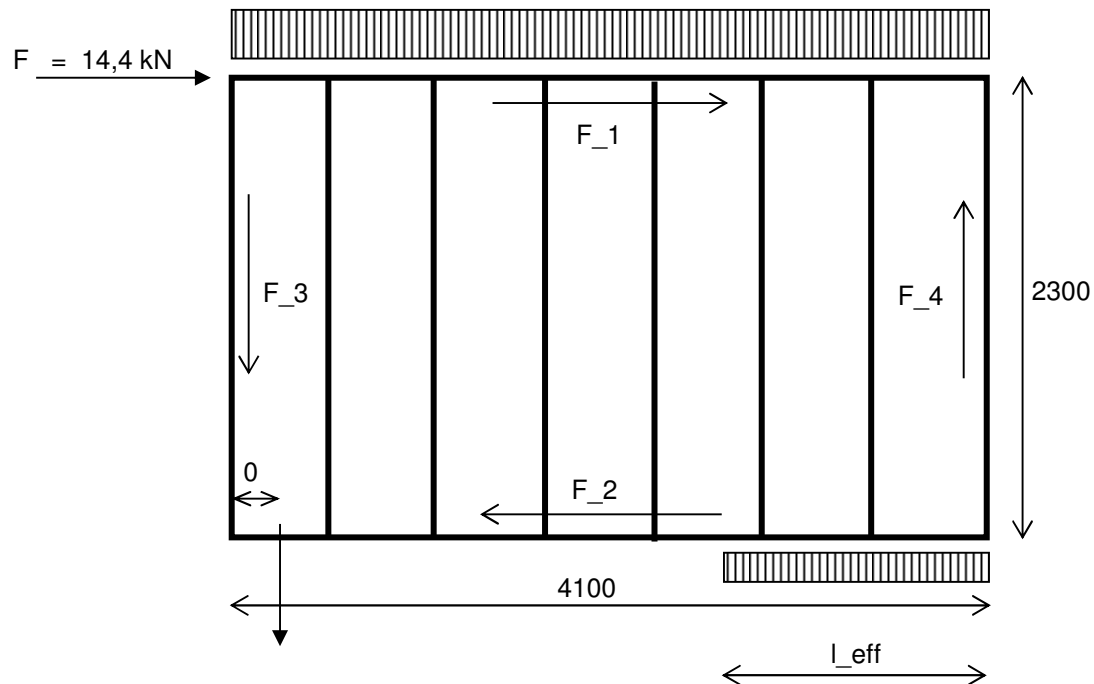
$$F_{g, \text{ankre,d}} = 2 * 8,0 = 16,0 \text{ kN}$$

Det antages, at fastgørelser til fundament udføres med mindst 2 stk. M12x150 betonskruer, el.lign. Idét $F_{g, \text{ankre,d}} > F_g$ er fastgørelserne OK.

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.10

Stabiliserende væg 2., forts.

Skivevirkning i pladebeklædninger:



$$F_{1} = F_{2} = 14,4 / 4,1 = 3,5 \text{ kN/m}$$

$$F_{3} = F_{4} = (33,12 / 4,1) / 2,3 = 3,5 \text{ kN/m}$$

Idet der regnes med en bæreevne pr. forbindelse på ca. 0,60 kN og der antages cc 150 mm, fås bæreevnen:

$$R_d = 0,60 * (1000/150) = 4,0 \text{ kN/m}$$

Heraf ses, at skivevirkning i væggen er OK!

Koncentreret tryk over længden l_{eff} :

Excentricitet e :

$$\text{Total lodret last, } N_{total}: (1,9 + 4,21) * 4,1 + 0 = 25,05 \text{ kN}$$

$$e = 33,12 / 25,05 = 1,32 \text{ m}$$

$$l_{eff} = 2 * (0,5 * 4,1 - 1,32) = 1,46 \text{ m}$$

Antal stolper n hvorover det koncentrerede tryk kan fordeles:

$$n = 1,46 / 0,6 = 2,43 \text{ stolper}$$

Dvs. at N_{total} skal fordeles over følgende antal stolper: 2,00 stk. - der anvendes: 2,00

$$\text{Lodret last pr. stolpe: } 25,05 / 2 = 12,53 \text{ kN}$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.11

Kontrol af stolpe(r) berørt af koncentreret tryk over I_{eff} , hidrørende fra stabilitet.

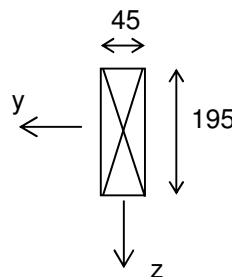
Regningsmæssige belastninger;

Normalkraft:	12,53 kN
Linielast y-akse:	0,70 kN/m
Maksimalt moment om y-akse:	0,46 kNm

Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2300 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil: Konstruktionstræ, C18, 45*195

Højde:	195,00 mm	
Bredde:	45,00 mm	
Areal:	$8,78 \cdot 10^3$	mm ²
W _y :	$285,19 \cdot 10^3$	mm ³
W _z :	$65,81 \cdot 10^3$	mm ³
I _y :	$27,81 \cdot 10^6$	mm ⁴
I _z :	$1,48 \cdot 10^6$	mm ⁴
i _y :	56,29 mm	
i _z :	12,99 mm	



	8775 mm ²
	285188 mm ³
	65813 mm ³
	27805781 mm ⁴
	1480781 mm ⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

$\sigma_{c,o,d}$:	1,43 Mpa
$\sigma_{m,y,d}$:	1,63 Mpa

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 40,9 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 0,7 => Ej ok
lambda,rel,z: 1,2 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

$$a) \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$b) \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

a) 0,28 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt
b) 0,24 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3) Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

$$a) \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.12

Stabiliserende væg 2. - beregning af stolpe, forts.

$$b) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,73$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,32$$

$$\beta_c = 0,20$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,95$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,55$$

$$a) \quad 0,28 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

$$b) \quad 0,35 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2300 / 200 = 11,50 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk vindlast w : 0,47 kN/m

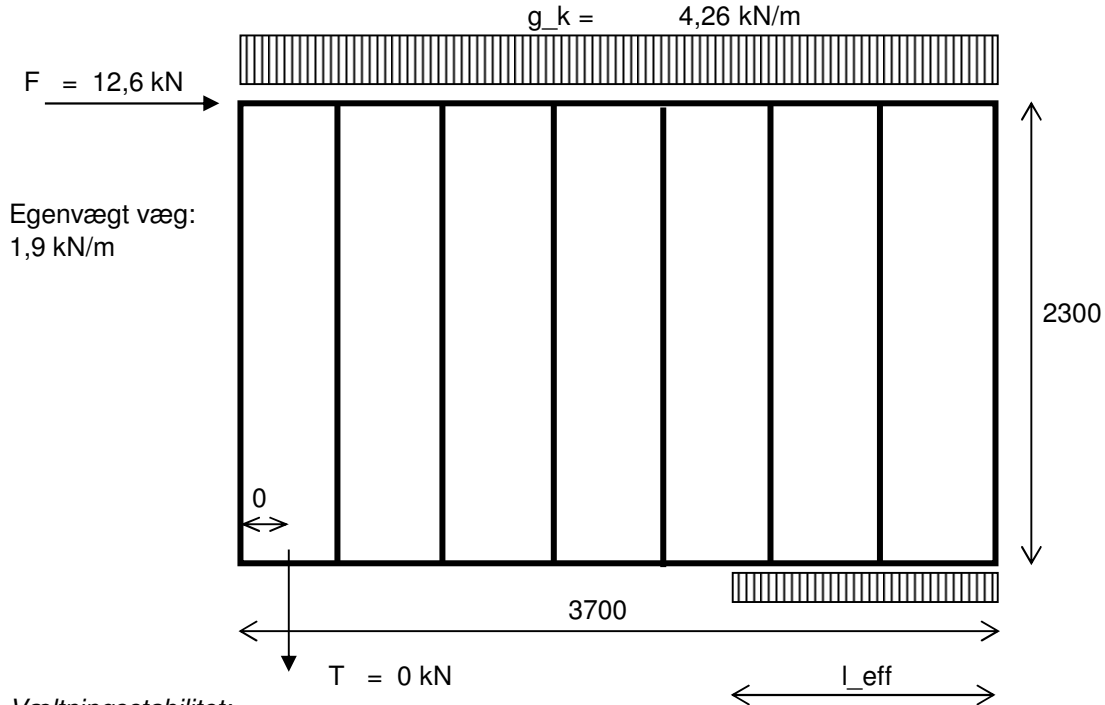
$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot 0,47 \cdot 2,3^4 / 9000 \cdot 27,81 \cdot 10^6 = 0,7 \text{ mm}$$

$$u_{fin,g} = 0,7 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,8 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle's deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.13

Stabiliserende væg 3.



Væltningss stabilitet;

Stabiliserende last Q_s :

$$Q_s = 0,9 * (1,9 + 4,26) = 5,5 \text{ kN/m}$$

Væltende moment:

$$M_v = 12,6 * 2,3 = 29,0 \text{ kNm}$$

Stabiliserende moment:

$$M_s = 5,5 * 3,7 * 3,7 * 0,5 + 0 * (3,7 - 0) = 37,6 \text{ kNm}$$

$$M_s > M_v \Rightarrow \text{Væggens væltningss stabilitet er OK, med anvendelse af forankring på 0 kN.}$$

Glidnings stabilitet;

Det antages, at friktionskoefficienten mellem vægelement og fundament er $\mu_d = 0,23$, svarende til friktionskoefficienten for letbeton vægge.

Stabiliserende friktion:

$$F_s = 0,23 * 5,5 * 3,7 = 4,7 \text{ kN}$$

Da $F_s < F$, skal der glideforankres for:

$$F_g = 12,6 - 4,7 = 7,9 \text{ kN}$$

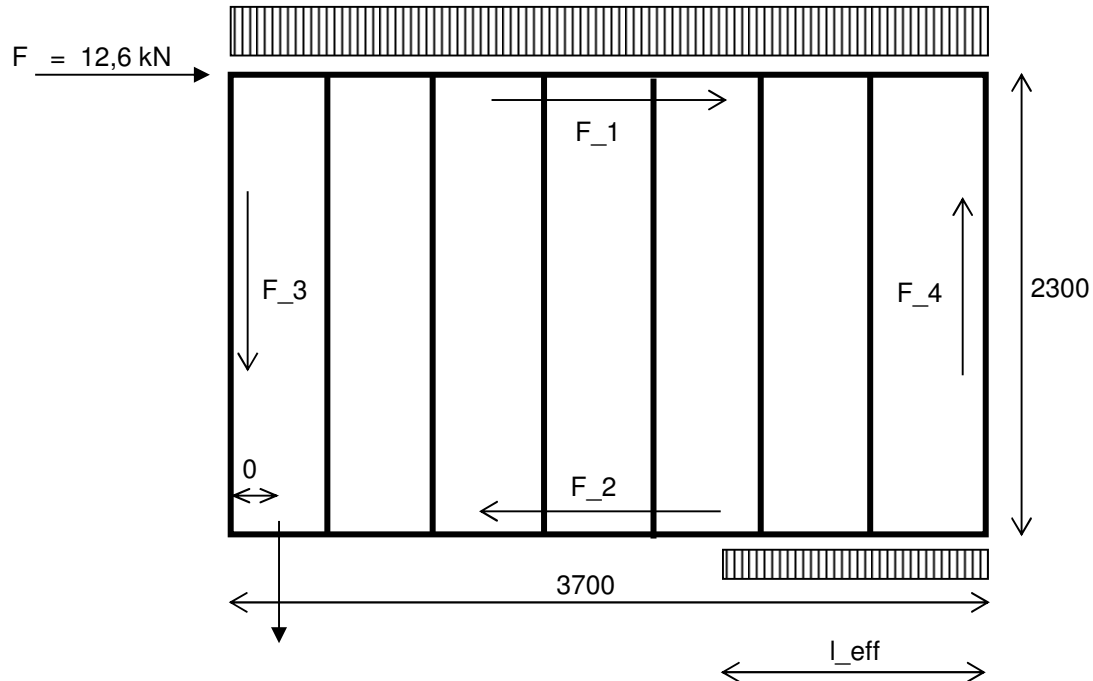
$$F_{g, \text{ankre,d}} = 2 * 8,0 = 16,0 \text{ kN}$$

Det antages, at fastgørelser til fundament udføres med mindst 2 stk. M12x150 betonskruer, el.lign. Idét $F_{g, \text{ankre,d}} > F_g$ er fastgørelserne OK.

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.14

Stabiliserende væg 3., forts.

Skivevirkning i pladebeklædninger:



$$F_{1} = F_{2} = 12,6 / 3,7 = 3,4 \text{ kN/m}$$

$$F_{3} = F_{4} = (28,98 / 3,7) / 2,3 = 3,4 \text{ kN/m}$$

Idet der regnes med en bæreevne pr. forbindelse på ca. 0,60 kN og der antages cc 150 mm, fås bæreevnen:

$$R_d = 0,60 * (1000/150) = 4,0 \text{ kN/m}$$

Heraf ses, at skivevirkning i væggen er OK!

Koncentreret tryk over længden l_{eff} :

Excentricitet e :

$$\text{Total lodret last, } N_{total}: (1,9 + 4,26) * 3,7 + 0 = 22,79 \text{ kN}$$

$$e = 28,98 / 22,79 = 1,27 \text{ m}$$

$$l_{eff} = 2 * (0,5 * 3,7 - 1,27) = 1,16 \text{ m}$$

Antal stolper n hvorover det koncentrerede tryk kan fordeles:

$$n = 1,16 / 0,6 = 1,93 \text{ stolper}$$

Dvs. at N_{total} skal fordeles over følgende antal stolper: 1,00 stk. - der anvendes: 1,00

$$\text{Lodret last pr. stolpe: } 22,79 / 1 = 22,79 \text{ kN}$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.15

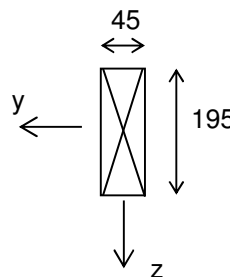
Kontrol af stolpe(r) berørt af koncentreret tryk over I_{eff} , hidrørende fra stabilitet.

Regningsmæssige belastninger;

Normalkraft:	22,79 kN
Linielast y-akse:	0,70 kN/m
Maksimalt moment om y-akse:	0,46 kNm

Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2300 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil:	Konstruktionstræ, C18, 45*195	
Højde:	195,00 mm	
Bredde:	45,00 mm	
Areal:	$8,78 \cdot 10^3$	mm ²
W _y :	$285,19 \cdot 10^3$	mm ³
W _z :	$65,81 \cdot 10^3$	mm ³
I _y :	$27,81 \cdot 10^6$	mm ⁴
I _z :	$1,48 \cdot 10^6$	mm ⁴
i _y :	56,29 mm	
i _z :	12,99 mm	



8775 mm ²
285188 mm ³
65813 mm ³
27805781 mm ⁴
1480781 mm ⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

$\sigma_{c,0,d}$:	2,60 Mpa
$\sigma_{m,y,d}$:	1,63 Mpa

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 40,9 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 0,7 => Ej ok
lambda,rel,z: 1,2 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

a) 0,39 ≤ 1,00 => Søjle's bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt
b) 0,35 ≤ 1,00 => Søjle's bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3) Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.16

Stabiliserende væg 3. - beregning af stolpe, forts.

$$b) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$k_{y,y} = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,73$$

$$k_{y,z} = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,32$$

$$\beta_c = 0,20$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,95$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,55$$

$$a) \quad 0,41 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

$$b) \quad 0,56 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2300 / 200 = 11,50 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk vindlast w : 0,47 kN/m

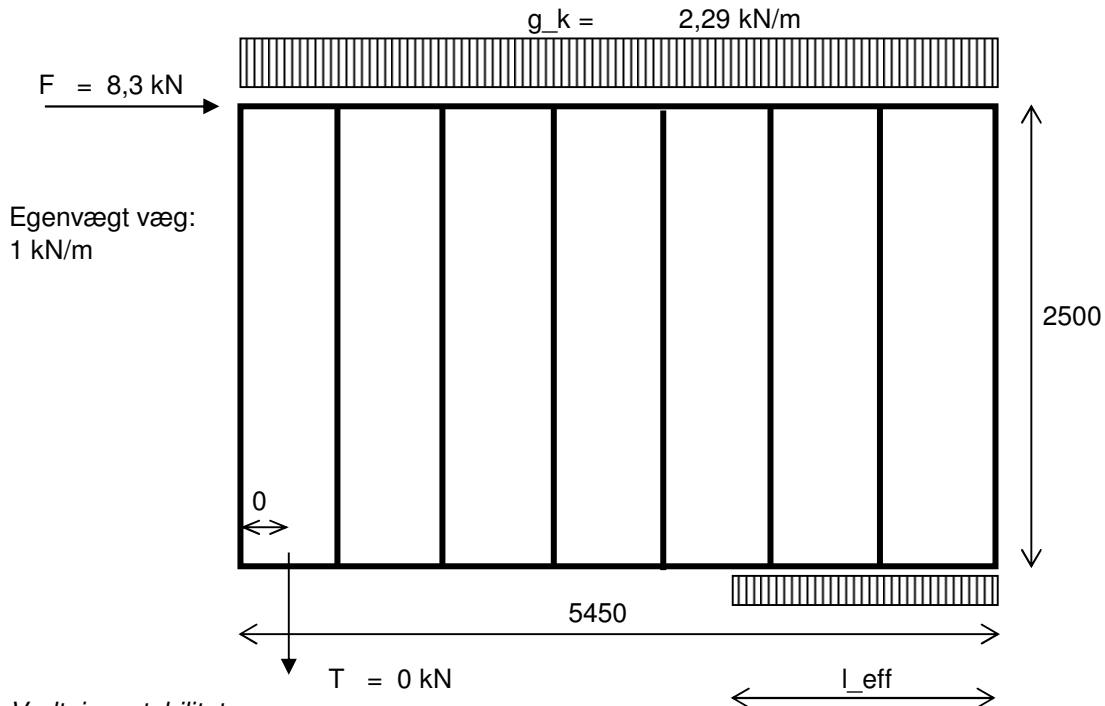
$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot 0,47 \cdot 2,3^4 / 9000 \cdot 27,81 \cdot 10^6 = 0,7 \text{ mm}$$

$$u_{fin,g} = 0,7 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,8 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle's deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.17

Stabiliserende væg 4.



Væltningss stabilitet;

Stabiliserende last Q_s :

$$Q_s = 0,9 \cdot (1 + 2,29) = 3,0 \text{ kN/m}$$

Væltende moment:

$$M_v = 8,3 \cdot 2,5 = 20,8 \text{ kNm}$$

Stabiliserende moment:

$$M_s = 3 \cdot 5,45 \cdot 5,45 \cdot 0,5 + 0 \cdot (5,45 - 0) = 44,6 \text{ kNm}$$

$$M_s > M_v \Rightarrow \text{Væggens væltningss stabilitet er OK, med anvendelse af forankring på 0 kN.}$$

Glidnings stabilitet;

Det antages, at friktionskoefficienten mellem vægelement og fundament er $\mu_d = 0,23$, svarende til friktionskoefficienten for letbeton vægge.

Stabiliserende friktion:

$$F_s = 0,23 \cdot 3 \cdot 5,45 = 3,8 \text{ kN}$$

Da $F_s < F$, skal der glideforankres for:

$$F_g = 8,3 - 3,8 = 4,5 \text{ kN}$$

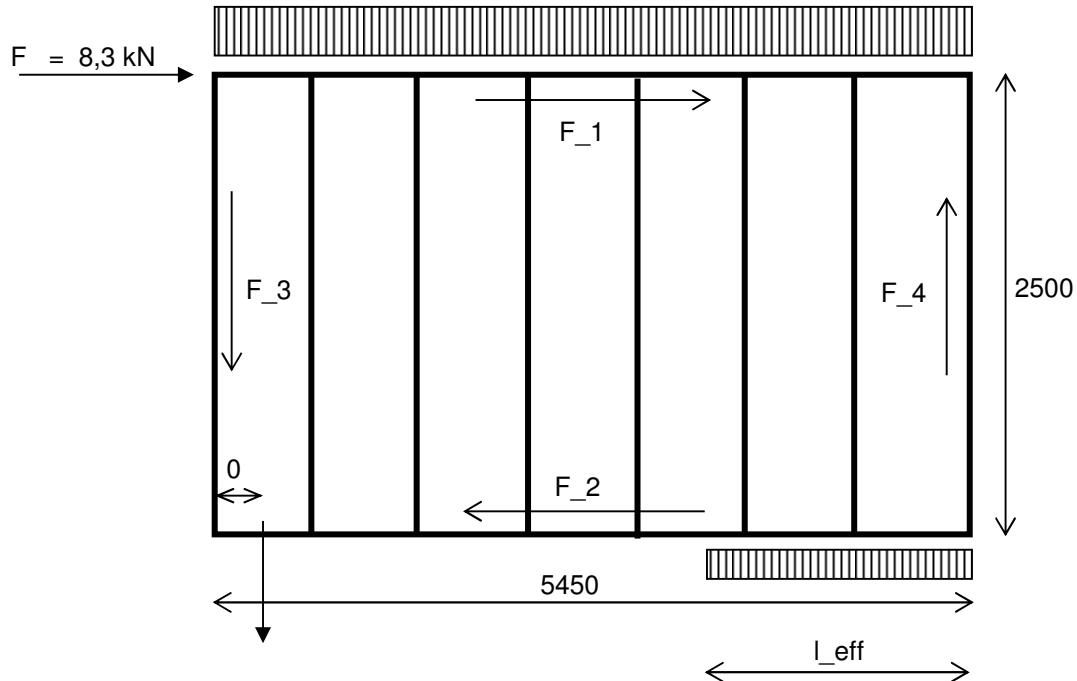
$$F_{g, \text{ankre,d}} = 1 \cdot 8,0 = 8,0 \text{ kN}$$

Det antages, at fastgørelser til fundament udføres med mindst 1 stk. M12x150 betonskruer, el.lign. Idét $F_{g, \text{ankre,d}} > F_g$ er fastgørelserne OK.

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.18

Stabiliserende væg 4., forts.

Skivevirkning i pladebeklædninger:



$$F_{1} = F_{2} = 8,3 / 5,45 = 1,5 \text{ kN/m}$$

$$F_{3} = F_{4} = (20,75 / 5,45) / 2,5 = 1,5 \text{ kN/m}$$

Idet der regnes med en bæreevne pr. forbindelse på ca. 0,60 kN og der antages cc 150 mm, fås bæreevnen:

$$R_d = 0,60 * (1000/150) = 4,0 \text{ kN/m}$$

Heraf ses, at skivevirkning i væggen er OK!

Koncentreret tryk over længden l_{eff}:

Excentricitet e:

$$\text{Total lodret last, } N_{\text{total}}: (1 + 2,29) * 5,45 + 0 = 17,93 \text{ kN}$$

$$e = 20,75 / 17,93 = 1,16 \text{ m}$$

$$l_{\text{eff}} = 2 * (0,5 * 5,45 - 1,16) = 3,13 \text{ m}$$

Antal stolper n hvorover det koncentrerede tryk kan fordeles:

$$n = 3,13 / 0,6 = 5,22 \text{ stolper}$$

Dvs. at N_{total} skal fordeles over følgende antal stolper: 5,00 stk. - der anvendes: 5,00

$$\text{Lodret last pr. stolpe: } 17,93 / 5 = 3,59 \text{ kN}$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.19

Kontrol af stolpe(r) berørt af koncentreret tryk over l_{eff} , hidrørende fra stabilitet.

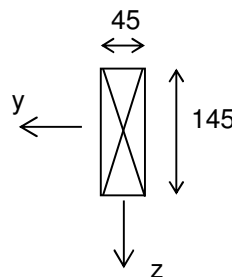
Regningsmæssige belastninger;

Normalkraft:	3,59 kN
Linielast y-akse:	0,23 kN/m
Maksimalt moment om y-akse:	0,18 kNm

Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2500 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil: Konstruktionstræ, C18, 45*145

Højde:	145,00 mm	
Bredde:	45,00 mm	
Areal:	$6,53 \cdot 10^3$	mm ²
W _y :	$157,69 \cdot 10^3$	mm ³
W _z :	$48,94 \cdot 10^3$	mm ³
I _y :	$11,43 \cdot 10^6$	mm ⁴
I _z :	$1,10 \cdot 10^6$	mm ⁴
i _y :	41,86 mm	
i _z :	12,99 mm	



	6525 mm ²
	157688 mm ³
	48938 mm ³
	11432344 mm ⁴
	1101094 mm ⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

$\sigma_{c,o,d}$:	0,55 Mpa
$\sigma_{m,y,d}$:	1,16 Mpa

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 59,7 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 1,0 => Ej ok
lambda,rel,z: 1,2 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

$$a) \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$b) \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

a) 0,15 ≤ 1,00 => Søjle's bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt
 b) 0,12 ≤ 1,00 => Søjle's bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3) Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

$$a) \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.20

Stabiliserende væg 4. - beregning af stolpe, forts.

$$b) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 1,00$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,32$$

$$\beta_c = 0,20$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,77$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,55$$

$$a) \quad 0,17 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

$$b) \quad 0,17 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning: } 2500 / 200 = 12,50 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk vindlast w : 0,16 kN/m

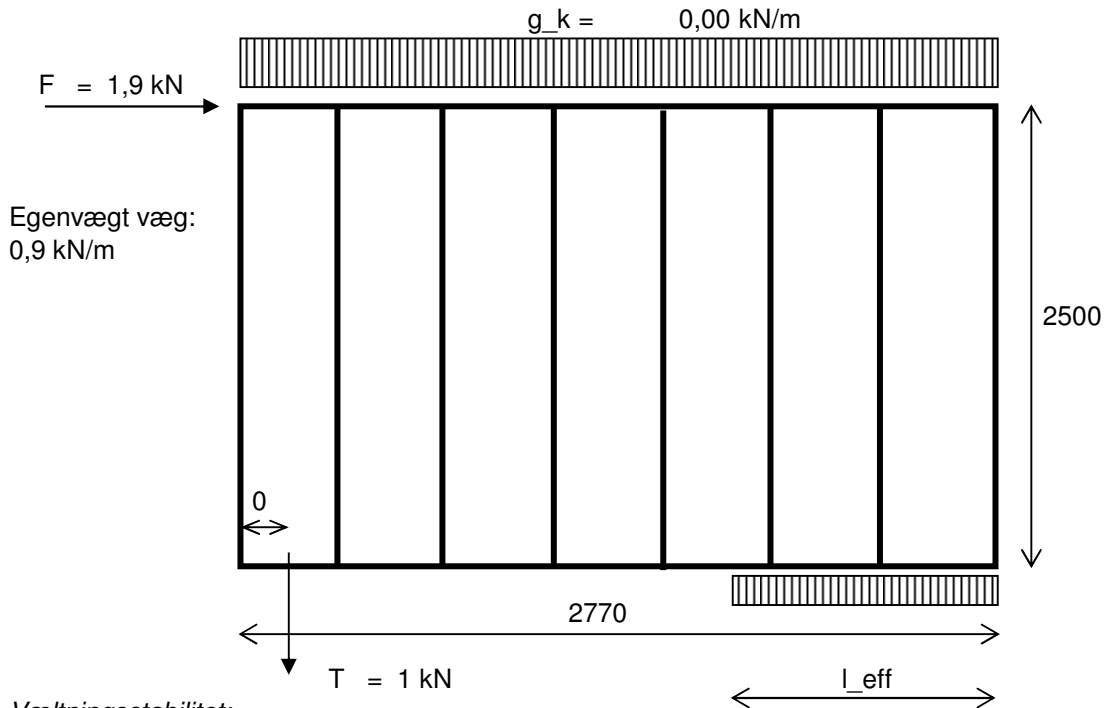
$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot 0,16 \cdot 2,5^4 / 9000 \cdot 11,43 \cdot 10^6 = 0,8 \text{ mm}$$

$$u_{fin,g} = 0,8 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,9 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle's deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.21

Stabiliserende væg 5.



Væltningss stabilitet;

Stabiliserende last Q_s :

$$Q_s = 0,9 * (0,9 + 0) = 0,8 \text{ kN/m}$$

Væltende moment:

$$M_v = 1,9 * 2,5 = 4,8 \text{ kNm}$$

Stabiliserende moment:

$$M_s = 0,8 * 2,77 * 2,77 * 0,5 + 1 * (2,77 - 0,1) = 5,7 \text{ kNm}$$

$$M_s > M_v \Rightarrow \text{Væggens væltningss stabilitet er OK, med anvendelse af forankring på 1 kN.}$$

Glidnings stabilitet;

Det antages, at friktionskoefficienten mellem vægelement og fundament er $\mu_d = 0,23$, svarende til friktionskoefficienten for letbeton vægge.

Stabiliserende friktion:

$$F_s = 0,23 * 0,8 * 2,77 = 0,5 \text{ kN}$$

Da $F_s < F$, skal der glideforankres for:

$$F_g = 1,9 - 0,5 = 1,4 \text{ kN}$$

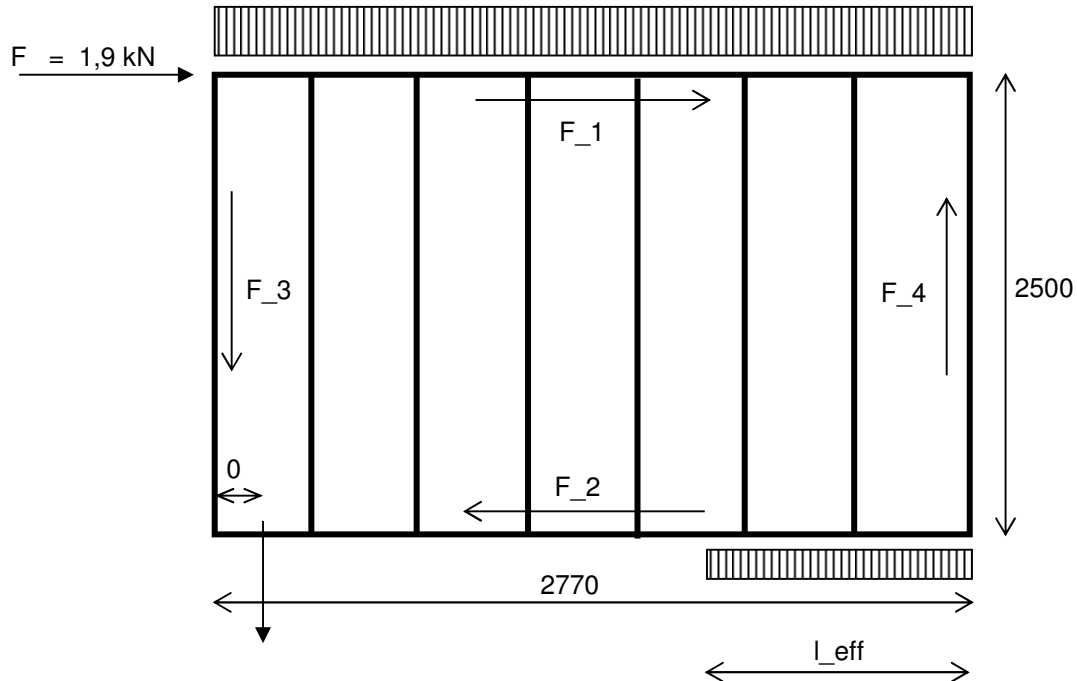
$$F_{g, \text{ankre,d}} = 1 * 8,0 = 8,0 \text{ kN}$$

Det antages, at fastgørelser til fundament udføres med mindst 1 stk. M12x150 betonskruer, el.lign. Idét $F_{g, \text{ankre,d}} > F_g$ er fastgørelserne OK.

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.22

Stabiliserende væg 5., forts.

Skivevirkning i pladebeklædninger:



$$F_{1} = F_{2} = 1,9 / 2,77 = 0,7 \text{ kN/m}$$

$$F_{3} = F_{4} = (4,75 / 2,77) / 2,5 = 0,7 \text{ kN/m}$$

Idet der regnes med en bæreevne pr. forbindelse på ca. 0,60 kN og der antages cc 150 mm, fås bæreevnen:

$$R_d = 0,60 * (1000/150) = 4,0 \text{ kN/m}$$

Heraf ses, at skivevirkning i væggen er OK!

Koncentreret tryk over længden l_{eff} :

Excentricitet e:

$$\text{Total lodret last, } N_{total}: (0,9 + 0) * 2,77 + 1 = 3,49 \text{ kN}$$

$$e = 4,75 / 3,49 = 1,36 \text{ m}$$

$$l_{eff} = 2 * (0,5 * 2,77 - 1,36) = 0,05 \text{ m}$$

Antal stolper n hvorover det koncentrerede tryk kan fordeles:

$$n = 0,05 / 0,6 = 0,08 \text{ stolper}$$

Dvs. at N_{total} skal fordeles over følgende antal stolper: 1,00 stk. - der anvendes: 1,00

$$\text{Lodret last pr. stolpe: } 3,49 / 1 = 3,49 \text{ kN}$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.23

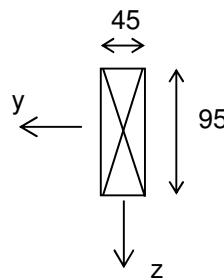
Kontrol af stolpe(r) berørt af koncentreret tryk over I_{eff} , hidrørende fra stabilitet.

Regningsmæssige belastninger;

Normalkraft:	3,49 kN
Linielast y-akse:	0,23 kN/m
Maksimalt moment om y-akse:	0,18 kNm

Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2500 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil:	Konstruktionstræ, C18, 45*95	
Højde:	95,00 mm	
Bredde:	45,00 mm	
Areal:	$4,28 \cdot 10^3$ mm ²	
W _y :	$67,69 \cdot 10^3$ mm ³	
W _z :	$32,06 \cdot 10^3$ mm ³	
I _y :	$3,22 \cdot 10^6$ mm ⁴	
I _z :	$0,72 \cdot 10^6$ mm ⁴	
i _y :	27,42 mm	
i _z :	12,99 mm	



4275 mm ²
67688 mm ³
32063 mm ³
3215156 mm ⁴
721406 mm ⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

$\sigma_{c,o,d}$:	0,82 Mpa
$\sigma_{m,y,d}$:	2,70 Mpa

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 91,2 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 1,5 => Ej ok
lambda,rel,z: 1,2 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

a)	0,30	≤	1,00	=>	<u>Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt</u>
b)	0,24	≤	1,00	=>	<u>Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt</u>

3) Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.24

Stabiliserende væg 5. - beregning af stolpe, forts.

$$b) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 1,65$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,32$$

$$\beta_c = 0,20$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,41$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,55$$

$$a) \quad 0,42 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

$$b) \quad 0,30 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2500 / 200 = 12,50 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk vindlast w : 0,16 kN/m

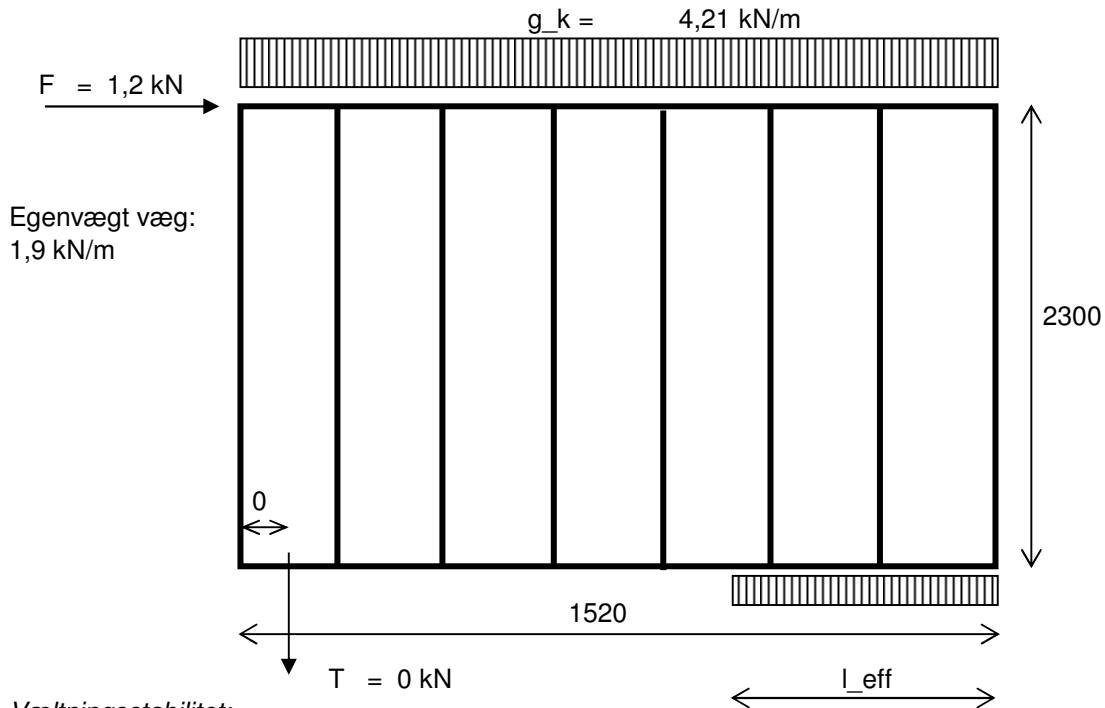
$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot 0,16 \cdot 2,5^4 / 9000 \cdot 3,22 \cdot 10^6 = 2,8 \text{ mm}$$

$$u_{fin,g} = 2,8 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 3,3 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle's deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.25

Stabiliserende væg 6.



Væltningssabilitet;

Stabiliserende last Q_s :

$$Q_s = 0,9 * (1,9 + 4,21) = 5,5 \text{ kN/m}$$

Væltende moment:

$$M_v = 1,2 * 2,3 = 2,8 \text{ kNm}$$

Stabiliserende moment:

$$M_s = 5,5 * 1,52 * 1,52 * 0,5 + 0 * (1,52 - 0) = 6,4 \text{ kNm}$$

$$M_s > M_v \Rightarrow \text{Væggens væltningssabilitet er OK, med anvendelse af forankring på 0 kN.}$$

Glidningsstabilitet;

Det antages, at friktionskoefficienten mellem vægelement og fundament er $\mu_d = 0,23$, svarende til friktionskoefficienten for letbeton vægge.

Stabiliserende friktion:

$$F_s = 0,23 * 5,5 * 1,52 = 1,9 \text{ kN}$$

Da $F_s > F$, er væggen stabil

$$F_g = 1,2 - 1,9 = -0,7 \text{ kN}$$

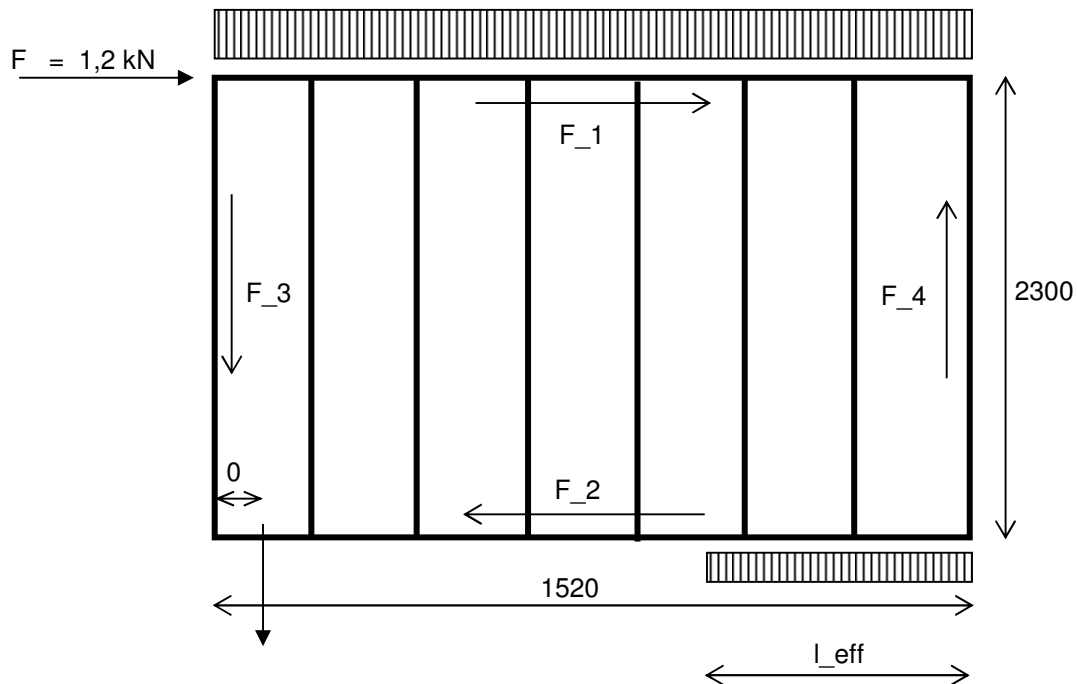
$$F_{g, \text{ankre,d}} = 1 * 8,0 = 8,0 \text{ kN}$$

Det antages, at fastgørelser til fundament udføres med mindst 1 stk. M12x150 betonskruer, el.lign. Idét $F_{g, \text{ankre,d}} > F_g$ er fastgørelserne OK.

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.26

Stabiliserende væg 6., forts.

Skivevirkning i pladebeklædninger:



$$F_{1} = F_{2} = 1,2 / 1,52 = 0,8 \text{ kN/m}$$

$$F_{3} = F_{4} = (2,76 / 1,52) / 2,3 = 0,8 \text{ kN/m}$$

Idet der regnes med en bæreevne pr. forbindelse på ca. 0,60 kN og der antages cc 150 mm, fås bæreevnen:

$$R_d = 0,60 * (1000/150) = 4,0 \text{ kN/m}$$

Heraf ses, at skivevirkning i væggen er OK!

Koncentreret tryk over længden l_{eff} :

Excentricitet e:

$$\text{Total lodret last, } N_{total}: (1,9 + 4,21) * 1,52 + 0 = 9,29 \text{ kN}$$

$$e = 2,76 / 9,29 = 0,30 \text{ m}$$

$$l_{eff} = 2 * (0,5 * 1,52 - 0,3) = 0,92 \text{ m}$$

Antal stolper n hvorover det koncentrerede tryk kan fordeles:

$$n = 0,92 / 0,6 = 1,53 \text{ stolper}$$

Dvs. at N_{total} skal fordeles over følgende antal stolper: 1,00 stk. - der anvendes: 1,00

$$\text{Lodret last pr. stolpe: } 9,29 / 1 = 9,29 \text{ kN}$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.27

Kontrol af stolpe(r) berørt af koncentreret tryk over l_{eff} , hidrørende fra stabilitet.

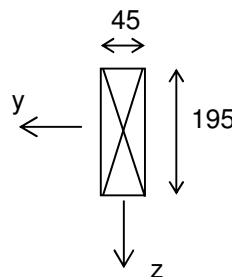
Regningsmæssige belastninger;

Normalkraft:	9,29 kN
Linielast y-akse:	0,70 kN/m
Maksimalt moment om y-akse:	0,46 kNm

Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2300 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil: Konstruktionstræ, C18, 45*195

Højde:	195,00 mm	
Bredde:	45,00 mm	
Areal:	$8,78 \cdot 10^3$	mm ²
W _y :	$285,19 \cdot 10^3$	mm ³
W _z :	$65,81 \cdot 10^3$	mm ³
I _y :	$27,81 \cdot 10^6$	mm ⁴
I _z :	$1,48 \cdot 10^6$	mm ⁴
i _y :	56,29 mm	
i _z :	12,99 mm	



	8775 mm ²
	285188 mm ³
	65813 mm ³
	27805781 mm ⁴
	1480781 mm ⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

$\sigma_{c,o,d}$:	1,06 Mpa
$\sigma_{m,y,d}$:	1,63 Mpa

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 40,9 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 0,7 => Ej ok
lambda,rel,z: 1,2 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

$$a) \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$b) \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

a) 0,24 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt
b) 0,20 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3) Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

$$a) \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.28

Stabiliserende væg 6. - beregning af stolpe, forts.

$$b) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$k_{y,y} = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,73$$

$$k_{y,z} = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,32$$

$$\beta_c = 0,20$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,95$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,55$$

$$a) \quad 0,25 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

$$b) \quad 0,29 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2300 / 200 = 11,50 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk vindlast w : 0,47 kN/m

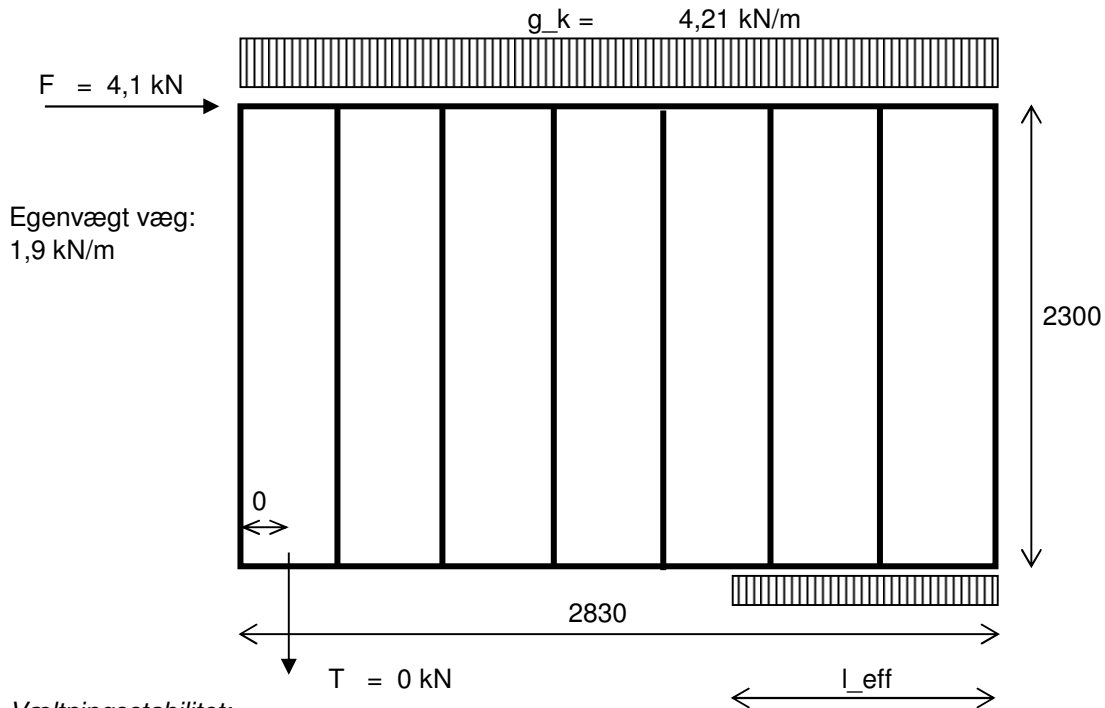
$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot 0,47 \cdot 2,3^4 / 9000 \cdot 27,81 \cdot 10^6 = 0,7 \text{ mm}$$

$$u_{fin,g} = 0,7 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,8 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle's deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.29

Stabiliserende væg 7.



Væltningss stabilitet;

Stabiliserende last Q_s :

$$Q_s = 0,9 * (1,9 + 4,21) = 5,5 \text{ kN/m}$$

Væltende moment:

$$M_v = 4,1 * 2,3 = 9,4 \text{ kNm}$$

Stabiliserende moment:

$$M_s = 5,5 * 2,83 * 2,83 * 0,5 + 0 * (2,83 - 0) = 22,0 \text{ kNm}$$

$$M_s > M_v \Rightarrow \text{Væggens væltningss stabilitet er OK, med anvendelse af forankring på 0 kN.}$$

Glidnings stabilitet;

Det antages, at friktionskoefficienten mellem vægelement og fundament er $\mu_d = 0,23$, svarende til friktionskoefficienten for letbeton vægge.

Stabiliserende friktion:

$$F_s = 0,23 * 5,5 * 2,83 = 3,6 \text{ kN}$$

Da $F_s < F$, skal der glideforankres for:

$$F_g = 4,1 - 3,6 = 0,5 \text{ kN}$$

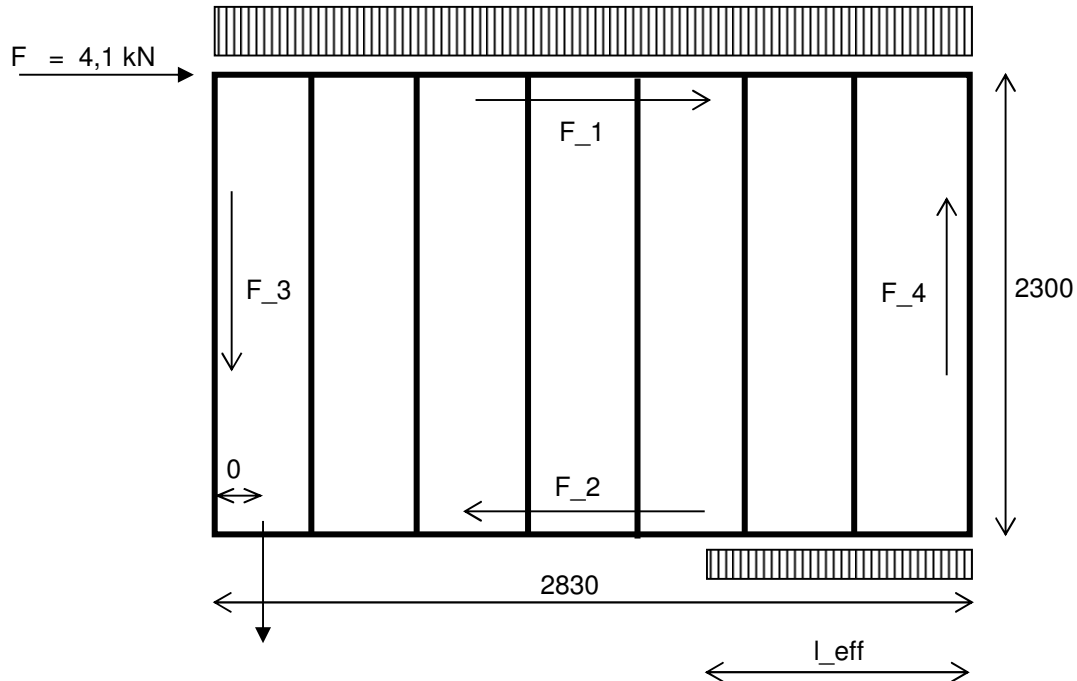
$$F_{g, \text{ankre,d}} = 1 * 8,0 = 8,0 \text{ kN}$$

Det antages, at fastgørelser til fundament udføres med mindst 1 stk. M12x150 betonskruer, el.lign. Idét $F_{g, \text{ankre,d}} > F_g$ er fastgørelserne OK.

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.30

Stabiliserende væg 7., forts.

Skivevirkning i pladebeklædninger:



$$F_{1} = F_{2} = 4,1 / 2,83 = 1,4 \text{ kN/m}$$

$$F_{3} = F_{4} = (9,43 / 2,83) / 2,3 = 1,4 \text{ kN/m}$$

Idet der regnes med en bæreevne pr. forbindelse på ca. 0,60 kN og der antages cc 150 mm, fås bæreevnen:

$$R_d = 0,60 * (1000/150) = 4,0 \text{ kN/m}$$

Heraf ses, at skivevirkning i væggen er OK!

Koncentreret tryk over længden l_{eff} :

Excentricitet e:

$$\text{Total lodret last, } N_{total}: (1,9 + 4,21) * 2,83 + 0 = 17,29 \text{ kN}$$

$$e = 9,43 / 17,29 = 0,55 \text{ m}$$

$$l_{eff} = 2 * (0,5 * 2,83 - 0,55) = 1,73 \text{ m}$$

Antal stolper n hvorover det koncentrerede tryk kan fordeles:

$$n = 1,73 / 0,6 = 2,88 \text{ stolper}$$

Dvs. at N_{total} skal fordeles over følgende antal stolper: 2,00 stk. - der anvendes: 2,00

$$\text{Lodret last pr. stolpe: } 17,29 / 2 = 8,65 \text{ kN}$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.31

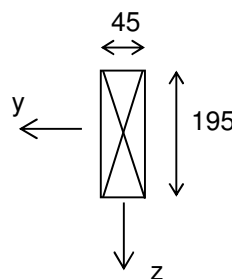
Kontrol af stolpe(r) berørt af koncentreret tryk over l_{eff} , hidrørende fra stabilitet.

Regningsmæssige belastninger;

Normalkraft:	8,65 kN
Linielast y-akse:	0,70 kN/m
Maksimalt moment om y-akse:	0,46 kNm

Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2300 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil:	Konstruktionstræ, C18, 45*195	
Højde:	195,00 mm	
Bredde:	45,00 mm	
Areal:	$8,78 \cdot 10^3$	mm ²
W _y :	$285,19 \cdot 10^3$	mm ³
W _z :	$65,81 \cdot 10^3$	mm ³
I _y :	$27,81 \cdot 10^6$	mm ⁴
I _z :	$1,48 \cdot 10^6$	mm ⁴
i _y :	56,29 mm	
i _z :	12,99 mm	



8775 mm ²
285188 mm ³
65813 mm ³
27805781 mm ⁴
1480781 mm ⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

$\sigma_{c,0,d}$:	0,99 Mpa
$\sigma_{m,y,d}$:	1,63 Mpa

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 40,9 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 0,7 => Ej ok
lambda,rel,z: 1,2 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

a)	0,23	≤	1,00	=>	<u>Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt</u>
b)	0,19	≤	1,00	=>	<u>Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt</u>

3) Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.32

Stabiliserende væg 7. - beregning af stolpe, forts.

$$b) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,73$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,32$$

$$\beta_c = 0,20$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,95$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,55$$

$$a) \quad 0,24 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

$$b) \quad 0,27 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2300 / 200 = 11,50 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk vindlast w : 0,47 kN/m

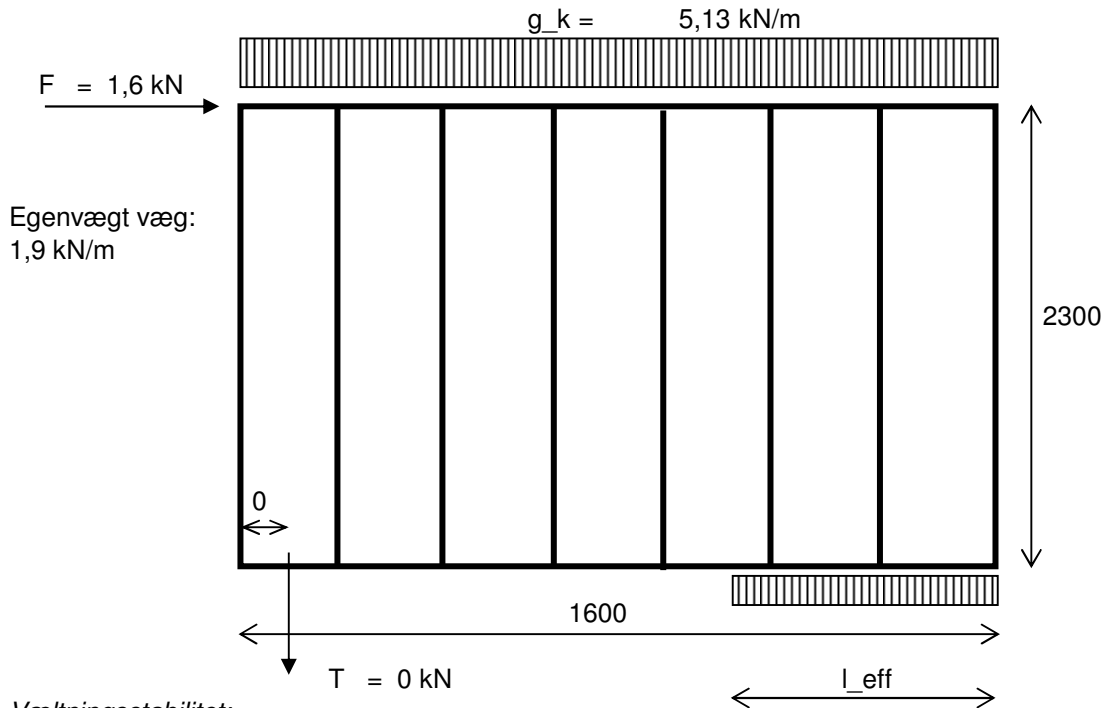
$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot 0,47 \cdot 2,3^4 / 9000 \cdot 27,81 \cdot 10^6 = 0,7 \text{ mm}$$

$$u_{fin,g} = 0,7 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,8 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle's deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.33

Stabiliserende væg 8 (og G).



Væltningssabilitet;

Stabiliserende last Q_s :

$$Q_s = 0,9 * (1,9 + 5,13) = 6,3 \text{ kN/m}$$

Væltende moment:

$$M_v = 1,6 * 2,3 = 3,7 \text{ kNm}$$

Stabiliserende moment:

$$M_s = 6,3 * 1,6 * 1,6 * 0,5 + 0 * (1,6 - 0) = 8,1 \text{ kNm}$$

$$M_s > M_v \Rightarrow \text{Væggens væltningssabilitet er OK, med anvendelse af forankring på 0 kN.}$$

Glidningsstabilitet;

Det antages, at friktionskoefficienten mellem vægelement og fundament er $\mu_d = 0,23$, svarende til friktionskoefficienten for letbeton vægge.

Stabiliserende friktion:

$$F_s = 0,23 * 6,3 * 1,6 = 2,3 \text{ kN}$$

Da $F_s > F$, er væggen stabil

$$F_g = 1,6 - 2,3 = -0,7 \text{ kN}$$

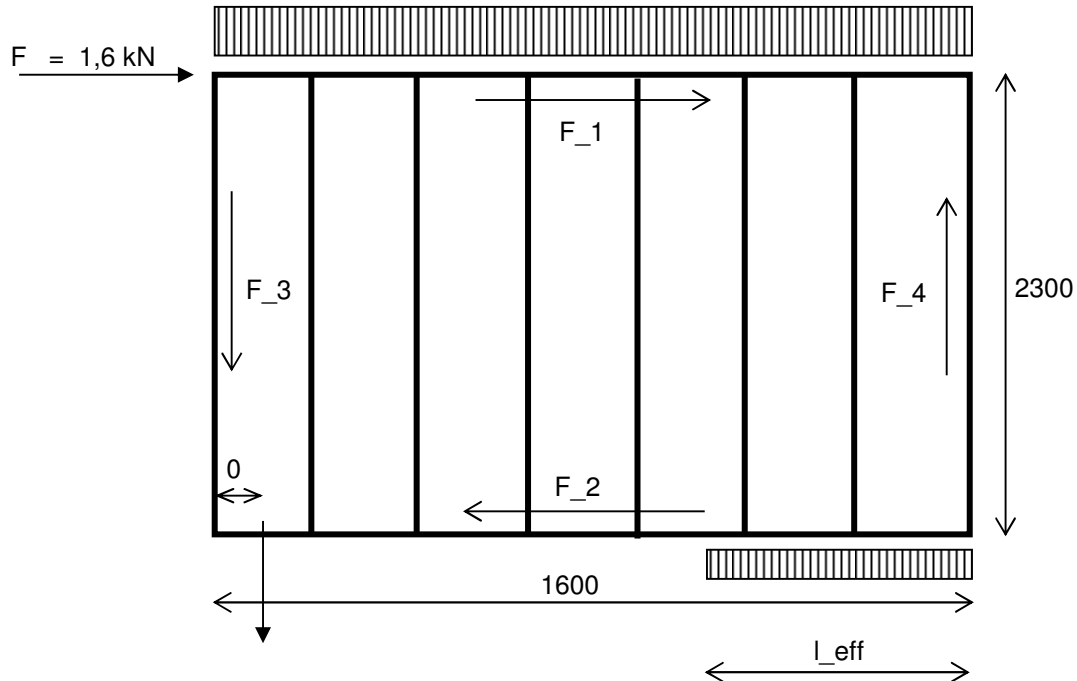
$$F_{g, \text{ankre,d}} = 1 * 8,0 = 8,0 \text{ kN}$$

Det antages, at fastgørelser til fundament udføres med mindst 1 stk. M12x150 betonskruer, el.lign. Idét $F_{g, \text{ankre,d}} > F_g$ er fastgørelserne OK.

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.34

Stabiliserende væg 8 (og G), forts.

Skivevirkning i pladebeklædninger:



$$F_{1} = F_{2} = 1,6 / 1,6 = 1,0 \text{ kN/m}$$

$$F_{3} = F_{4} = (3,68 / 1,6) / 2,3 = 1,0 \text{ kN/m}$$

Idet der regnes med en bæreevne pr. forbindelse på ca. 0,60 kN og der antages cc 150 mm, fås bæreevnen:

$$R_d = 0,60 * (1000/150) = 4,0 \text{ kN/m}$$

Heraf ses, at skivevirkning i væggen er OK!

Koncentreret tryk over længden l_{eff} :

Excentricitet e :

$$\text{Total lodret last, } N_{total}: (1,9 + 5,13) * 1,6 + 0 = 11,25 \text{ kN}$$

$$e = 3,68 / 11,25 = 0,33 \text{ m}$$

$$l_{eff} = 2 * (0,5 * 1,6 - 0,33) = 0,94 \text{ m}$$

Antal stolper n hvorover det koncentrerede tryk kan fordeles:

$$n = 0,94 / 0,6 = 1,57 \text{ stolper}$$

Dvs. at N_{total} skal fordeles over følgende antal stolper: 1,00 stk. - der anvendes: 1,00

$$\text{Lodret last pr. stolpe: } 11,25 / 1 = 11,25 \text{ kN}$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.35

Kontrol af stolpe(r) berørt af koncentreret tryk over I_{eff} , hidrørende fra stabilitet.

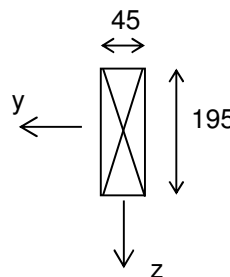
Regningsmæssige belastninger;

Normalkraft:	11,25 kN
Linielast y-akse:	0,70 kN/m
Maksimalt moment om y-akse:	0,46 kNm

Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2300 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil: Konstruktionstræ, C18, 45*195

Højde:	195,00 mm	
Bredde:	45,00 mm	
Areal:	$8,78 \cdot 10^3$	mm ²
W _y :	$285,19 \cdot 10^3$	mm ³
W _z :	$65,81 \cdot 10^3$	mm ³
I _y :	$27,81 \cdot 10^6$	mm ⁴
I _z :	$1,48 \cdot 10^6$	mm ⁴
i _y :	56,29 mm	
i _z :	12,99 mm	



	8775 mm ²
	285188 mm ³
	65813 mm ³
	27805781 mm ⁴
	1480781 mm ⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

$\sigma_{c,0,d}$:	1,28 Mpa
$\sigma_{m,y,d}$:	1,63 Mpa

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 40,9 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 0,7 => Ej ok
lambda,rel,z: 1,2 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

$$a) \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$b) \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

a) 0,26 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt
b) 0,22 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3) Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

$$a) \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.36

Stabiliserende væg 8 (og G). - beregning af stolpe, forts.

$$b) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,73$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,32$$

$$\beta_c = 0,20$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,95$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,55$$

$$a) \quad 0,27 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

$$b) \quad 0,33 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2300 / 200 = 11,50 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk vindlast w : 0,47 kN/m

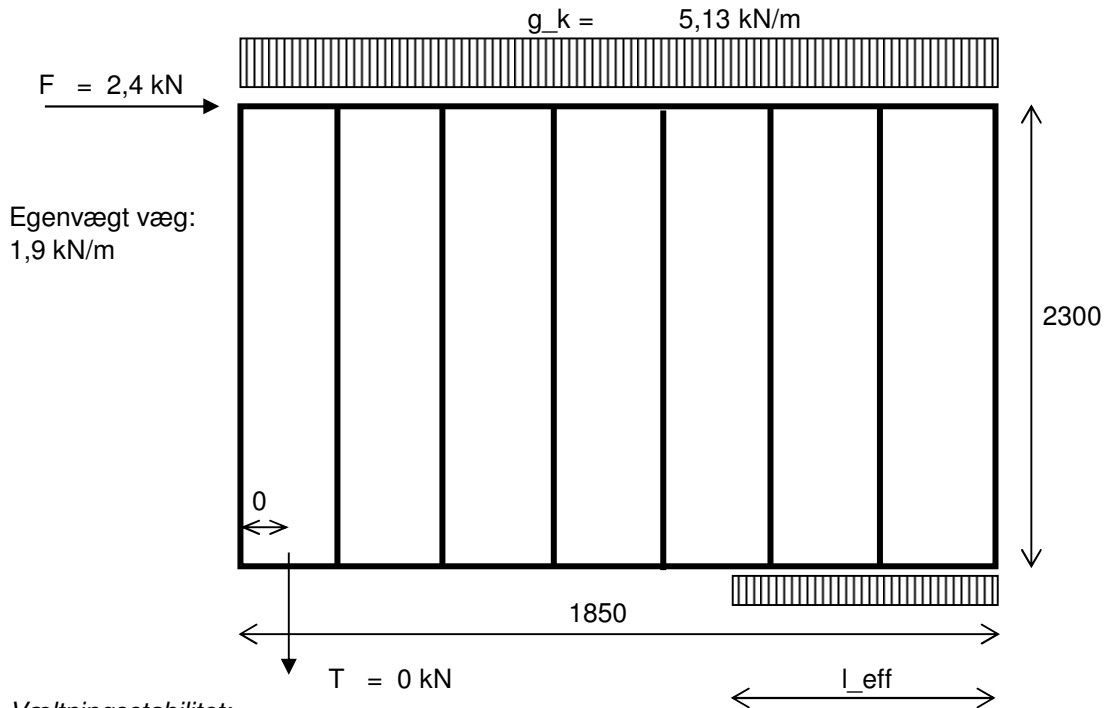
$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot 0,47 \cdot 2,3^4 / 9000 \cdot 27,81 \cdot 10^6 = 0,7 \text{ mm}$$

$$u_{fin,g} = 0,7 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,8 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle's deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.37

Stabiliserende væg 9 (og H).



Væltningssabilitet;

Stabiliserende last Q_s :

$$Q_s = 0,9 * (1,9 + 5,13) = 6,3 \text{ kN/m}$$

Væltende moment:

$$M_v = 2,4 * 2,3 = 5,5 \text{ kNm}$$

Stabiliserende moment:

$$M_s = 6,3 * 1,85 * 1,85 * 0,5 + 0 * (1,85 - 0) = 10,8 \text{ kNm}$$

$$M_s > M_v \Rightarrow \text{Væggens væltningssabilitet er OK, med anvendelse af forankring på 0 kN.}$$

Glidningsstabilitet;

Det antages, at friktionskoefficienten mellem vægelement og fundament er $\mu_d = 0,23$, svarende til friktionskoefficienten for letbeton vægge.

Stabiliserende friktion:

$$F_s = 0,23 * 6,3 * 1,85 = 2,7 \text{ kN}$$

Da $F_s > F$, er væggen stabil

$$F_g = 2,4 - 2,7 = -0,3 \text{ kN}$$

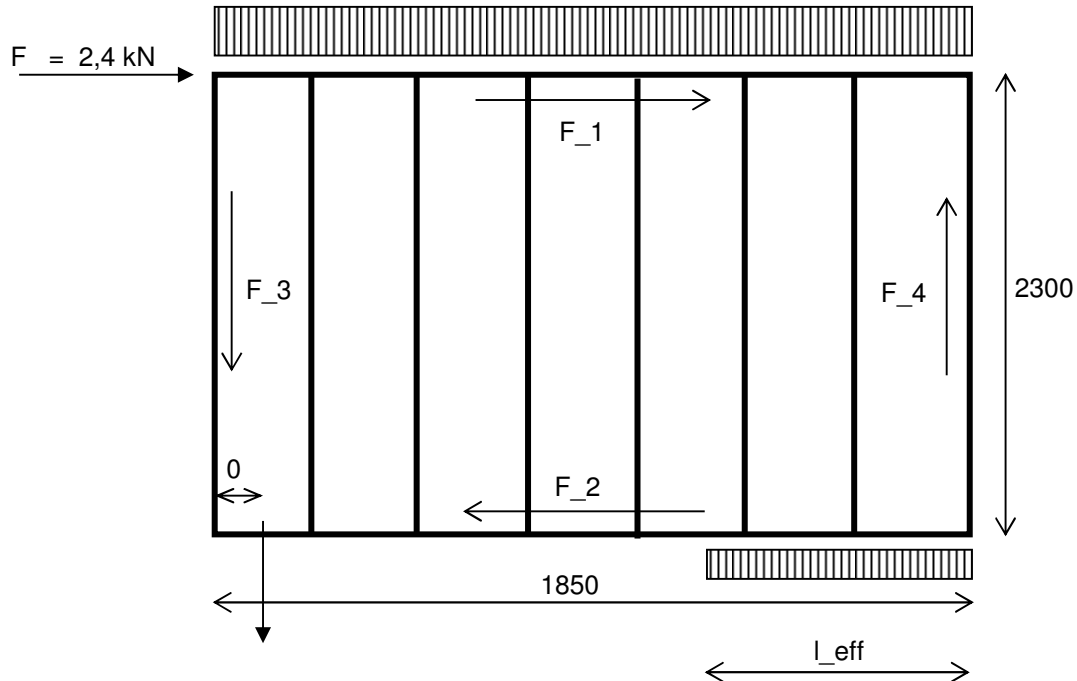
$$F_{g, \text{ankre,d}} = 1 * 8,0 = 8,0 \text{ kN}$$

Det antages, at fastgørelser til fundament udføres med mindst 1 stk. M12x150 betonskruer, el.lign. Idét $F_{g, \text{ankre,d}} > F_g$ er fastgørelserne OK.

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.38

Stabiliserende væg 9 (og H), forts.

Skivevirkning i pladebeklædninger:



$$F_{1} = F_{2} = 2,4 / 1,85 = 1,3 \text{ kN/m}$$

$$F_{3} = F_{4} = (5,52 / 1,85) / 2,3 = 1,3 \text{ kN/m}$$

Idet der regnes med en bæreevne pr. forbindelse på ca. 0,60 kN og der antages cc 150 mm, fås bæreevnen:

$$R_d = 0,60 * (1000/150) = 4,0 \text{ kN/m}$$

Heraf ses, at skivevirkning i væggen er OK!

Koncentreret tryk over længden l_{eff} :

Excentricitet e :

$$\text{Total lodret last, } N_{total}: (1,9 + 5,13) * 1,85 + 0 = 13,01 \text{ kN}$$

$$e = 5,52 / 13,01 = 0,42 \text{ m}$$

$$l_{eff} = 2 * (0,5 * 1,85 - 0,42) = 1,01 \text{ m}$$

Antal stolper n hvorover det koncentrerede tryk kan fordeles:

$$n = 1,01 / 0,6 = 1,68 \text{ stolper}$$

Dvs. at N_{total} skal fordeles over følgende antal stolper: 1,00 stk. - der anvendes: 1,00

$$\text{Lodret last pr. stolpe: } 13,01 / 1 = 13,01 \text{ kN}$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.39

Kontrol af stolpe(r) berørt af koncentreret tryk over I_{eff} , hidrørende fra stabilitet.

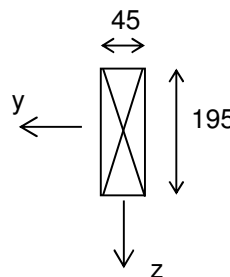
Regningsmæssige belastninger;

Normalkraft:	13,01 kN
Liniebelast y-akse:	0,70 kN/m
Maksimalt moment om y-akse:	0,46 kNm

Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2300 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil: Konstruktionstræ, C18, 45*195

Højde:	195,00 mm	
Bredde:	45,00 mm	
Areal:	$8,78 \cdot 10^3$	mm ²
W _y :	$285,19 \cdot 10^3$	mm ³
W _z :	$65,81 \cdot 10^3$	mm ³
I _y :	$27,81 \cdot 10^6$	mm ⁴
I _z :	$1,48 \cdot 10^6$	mm ⁴
i _y :	56,29 mm	
i _z :	12,99 mm	



	8775 mm ²
	285188 mm ³
	65813 mm ³
	27805781 mm ⁴
	1480781 mm ⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

$\sigma_{c,0,d}$:	1,48 Mpa
$\sigma_{m,y,d}$:	1,63 Mpa

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 40,9 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 0,7 => Ej ok
lambda,rel,z: 1,2 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

$$a) \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$b) \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

a) 0,28 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt
b) 0,24 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3) Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

$$a) \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.:	Dato:	Side:
		TJP	22-10 2024	5.40

Stabiliserende væg 9 (og H). - beregning af stolpe, forts.

$$b) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,73$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,32$$

$$\beta_c = 0,20$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,95$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,55$$

$$a) \quad 0,29 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

$$b) \quad 0,36 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2300 / 200 = 11,50 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk vindlast w : 0,47 kN/m

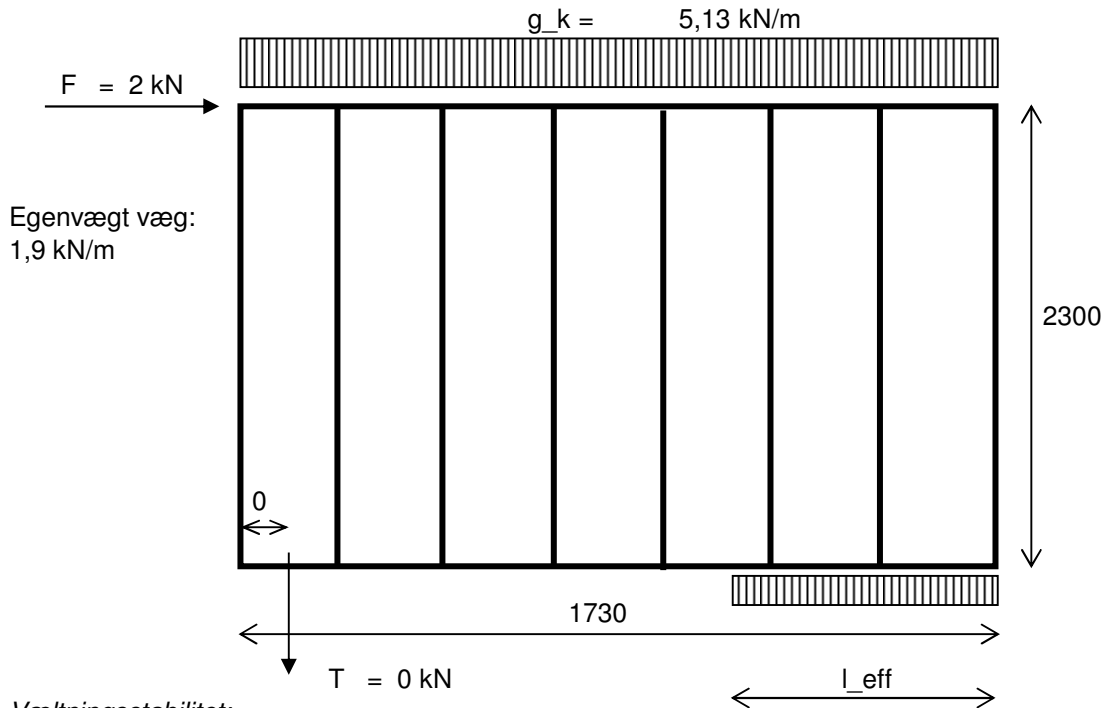
$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot 0,47 \cdot 2,3^4 / 9000 \cdot 27,81 \cdot 10^6 = 0,7 \text{ mm}$$

$$u_{fin,g} = 0,7 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,8 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle's deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.41

Stabiliserende væg 10 (og I).



Væltningss stabilitet;

Stabiliserende last Q_s:

$$Q_s = 0,9 * (1,9 + 5,13) = 6,3 \text{ kN/m}$$

Væltende moment:

$$M_v = 2 * 2,3 = 4,6 \text{ kNm}$$

Stabiliserende moment:

$$M_s = 6,3 * 1,73 * 1,73 * 0,5 + 0 * (1,73 - 0) = 9,4 \text{ kNm}$$

$$M_s > M_v \Rightarrow \text{Væggens væltningss stabilitet er OK, med anvendelse af forankring på 0 kN.}$$

Glidnings stabilitet;

Det antages, at friktionskoefficienten mellem vægelement og fundament er $\mu_d = 0,23$, svarende til friktionskoefficienten for letbeton vægge.

Stabiliserende friktion:

$$F_s = 0,23 * 6,3 * 1,73 = 2,5 \text{ kN}$$

Da $F_s > F$, er væggen stabil

$$F_g = 2 - 2,5 = -0,5 \text{ kN}$$

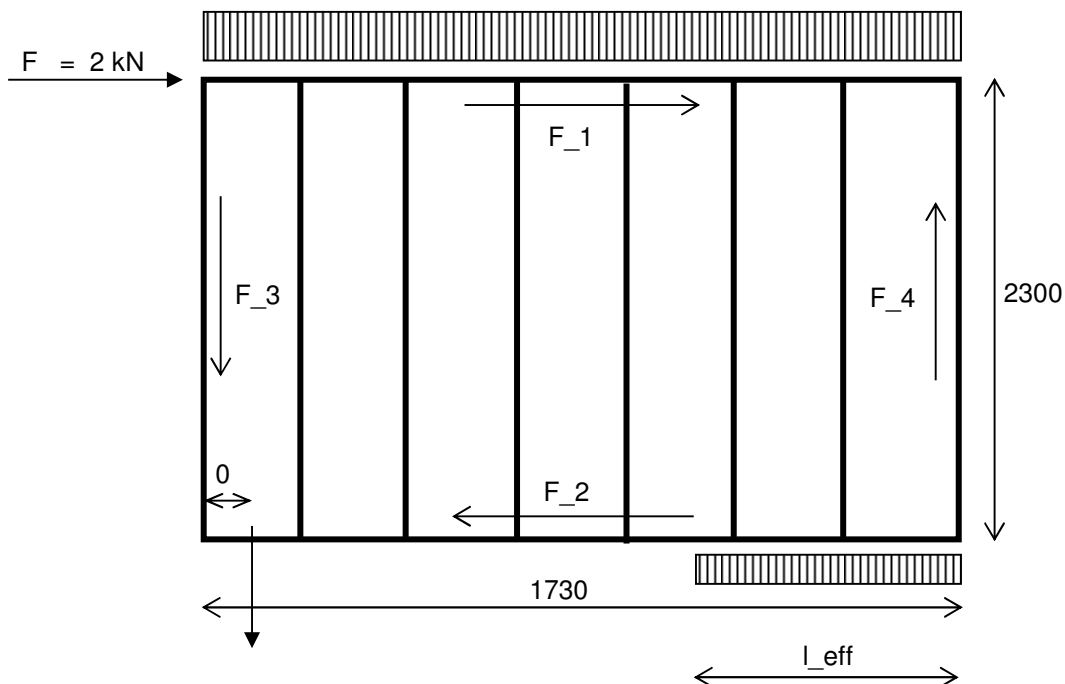
$$F_{g, \text{ankre,d}} = 1 * 8,0 = 8,0 \text{ kN}$$

Det antages, at fastgørelser til fundament udføres med mindst 1 stk. M12x150 betonskruer, el.lign. Idét $F_{g, \text{ankre,d}} > F_g$ er fastgørelserne OK.

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.42

Stabiliserende væg 10 (og I), forts.

Skivevirkning i pladebeklædninger:



$$F_{1} = F_{2} = 2 / 1,73 = 1,2 \text{ kN/m}$$

$$F_{3} = F_{4} = (4,6 / 1,73) / 2,3 = 1,2 \text{ kN/m}$$

Idet der regnes med en bæreevne pr. forbindelse på ca. 0,60 kN og der antages cc 150 mm, fås bæreevnen:

$$R_d = 0,60 * (1000/150) = 4,0 \text{ kN/m}$$

Heraf ses, at skivevirkning i væggen er OK!

Koncentreret tryk over længden l_{eff} :

Excentricitet e :

$$\text{Total lodret last, } N_{total}: (1,9 + 5,13) * 1,73 + 0 = 12,16 \text{ kN}$$

$$e = 4,6 / 12,16 = 0,38 \text{ m}$$

$$l_{eff} = 2 * (0,5 * 1,73 - 0,38) = 0,97 \text{ m}$$

Antal stolper n hvorover det koncentrerede tryk kan fordeles:

$$n = 0,97 / 0,6 = 1,62 \text{ stolper}$$

Dvs. at N_{total} skal fordeles over følgende antal stolper: 1,00 stk. - der anvendes: 1,00

$$\text{Lodret last pr. stolpe: } 12,16 / 1 = 12,16 \text{ kN}$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.43

Kontrol af stolpe(r) berørt af koncentreret tryk over l_{eff} , hidrørende fra stabilitet.

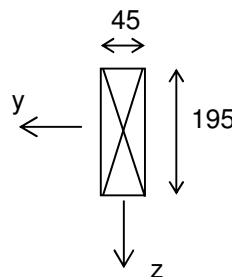
Regningsmæssige belastninger;

Normalkraft:	12,16 kN
Linielast y-akse:	0,70 kN/m
Maksimalt moment om y-akse:	0,46 kNm

Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2300 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil: Konstruktionstræ, C18, 45*195

Højde:	195,00 mm	
Bredde:	45,00 mm	
Areal:	$8,78 \cdot 10^3$	mm ²
W _y :	$285,19 \cdot 10^3$	mm ³
W _z :	$65,81 \cdot 10^3$	mm ³
I _y :	$27,81 \cdot 10^6$	mm ⁴
I _z :	$1,48 \cdot 10^6$	mm ⁴
i _y :	56,29 mm	
i _z :	12,99 mm	



	8775 mm ²
	285188 mm ³
	65813 mm ³
	27805781 mm ⁴
	1480781 mm ⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

$\sigma_{c,0,d}$:	1,39 Mpa
$\sigma_{m,y,d}$:	1,63 Mpa

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 40,9 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 0,7 => Ej ok
lambda,rel,z: 1,2 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

$$a) \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$b) \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

a) 0,27 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt
b) 0,23 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3) Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

$$a) \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.44

Stabiliserende væg 10 (og I). - beregning af stolpe, forts.

$$b) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,73$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,32$$

$$\beta_c = 0,20$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,95$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,55$$

$$a) \quad 0,28 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

$$b) \quad 0,35 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2300 / 200 = 11,50 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk vindlast w : 0,47 kN/m

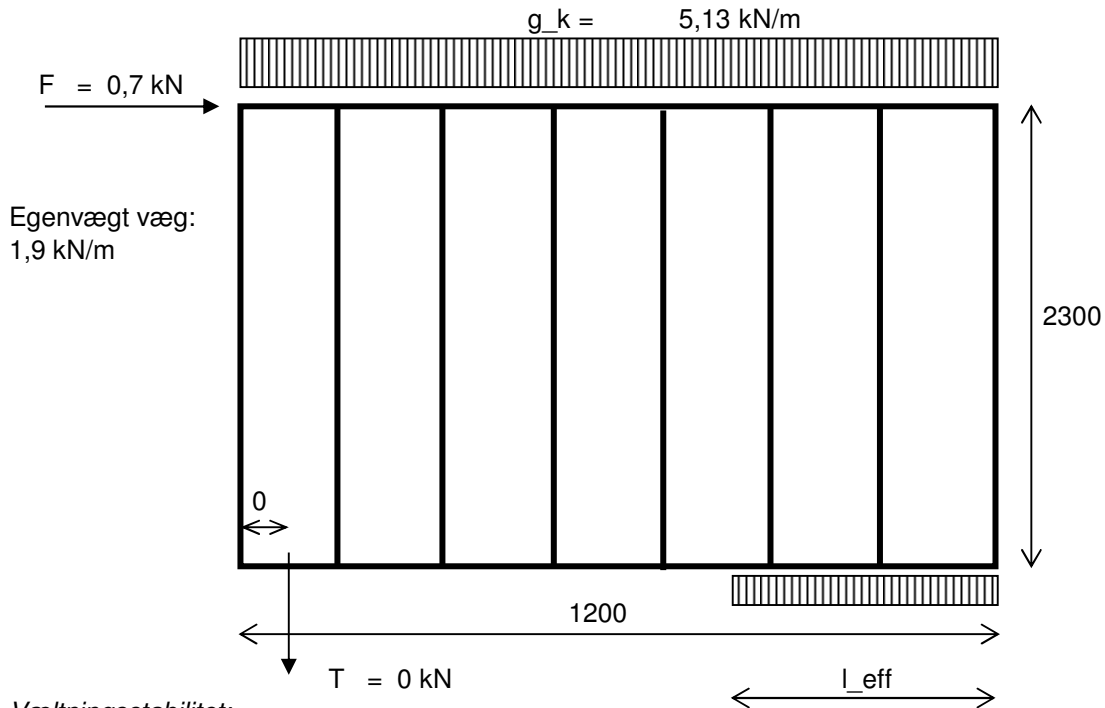
$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot 0,47 \cdot 2,3^4 / 9000 \cdot 27,81 \cdot 10^6 = 0,7 \text{ mm}$$

$$u_{fin,g} = 0,7 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,8 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle's deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.45

Stabiliserende væg 11 (og J).



Væltningss stabilitet;

Stabiliserende last Q_s :

$$Q_s = 0,9 * (1,9 + 5,13) = 6,3 \text{ kN/m}$$

Væltende moment:

$$M_v = 0,7 * 2,3 = 1,6 \text{ kNm}$$

Stabiliserende moment:

$$M_s = 6,3 * 1,2 * 1,2 * 0,5 + 0 * (1,2 - 0) = 4,5 \text{ kNm}$$

$$M_s > M_v \Rightarrow \text{Væggens væltningss stabilitet er OK, med anvendelse af forankring på 0 kN.}$$

Glidnings stabilitet;

Det antages, at friktionskoefficienten mellem vægelement og fundament er $\mu_d = 0,23$, svarende til friktionskoefficienten for letbeton vægge.

Stabiliserende friktion:

$$F_s = 0,23 * 6,3 * 1,2 = 1,7 \text{ kN}$$

Da $F_s > F$, er væggen stabil

$$F_g = 0,7 - 1,7 = -1,0 \text{ kN}$$

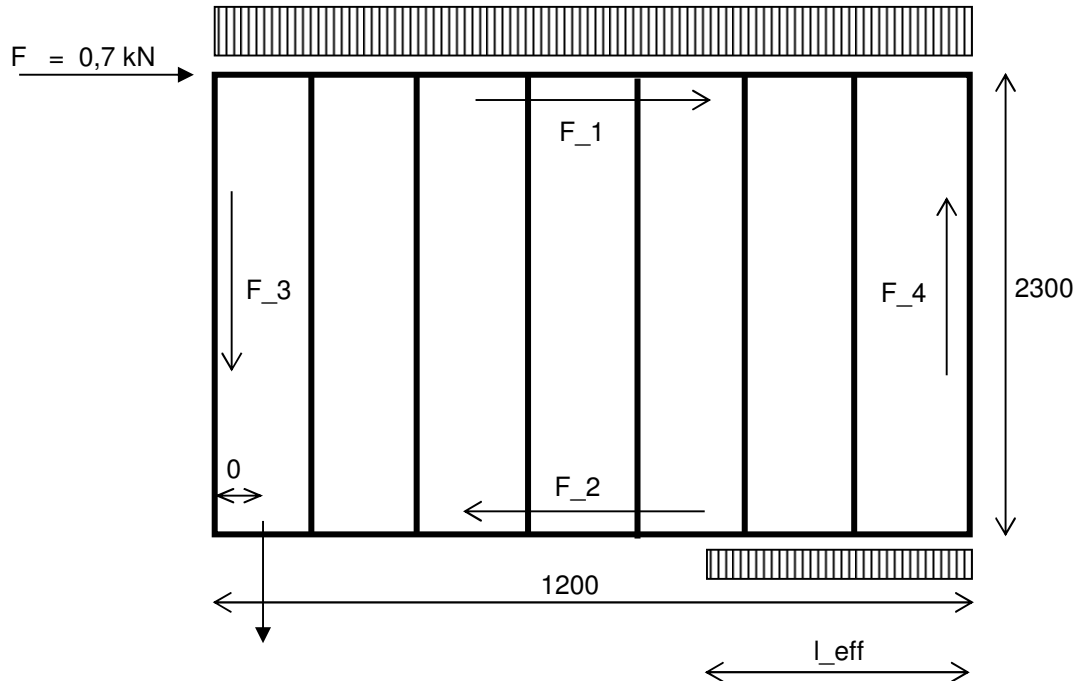
$$F_{g, \text{ankre,d}} = 1 * 8,0 = 8,0 \text{ kN}$$

Det antages, at fastgørelser til fundament udføres med mindst 1 stk. M12x150 betonskruer, el.lign. Idét $F_{g, \text{ankre,d}} > F_g$ er fastgørelserne OK.

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.46

Stabiliserende væg 11 (og J), forts.

Skivevirkning i pladebeklædninger:



$$F_1 = F_2 = 0,7 / 1,2 = 0,6 \text{ kN/m}$$

$$F_3 = F_4 = (1,61 / 1,2) / 2,3 = 0,6 \text{ kN/m}$$

Idet der regnes med en bæreevne pr. forbindelse på ca. 0,60 kN og der antages cc 150 mm, fås bæreevnen:

$$R_d = 0,60 * (1000/150) = 4,0 \text{ kN/m}$$

Heraf ses, at skivevirkning i væggen er OK!

Koncentreret tryk over længden l_{eff} :

Excentricitet e :

$$\text{Total lodret last, } N_{\text{total}}: (1,9 + 5,13) * 1,2 + 0 = 8,44 \text{ kN}$$

$$e = 1,61 / 8,44 = 0,19 \text{ m}$$

$$l_{\text{eff}} = 2 * (0,5 * 1,2 - 0,19) = 0,82 \text{ m}$$

Antal stolper n hvorover det koncentrerede tryk kan fordeles:

$$n = 0,82 / 0,6 = 1,37 \text{ stolper}$$

Dvs. at N_{total} skal fordeles over følgende antal stolper: 1,00 stk. - der anvendes: 1,00

$$\text{Lodret last pr. stolpe: } 8,44 / 1 = 8,44 \text{ kN}$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.47

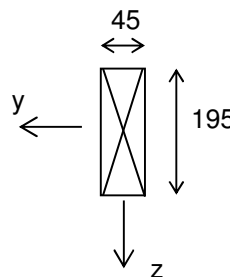
Kontrol af stolpe(r) berørt af koncentreret tryk over l_{eff} , hidrørende fra stabilitet.

Regningsmæssige belastninger;

Normalkraft:	8,44 kN
Liniebelast y-akse:	0,70 kN/m
Maksimalt moment om y-akse:	0,46 kNm

Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2300 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil:	Konstruktionstræ, C18, 45*195	
Højde:	195,00 mm	
Bredde:	45,00 mm	
Areal:	$8,78 \cdot 10^3$	mm ²
W _y :	$285,19 \cdot 10^3$	mm ³
W _z :	$65,81 \cdot 10^3$	mm ³
I _y :	$27,81 \cdot 10^6$	mm ⁴
I _z :	$1,48 \cdot 10^6$	mm ⁴
i _y :	56,29 mm	
i _z :	12,99 mm	



	8775 mm ²
	285188 mm ³
	65813 mm ³
	27805781 mm ⁴
	1480781 mm ⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

$\sigma_{c,0,d}$:	0,96 Mpa
$\sigma_{m,y,d}$:	1,63 Mpa

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 40,9 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 0,7 => Ej ok
lambda,rel,z: 1,2 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

a)	0,23	≤	1,00	=>	<u>Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt</u>
b)	0,19	≤	1,00	=>	<u>Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt</u>

3) Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.48

Stabiliserende væg 11 (og J). - beregning af stolpe, forts.

$$b) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,73$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,32$$

$$\beta_c = 0,20$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,95$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,55$$

$$a) \quad 0,24 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

$$b) \quad 0,27 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2300 / 200 = 11,50 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk vindlast w : 0,47 kN/m

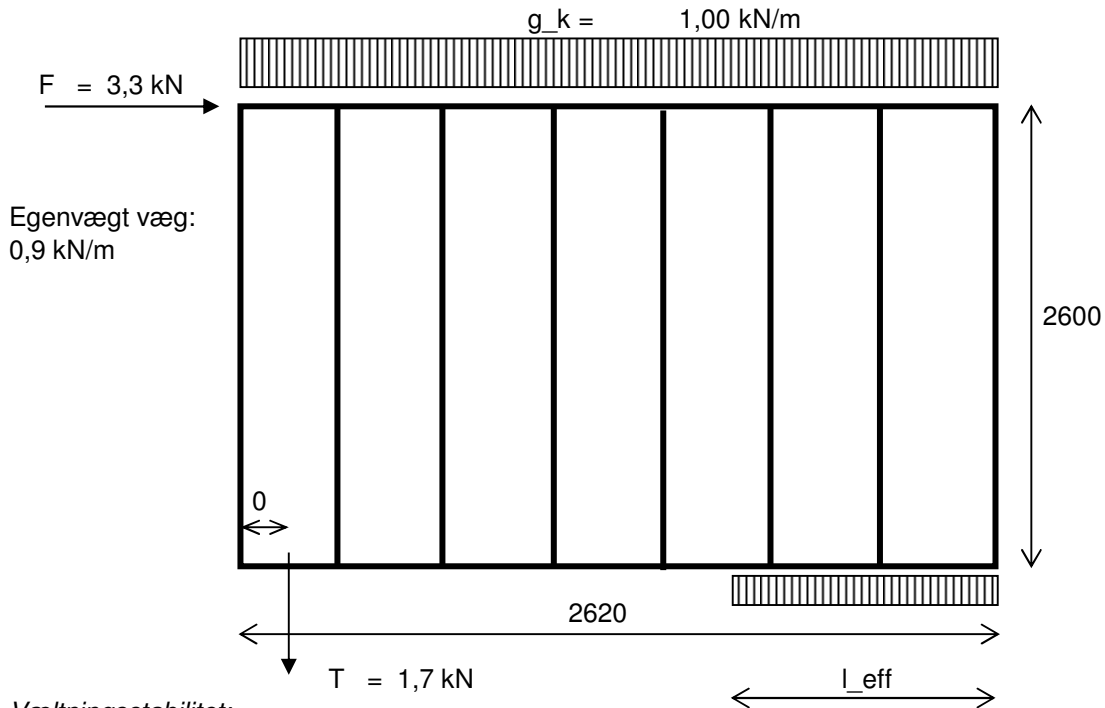
$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot 0,47 \cdot 2,3^4 / 9000 \cdot 27,81 \cdot 10^6 = 0,7 \text{ mm}$$

$$u_{fin,g} = 0,7 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,8 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle's deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.49

Stabiliserende væg 12 (og K).



Væltningss stabilitet;

Stabiliserende last Q_s :

$$Q_s = 0,9 * (0,9 + 1) = 1,7 \text{ kN/m}$$

Væltende moment:

$$M_v = 3,3 * 2,6 = 8,6 \text{ kNm}$$

Stabiliserende moment:

$$M_s = 1,7 * 2,62 * 2,62 * 0,5 + 1,7 * (2,62 - 0,1) = 10,1 \text{ kNm}$$

$M_s > M_v \Rightarrow$ Væggens væltningss stabilitet er OK, med anvendelse af forankring på 1,7 kN.

Glidnings stabilitet;

Det antages, at friktionskoefficienten mellem vægelement og fundament er $\mu_d = 0,23$, svarende til friktionskoefficienten for letbeton vægge.

Stabiliserende friktion:

$$F_s = 0,23 * 1,7 * 2,62 = 1,0 \text{ kN}$$

Da $F_s < F$, skal der glideforankres for:

$$F_g = 3,3 - 1 = 2,3 \text{ kN}$$

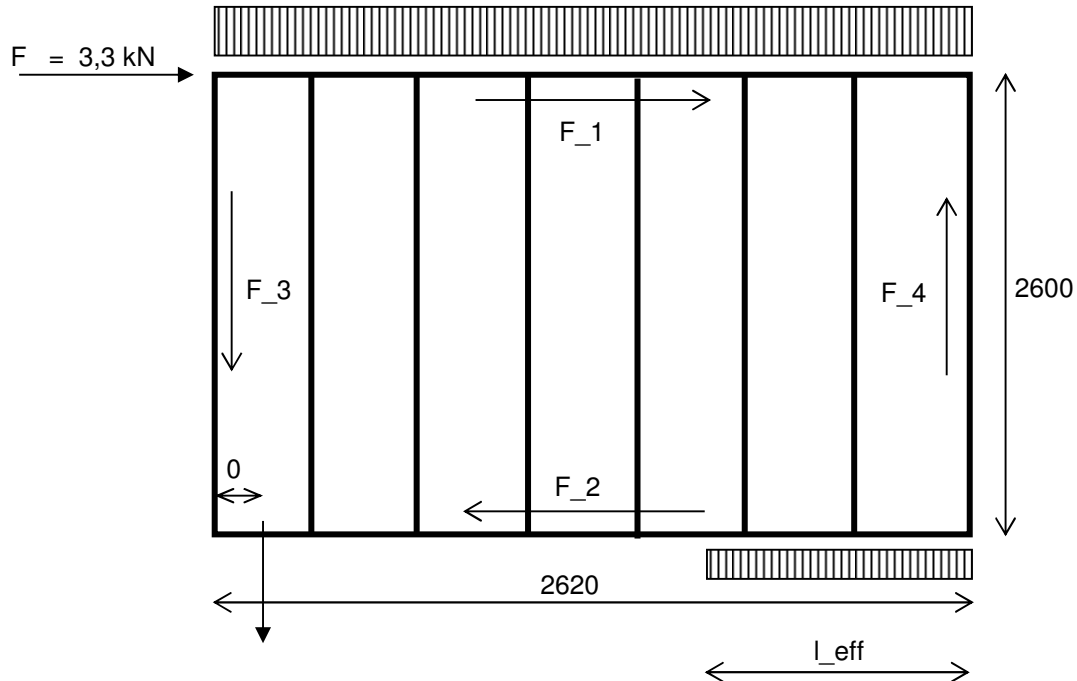
$$F_{g, \text{ankre,d}} = 1 * 8,0 = 8,0 \text{ kN}$$

Det antages, at fastgørelser til fundament udføres med mindst 1 stk. M12x150 betonskruer, el.lign. Idét $F_{g, \text{ankre,d}} > F_g$ er fastgørelserne OK.

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.50

Stabiliserende væg 12 (og K)., forts.

Skivevirkning i pladebeklædninger:



$$F_1 = F_2 = 3,3 / 2,62 = 1,3 \text{ kN/m}$$

$$F_3 = F_4 = (8,58 / 2,62) / 2,6 = 1,3 \text{ kN/m}$$

Idet der regnes med en bæreevne pr. forbindelse på ca. 0,60 kN og der antages cc 150 mm, fås bæreevnen:

$$R_d = 0,60 * (1000/150) = 4,0 \text{ kN/m}$$

Heraf ses, at skivevirkning i væggen er OK!

Koncentreret tryk over længden l_{eff} :

Excentricitet e:

$$\text{Total lodret last, } N_{\text{total}}: (0,9 + 1) * 2,62 + 1,7 = 6,68 \text{ kN}$$

$$e = 8,58 / 6,68 = 1,28 \text{ m}$$

$$l_{\text{eff}} = 2 * (0,5 * 2,62 - 1,28) = 0,06 \text{ m}$$

Antal stolper n hvorover det koncentrerede tryk kan fordeles:

$$n = 0,06 / 0,6 = 0,10 \text{ stolper}$$

Dvs. at N_{total} skal fordeles over følgende antal stolper: 1,00 stk. - der anvendes: 1,00

$$\text{Lodret last pr. stolpe: } 6,68 / 1 = 6,68 \text{ kN}$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.51

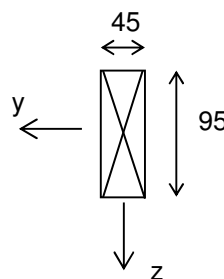
Kontrol af stolpe(r) berørt af koncentreret tryk over l_{eff} , hidrørende fra stabilitet.

Regningsmæssige belastninger;

Normalkraft:	6,68 kN
Linielast y-akse:	0,23 kN/m
Maksimalt moment om y-akse:	0,20 kNm

Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2600 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil:	Konstruktionstræ, C18, 45*95	
Højde:	95,00 mm	
Bredde:	45,00 mm	
Areal:	$4,28 \cdot 10^3$	mm ²
W _y :	$67,69 \cdot 10^3$	mm ³
W _z :	$32,06 \cdot 10^3$	mm ³
I _y :	$3,22 \cdot 10^6$	mm ⁴
I _z :	$0,72 \cdot 10^6$	mm ⁴
i _y :	27,42 mm	
i _z :	12,99 mm	



4275 mm ²
67688 mm ³
32063 mm ³
3215156 mm ⁴
721406 mm ⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

$\sigma_{c,o,d}$:	1,56 Mpa
$\sigma_{m,y,d}$:	2,92 Mpa

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 94,8 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 1,5 => Ej ok
lambda,rel,z: 1,2 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

a)	0,40	≤	1,00	=>	<u>Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt</u>
b)	0,32	≤	1,00	=>	<u>Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt</u>

3) Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.:	Dato:	Side:
		TJP	22-10 2024	5.52

Stabiliserende væg 12 (og K). - beregning af stolpe, forts.

$$b) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 1,74$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,32$$

$$\beta_c = 0,20$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,38$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,55$$

$$a) \quad 0,65 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

$$b) \quad 0,45 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2600 / 200 = 13,00 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk vindlast w : 0,16 kN/m

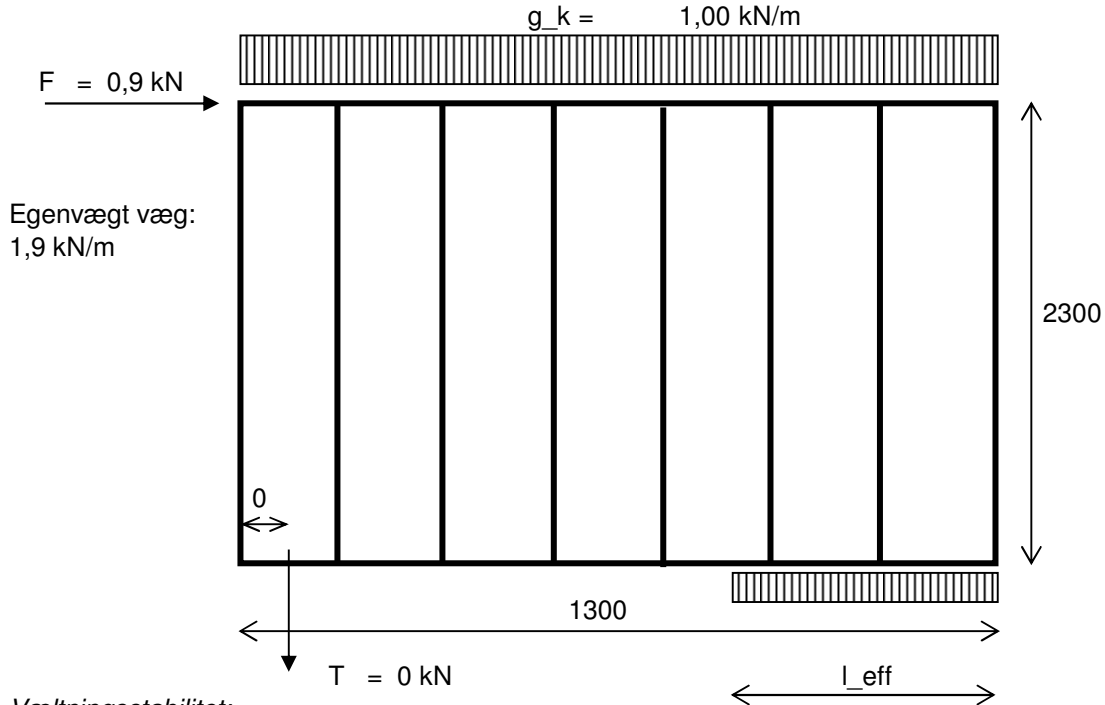
$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot 0,16^2 \cdot 2,6^4 / 9000 \cdot 3,22 \cdot 10^6 = 3,3 \text{ mm}$$

$$u_{fin,g} = 3,3 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 3,9 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle's deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.53

Stabiliserende væg 13 og (og L og M).



Væltningss stabilitet;

Stabiliserende last Q_s:

$$Q_s = 0,9 * (1,9 + 1) = 2,6 \text{ kN/m}$$

Væltende moment:

$$M_v = 0,9 * 2,3 = 2,1 \text{ kNm}$$

Stabiliserende moment:

$$M_s = 2,6 * 1,3 * 1,3 * 0,5 + 0 * (1,3 - 0) = 2,2 \text{ kNm}$$

$$M_s > M_v \Rightarrow \text{Væggens væltningss stabilitet er OK, med anvendelse af forankring på 0 kN.}$$

Glidnings stabilitet;

Det antages, at friktionskoefficienten mellem vægelement og fundament er $\mu_d = 0,23$, svarende til friktionskoefficienten for letbeton vægge.

Stabiliserende friktion:

$$F_s = 0,23 * 2,6 * 1,3 = 0,8 \text{ kN}$$

Da $F_s < F$, skal der glideforankres for:

$$F_g = 0,9 - 0,8 = 0,1 \text{ kN}$$

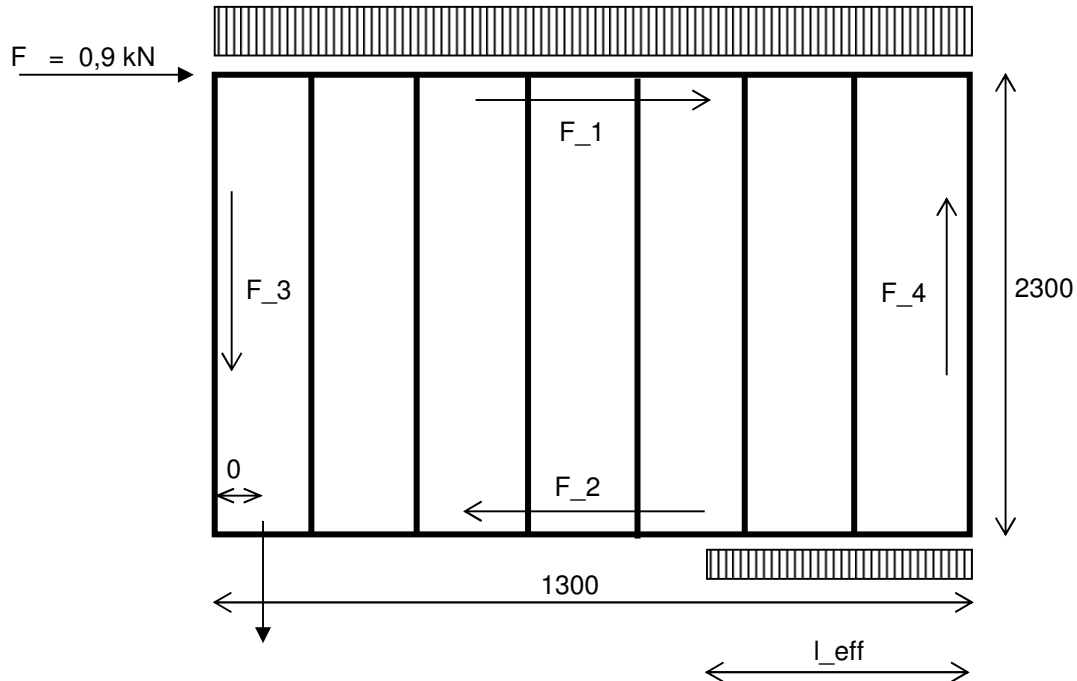
$$F_{g, \text{ankre,d}} = 1 * 8,0 = 8,0 \text{ kN}$$

Det antages, at fastgørelser til fundament udføres med mindst 1 stk. M12x150 betonskruer, el.lign. Idét $F_{g, \text{ankre,d}} > F_g$ er fastgørelserne OK.

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.54

Stabiliserende væg 13 og (og L og M)., forts.

Skivevirkning i pladebeklædninger:



$$F_1 = F_2 = 0,9 / 1,3 = 0,7 \text{ kN/m}$$

$$F_3 = F_4 = (2,07 / 1,3) / 2,3 = 0,7 \text{ kN/m}$$

Idet der regnes med en bæreevne pr. forbindelse på ca. 0,60 kN og der antages cc 150 mm, fås bæreevnen:

$$R_d = 0,60 * (1000/150) = 4,0 \text{ kN/m}$$

Heraf ses, at skivevirkning i væggen er OK!

Koncentreret tryk over længden l_{eff} :

Excentricitet e:

$$\text{Total lodret last, } N_{total}: (1,9 + 1) * 1,3 + 0 = 3,77 \text{ kN}$$

$$e = 2,07 / 3,77 = 0,55 \text{ m}$$

$$l_{eff} = 2 * (0,5 * 1,3 - 0,55) = 0,20 \text{ m}$$

Antal stolper n hvorover det koncentrerede tryk kan fordeles:

$$n = 0,2 / 0,6 = 0,33 \text{ stolper}$$

Dvs. at N_{total} skal fordeles over følgende antal stolper: 1,00 stk. - der anvendes: 1,00

$$\text{Lodret last pr. stolpe: } 3,77 / 1 = 3,77 \text{ kN}$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.55

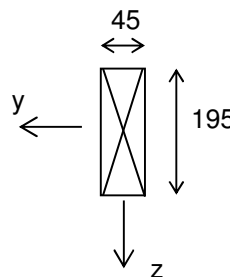
Kontrol af stolpe(r) berørt af koncentreret tryk over l_{eff} , hidrørende fra stabilitet.

Regningsmæssige belastninger;

Normalkraft:	3,77 kN
Linielast y-akse:	0,70 kN/m
Maksimalt moment om y-akse:	0,46 kNm

Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2300 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil:	Konstruktionstræ, C18, 45*195	
Højde:	195,00 mm	
Bredde:	45,00 mm	
Areal:	$8,78 \cdot 10^3$	mm ²
W _y :	$285,19 \cdot 10^3$	mm ³
W _z :	$65,81 \cdot 10^3$	mm ³
I _y :	$27,81 \cdot 10^6$	mm ⁴
I _z :	$1,48 \cdot 10^6$	mm ⁴
i _y :	56,29 mm	
i _z :	12,99 mm	



	8775 mm ²
	285188 mm ³
	65813 mm ³
	27805781 mm ⁴
	1480781 mm ⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

$\sigma_{c,o,d}$:	0,43 Mpa
$\sigma_{m,y,d}$:	1,63 Mpa

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 40,9 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 0,7 => Ej ok
lambda,rel,z: 1,2 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

a)	0,18	≤	1,00	=>	<u>Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt</u>
b)	0,14	≤	1,00	=>	<u>Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt</u>

3) Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.56

Stabiliserende væg 13 og (og L og M). - beregning af stolpe, forts.

$$b) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,73$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,32$$

$$\beta_c = 0,20$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,95$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,55$$

$$a) \quad 0,18 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

$$b) \quad 0,17 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi_{2,k,def})$$

Faktor $\Psi_{2,k,def}$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2300 / 200 = 11,50 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk vindlast w : 0,47 kN/m

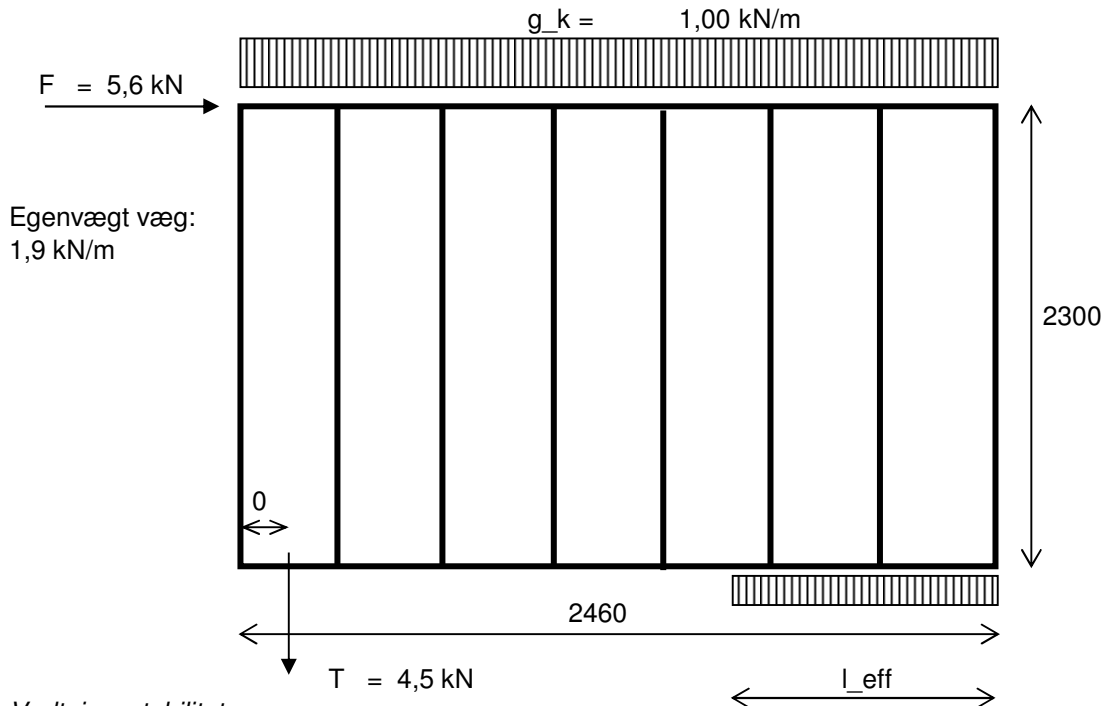
$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot 0,47 \cdot 2,3^4 / 9000 \cdot 27,81 \cdot 10^6 = 0,7 \text{ mm}$$

$$u_{fin,g} = 0,7 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,8 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle's deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.57

Stabiliserende væg A.



Vælningsstabilitet;

Stabiliserende last Q_s :

$$Q_s = 0,9 \cdot (1,9 + 1) = 2,6 \text{ kN/m}$$

Væltende moment:

$$M_v = 5,6 \cdot 2,3 = 12,9 \text{ kNm}$$

Stabiliserende moment:

$$M_s = 2,6 \cdot 2,46 \cdot 2,46 \cdot 0,5 + 4,5 \cdot (2,46 - 0,1) = 18,5 \text{ kNm}$$

$$M_s > M_v \Rightarrow \text{Væggens vælningsstabilitet er OK, med anvendelse af forankring på 4,5 kN.}$$

Glidningsstabilitet;

Det antages, at friktionskoefficienten mellem vægelement og fundament er $\mu_d = 0,23$, svarende til friktionskoefficienten for letbeton vægge.

Stabiliserende friktion:

$$F_s = 0,23 \cdot 2,6 \cdot 2,46 = 1,5 \text{ kN}$$

Da $F_s < F$, skal der glideforankres for:

$$F_g = 5,6 - 1,5 = 4,1 \text{ kN}$$

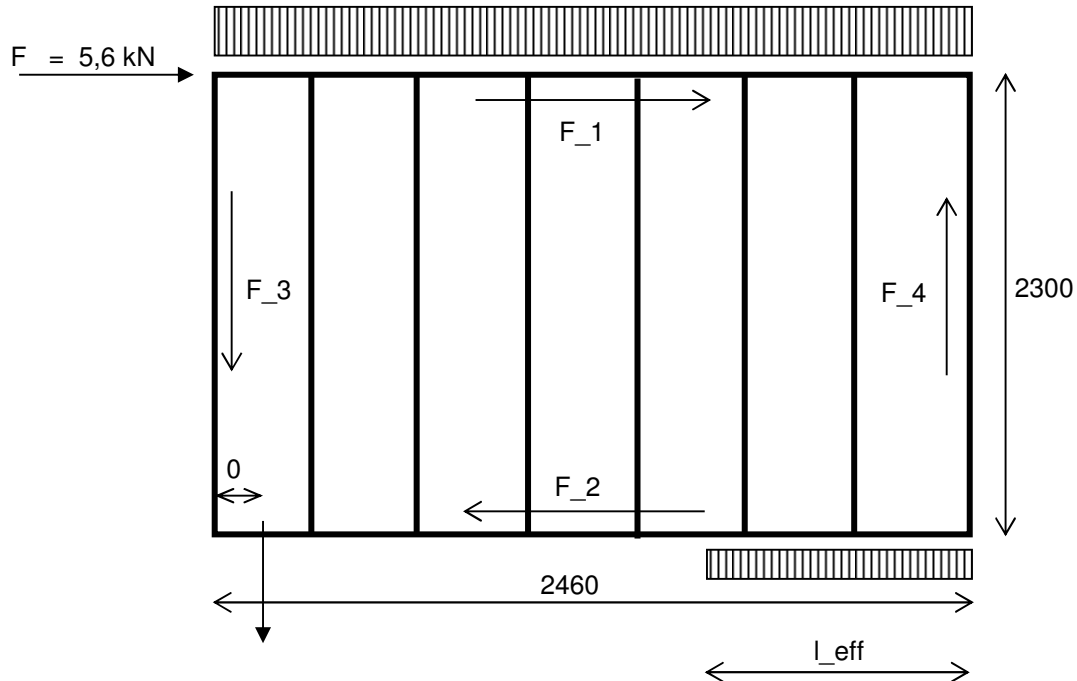
$$F_{g, \text{ankre,d}} = 1 \cdot 8,0 = 8,0 \text{ kN}$$

Det antages, at fastgørelser til fundament udføres med mindst 1 stk. M12x150 betonskruer, el.lign. Idét $F_{g, \text{ankre,d}} > F_g$ er fastgørelserne OK.

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.58

Stabiliserende væg A., forts.

Skivevirkning i pladebeklædninger:



$$F_{1} = F_{2} = 5,6 / 2,46 = 2,3 \text{ kN/m}$$

$$F_{3} = F_{4} = (12,88 / 2,46) / 2,3 = 2,3 \text{ kN/m}$$

Idet der regnes med en bæreevne pr. forbindelse på ca. 0,60 kN og der antages cc 150 mm, fås bæreevnen:

$$R_d = 0,60 * (1000/150) = 4,0 \text{ kN/m}$$

Heraf ses, at skivevirkning i væggen er OK!

Koncentreret tryk over længden l_{eff}:

Excentricitet e:

$$\text{Total lodret last, } N_{\text{total}}: (1,9 + 1) * 2,46 + 4,5 = 11,63 \text{ kN}$$

$$e = 12,88 / 11,63 = 1,11 \text{ m}$$

$$l_{\text{eff}} = 2 * (0,5 * 2,46 - 1,11) = 0,24 \text{ m}$$

Antal stolper n hvorover det koncentrerede tryk kan fordeles:

$$n = 0,24 / 0,6 = 0,40 \text{ stolper}$$

Dvs. at N_{total} skal fordeles over følgende antal stolper: 1,00 stk. - der anvendes: 1,00

$$\text{Lodret last pr. stolpe: } 11,63 / 1 = 11,63 \text{ kN}$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.59

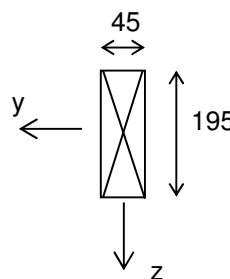
Kontrol af stolpe(r) berørt af koncentreret tryk over I_{eff} , hidrørende fra stabilitet.

Regningsmæssige belastninger;

Normalkraft: 11,63 kN
 Linielast y-akse: 0,70 kN/m
 Maksimale moment om y-akse: 0,46 kNm

Fri søjlelængde for bøjning om y-akse: 2300 mm
 Fri søjlelængde for bøjning om z-akse: 1000 mm

Profil: Konstruktionstræ, C18, 45*195
 Højde: 195,00 mm
 Bredde: 45,00 mm
 Areal: $8,78 \cdot 10^3$ mm²
 W_{y} : $285,19 \cdot 10^3$ mm³
 W_{z} : $65,81 \cdot 10^3$ mm³
 I_{y} : $27,81 \cdot 10^6$ mm⁴
 I_{z} : $1,48 \cdot 10^6$ mm⁴
 i_y : 56,29 mm
 i_z : 12,99 mm



8775 mm²
 285188 mm³
 65813 mm³
 27805781 mm⁴
 1480781 mm⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

$\sigma_{c,o,d}$: 1,33 Mpa
 $\sigma_{m,y,d}$: 1,63 Mpa

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 40,9 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 0,7 => Ej ok
 lambda,rel,z: 1,2 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

a)
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

b)
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

a) 0,27 ≤ 1,00 => Søjle's bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt
 b) 0,23 ≤ 1,00 => Søjle's bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3) Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

a)
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.60

Stabiliserende væg A. - beregning af stolpe, forts.

$$b) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,73$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,32$$

$$\beta_c = 0,20$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,95$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,55$$

$$a) \quad 0,27 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

$$b) \quad 0,33 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2300 / 200 = 11,50 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk vindlast w : 0,47 kN/m

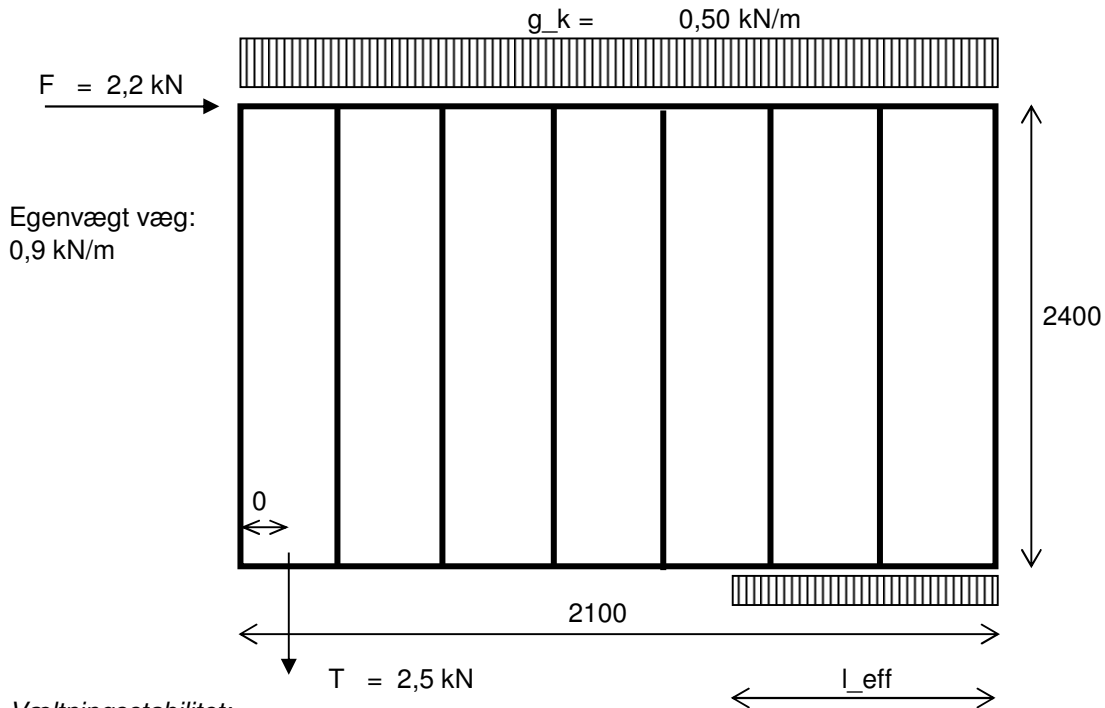
$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot 0,47 \cdot 2,3^4 / 9000 \cdot 27,81 \cdot 10^6 = 0,7 \text{ mm}$$

$$u_{fin,g} = 0,7 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,8 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle's deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.61

Stabiliserende væg B og C.



Væltningssabilitet;

Stabiliserende last Q_s :

$$Q_s = 0,9 * (0,9 + 0,5) = 1,3 \text{ kN/m}$$

Væltende moment:

$$M_v = 2,2 * 2,4 = 5,3 \text{ kNm}$$

Stabiliserende moment:

$$M_s = 1,3 * 2,1 * 2,1 * 0,5 + 2,5 * (2,1 - 0,1) = 7,9 \text{ kNm}$$

$$M_s > M_v \Rightarrow \text{Væggens væltningssabilitet er OK, med anvendelse af forankring på 2,5 kN.}$$

Glidningsstabilitet;

Det antages, at friktionskoefficienten mellem vægelement og fundament er $\mu_d = 0,23$, svarende til friktionskoefficienten for letbeton vægge.

Stabiliserende friktion:

$$F_s = 0,23 * 1,3 * 2,1 = 0,6 \text{ kN}$$

Da $F_s < F$, skal der glideforankres for:

$$F_g = 2,2 - 0,6 = 1,6 \text{ kN}$$

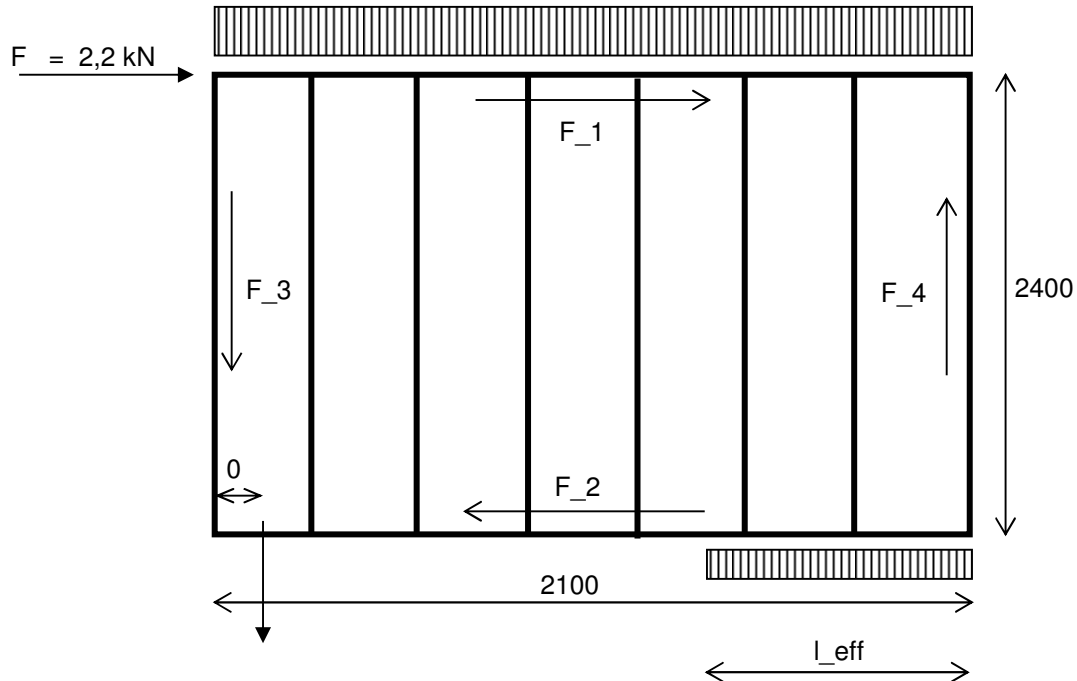
$$F_{g, \text{ankre,d}} = 1 * 8,0 = 8,0 \text{ kN}$$

Det antages, at fastgørelser til fundament udføres med mindst 1 stk. M12x150 betonskruer, el.lign. Idét $F_{g, \text{ankre,d}} > F_g$ er fastgørelserne OK.

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.62

Stabiliserende væg B og C., forts.

Skivevirkning i pladebeklædninger:



$$F_{1} = F_{2} = 2,2 / 2,1 = 1,0 \text{ kN/m}$$

$$F_{3} = F_{4} = (5,28 / 2,1) / 2,4 = 1,0 \text{ kN/m}$$

Idet der regnes med en bæreevne pr. forbindelse på ca. 0,60 kN og der antages cc 150 mm, fås bæreevnen:

$$R_d = 0,60 * (1000/150) = 4,0 \text{ kN/m}$$

Heraf ses, at skivevirkning i væggen er OK!

Koncentreret tryk over længden l_{eff} :

Excentricitet e:

$$\text{Total lodret last, } N_{total}: (0,9 + 0,5) * 2,1 + 2,5 = 5,44 \text{ kN}$$

$$e = 5,28 / 5,44 = 0,97 \text{ m}$$

$$l_{eff} = 2 * (0,5 * 2,1 - 0,97) = 0,16 \text{ m}$$

Antal stolper n hvorover det koncentrerede tryk kan fordeles:

$$n = 0,16 / 0,6 = 0,27 \text{ stolper}$$

Dvs. at N_{total} skal fordeles over følgende antal stolper: 1,00 stk. - der anvendes: 1,00

$$\text{Lodret last pr. stolpe: } 5,44 / 1 = 5,44 \text{ kN}$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.63

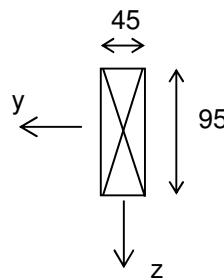
Kontrol af stolpe(r) berørt af koncentreret tryk over I_{eff} , hidrørende fra stabilitet.

Regningsmæssige belastninger;

Normalkraft:	5,44 kN
Linielast y-akse:	0,23 kN/m
Maksimalt moment om y-akse:	0,17 kNm

Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2400 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil:	Konstruktionstræ, C18, 45*95	
Højde:	95,00 mm	
Bredde:	45,00 mm	
Areal:	$4,28 \cdot 10^3$ mm ²	
W _y :	$67,69 \cdot 10^3$ mm ³	
W _z :	$32,06 \cdot 10^3$ mm ³	
I _y :	$3,22 \cdot 10^6$ mm ⁴	
I _z :	$0,72 \cdot 10^6$ mm ⁴	
i _y :	27,42 mm	
i _z :	12,99 mm	



4275 mm ²
67688 mm ³
32063 mm ³
3215156 mm ⁴
721406 mm ⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

$\sigma_{c,o,d}$:	1,27 Mpa
$\sigma_{m,y,d}$:	2,49 Mpa

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 87,5 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 1,4 => Ej ok
lambda,rel,z: 1,2 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

a) 0,33 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt
b) 0,27 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3) Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.64

Stabiliserende væg B og C. - beregning af stolpe, forts.

$$b) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 1,56$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,32$$

$$\beta_c = 0,20$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,44$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,55$$

$$a) \quad 0,49 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

$$b) \quad 0,37 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2400 / 200 = 12,00 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk vindlast w : 0,16 kN/m

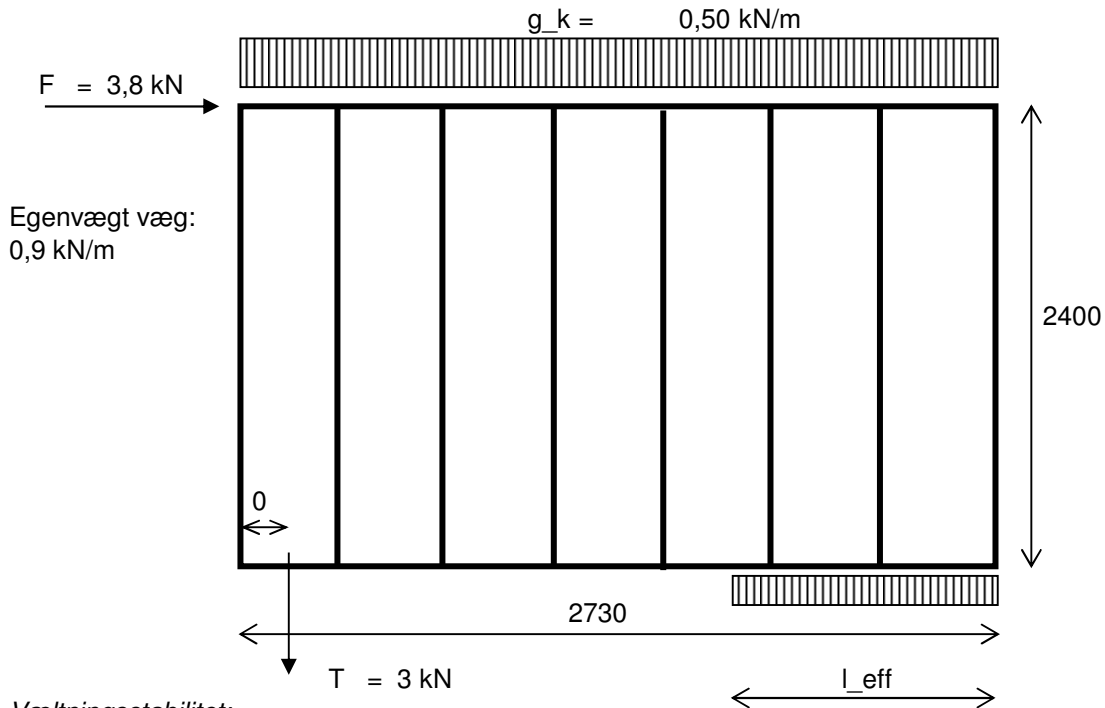
$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot 0,16 \cdot 2,4^4 / 9000 \cdot 3,22 \cdot 10^6 = 2,4 \text{ mm}$$

$$u_{fin,g} = 2,4 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 2,8 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle's deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.65

Stabiliserende væg D.



Væltningss stabilitet;

Stabiliserende last Q_s :

$$Q_s = 0,9 * (0,9 + 0,5) = 1,3 \text{ kN/m}$$

Væltende moment:

$$M_v = 3,8 * 2,4 = 9,1 \text{ kNm}$$

Stabiliserende moment:

$$M_s = 1,3 * 2,73 * 2,73 * 0,5 + 3 * (2,73 - 0,1) = 12,7 \text{ kNm}$$

$$M_s > M_v \Rightarrow \text{Væggens væltningss stabilitet er OK, med anvendelse af forankring på 3 kN.}$$

Glidnings stabilitet;

Det antages, at friktionskoefficienten mellem vægelement og fundament er $\mu_d = 0,23$, svarende til friktionskoefficienten for letbeton vægge.

Stabiliserende friktion:

$$F_s = 0,23 * 1,3 * 2,73 = 0,8 \text{ kN}$$

Da $F_s < F$, skal der glideforankres for:

$$F_g = 3,8 - 0,8 = 3,0 \text{ kN}$$

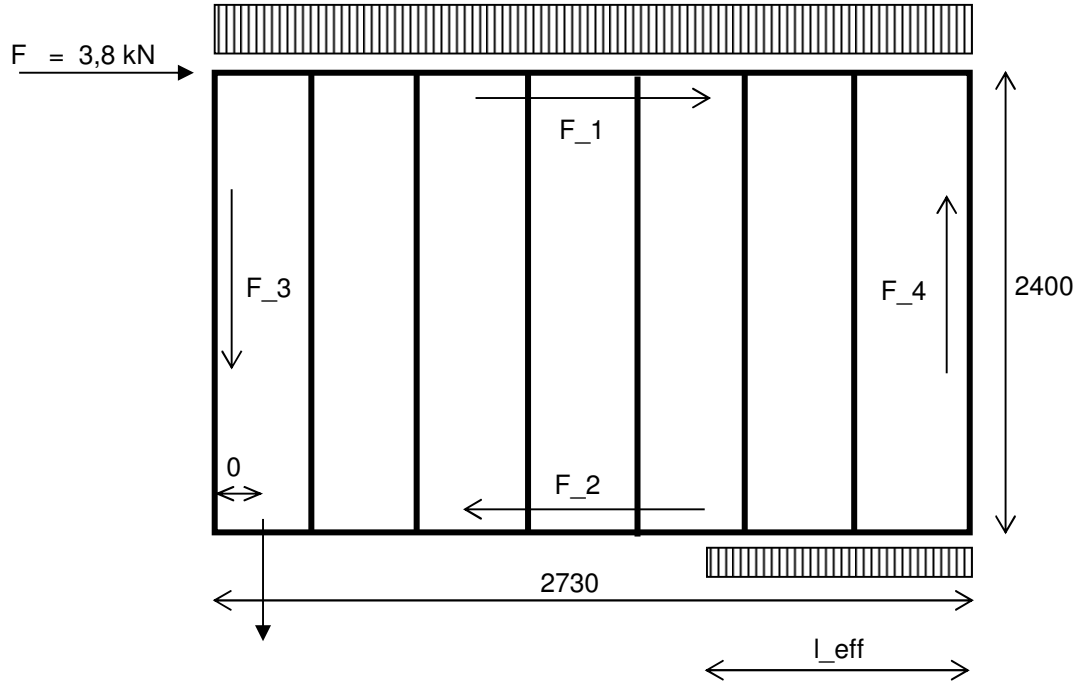
$$F_{g, \text{ankre,d}} = 1 * 8,0 = 8,0 \text{ kN}$$

Det antages, at fastgørelser til fundament udføres med mindst 1 stk. M12x150 betonskruer, el.lign. Idét $F_{g, \text{ankre,d}} > F_g$ er fastgørelserne OK.

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.66

Stabiliserende væg D., forts.

Skivevirkning i pladebeklædninger:



$$F_{1} = F_{2} = 3,8 / 2,73 = 1,4 \text{ kN/m}$$

$$F_{3} = F_{4} = (9,12 / 2,73) / 2,4 = 1,4 \text{ kN/m}$$

Idet der regnes med en bæreevne pr. forbindelse på ca. 0,60 kN og der antages cc 150 mm, fås bæreevnen:

$$R_d = 0,60 * (1000/150) = 4,0 \text{ kN/m}$$

Heraf ses, at skivevirkning i væggen er OK!

Koncentreret tryk over længden l_{eff} :

Excentricitet e:

$$\text{Total lodret last, } N_{total}: (0,9 + 0,5) * 2,73 + 3 = 6,82 \text{ kN}$$

$$e = 9,12 / 6,82 = 1,34 \text{ m}$$

$$l_{eff} = 2 * (0,5 * 2,73 - 1,34) = 0,05 \text{ m}$$

Antal stolper n hvorover det koncentrerede tryk kan fordeles:

$$n = 0,05 / 0,6 = 0,08 \text{ stolper}$$

Dvs. at N_{total} skal fordeles over følgende antal stolper: 1,00 stk. - der anvendes: 1,00

$$\text{Lodret last pr. stolpe: } 6,82 / 1 = 6,82 \text{ kN}$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.67

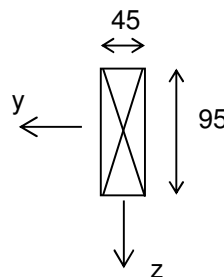
Kontrol af stolpe(r) berørt af koncentreret tryk over I_{eff} , hidrørende fra stabilitet.

Regningsmæssige belastninger;

Normalkraft:	6,82 kN
Linielast y-akse:	0,23 kN/m
Maksimalt moment om y-akse:	0,17 kNm

Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2400 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil:	Konstruktionstræ, C18, 45*95	
Højde:	95,00 mm	
Bredde:	45,00 mm	
Areal:	$4,28 \cdot 10^3$	mm ²
W _y :	$67,69 \cdot 10^3$	mm ³
W _z :	$32,06 \cdot 10^3$	mm ³
I _y :	$3,22 \cdot 10^6$	mm ⁴
I _z :	$0,72 \cdot 10^6$	mm ⁴
i _y :	27,42 mm	
i _z :	12,99 mm	



4275 mm ²
67688 mm ³
32063 mm ³
3215156 mm ⁴
721406 mm ⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

$\sigma_{c,o,d}$:	1,60 Mpa
$\sigma_{m,y,d}$:	2,49 Mpa

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 87,5 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 1,4 => Ej ok
lambda,rel,z: 1,2 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

b) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

a) 0,36 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt
b) 0,30 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3) Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

a) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.68

Stabiliserende væg D. - beregning af stolpe, forts.

$$b) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 1,56$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,32$$

$$\beta_c = 0,20$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,44$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,55$$

$$a) \quad 0,56 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

$$b) \quad 0,43 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2400 / 200 = 12,00 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk vindlast w : 0,16 kN/m

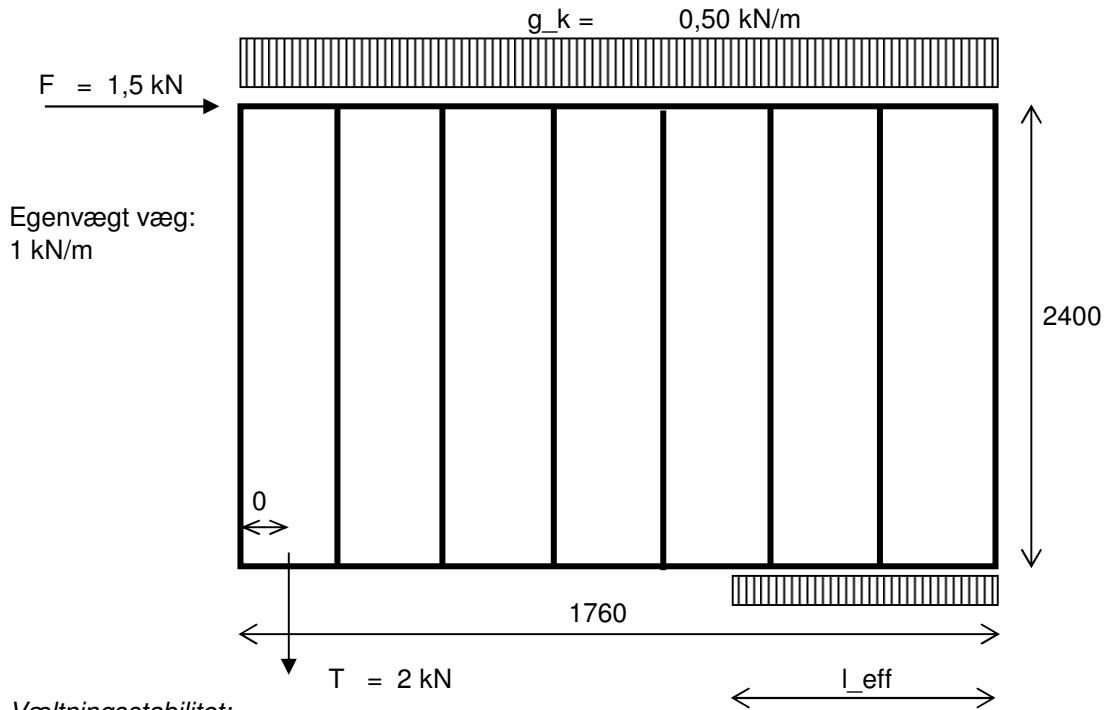
$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot 0,16 \cdot 2,4^4 / 9000 \cdot 3,22 \cdot 10^6 = 2,4 \text{ mm}$$

$$u_{fin,g} = 2,4 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 2,8 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle's deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.69

Stabiliserende væg E.



Væltningss stabilitet;

Stabiliserende last Q_s :

$$Q_s = 0,9 * (1 + 0,5) = 1,4 \text{ kN/m}$$

Væltende moment:

$$M_v = 1,5 * 2,4 = 3,6 \text{ kNm}$$

Stabiliserende moment:

$$M_s = 1,4 * 1,76 * 1,76 * 0,5 + 2 * (1,76 - 0,1) = 5,5 \text{ kNm}$$

$$M_s > M_v \Rightarrow \text{Væggens væltningss stabilitet er OK, med anvendelse af forankring på 2 kN.}$$

Glidnings stabilitet;

Det antages, at friktionskoefficienten mellem vægelement og fundament er $\mu_d = 0,23$, svarende til friktionskoefficienten for letbeton vægge.

Stabiliserende friktion:

$$F_s = 0,23 * 1,4 * 1,76 = 0,6 \text{ kN}$$

Da $F_s < F$, skal der glideforankres for:

$$F_g = 1,5 - 0,6 = 0,9 \text{ kN}$$

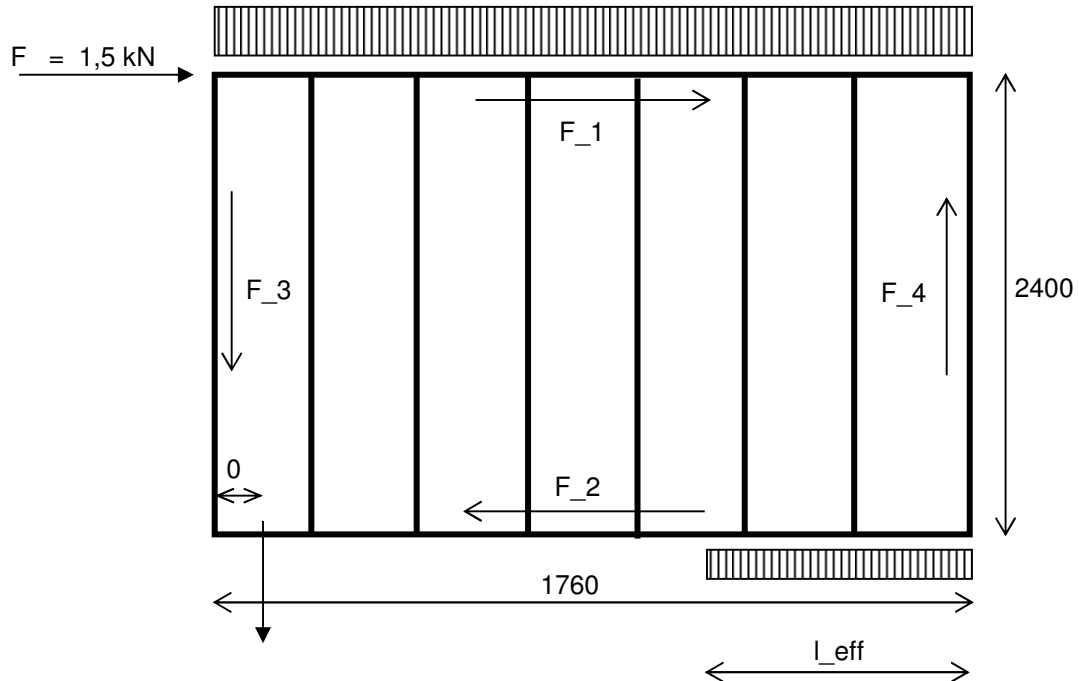
$$F_{g, \text{ankre,d}} = 1 * 8,0 = 8,0 \text{ kN}$$

Det antages, at fastgørelser til fundament udføres med mindst 1 stk. M12x150 betonskruer, el.lign. Idét $F_{g, \text{ankre,d}} > F_g$ er fastgørelserne OK.

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.70

Stabiliserende væg E., forts.

Skivevirkning i pladebeklædninger:



$$F_{1} = F_{2} = 1,5 / 1,76 = 0,9 \text{ kN/m}$$

$$F_{3} = F_{4} = (3,6 / 1,76) / 2,4 = 0,9 \text{ kN/m}$$

Idet der regnes med en bæreevne pr. forbindelse på ca. 0,60 kN og der antages cc 150 mm, fås bæreevnen:

$$R_d = 0,60 * (1000/150) = 4,0 \text{ kN/m}$$

Heraf ses, at skivevirkning i væggen er OK!

Koncentreret tryk over længden l_{eff}:

Excentricitet e:

$$\text{Total lodret last, } N_{\text{total}}: (1 + 0,5) * 1,76 + 2 = 4,64 \text{ kN}$$

$$e = 3,6 / 4,64 = 0,78 \text{ m}$$

$$l_{\text{eff}} = 2 * (0,5 * 1,76 - 0,78) = 0,20 \text{ m}$$

Antal stolper n hvorover det koncentrerede tryk kan fordeles:

$$n = 0,2 / 0,6 = 0,33 \text{ stolper}$$

Dvs. at N_{total} skal fordeles over følgende antal stolper: 1,00 stk. - der anvendes: 1,00

$$\text{Lodret last pr. stolpe: } 4,64 / 1 = 4,64 \text{ kN}$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.71

Kontrol af stolpe(r) berørt af koncentreret tryk over I_{eff} , hidrørende fra stabilitet.

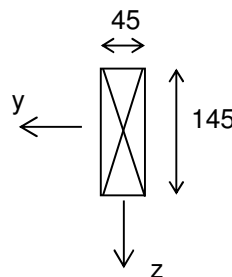
Regningsmæssige belastninger;

Normalkraft:	4,64 kN
Linielast y-akse:	0,23 kN/m
Maksimalt moment om y-akse:	0,17 kNm

Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2400 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil: Konstruktionstræ, C18, 45*145

Højde:	145,00 mm	
Bredde:	45,00 mm	
Areal:	$6,53 \cdot 10^3$	mm ²
W _y :	$157,69 \cdot 10^3$	mm ³
W _z :	$48,94 \cdot 10^3$	mm ³
I _y :	$11,43 \cdot 10^6$	mm ⁴
I _z :	$1,10 \cdot 10^6$	mm ⁴
i _y :	41,86 mm	
i _z :	12,99 mm	



	6525 mm ²
	157688 mm ³
	48938 mm ³
	11432344 mm ⁴
	1101094 mm ⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

$\sigma_{c,o,d}$:	0,71 Mpa
$\sigma_{m,y,d}$:	1,07 Mpa

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 57,3 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 0,9 => Ej ok
lambda,rel,z: 1,2 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

$$a) \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$b) \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

a) 0,16 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt
b) 0,13 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3) Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

$$a) \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.:	Dato:	Side:
		TJP	22-10 2024	5.72

Stabiliserende væg E. - beregning af stolpe, forts.

$$b) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$k_{y,y} = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,96$$

$$k_{y,z} = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,32$$

$$\beta_c = 0,20$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,80$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,55$$

$$a) \quad 0,18 \leq 1 \Rightarrow \underline{\text{Søjle's bæreevne er i orden}}$$

$$b) \quad 0,19 \leq 1 \Rightarrow \underline{\text{Søjle's bæreevne er i orden}}$$

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2400 / 200 = 12,00 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk vindlast w : 0,16 kN/m

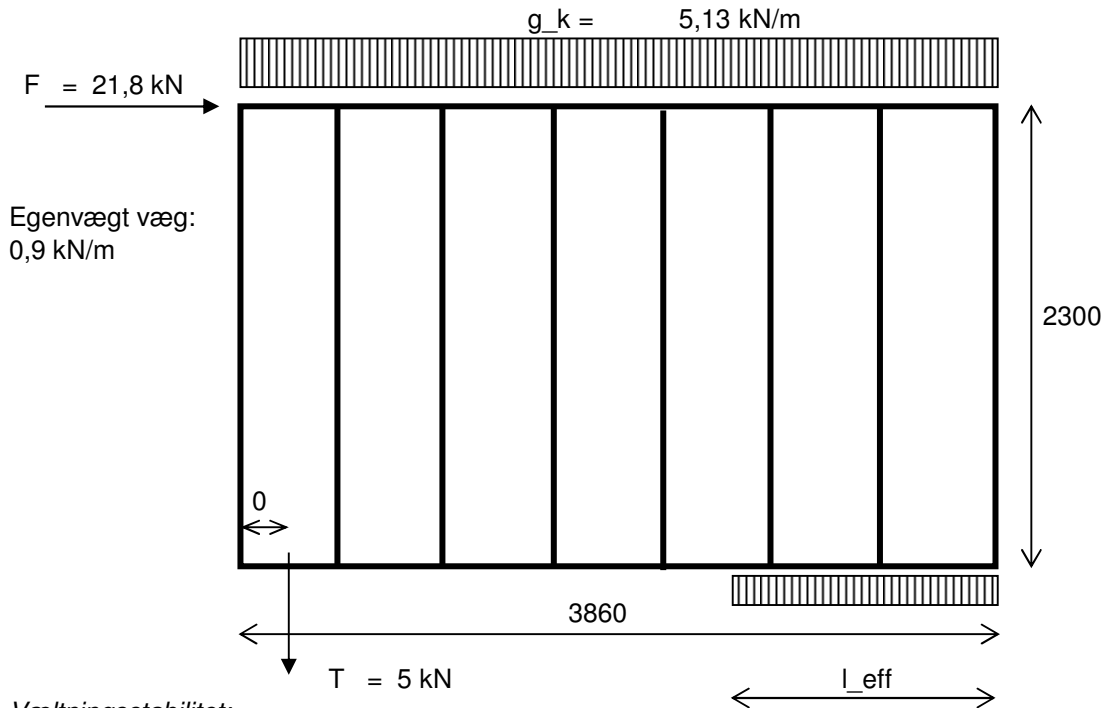
$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot 0,16 \cdot 2,4^4 / 9000 \cdot 11,43 \cdot 10^6 = 0,7 \text{ mm}$$

$$u_{fin,g} = 0,7 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,8 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle's deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.73

Stabiliserende væg F.



Væltningss stabilitet;

Stabiliserende last Q_s :

$$Q_s = 0,9 * (0,9 + 5,13) = 5,4 \text{ kN/m}$$

Væltende moment:

$$M_v = 21,8 * 2,3 = 50,1 \text{ kNm}$$

Stabiliserende moment:

$$M_s = 5,4 * 3,86 * 3,86 * 0,5 + 5 * (3,86 - 0,1) = 59,0 \text{ kNm}$$

$$M_s > M_v \Rightarrow \text{Væggens væltningss stabilitet er OK, med anvendelse af forankring på 5 kN.}$$

Glidnings stabilitet;

Det antages, at friktionskoefficienten mellem vægelement og fundament er $\mu_d = 0,23$, svarende til friktionskoefficienten for letbeton vægge.

Stabiliserende friktion:

$$F_s = 0,23 * 5,4 * 3,86 = 4,8 \text{ kN}$$

Da $F_s < F$, skal der glideforankres for:

$$F_g = 21,8 - 4,8 = 17,0 \text{ kN}$$

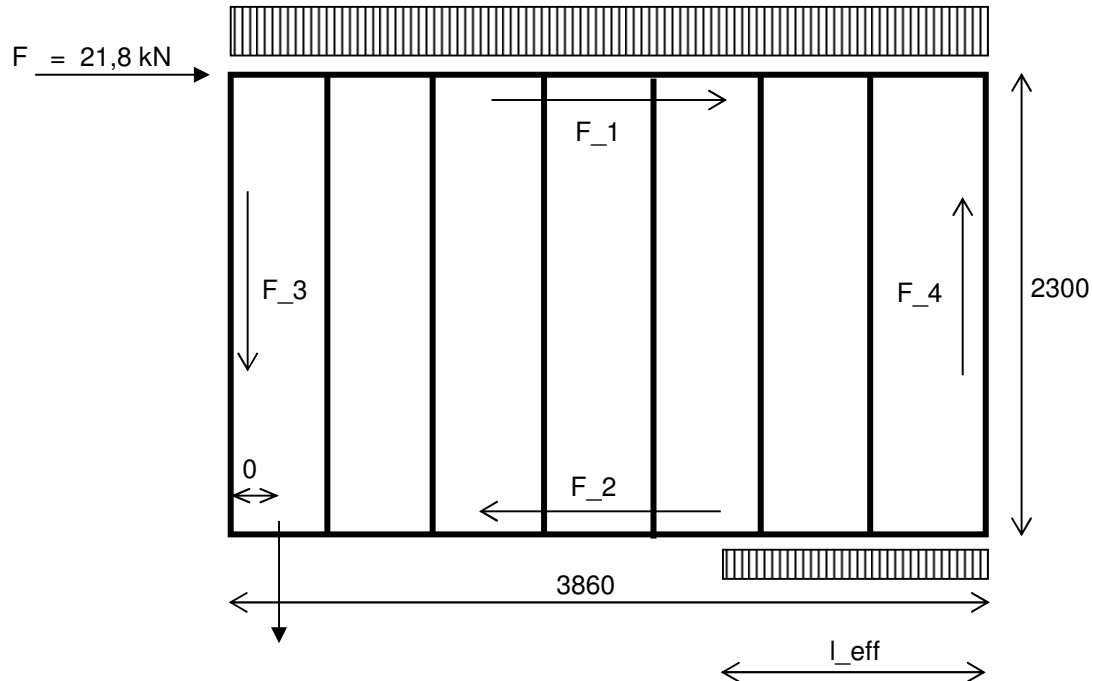
$$F_{g, \text{ankre,d}} = 3 * 8,0 = 24,0 \text{ kN}$$

Det antages, at fastgørelser til fundament udføres med mindst 3 stk. M12x150 betonskruer, el.lign. Idét $F_{g, \text{ankre,d}} > F_g$ er fastgørelserne OK.

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.74

Stabiliserende væg F., forts.

Skivevirkning i pladebeklædninger:



$$F_{1} = F_{2} = 21,8 / 3,86 = 5,6 \text{ kN/m}$$

$$F_{3} = F_{4} = (50,14 / 3,86) / 2,3 = 5,6 \text{ kN/m}$$

Idet der regnes med en bæreevne pr. forbindelse på ca. 0,60 kN og der antages cc 100 mm, fås bæreevnen:

$$R_d = 0,60 * (1000/100) = 6,0 \text{ kN/m}$$

Heraf ses, at skivevirkning i væggen er OK!

Koncentreret tryk over længden l_{eff} :

Excentricitet e:

$$\text{Total lodret last, } N_{total}: (0,9 + 5,13) * 3,86 + 5 = 28,28 \text{ kN}$$

$$e = 50,14 / 28,28 = 1,77 \text{ m}$$

$$l_{eff} = 2 * (0,5 * 3,86 - 1,77) = 0,32 \text{ m}$$

Antal stolper n hvorover det koncentrerede tryk kan fordeles:

$$n = 0,32 / 0,6 = 0,53 \text{ stolper}$$

Dvs. at N_{total} skal fordeles over følgende antal stolper: 1,00 stk. - der anvendes: 1,00

$$\text{Lodret last pr. stolpe: } 28,28 / 1 = 28,28 \text{ kN}$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.75

Kontrol af stolpe(r) berørt af koncentreret tryk over l_{eff} , hidrørende fra stabilitet.

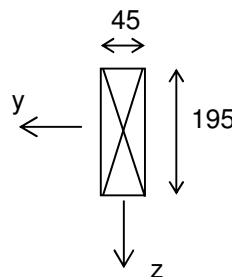
Regningsmæssige belastninger;

Normalkraft:	28,28 kN
Linielast y-akse:	0,70 kN/m
Maksimalt moment om y-akse:	0,46 kNm

Fri søjlelængde for bøjning om y-akse:	2300 mm
Fri søjlelængde for bøjning om z-akse:	1000 mm

Profil: Konstruktionstræ, C18, 45*195

Højde:	195,00 mm	
Bredde:	45,00 mm	
Areal:	$8,78 \cdot 10^3$	mm ²
W _y :	$285,19 \cdot 10^3$	mm ³
W _z :	$65,81 \cdot 10^3$	mm ³
I _y :	$27,81 \cdot 10^6$	mm ⁴
I _z :	$1,48 \cdot 10^6$	mm ⁴
i _y :	56,29 mm	
i _z :	12,99 mm	



	8775 mm ²
	285188 mm ³
	65813 mm ³
	27805781 mm ⁴
	1480781 mm ⁴

Beregnete tryk- og bøjningsspændinger;

$\sigma_{c,o,d}$:	3,22 Mpa
$\sigma_{m,y,d}$:	1,63 Mpa

2) Beregning af relativt slankhedsforhold.

Kriterier: $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$; $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$

lambda,y: 40,9 ; lambda,z: 77,0

lambda,rel,y: 0,7 => Ej ok
lambda,rel,z: 1,2 => Ej ok

Kombineret bøjning og aksialt tryk uden søjlevirkning:

Kriterier:

$$a) \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$b) \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

a) 0,46 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt
b) 0,41 ≤ 1,00 => Søjleens bæreevne er i orden, men ikke alle kriterier i 2) er opfyldt

3) Kriterier, hvis ikke alle kriterier i 2) er opfyldt:

$$a) \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

Sag nr.: C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udarb.: TJP	Dato: 22-10 2024	Side: 5.76

Stabiliserende væg F. - beregning af stolpe, forts.

$$b) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,73$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,32$$

$$\beta_c = 0,20$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,95$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,55$$

$$a) \quad 0,47 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

$$b) \quad 0,68 \leq 1 \Rightarrow \text{Søjle's bæreevne er i orden}$$

Deformationsberegninger.

Beregning af deformationer:

Slutdeformationen beregnes som:

$$u_{fin} = u_{inst}(1 + \Psi,2 \cdot k_{def})$$

Faktor $\Psi,2$ svarende til den kvasipermanente lastandel: 0,30

Faktor k_{def} for lastvarighed og anvendelsesklasse: 0,60

Der er ikke for træ søjler angivet nogen vejledende krav til udbøjninger, men der regnes her med $l/200$ som værende et rimeligt krav.

$$\text{Maksimal udbøjning:} \quad 2300 / 200 = 11,50 \text{ mm}$$

Den øjeblikkelige deformation u_{inst} beregnes ved:

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Karakteristisk vindlast w : 0,47 kN/m

$$u_{inst} = \frac{5}{384} \cdot 0,47 \cdot 2,3^4 / 9000 \cdot 27,81 \cdot 10^6 = 0,7 \text{ mm}$$

$$u_{fin,g} = 0,7 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 0,8 \text{ mm}$$

Det ses heraf, at: Søjle's deformationer ligger indenfor acceptable rammer!

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 23-10 2024	Side: 5.77

5. Vandret lastnedføring.

2. Stabilitetsberegninger, afsluttende opsummering og forankringer.

Stabilitetsberegningerne på side 5.5 - 5.76 viser at de enkelte stabiliserende vægge langt hen ad vejen er stabile i sig selv, med de stabiliserende laster der er på dem. Ca. halvdelen af væggene har brug for stabilisering fra forankring - men generelt ikke med ret store forankringskræfter. Desuden vil væggene uanset alle, have en fastgørelse ned i underlaget, der i større eller mindre omfang vil virke som en forankring, hvorfor stabilitetsberegningerne er lidt på den sikre side, for de vægge der har et 0-behov for forankring. De fleste vægge har behov for glidningsforankring, men dette anses heller ikke for et problem, da man i de fleste tilfælde alligevel ville fastgøre væggene til underlaget, med jævne mellemrum.

Overordnet set vurderes stabiliteten af huset derfor at være udmærket.

Skema herunder opsummerer de væsentligste resultater fra stabilitetsberegningerne. Desuden beregnes den koncentrerede last fra væggen, ned på underlaget, fra stabilitetstilfældet, virkende over den effektive længde l,e. Denne skal ikke direkte sammenlignes med maksimal lodret (Q,max), men er især relevant ved betragtning af korttidsbæreevne af fundamentet - særligt i forbindelse med fuld-isolerede fundamenter.

Ud for nogle af væggene er Q,konc, oplistet som "-". Dette skyldes ikke at der er nogen last, men at den effektive tryklængde er så lille at linielasten bliver meget stor - hvorfor lasten (N,tot) betragtes som en punktlast.

Træskelet vægge.							
Væg nr.	Væltning	Glidning	N,tot	L,e	Q,konc	Q,d,max	Skivelast
1	0,00	3,20	18,42	3,71	4,96	3,04	1,3
2	0,00	9,20	25,05	1,46	17,16	8,63	3,5
3	0,00	7,90	22,79	1,16	19,65	8,75	3,4
4	0,00	4,50	17,93	3,13	5,73	4,70	1,5
5	1,00	1,40	3,49	0,05	-	0,00	0,7
6	0,00	-0,70	9,29	0,92	10,10	8,63	0,8
7	0,00	0,50	17,29	1,73	9,99	8,75	1,4
8 (og G)	0,00	-0,40	9,65	0,84	11,49	10,53	1,0
9 (og H)	0,00	-0,30	13,01	1,01	12,88	10,53	1,3
10 (I)	0,00	-0,50	12,16	0,97	12,54	10,53	1,2
11 (J)	0,00	-1,00	8,44	0,82	10,29	10,53	0,6
12 (K)	1,70	2,30	6,68	0,06	-	0,00	1,3
13 (L)	1,50	0,40	3,97	0,26	15,27	0,00	0,7
14 (M)	1,50	0,40	3,97	0,26	15,27	0,00	0,7
A	4,50	4,10	11,63	0,24	-	0,00	2,3
B (og C)	2,50	1,60	5,44	0,16	-	0,00	1,0
D	3,00	3,00	6,82	0,05	-	0,00	1,4
E	2,00	0,90	4,64	0,20	-	0,00	0,9
F	5,00	17,00	28,28	0,32	-	10,53	5,6

Til sidst er skivevirknings belastningen angivet i kN/m.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 23-10 2024	Side: 5.78

5. Vandret lastnedføring, forts.

3. Skivevirkning.

I stabilitetsberegningerne er skivevirkning også beregnet. Heraf ses det at alle vægge med én undtagelse, kan klare sig med at plader (vindspærre eller indvendig plade), fastgøres cc 150 mm. Eneste undtagelse er stabiliserende væg F, som er facadevæggen mod syd, ud for køkken/alrum - der tilsyneladende har behov for fastgørelse cc 100 mm. Herunder beregnes styrken af en mulig typisk fastgørelse af de stabiliserende pladebeklædninger.

På den indvendige side af installationevæggen, fastgøres en 15 mm OSB-plade (el.lign.) som afstivende plade. Denne tænkes fastgørt med f.eks. følgende skruer:

$$\text{Simpson Strongtie TTUFS 4,5 x 45:} \quad R_{v,k} = 0,88 \text{ kN}$$

- Hvor $R_{v,k}$ er den karakteristiske forskydningsbæreevne. Da belastningen er en vindlast og dermed betragtes som en øjeblikkelig last, er:

$$k_{mod} = 1,1$$

- Og desuden partialkoefficienten:

$$\gamma_m = 1,3$$

Derudover er styrkeværdierne i Simpson Strongtie kataloget angivet for C24 træ. Styrkeberegningerne for væggene antyder at væggene udmærket kan laves af C18 træ, hvorved der skal anvendes følgende modifikationsfaktor:

$$k_{dens} = 0,93$$

Derved bliver den regningsmæssig bæreevne pr. skrue:

$$R_{v,d,a} = 0,93 * (0,88 * 1,1) / 1,3 = 0,69 \text{ kN}$$

$$\text{Monteres disse med en cc afstand på:} \quad 150 \text{ mm} = 0,15 \text{ m}$$

- Fås en bæreevne på:

$$R_{v,d,a} = 0,69 / 0,15 = 4,60 \text{ kN/m}$$

I skemaet på forrige side, ses at den største skivebelastning, udover for væg F, er:

$$F_{max,a} = 3,5 \text{ kN/m} < R_{v,d,a} = 4,6 \text{ kN/m} \Rightarrow \text{OK!!}$$

$$\text{Monteres disse med en cc afstand på:} \quad 100 \text{ mm} = 0,1 \text{ m}$$

- Fås en bæreevne på:

$$R_{v,d,b} = 0,69 / 0,1 = 6,90 \text{ kN/m}$$

I skemaet på forrige side, ses at skivebelastningen for væg F, er:

$$F_{max,b} = 5,6 \text{ kN/m} < R_{v,d,b} = 6,9 \text{ kN/m} \Rightarrow \text{OK!!}$$

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 23-10 2024	Side: 5.79

5. Vandret lastnedføring, forts.

4. Glidningssikring.

Undervejs i beregningerne er det vurderet hvordan glidningssikring kan udføres. I beregningerne er det antaget at én bolt, har en tværbæreevne på 8,0 kN - svarende til f.eks. en Ø12 mm betonskrue. I oversigts-skemaet, ses det at langt de fleste vægfelter kan klare sig med én bolt. Afvigelser er:

					L,væg [m]
Væg 2	F,g,2	=	9,20 kN	2 bolte	4,10
Væg 3	F,g,3	=	7,90 kN	2 bolte*	3,70
Væg F	F,g,F	=	17,00 kN	3 bolte	3,86

* Da det er meget tæt på 8,0 kN.

Dvs. at det generelt vil være fuldt tilstrækkeligt at fastgøre disse vægge cc 1,2 m, udover fastgørelser ved enderne af vægfelterne, for evt. væltning. Dette skyldes også at fastgørelserne ud over at fastgøre væggene for stabilitet også skal fastholde mod f.eks. vindsug på taget. Dette emne behandles nærmere i kapitel 7, hvor samlinger behandles lidt mere.

5. Væltningforankring.

Forankringsbelastningerne for væggene på stueetage, er på max. 5 kN. Dette kunne måske i nogle tilfælde antages at kunne ophæves med stabiliserende last fra tilstødende tværvægge, men på den sikre side antages det at der udføres en forankring med en betonskrue. En f.eks. Ø10 betonskrue med sættedybde på ca. 75 mm, vil iht. Hilti's tekniske dokumentation have en træk bæreevne, på:

$$F,d = 7,5 \text{ kN} \\ > 5,0 \text{ kN} \Rightarrow \text{OK!}$$

Det tænkes at det er nemmere, at anvende betonskruer end f.eks. klæbeankre eller indstøbte gevindstænger.

6. Lodret last til fundamenter.

Det ses af skemaet, at der er koncentrerede linielaster på op til 19,65 kN/m, hvilket er mere end den almindelige største lodrette last Q,d,max på fundamenterne, på 12,43 kN/m. Lasten fra stabilitetstilfældet er en korttidslast, men man kan i de endelige fundamentsberegninger prøve at regne fundamenterne for de 19,65 kN/m som en generel last.

Hvis denne fundamentsberegning giver et fundament i en rimelig dimension, kan alle fundamenterne under ydervægge, udføres med samme dimension. Men ellers skal fundamenterne blot beregnes for 12,43 kN/m og belastningen på 19,65 kN/m, såvel som de koncentrerede punktlaster i skemaet på side 5.77, skal holdes op mod den trykfaste isolerings korttidsbæreevne.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført. af: TJP	Dato: 23-10 2024	Side:

Kapitel 6.

Fundamentsberegninger

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 05-11 2024	Side: 6.1

6. Fundamentsberegninger.

1. Beregning af fundamenter, indledning.

Der er udført en geoteknisk parameterundersøgelse af "Christensen/Kromann", med sagsnr.: 24-503. Denne er dateret 31. oktober 2024. Ifølge denne rapport, ligger overside bæredygtige lag (OSBL) ikke meget tæt på terræn, men heller ikke i meget stor dybde. Der ses dybde under terræn på typisk 0,6 - 0,8 m, mens en enkelt boring viser 1,2 m. Dette inviterer umiddelbart til at udføre fundamentet som et lavt fuldisoleret fundament, på indbygget sandpude, hvilket således også indtil videre har været planen i projektet.

Der er dog nogle forhold, som vi skal se nærmere på, udover selve de umiddelbare fundamentsberegninger. Boring B2 og B3, viser dybde bæredygtige lag på 0,6 - 0,8 m, mens boring B1 viser 1,2 m. Nedenstående figur giver et overblik over dette og grunden i øvrigt.



Figur 1, oversigt over borerne. Kilde: Geoteknisk rapport.

Dette tyder således på, at jo længere mod nord og jo længere med vest, jo tættere på terræn befinder OSBL sig. Umiddelbart vil underside af fundament ligge ca. 200-300 mm under terræn niveau. Så under alle omstændigheder vil der skulle graves ud for at udskifte jord med sandpude. Hvis de 3 borer er repræsentative for et gennemsnit, vil der således gennemsnitligt skulle graves 0,87 m jord af, som erstattes med sandpude. Dette er ikke specielt usædvanlig, men man kunne sige: Hvis man alligevel skal grave så langt ned, hvorfor så ikke bare lave et traditionelt sribefundament?

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 05-11 2024	Side: 6.2

6. Fundamentsberegninger, forts.

1. Beregning af fundamenter, indledning, forts.

Det er et fair nok spørgsmål - men issue er, at der skal graves dette stykke ned *under hele huset* og ikke kun hvor der er fundamenter, f.eks. under ydervæggene. Dette skyldes at afrømningsniveauet for gulvene generelt er lig med OSBL - dvs. gulvene skal uanset have en sandpude.

Så langt så godt - men der er yderligere et forhold at tage højde for her: På ovenstående figur er 3 sider af huset markeret med røde linier. Dette skyldes, at der midt på grunden er et par egetræer (markeret med grønt cirkulært område på figuren). Disse træer ønskes bevaret - men træerne giver anledning til at der er en del rødder i jorden ved disse røde linier, som i større eller mindre grad ville blive skåret over, ved en sandpude udskiftning i en dybde fra 0,6 m til 1,2 m. Under disse 3 ydervægge, kan en interessant løsning være, at kombinere det fuldisolerede fundament, med skruefundamenter i stedet for sandpude.

Dvs. at her graves der kun så meget ud, som det er nødvendigt for at nå fundamentsunderkant plus afretningsslag / kapillarbrydende lag (omkring 400-450 mm). Fundamentet bæres så af skruefundamenter med en passende cc afstand og betonfoden i det fuldisolerede fundament armeres som bjælke. Det vurderes at gulvene indenfor fundamenterne under alle omstændigheder udføres med bærende sandpude ned til AFRN. Også fordi man ikke vil have at rødder gror (for meget) ind under huset. Evt. kan de yderste 0,5 m betongulv indenfor de røde linier, udføres selv bærende, dvs. med ekstra armering, indtil de kommer ind til "fast bund".

En sidste ting er værd at bemærke. Ved boring B2 er der i dybder på omkring 2 m og 3 m ekstra blød lerjord. Dette - og egentligt også ovenstående bemærkninger om træer og rødder - antyder, at det vil være en fordel, at fundere med et så bredt fundament som muligt og med så stor trykspredning som muligt. Fordi således vil trykket fra huset, når det rammer jorden, være relativt lavt, idét det fordeles over en større bredde. Af hensyn til boring B2 skal der så tilføjes en beregning af trykket på jorden f.eks. 2 m nede, efter en trykspredning fra fundament og ned, på 1:4. Hvis denne "fundaments styrke" er ok, er det eftervist, at der ikke sker gennemlokning.

Der laves beregning på ler og naturligt sand, da jordbunden er præget af en kombination af begge jordarter. Der regnes ikke på moræneler, da denne uanset er stærkere end leren og der udføres ikke beregning på det sand, der indbygges under isoleringen, dels for afretning og dels for drænering. Fordi det indbyggede sand er uanset stærkere end det naturlige sand. Derudover skal der som nævnt laves en gennemloknings beregning for det bløde ler, der er dybere nede ved boring B2.

Der regnes med tørre fundamenter (uden opdrift), da grundvandsspejl ligger dybere end boringernes dybde. Men der kan med fordel laves omfangsdræn til at tage overfladevand pga. lerlagene.

På side 3.15-16 er nævnt hvilke laster fundamenterne vil skulle regnes for.

Der antages følgende parametre, til brug for fundamentsberegningerne:

Ler:	$C_u =$	40 kN/m ²	$\gamma =$	19 kN/m ³
Naturligt sand:	$\phi_{pl} =$	35 °	$\gamma =$	18 kN/m ³
Ler (B2):	$C_u =$	30 kN/m ²	$\gamma =$	19 kN/m ³

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 05-11 2024	Side: 6.3

6. Fundamentsberegninger, forts.

1. Beregning af fundamenter, indledning, forts.

Ler ved boring B2 i dybden, regnes for en lidt lavere C,u-værdi end der er nævnt i den geotekniske rapport. Ovennævnte styrkeværdier antages således at give beregninger, der er lidt på den sikre side.

I alle beregningerne søges det at holde udnyttelsesgraden omkring eller under 70%, max. 80%, hvis muligt for at sikre en god sikkerhed for fundamenternes bæreevne, samt en god sikkerhed mod skadelige sætninger.

Fundamenterne beregnes som fuldt isolerede fundamenter, støbt på trykfast og trykspredende isolering. Betonen antages fiberarmeret med polypropylen fibre. Der udføres generelle beregninger for fundamenterne op til 12,5 kN/m.

Generelt for fundamenterne: Under fundamentet antages det, at der lægges min. 100 mm trykfast isolering, som er tykkelsen på L-sokkel elementet under fundamentet. Ved bestemmelse af fundamentsbredden, regnes derfor med trykspredning i 100 mm isolering til begge sider. Dette svarer til en forøgelse af "fundamentsbredden" på 200 mm. Desuden regnes der på den sikre side med en excentricitet på minimum 35 162,5 mm fra udførelses unøjagtighed osv.

For disse fundamentsberegninger, anvendes en trykspredning på 45 grader gennem isoleringen. Dvs. med ovennævnte principper fås følgende "fundamentsbredder", idét betondelen som udgangspunkt antages 400 mm bred:

Fundamentsbredde for beregninger: $400 + 100 + 100 = 600$ mm

Det samme vil gælde for indvendige fundamenter, men med 100 mm beton "fod". Anvendes andre bredder end i ovennævnte formel, ændres fundamentsbredden blot tilsvarende.

Fundamenterne beregnes generelt som sribefundamenter, med det aktuelle betontværsnit og egenvægten af betontværsnittet beregnes i beregningen. Der regnes på den sikre side kun med 0,2 m overlejringstryk og ikke nogen overfladelast. Dette vil give et resultat, der er lidt på den sikre side.

Baseret på beregningen af vandret belastning på huset, ses hvilken vandret last fundamenterne skal regnes for. De værste tilfælde ligger på omkring 3,5 kN/m for ydervægge - hvis fundamentet således er 6,0 m langt, fås:

Fundamenter under ydervægge: $3,5 * 6,0 = 21$ kN

For indvendige vægge ligger den vandrette last i værste fald på ca. 1,5 kN/m, hvorfor der fås:

Fundamenter under indvendige vægge: $1,5 * 6,0 = 9$ kN

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 05-11 2024	Side: 6.4

Fundament, generel beregning, lertilfældet.

Linielast ved overside fundament, V,d:	12,50 kN/m		
Vandret last på langs af fundament, H,d:	21,00 kN		
Antaget højde af fundament:	0,40 m		
Antaget bredde b af fundament:	0,40 m		
Antaget længde l af fundament:	6,00 m		
Antaget tykkelse af isolering under fundament:	0,10 m	(Eller dybde af trykspredning).	
Antaget højde af overlejringsstryk:	0,20 m		
Excentricitet:	80,00 mm	=	0,08 m
Rumvægt af jord, γ' :	19,00 kN/m ³		
Karakteristisk udrænet forskydningsstyrke:	40,00 kN/m ²		

Faktorer for beregning af regningsmæssige parametre:

$$\gamma_c = 1,2 \quad \gamma_{cu} = 1,80 \quad \gamma_\phi = 1,2$$

Regningsmæssig udrænet forskydningsstyrke c,u,d: 22,2 kN/m²

Lodret last over fundamentets længde, V,d:	12,5 * 6	=	75,0 kN
Egenvægt af fundament, G,fund:	0,4 * 0,4 * 6 * 24.5	=	23,5 kN
Total last ved underside fundament, V,d:	75 + 23,5	=	98,5 kN
Fundamentsbredde efter trykspredning:	0,4 + 0,1 + 0.1	=	0,600 m
Effektiv fundamentsbredde b':	2 * (0,6/2 - 0,08)	=	0,440 m
Effektivt fundamentsareal, A':	6 * 0,44	=	2,6 m ²
Effektivt overlejringsstryk q':	19 * 0,2	=	3,8 kN/m ²

Fundamentstrykket, V,d / A': 98,5 / 2,6 = 37,9 kN/m²

Øvrige faktorer, for beregningerne:

$$N_{c,0} = \pi + 2 = 5,14$$

$$s_{c,0} = 1 + 0,2 * (b' / l) = 1 + 0,2 * (0,44 / 6) = 1,01$$

$$d_{c,0} = 1 - \text{Idét der ses bort fra dybde faktoren.}$$

$$i_{c,0} = 0,5 + 0,5 \cdot \sqrt{1 - \frac{H_d}{A' \cdot c_{ud}}} = 0,9$$

Fundamentets bæreevne R,d / A' i ler tilfældet:

$$R_{d,0} / A' = N_{c,0} * c_{ud} * s_{c,0} * i_{c,0} + q'$$

$$= 5,14 * 22,2 * 1,01 * 0,9 + 3,8 = 107,5 \text{ kN/m}^2$$

Udnyttelsesgrad u:

$$u = (37,9 / 107,5) * 100\% = 35,3 \%$$

Heraf ses at R,d / A' > V,d / A' => fundamentet har tilstrækkelig styrke.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 05-11 2024	Side: 6.5

Fundament, fuldisoleret, sandtilfældet.

Linielast ved overside fundament, V,d:	12,50 kN/m	
Vandret last på langs af fundament, H,d:	21,00 kN	
Antaget højde af fundament:	0,40 m	
Antaget bredde b af fundament:	0,40 m	
Antaget længde l af fundament:	6,00 m	
Antaget tykkelse af isolering under fundament:	0,10 m	(Eller dybde af trykspredning).
Antaget højde af overlejringsstryk:	0,20 m	
Excentricitet:	80,00 mm	= 0,08 m
Rumvægt af jord, γ' :	18,00 kN/m ³	
Karakteristisk friktionsvinkel:	35,00 °	

Faktorer for beregning af regningsmæssige parametre:

$$\gamma_c = 1,2 \quad \gamma_{\chi^v} = 1,80 \quad \gamma_\varphi = 1,2$$

$$\text{Regningsmæssig friktionsvinkel:} \quad \arctan \frac{\tan(\varphi_{pl})}{\gamma_\varphi} = 30,26^\circ$$

Lodret last over fundamentets længde, V,d:	12,5 * 6	=	75,0 kN
Egenvægt af fundament, G,fund:	0,4 * 0,4 * 6 * 24.5	=	23,5 kN
Total last ved underside fundament, V,d:	75 + 23,5	=	98,5 kN
Fundamentsbredde efter trykspredning:	0,4 + 0,1 + 0,1	=	0,600 m
Effektiv fundamentsbredde b':	2 * (0,6/2 - 0,08)	=	0,440 m
Effektivt fundamentsareal, A':	6 * 0,44	=	2,6 m ²
Effektivt overlejringsstryk q':	18 * 0,2	=	3,6 kN/m ²
Fundamentstrykket, V,d / A':	98,5 / 2,6	=	37,9 kN/m ²

Øvrige faktorer, for beregningerne:

$$N_q = \frac{1 + \sin \varphi_d}{1 - \sin \varphi_d} \cdot e^{\pi \cdot \tan \varphi_d} = 18,95$$

$$N_\gamma = \frac{1}{4} ((N_q - 1) \cdot \cos \varphi_d)^{3/2} = 15,26$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi_d = 30,77$$

$$s_q = s_c = s_{c,0} = 1 + 0,2 \cdot (b' / l) = 1 + 0,2 \cdot (0,44 / 6) = 1,01$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot (b' / l) = 1 - 0,4 \cdot (0,44 / 6) = 0,97$$

d,q = d,c = 1 - Idét der ses bort fra dybde faktoren.

$$i_q = i_c = \left(1 - \frac{H_d}{V_d + A' \cdot c_d \cdot \cot \varphi_d}\right)^2 = 0,62$$

- Idét i sandtilfældet sættes c,d = 0 i ovennævnte formel.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 05-11 2024	Side: 6.6

Fundament, fuldisoleret, sandtilfældet., forts.

$$i, \gamma = i_q^2 = 0,38$$

Fundamentets bæreevne R_{d} / A' i sand tilfældet:

$$R_{d} / A' = \frac{1}{2} \cdot \gamma' \cdot b' \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot i_{\gamma} + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q$$

$$= 0,5 \cdot 18 \cdot 0,44 \cdot 15,26 \cdot 0,97 \cdot 0,38 + 3,6 \cdot 18,95 \cdot 1,01 \cdot 0,62$$

$$\text{Udnyttelsesgrad } u = 65 \text{ kN/m}^2$$

$$u = (37,9 / 65) \cdot 100\% = 58,3 \%$$

Heraf ses at $R_{d} / A' > V_{d} / A' \Rightarrow$ fundamentet har tilstrækkelig styrke.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 05-11 2024	Side: 6.7

6. Fundamentsberegninger.

2. Generel beregning af fundamenter, opsummering.

På side 6.4 - 6.6 er der udført nogle fundamentsberegninger for ler og sand tilfældet og for det generelle fundamentstilfælde. Resultaterne opsummeres herunder.

Beregningstilfælde	Fundamentsbredde	Udnyttelsesgrad	Side
Fundament, isoleret stribe, ler	0,40 m	35,3 %	6.4
Fundament, isoleret stribe, sand	0,40 m	58,3 %	6.5-6

Forklaring til fundamenterne og typerne:

- Isoleret stribe: Fundament med lavt sribefundament og trykspredende isolering under.

Fundamentsbredde er bredden af selve fundamentet, mens fundamentsbredden i tilfælde af trykspredende isolering, ved underside trykspredende isolering, er 200 mm større under facade fundamenter under ydervæggene.

Både ler- og sandtilfældet giver lave udnyttelsesgrader, hvilket er godt. Man kunne godt gå ned til 300 mm fundamentsfod, hvor man i sandtilfældet så ville få en udnyttelsesgrad på 80%. Men som omtalt i indledningen på side 6.1-3 er der en række forhold, der gør at vi kan ønske os at holde trykket fra fundamentet ned på jorden under, så lille som muligt (så stor trykspredning som muligt).

Dette kunne også opnås ved at bruge et L-sokkel element, der er 100 mm mindre i højden end det projekterede og så lægge 100 mm trykfast isolering under dette. Men det vurderes i første omgang at den valgte løsning har en række fordele, mht. simpelt isoleringsarbejde, højere fundamentsfod m.v.

Det vurderes derfor ud fra ovenstående, at den valgte type fundamenter vil have god bæreevne til opgaven - for de generelle ydervægsfundamenter. Efterfølgende laves beregninger på eventuelle lidt mere specielle tilfælde, såsom punktlaster og punkt understøttede fundamenter.

Almindelige sribefundamenter vil typisk give dårligere bæreevne, da de er mere afhængige af overlejringstryk og ikke udnytter en spredning af belastningen ned mod jorden.

Beregning med fiberarmering udføres ikke p.t., men baseret på erfaring med tilsvarende fundamenter kan fundament og terrændæk således støbes med beton C20, armeret med plastfiber armering, Durus Easy Finish, 2 kg/m³.

Ud fra ovenstående er det således eftervist at de generelle fundamenterers bæreevne er ok.

- Fortsættes næste side.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 05-11 2024	Side: 6.8

6. Fundamentsberegninger.

3. Beregning af fundamenter, trykfast isolering.

Baseret på side 3.16, ses det at den største lodrette last fra almindelig lodret last er beregnet til:

$$Q_{d,max} = 12,5 \text{ kN/m}$$

Af side 6.4 ses den totale belastning, inkl. vægt af beton, regnet med en last på 12,5 kN/m, med en bredde på 0,40 m og en længde på 6,0 m. Dette giver følgende belastning på isoleringen:

$$F_{iso,1} = 98,5 / (6,00 * 0,40) = 41 \text{ kN/m}^2$$

Forskellige isoleringer har følgende (langtids) trykstyrker:

Jackopor 200:	60 KN/m ²	> F _{iso,1}	=> u = 41 / 60 = 68,3% => Ok.
MX250:	75 KN/m ²	> F _{iso,1}	=> u = 41 / 75 = 54,7% => Ok.
MX eller Jackopor 300:	90 KN/m ²	> F _{iso,1}	=> u = 41 / 90 = 45,6% => Ok.
MX400:	120 KN/m ²	> F _{iso,1}	=> u = 41 / 120 = 34,1% => Ok.

4. Beregning af generelle fundamenter, konklusion.

Beregningerne betyder således at fundaments sokkel elementerne, generelt under ydervæggene, kan være af isoleringskvalitet / styrkekvalitet 200, for at have tilstrækkelig bæreevne, med en god margin op til 100%. Dette er samtidigt en fordel idét Jackson's L-sokkel elementer netop fås i styrkeklasse 200 som standard.

5. Indvendige fundamenter, punktlaster o.lign.

De indvendige vægge er generelt ikke-bærende, dog med undtagelse af væg mellem garage og stue/køkken, der bærer lidt last og som også har en punktlast. Linielasten ved overside fundament vil her være:

$$F_{linie} = 4,70 + 1,50 = 6,2 \text{ kN/m}$$

Fra stabilitet er der ifølge side 5.77 en "koncentreret" linielast fra stabilitet på 5,73 kN/m. Dels er dette mindre end ovenstående og dels vil laster fra stabilitetstilfældet skulle holdes op mod korttids trykstyrken af den trykfaste isolering - som er højere end langtidstrykstyrken anvendt ovenfor.

Fundamenter under bærende indvendige vægge kan derfor med fordel regnes for en generel last på 6,2 kN/m. Samtidigt bemærkes det denne væg ved garagen er den eneste indvendige væg, der har bærende funktion. Hvis denne således udføres med samme bredde som ydervægsfundamenterne vil det være på den sikre side.

Derudover kan det være interessant at se på punktlaster, dels almindelige og dels koncentrerede laster fra stabilitetstilfældet.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 05-11 2024	Side: 6.9

6. Fundamentsberegninger.

5. Indvendige fundamenter, punktlaster o.lign., forts.

Mht. de almindelige punktbelastninger, ser vi af søjle- / stolpe beregningerne på side 4.85-110, at netop på denne indvendige garagevæg findes den største punktlast, nemlig: 92,3 kN

Dette er ret meget, men til gengæld skal der ikke regnes med nogen større excentricitet, kun fra udførelses unøjagtighed og der regnes ikke med vandret last.

På ydervægsfundamenter ses af side 4.85, at den største punktlast er på: 49,3 kN

Hvad angår de næststørste punktlaster på ydervægge, har vi: 25,8 kN

Fundamenterne for disse 3 punktlaster regnes på samme måde som de linielast belastede fundamenter, men hvor der regnes med en begrænset længde af fundamentet. F.eks. vil en længde af fundamentet på 1,0 m, give en linielast på 92,3 kN/m for den indvendige garagevæg.

Disse beregninger ses således i det efterfølgende, både for ler- og sandtilfældet.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 05-11 2024	Side: 6.10

Punktfundament 1, indvendig væg ved garage, lertilfældet.

Linielast ved overside fundament, V,d:	76,92 kN/m		
Vandret last på langs af fundament, H,d:	0,00 kN		
Antaget højde af fundament:	0,25 m		
Antaget bredde b af fundament:	0,40 m		
Antaget længde l af fundament:	1,20 m		
Antaget tykkelse af isolering under fundament:	0,25 m	(Eller dybde af trykspredning).	
Antaget højde af overlejringsstryk:	0,20 m		
Excentricitet:	20,00 mm	=	0,02 m
Rumvægt af jord, γ':	19,00 kN/m ³		
Karakteristisk udrænet forskydningsstyrke:	40,00 kN/m ²		

Faktorer for beregning af regningsmæssige parametre:

$$\gamma_c = 1,2 \quad \gamma_{cu} = 1,80 \quad \gamma_\phi = 1,2$$

Regningsmæssig udrænet forskydningsstyrke c,u,d: 22,2 kN/m²

Lodret last over fundamentets længde, V,d:	76,92 * 1,2	=	92,3 kN
Egenvægt af fundament, G,fund:	0,25 * 0,4 * 1,2 * 24.5	=	2,9 kN
Total last ved underside fundament, V,d:	92,3 + 2,9	=	95,2 kN
Fundamentsbredde efter trykspredning:	0,4 + 0,25 + 0.1	=	0,750 m
Effektiv fundamentsbredde b':	2 * (0,75/2 - 0,02)	=	0,710 m
Effektivt fundamentsareal, A':	1,2 * 0,71	=	0,9 m ²
Effektivt overlejringsstryk q':	19 * 0,2	=	3,8 kN/m ²

Fundamentstrykket, V,d / A': 95,2 / 0,9 = 105,8 kN/m²

Øvrige faktorer, for beregningerne:

$$N_{c,0} = \pi + 2 = 5,14$$

$$s_{c,0} = 1 + 0,2 * (b' / l) = 1 + 0,2 * (0,71 / 1,2) = 1,12$$

$$d_{c,0} = 1 - \text{Idét der ses bort fra dybde faktoren.}$$

$$i_{c,0} = 0,5 + 0,5 \cdot \sqrt{1 - \frac{H_d}{A' \cdot c_{ud}}} = 1$$

Fundamentets bæreevne R,d / A' i ler tilfældet:

$$R_{d,0} / A' = N_{c,0} * c_{ud} * s_{c,0} * i_{c,0} + q' = 5,14 * 22,2 * 1,12 * 1 + 3,8 = 131,6 \text{ kN/m}^2$$

Udnyttelsesgrad u:

$$u = (105,8 / 131,6) * 100\% = 80,4 \%$$

Heraf ses at R,d / A' > V,d / A' => fundamentet har tilstrækkelig styrke.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 05-11 2024	Side: 6.11

Punktfundament 1, indvendig væg ved garage, sandtilfældet.

Linielast ved overside fundament, V,d:	76,92 kN/m	
Vandret last på langs af fundament, H,d:	0,00 kN	
Antaget højde af fundament:	0,25 m	
Antaget bredde b af fundament:	0,40 m	
Antaget længde l af fundament:	1,20 m	
Antaget tykkelse af isolering under fundament:	0,25 m	(Eller dybde af trykspredning).
Antaget højde af overlejringsstryk:	0,20 m	
Excentricitet:	20,00 mm	= 0,02 m
Rumvægt af jord, γ' :	18,00 kN/m ³	
Karakteristisk friktionsvinkel:	35,00 °	

Faktorer for beregning af regningsmæssige parametre:

$$\gamma_c = 1,2 \quad \gamma_{\chi^v} = 1,80 \quad \gamma_\phi = 1,2$$

$$\text{Regningsmæssig friktionsvinkel:} \quad \arctan \frac{\tan(\phi_{pl})}{\gamma_\phi} = 30,26^\circ$$

Lodret last over fundamentets længde, V,d:	76,92 * 1,2	=	92,3 kN
Egenvægt af fundament, G,fund:	0,25 * 0,4 * 1,2 * 24,5	=	2,9 kN
Total last ved underside fundament, V,d:	92,3 + 2,9	=	95,2 kN
Fundamentsbredde efter trykspredning:	0,4 + 0,25 + 0,25	=	0,900 m
Effektiv fundamentsbredde b':	2 * (0,9/2 - 0,02)	=	0,860 m
Effektivt fundamentsareal, A':	1,2 * 0,86	=	1,0 m ²
Effektivt overlejringsstryk q':	18 * 0,2	=	3,6 kN/m ²
Fundamentstrykket, V,d / A':	95,2 / 1	=	95,2 kN/m ²

Øvrige faktorer, for beregningerne:

$$N_q = \frac{1 + \sin \phi_d}{1 - \sin \phi_d} \cdot e^{\pi \cdot \tan \phi_d} = 18,95$$

$$N_\gamma = \frac{1}{4} ((N_q - 1) \cdot \cos \phi_d)^{3/2} = 15,26$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi_d = 30,77$$

$$s_q = s_c = s_{c,0} = 1 + 0,2 \cdot (b' / l) = 1 + 0,2 \cdot (0,86 / 1,2) = 1,14$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot (b' / l) = 1 - 0,4 \cdot (0,86 / 1,2) = 0,71$$

$$d_q = d_c = 1 - \text{Idét der ses bort fra dybde faktoren.}$$

$$i_q = i_c = \left(1 - \frac{H_d}{V_d + A' \cdot c_d \cdot \cot \phi_d}\right)^2 = 1$$

- Idét i sandtilfældet sættes c,d = 0 i ovennævnte formel.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 05-11 2024	Side: 6.12

Punktfundament 1, indvendig væg ved garage, sandtilfældet., forts.

$$i, \gamma = i_q^2 = 1$$

Fundamentets bæreevne R_d / A' i sand tilfældet:

$$R_d / A' = \frac{1}{2} \cdot \gamma' \cdot b' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q$$

$$= 0.5 \cdot 18 \cdot 0.86 \cdot 15.26 \cdot 0.71 \cdot 1 + 3.6 \cdot 18.95 \cdot 1.14 \cdot 1$$

$$\text{Udnyttelsesgrad } u = 161,6 \text{ kN/m}^2$$

$$u = (95,2 / 161,6) \cdot 100\% = 58,9 \%$$

Heraf ses at $R_d / A' > V_d / A' \Rightarrow$ fundamentet har tilstrækkelig styrke.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 05-11 2024	Side: 6.10

Punktfundament 2, ydervæg, lertilfældet.

Linielast ved overside fundament, V,d:	41,08 kN/m		
Vandret last på langs af fundament, H,d:	0,00 kN		
Antaget højde af fundament:	0,40 m		
Antaget bredde b af fundament:	0,40 m		
Antaget længde l af fundament:	1,20 m		
Antaget tykkelse af isolering under fundament:	0,10 m	(Eller dybde af trykspredning).	
Antaget højde af overlejringsstryk:	0,20 m		
Excentricitet:	80,00 mm	=	0,08 m
Rumvægt af jord, γ' :	19,00 kN/m ³		
Karakteristisk udrænet forskydningsstyrke:	40,00 kN/m ²		

Faktorer for beregning af regningsmæssige parametre:

$$\gamma_c = 1,2 \quad \gamma_{cu} = 1,80 \quad \gamma_\phi = 1,2$$

$$\text{Regningsmæssig udrænet forskydningsstyrke } c,u,d: \quad 22,2 \text{ kN/m}^2$$

Lodret last over fundamentets længde, V,d:	$41,08 \cdot 1,2$	=	49,3 kN
Egenvægt af fundament, G,fund:	$0,4 \cdot 0,4 \cdot 1,2 \cdot 24,5$	=	4,7 kN
Total last ved underside fundament, V,d:	$49,3 + 4,7$	=	54,0 kN
Fundamentsbredde efter trykspredning:	$0,4 + 0,1 + 0,1$	=	0,600 m
Effektiv fundamentsbredde b':	$2 \cdot (0,6/2 - 0,08)$	=	0,440 m
Effektivt fundamentsareal, A':	$1,2 \cdot 0,44$	=	0,5 m ²
Effektivt overlejringsstryk q':	$19 \cdot 0,2$	=	3,8 kN/m ²

$$\text{Fundamentstrykket, } V,d / A': \quad 54 / 0,5 = 108,0 \text{ kN/m}^2$$

Øvrige faktorer, for beregningerne:

$$N_{c,0} = \pi + 2 = 5,14$$

$$s_{c,0} = 1 + 0,2 \cdot (b' / l) = 1 + 0,2 \cdot (0,44 / 1,2) = 1,07$$

$$d_{c,0} = 1 - \text{Idét der ses bort fra dybde faktoren.}$$

$$i_{c,0} = 0,5 + 0,5 \cdot \sqrt{1 - \frac{H_d}{A' \cdot c_{ud}}} = 1$$

Fundamentets bæreevne R,d / A' i ler tilfældet:

$$R_{d,0} / A' = N_{c,0} \cdot c_{ud} \cdot s_{c,0} \cdot i_{c,0} + q' = 5,14 \cdot 22,2 \cdot 1,07 \cdot 1 + 3,8 = 125,9 \text{ kN/m}^2$$

Udnyttelsesgrad u:

$$u = (108 / 125,9) \cdot 100\% = 85,8 \%$$

Heraf ses at $R_{d,0} / A' > V,d / A' \Rightarrow$ fundamentet har tilstrækkelig styrke.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 05-11 2024	Side: 6.14

Punktfundament 2, ydervæg, sandtilfældet.

Linielast ved overside fundament, V,d:	41,08 kN/m	
Vandret last på langs af fundament, H,d:	0,00 kN	
Antaget højde af fundament:	0,40 m	
Antaget bredde b af fundament:	0,40 m	
Antaget længde l af fundament:	1,20 m	
Antaget tykkelse af isolering under fundament:	0,10 m	(Eller dybde af trykspredning).
Antaget højde af overlejringsstryk:	0,20 m	
Excentricitet:	80,00 mm	= 0,08 m
Rumvægt af jord, γ':	18,00 kN/m ³	
Karakteristisk friktionsvinkel:	35,00 °	

Faktorer for beregning af regningsmæssige parametre:

$$\gamma_c = 1,2 \quad \gamma_{\chi^v} = 1,80 \quad \gamma_\varphi = 1,2$$

$$\text{Regningsmæssig friktionsvinkel:} \quad \arctan \frac{\tan(\varphi_{pl})}{\gamma_\varphi} = 30,26^\circ$$

Lodret last over fundamentets længde, V,d:	41,08 * 1,2	=	49,3 kN
Egenvægt af fundament, G,fund:	0,4 * 0,4 * 1,2 * 24,5	=	4,7 kN
Total last ved underside fundament, V,d:	49,3 + 4,7	=	54,0 kN
Fundamentsbredde efter trykspredning:	0,4 + 0,1 + 0,1	=	0,600 m
Effektiv fundamentsbredde b':	2 * (0,6/2 - 0,08)	=	0,440 m
Effektivt fundamentsareal, A':	1,2 * 0,44	=	0,5 m ²
Effektivt overlejringsstryk q':	18 * 0,2	=	3,6 kN/m ²
Fundamentstrykket, V,d / A':	54 / 0,5	=	108,0 kN/m ²

Øvrige faktorer, for beregningerne:

$$N_q = \frac{1 + \sin \varphi_d}{1 - \sin \varphi_d} \cdot e^{\pi \cdot \tan \varphi_d} = 18,95$$

$$N_\gamma = \frac{1}{4} ((N_q - 1) \cdot \cos \varphi_d)^{3/2} = 15,26$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi_d = 30,77$$

$$s_q = s_c = s_{c,0} = 1 + 0,2 \cdot (b' / l) = 1 + 0,2 \cdot (0,44 / 1,2) = 1,07$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot (b' / l) = 1 - 0,4 \cdot (0,44 / 1,2) = 0,85$$

$$d_q = d_c = 1 - \text{Idét der ses bort fra dybde faktoren.}$$

$$i_q = i_c = \left(1 - \frac{H_d}{V_d + A' \cdot c_d \cdot \cot \varphi_d}\right)^2 = 1$$

- Idét i sandtilfældet sættes c,d = 0 i ovennævnte formel.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 05-11 2024	Side: 6.15

Punktfundament 2, ydervæg, sandtilfældet., forts.

$$i, \gamma = i_q^2 = 1$$

Fundamentets bæreevne R_{d} / A' i sand tilfældet:

$$R_{d} / A' = \frac{1}{2} \cdot \gamma' \cdot b' \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot i_{\gamma} + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q$$

$$= 0.5 \cdot 18 \cdot 0.44 \cdot 15.26 \cdot 0.85 \cdot 1 + 3.6 \cdot 18.95 \cdot 1.07 \cdot 1$$

$$\text{Udnyttelsesgrad } u = 124,4 \text{ kN/m}^2$$

$$u = (108 / 124,4) \cdot 100\% = 86,8 \%$$

Heraf ses at $R_{d} / A' > V_{d} / A' \Rightarrow$ fundamentet har tilstrækkelig styrke.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 05-11 2024	Side: 6.16

Punktfundament 3, ydervæg, lertilfældet.

Linielast ved overside fundament, V,d:	43,00 kN/m		
Vandret last på langs af fundament, H,d:	0,00 kN		
Antaget højde af fundament:	0,40 m		
Antaget bredde b af fundament:	0,40 m		
Antaget længde l af fundament:	0,60 m		
Antaget tykkelse af isolering under fundament:	0,10 m	(Eller dybde af trykspredning).	
Antaget højde af overlejringsstryk:	0,20 m		
Excentricitet:	80,00 mm	=	0,08 m
Rumvægt af jord, γ' :	19,00 kN/m ³		
Karakteristisk udrænet forskydningsstyrke:	40,00 kN/m ²		

Faktorer for beregning af regningsmæssige parametre:

$$\gamma_c = 1,2 \quad \gamma_{cu} = 1,80 \quad \gamma_\phi = 1,2$$

Regningsmæssig udrænet forskydningsstyrke c,u,d: 22,2 kN/m²

Lodret last over fundamentets længde, V,d:	43 * 0,6	=	25,8 kN
Egenvægt af fundament, G,fund:	0,4 * 0,4 * 0,6 * 24,5	=	2,4 kN
Total last ved underside fundament, V,d:	25,8 + 2,4	=	28,2 kN
Fundamentsbredde efter trykspredning:	0,4 + 0,1 + 0,1	=	0,600 m
Effektiv fundamentsbredde b':	2 * (0,6/2 - 0,08)	=	0,440 m
Effektivt fundamentsareal, A':	0,6 * 0,44	=	0,3 m ²
Effektivt overlejringsstryk q':	19 * 0,2	=	3,8 kN/m ²

Fundamentstrykket, V,d / A': 28,2 / 0,3 = 94,0 kN/m²

Øvrige faktorer, for beregningerne:

$$N_{c,0} = \pi + 2 = 5,14$$

$$s_{c,0} = 1 + 0,2 * (b' / l) = 1 + 0,2 * (0,44 / 0,6) = 1,15$$

d,c = 1 - Idét der ses bort fra dybde faktoren.

$$i_{c,0} = 0,5 + 0,5 \cdot \sqrt{1 - \frac{H_d}{A' \cdot c_{ud}}} = 1$$

Fundamentets bæreevne R,d / A' i ler tilfældet:

$$R_{d} / A' = N_{c,0} * c_{ud} * s_{c,0} * i_{c,0} + q'$$

$$= 5,14 * 22,2 * 1,15 * 1 + 3,8 = 135 \text{ kN/m}^2$$

Udnyttelsesgrad u:

$$u = (94 / 135) * 100\% = 69,6 \%$$

Heraf ses at R,d / A' > V,d / A' => fundamentet har tilstrækkelig styrke.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 05-11 2024	Side: 6.17

Punktfundament 3, ydervæg, sandtilfældet.

Linielast ved overside fundament, V,d:	43,00 kN/m		
Vandret last på langs af fundament, H,d:	0,00 kN		
Antaget højde af fundament:	0,40 m		
Antaget bredde b af fundament:	0,40 m		
Antaget længde l af fundament:	0,60 m		
Antaget tykkelse af isolering under fundament:	0,10 m	(Eller dybde af trykspredning).	
Antaget højde af overlejringsstryk:	0,20 m		
Excentricitet:	80,00 mm	=	0,08 m
Rumvægt af jord, γ':	18,00 kN/m ³		
Karakteristisk friktionsvinkel:	35,00 °		

Faktorer for beregning af regningsmæssige parametre:

$$\gamma_c = 1,2 \quad \gamma_{\chi^v} = 1,80 \quad \gamma_\varphi = 1,2$$

$$\text{Regningsmæssig friktionsvinkel:} \quad \arctan \frac{\tan(\varphi_{pl})}{\gamma_\varphi} = 30,26^\circ$$

Lodret last over fundamentets længde, V,d:	43 * 0,6	=	25,8 kN
Egenvægt af fundament, G,fund:	0,4 * 0,4 * 0,6 * 24,5	=	2,4 kN
Total last ved underside fundament, V,d:	25,8 + 2,4	=	28,2 kN
Fundamentsbredde efter trykspredning:	0,4 + 0,1 + 0,1	=	0,600 m
Effektiv fundamentsbredde b':	2 * (0,6/2 - 0,08)	=	0,440 m
Effektivt fundamentsareal, A':	0,6 * 0,44	=	0,3 m ²
Effektivt overlejringsstryk q':	18 * 0,2	=	3,6 kN/m ²
Fundamentstrykket, V,d / A':	28,2 / 0,3	=	94,0 kN/m ²

Øvrige faktorer, for beregningerne:

$$N_q = \frac{1 + \sin \varphi_d}{1 - \sin \varphi_d} \cdot e^{\pi \cdot \tan \varphi_d} = 18,95$$

$$N_\gamma = \frac{1}{4} ((N_q - 1) \cdot \cos \varphi_d)^{3/2} = 15,26$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi_d = 30,77$$

$$s_q = s_c = s_{c,0} = 1 + 0,2 \cdot (b' / l) = 1 + 0,2 \cdot (0,44 / 0,6) = 1,15$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot (b' / l) = 1 - 0,4 \cdot (0,44 / 0,6) = 0,71$$

$$d_q = d_c = 1 - \text{Idét der ses bort fra dybde faktoren.}$$

$$i_q = i_c = \left(1 - \frac{H_d}{V_d + A' \cdot c_d \cdot \cot \varphi_d}\right)^2 = 1$$

- Idét i sandtilfældet sættes c,d = 0 i ovennævnte formel.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 05-11 2024	Side: 6.18

Punktfundament 3, ydervæg, sandtilfældet., forts.

$$i, \gamma = i_q^2 = 1$$

Fundamentets bæreevne R_d / A' i sand tilfældet:

$$R_d / A' = \frac{1}{2} \cdot \gamma' \cdot b' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q$$

$$= 0.5 \cdot 18 \cdot 0.44 \cdot 15.26 \cdot 0.71 \cdot 1 + 3.6 \cdot 18.95 \cdot 1 \cdot 1$$

$$\text{Udnyttelsesgrad } u = 121,4 \text{ kN/m}^2$$

$$u = (94 / 121,4) \cdot 100\% = 77,4 \%$$

Heraf ses at $R_d / A' > V_d / A' \Rightarrow$ fundamentet har tilstrækkelig styrke.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 06-11 2024	Side: 6.19

6. Fundamentsberegninger.

6. Punktfundamenter, opsummering.

På side 6.10 - 6.18 er der udført nogle fundamentsberegninger for ler og sand tilfældet og for det fundamenter, der belastes med punktlaster. Resultaterne opsummeres herunder.

Beregningstilfælde	Bredde x længde		Udnyttelsesgrad	Side
Punktfundament 1, isoleret stribe, ler	0,40	1,2	80,4%	6.10
Punktfundament 1, isoleret stribe, sand	0,40	1,2	58,9%	6.11-12
Punktfundament 2, isoleret stribe, ler	0,40	1,2	85,8%	6.13
Punktfundament 2, isoleret stribe, sand	0,40	1,2	86,8%	6.14-15
Punktfundament 3, isoleret stribe, ler	0,40	0,6	69,6%	6.16
Punktfundament 3, isoleret stribe, sand	0,40	0,6	77,4%	6.17-18

Forklaring til fundamenterne og typerne:

- Isoleret stribe: Fundament med lavt sribefundament og trykspredende isolering under.
- Punktfundament 1: Under kehlbjælke i indvendig væg mellem garage og køkken.
- Punktfundament 2: I ydervæg mod nord, for kehlbjælke mellem køkken & soveværelse.
- Punktfundament 3: I ydervæg mod syd, for kehlbjælke mellem køkken & soveværelse.

Alle andre relevante punktlaster er mindre end for punktfundament 3. Dvs. at for steder med punktlast fra omkring 26 kN og op - hvilket ifølge oversigten på side 4.85, reelt svarer til fra 43,5 kN og op, skal punktfundamentet være 1,2 m langt. Derimod for steder med punktlast op til 26 kN, kan punktfundamentet være 0,6 m langt.

Normalt anser man et punktfundament, for at være en kvadratisk "klods" - men her er de regnet som værende en integreret del af det fuldisolerede sribefundament. Pointen er så, at den del, der antages at være punktfundamentet, skal være så stiv, at det kan fordele trykket jævnt og ligeligt ned på den trykfaste isolering under. For at vurdere om det er muligt, regnes punktfundamentets længde, som en simpelt understøttet betonbjælke.

Vi har således 2 situationer - en betonbjælke på 1,2 m's længde, tværsnit 400x300 mm, hvis betongulvet ikke medregnes og 400x400 mm, hvis det medregnes - og med en punktlast midt på, på 92,3 kN. Og yderligere en betonbjælke med en længde på 0,6 m, belastet med en punktlast midt på, på 25,8 kN.

Beregningen af disse to bjælker, ses på de følgende sider.

Betonbjælke 1, 400x400 mm, 3Y12 i top og bund, Y6 bøjler cc 200 mm. Nedbøjning på midten 0,5 mm.
=> OK!! (6015 net plus 2Y12 i top og bund giver min. samme armeringsmængde).

Betonbjælke 2, 400x300 mm, 2Y6 i top, 3Y8 bund, Y6 bøjler cc 195 mm. Nedbøjning på midten 0,0 mm.
=> OK!!

Armeringsmængden i sidstnævnte er så lille, at fiberarmeringen alene måske kunne være nok. Det vurderes, at man her kan bukke en kurv af 6015 net og udstøbe med den fiberarmerede beton. Det vurderes ydermere, at de steder hvor punktlasterne er under 20 kN, behøves ikke forstærkning.



Bruger: Thorvald Johannes Pedersen Sagsnavn: Dahlsvej 14, 5260 Odense S Bygningsdel: Punktfundaments bjælke 1, H = 400 mm. Emne: Normale lastkombinationer				Sag nr.: C24-29 Dato: 06-11 2024 Init: TJP Side 4.20		BJÆLKE, version 4.0 / EC Betonelement-Foreningen december 2014	
Momenter i kNm 		Forskydningskræfter i kN 		Spændvidde L = 1,20 m		Tværsnit h = 400 mm b = 400 mm	
				Længdearmering $c' =$ 40 mm b_{eff} = 400 mm d (mm) c (mm) antal			
				Tryklag t = 12 Trækklag 1 = 12 Trækklag 2 = 12			
				Bøjler Type 1: d (mm) = 6, a (mm) = 200, cotθ = 1,50 Type 2: d (mm) = 6, a (mm) = 200, cotθ = 1,50			
				Partialkoefficienter $\gamma_c = 1,40$ $\gamma_s = 1,20$		Længdearmering $f_{yk} = 550$ MPa $f_{yd} = 458$ MPa	
				Beton $f_{ck} = 20$ MPa $f_{cd} = 14,3$ MPa		Bøjlearmning $f_{yk} = 550$ MPa $f_{yd} = 458$ MPa	
				Nedbøjninger $u_L = 0,5$ mm $u_{kar} = 0,5$ mm		Krybetal RH = 55% $t_o = 28$ døgn $\phi_o = 2,74$	
				Revnevidder $w_{k,L} = 0,25$ mm $w_{k,kar} = 0,25$ mm		Svindtøjning $\epsilon_{cs} = 0,47$ o/oo	
				Momentkapacitet $M_{Rd} = 53,9$ kNm $EI_{L,revnet} = 5885$ kNm ² $EI_{kort,revnet} = 6990$ kNm		Forskydningskapacitet v/ trykbrud i krop: $V_{Rd,0} = 447$ kN v/ type 1 bøjler: $V_{Rd,1} = 62$ kN v/ type 2 bøjler: $V_{Rd,2} = 62$ kN	
Jævnt fordelte laste p ₁ p ₂ p ₃		Punktlaste P ₁ P ₂ P ₃		Kontrolparametre Langtid Brudstadiet		Forskydningskraftens største excentricitet, exc.: 20 mm Forankringskrav til hovedarmring over lejer, N _a : 37 kN	
Langtidsværdi (kN/m) 0,0 0,0 0,0 Kar. værdi (kN/m) 0,0 0,0 0,0 Regnm. værdi (kN/m) 0,0 0,0 0,0 Excentricitet, exc. (mm) 0 0 0 x ₁ (m) 0,00 0,00 0,00 x ₂ (m) 1,20 0,00 0,00		(kN) 92 0 0 (kN) 92 0 0 (kN) 92 0 0 (mm) 20 0 0 (m) 0,60 0,00 0,00		M (kNm) 27,7 53,9 x (mm) 94,6 37,1 ε ₀ (o/oo) 0,12 2,80 σ _{st} (MPa) 250 458 Z (mm) - 344			
Vejledning Betonelementbyggeriers statik				NB: Resultaterne skal altid kontrolleres af ansvarlig statiker			



Bruger: Thorvald Johannes Pedersen Sagsnavn: Dahlsvej 14, 5260 Odense S Bygningsdel: Punktfundaments bjælke 2, H = 300 mm. Emne: Normale lastkombinationer				Sag nr.: C24-29 Dato: 06-11 2024 Init: TJP Side 4.21		BJÆLKE, version 4.0 / EC Betonelement-Foreningen december 2014			
Momenter i kNm 		Forskydningskræfter i kN 		Spændvidde L = 0,60 m		Tværsnit h = 300 mm b = 400 mm			
$M_{Ed,max} = 3,9 \text{ kNm} < M_{Rd}$				Længdearmring $c' =$ 40 mm Tryklag t = 6 Trækklag 1 = 12 Trækklag 2 = 8		$b_{eff} = 400 \text{ mm}$ d (mm) c (mm) antal 6 40 2 12 90 0 8 40 3			
				Bøjler Type 1: d (mm) = 6, a (mm) = 195, cotθ = 1,50 Type 2: d (mm) = 6, a (mm) = 195, cotθ = 1,50					
				Partialkoefficienter $\gamma_c = 1,40$ $\gamma_s = 1,20$		Længdearmring $f_{yk} = 550 \text{ MPa}$ $f_{yd} = 458 \text{ MPa}$			
				Beton $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$ $f_{cd} = 14,3 \text{ MPa}$		Bøjlearmring $f_{yk} = 550 \text{ MPa}$ $f_{yd} = 458 \text{ MPa}$			
				Nedbøjninger $u_L = 0,0 \text{ mm}$ $u_{kar} = 0,0 \text{ mm}$		Krybetal RH = 55% $t_o = 28 \text{ døgn}$ $\phi_o = 2,81$			
				Revnevidder $w_{k,L} = \text{urevnet}$ $w_{k,kar} = \text{urevnet}$		Svindtøjning $\epsilon_{cs} = 0,49 \text{ o/oo}$			
Jævnt fordelte laste p ₁ p ₂ p ₃		Punktlaste P ₁ P ₂ P ₃		Kontrolparametre Langtid Brudstadiet		Momentkapacitet			
Langtidsværdi (kN/m) 0,0 0,0 0,0 Kar. værdi (kN/m) 0,0 0,0 0,0 Regnm. værdi (kN/m) 0,0 0,0 0,0 Excentricitet, exc. (mm) 0 0 0 x ₁ (m) 0,00 0,00 0,00 x ₂ (m) 0,60 0,00 0,00		(kN) 26 0 0 (kN) 26 0 0 (kN) 26 0 0 (mm) 20 0 0 (m) 0,30 0,00 0,00		M (kNm) 3,9 19,1 x (mm) urevnet 21,9 ε ₀ (o/oo) urevnet 3,50 σ _{st} (MPa) urevnet 458 Z (mm) - 250		M _{Rd} 19,1 kNm EI _{L,revnet} 1438 kNm ² EI _{kort,revnet} 1698 kNm		v/ trykbrud i krop: V _{Rd,0} 317 kN v/ type 1 bøjler: V _{Rd,1} 46 kN v/ type 2 bøjler: V _{Rd,2} 46 kN	
				Forskydningskraftens største excentricitet, exc.: 20 mm Forankringskrav til hovedarmring over lejer, N _a : 10 kN		NB: Resultaterne skal altid kontrolleres af ansvarlig statiker			
Vejledning		Betonelementbyggeriers statik							

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 07-11 2024	Side: 6.22

6. Fundamentsberegninger.

7. Punktfundamenter, trykfast isolering.

For at afslutte afsnittet vedr. de steder hvor fundamenterne udsættes for større punktlaster, skal den trykfaste isolering under fundamenterne vurderes.

Af side 6.10, 6.13 og 6.16 ses den totale belastning, inkl. vægt af beton, for de enkelte "punkt-fundamenter med en bredde på 0,40 m og længder på 1,2 hhv. 0,6 m. Dette giver følgende belastning på isoleringen:

$$F_{\text{iso,punkt,1}} = 95,2 / (1,20 * 0,40) = 198,3 \text{ kN/m}^2$$

Forskellige isoleringer har følgende (langtids) trykstyrker:

XPS500:	225 KN/m ²	> $F_{\text{iso,punkt,1}} \Rightarrow u = 198,3 / 225 = 88,1\% \Rightarrow \text{Ok.}$
XPS700:	250 KN/m ²	> $F_{\text{iso,punkt,1}} \Rightarrow u = 198,3 / 250 = 79,3\% \Rightarrow \text{Ok.}$
Jackofoam 700 (JF700):	250 KN/m ²	> $F_{\text{iso,punkt,1}} \Rightarrow u = 198,3 / 250 = 79,3\% \Rightarrow \text{Ok.}$
IKO Enertherm ALU:	175 KN/m ²	< $F_{\text{iso,punkt,1}} \Rightarrow u = 198,3 / 175 = 113,3\% \Rightarrow \text{Ej ok.}$
Celleglas PG600:	600 KN/m ²	> $F_{\text{iso,punkt,1}} \Rightarrow u = 198,3 / 600 = 33,1\% \Rightarrow \text{Ok.}$

Dvs. at hér skal bunden af sokkel L-elementerne, være enten XPS500, XPS700 eller celleglas PG600. Her skal det så undersøges, om L-elementerne f.eks. kan fås med XPS500 - eller måske Jackofoam 700 (JF700), som fremgår af en svensk brochure. Hvis dette ikke er standard eller ikke er tilgængeligt, vil man hér lokalt skulle bygge sokkelelementerne på stedet.

$$F_{\text{iso,punkt,2}} = 54,0 / (1,20 * 0,40) = 112,5 \text{ kN/m}^2$$

Forskellige isoleringer har følgende (langtids) trykstyrker:

XPS300 (eller JF300):	140 KN/m ²	> $F_{\text{iso,punkt,2}} \Rightarrow u = 112,5 / 140 = 80,4\% \Rightarrow \text{Ok.}$
XPS400 (eller JF500):	180 KN/m ²	> $F_{\text{iso,punkt,2}} \Rightarrow u = 112,5 / 180 = 62,5\% \Rightarrow \text{Ok.}$
IKO Enertherm ALU:	175 KN/m ²	> $F_{\text{iso,punkt,2}} \Rightarrow u = 112,5 / 175 = 64,3\% \Rightarrow \text{Ok.}$
Celleglas PG600:	600 KN/m ²	> $F_{\text{iso,punkt,2}} \Rightarrow u = 112,5 / 600 = 18,8\% \Rightarrow \text{Ok.}$

$$F_{\text{iso,punkt,3}} = 28,2 / (0,60 * 0,40) = 117,5 \text{ kN/m}^2$$

Forskellige isoleringer har følgende (langtids) trykstyrker:

XPS300 (eller JF300):	140 KN/m ²	> $F_{\text{iso,punkt,3}} \Rightarrow u = 117,5 / 140 = 83,9\% \Rightarrow \text{Ok.}$
XPS400 (eller JF500):	180 KN/m ²	> $F_{\text{iso,punkt,3}} \Rightarrow u = 117,5 / 180 = 65,3\% \Rightarrow \text{Ok.}$
IKO Enertherm ALU:	175 KN/m ²	> $F_{\text{iso,punkt,3}} \Rightarrow u = 117,5 / 175 = 67,1\% \Rightarrow \text{Ok.}$
Celleglas PG600:	600 KN/m ²	> $F_{\text{iso,punkt,3}} \Rightarrow u = 117,5 / 600 = 19,6\% \Rightarrow \text{Ok.}$

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 07-11 2024	Side: 6.23

6. Fundamentsberegninger.

7. Punktfundamenter, trykfast isolering, forts.

For både type 2 og 3 skal det så undersøges, om L-elementerne f.eks. kan fås med XPS300 / JF300, eller om de lokalt skal opbygges på stedet. Eller om man f.eks. skulle bruge JF300 eller måske PIR isolering (IKO Enertherm ALU) eller celleglas hele vejen rundt og så for type 1, lokalt f.eks. XPS700 / JF700.

Rationelt set, ville det måske være det enkleste, at arbejde med de præfabrikerede L-elementer hele vejen rundt og det mest rationelle ville være at anvende så få varianter som muligt - også for at mindske risikoen for fejl. Men der er også den mulighed, at det rent økonomisk er bedst at arbejde med standard L-elementerne så meget som muligt og så lokalt opgradere til hhv. JF700 og JF300, sådan at man bruger 3 forskellige styrke kvaliteter for L-elementerne. Eller evt. blot bruger JF700 de steder hvor punktlasterne er over en vis værdi.

Men lad os lige få et overblik over de forskelle tilfælde og resultaterne, for at se hvad der er af mulige fællesnævnerne o.lign.:

Generelle fundamenter med linielast:	L-elementer, Jackopor 200.
Punktbelastning, indvendig garagevæg:	Pladeisolering, XPS500, 700 eller celleglas PG600.
Fundamenter punkt 3B og 6A (se side 4.85):	L-elementer, Jackofoam 300.
Fundamenter punkt 3A, 7A og 7B (side 4.85):	L-elementer, Jackofoam 300.

Øvrige punktlaster på omkring 13-17 kN kan klares med Jackopor 300 og mindre laster med JP200.

For ydervægsgfundamenterne er der således reelt set 3 forskellige nødvendige L-elementer eller styrke kvaliteter: JP200, JP300 og JF300.

Det kan formodentligt ikke hverken samlet set økonomisk eller rationelt, betale sig at skelne mellem JP200 og 300 - af de to vil Jackopor 300 (JP300), således være en fællesnævner.

Det simpleste vil være at bruge Jackofoam 300 (JF300) L-elementer, hele vejen rundt og dette vurderes derfor at være den bedste og mest rationelle løsning. En fordel ved Jackofoam, udover den højere styrke, er også at denne har mindre vandabsorbtion (max. 0,7 vol%) end Jackopor med sine max. 5 vol%).

8. Stabiliserende vægge.

Af side 5.77 fremgår "koncentrerede" linielaster på op til lige under 20 kN/m. Over en fundamentsbredde på 0,4 m, giver dette et tryk på isoleringen på $20,0 / 0,4 = 50$ kN/m². Da dette er fra vindlast skal dette holdes op mod isoleringens korttids trykstyrke. Men her har selv Jackopor 100 en trykstyrke på 100 kN/m², hvorfor dette tilfælde ikke udgør noget problem. For indvendige vægge (4, 5, 12/K, B, C, D og E), ses linielaster på 5,73 kN/m (væg 4 - indvendig garagevæg) og punktlaster på op til 6,82 kN. Trykfast isolering under den indvendige garagevæg, er ikke noget problem. Punktlast fra indvendige vægge antages at ramme det 100 mm tykke betongulv på et 100x100 mm punkt. Der sker så en trykspredning gennem de 100 mm beton, så ved undersiden af betongulvet, er punktet vokset til 300x300 mm, hvilket giver et tryk på: $6,82 / (0,3*0,3) = 75,8$ kN/m². Da korttids trykstyrken for gulvisolering styrke 80 er 80 kN/m², ville dette således være ok i sig selv.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 07-11 2024	Side: 6.24

6. Fundamentsberegninger.

9. Fundering - L-elementer, trykfast isolering m.v., konklusion.

Hele vejen rundt under ydervæggene anvendes L-elementer med Jackofoam 300 (JF300). Under den indvendige garagevæg anvendes trykfast pladeisolering, XPS500, 700 eller celleglas PG600.

Under indvendige vægge derudover, er det ikke umiddelbart nødvendigt at udføre fundamentsfodder i beton, eller at anvende særlig trykfast isolering under betongulvet, udover den almindelige gulv-isolering styrkeklasse 80, såsom Sundolitt Climate 80 (C80) eller Jackson Super EPS 80.

Under punktlaster i ydervægge på 20 - 30 kN armeres fundamentsfoden, udover med fiberarmeringen også med 6015 net, bukket til en firkantet bjælkearmering, af en længde på 0,8 m. Under punktlaster på over 30 kN, armeres udover med fiberarmeringen også med en bjælkearmering med 3Y12 i top og bund, samt Y6 bøjler cc max. 200 mm, betonbjælke 400x400 mm. Eller 6015 net bukket som kurv, med tilføjelse af 2 Y12 i top og bund. Længde bjælkearmering: 1,5 m.

For punktlaster op til 20 kN, anvendes blot det generelle fundament, uden forstærkning.

For hvor hvilke punktlaster optræder, se side 4.85 - se også appendix side 8.5.

Efterfølgende er der yderligere 2 ting vi skal se på:

- Eventuelt punktfunderede fundamenter.
- Trykspredning ned mod blød ler (gennemlokningsundersøgelse).

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 07-11 2024	Side: 6.25

6. Fundamentsberegninger.

10. Fundamenter med punktunderstøtninger.

Som omtalt tidligere er der 3 ydervægge, der vender ind mod haven og ind mod nogle træer, der giver anledning til en del rødder i jorden. Derudover kan disse træer evt. give anledning til en større risiko for at jorden sætter sig hér, fordi jorden omkring rødderne ikke er så kompakt, som et rent jordtværsnit. Ønsket er at bevare disse træer og at undgå at forstyrre rødderne mindst muligt. Dette er én af årsagerne til ikke at vælge at udføre et traditionelt fundament, hvor man graver 1 m dybe render og udstøber med beton.

For - hvis det er nødvendigt - at føre belastningen fra huset, dvs. linielasten på fundamentet, ned i jorden, forbi rødderne, kan det overvejes at montere skruefundamenter med passende mellemrum, under fundamentet, før udførelse af dette.

Fundamentsfoden, der støbes i støbeformen, der udgøres af L-sokkel elementerne, og af gulvisoleringen, vil så skulle fungere som en bjælke fra skruefundament til skruefundament.

Belastningen på denne fundamentsbjælke, ses af side 3.15:

g	=	7,03 kN/m	
q	=	4,15 kN/m	(De variable laster sne, vind osv., kombineret)
g + q	=	11,18 kN/m	
Q,d	=	12,43 kN/m	

Beregningen viser, at selv med en cc afstand af 3,0 m for skruefundamenterne, vil en fundamentsbjælke svarende til betonbjælke 1 på side 6.19 være tilstrækkeligt.



Bruger: Thorvald Johannes Pedersen Sagsnavn: Dahlsvej 14, 5260 Odense S Bygningsdel: Fundamentsbjælke over skruefundamenter Emne: Normale lastkombinationer				Sag nr.: C24-29 Dato: 06-11 2024 Init: TJP Side 4.26		BJÆLKE, version 4.0 / EC Betonelement-Foreningen december 2014	
Momenter i kNm 		Forskydningskræfter i kN 		Spændvidde L = 3,00 m		Tværsnit h = 400 mm b = 400 mm	
				Længdearmering c' = 40 mm Tryklag t = 12 mm Trækklag 1 = 12 mm Trækklag 2 = 12 mm		b _{eff} = 400 mm c (mm) = 40 antal = 2 c (mm) = 40 antal = 0 c (mm) = 40 antal = 2	
				Bøjler Type 1: d = 6 mm, a = 200 mm, cotθ = 1,50 Type 2: d = 6 mm, a = 200 mm, cotθ = 1,50			
				Partialkoefficienter γ _c = 1,40 γ _s = 1,20		Længdearmering f _{yk} = 550 MPa f _{yd} = 458 MPa	
				Beton f _{ck} = 20 MPa f _{cd} = 14,3 MPa		Bøjlearmning f _{yk} = 550 MPa f _{yd} = 458 MPa	
				Nedbøjninger u _L = 0,4 mm u _{kar} = 0,4 mm		Krybetal RH = 55% t _o = 28 døgn φ _o = 2,74	
				Revnevidder w _{k,L} = urevnet w _{k,kar} = urevnet		Svindtøjning ε _{cs} = 0,47 o/oo	
				Momentkapacitet M _{Rd} = 37,0 kNm EI _{L,revnet} = 4164 kNm ² EI _{kort,revnet} = 4849 kNm		Forskydningskapacitet v/ trykbrud i krop: V _{Rd,0} = 330 kN v/ type 1 bøjler: V _{Rd,1} = 55 kN v/ type 2 bøjler: V _{Rd,2} = 55 kN	
Jævn fordelt laste p ₁ p ₂ p ₃ Langtidsværdi (kN/m) 7,0 0,0 0,0 Kar. værdi (kN/m) 11,2 0,0 0,0 Regnm. værdi (kN/m) 12,4 0,0 0,0 Excentricitet, exc. (mm) 60 0 0 x ₁ (m) 0,00 0,00 0,00 x ₂ (m) 3,00 0,00 0,00		Punktlaste P ₁ P ₂ P ₃ (kN) 0 0 0 (kN) 0 0 0 (kN) 0 0 0 (mm) 0 0 0 (m) 0,00 0,00 0,00		Kontrolparametre M (kNm) 7,9 37,0 x (mm) urevnet 31,1 ε ₀ (o/oo) urevnet 3,15 σ _{st} (MPa) urevnet 458 Z (mm) - 347		Forskydningskraftens største excentricitet, exc.: 60 mm Forankringskrav til hovedarmring over lejer, N _a : 17 kN	
tryklag t trækklag 1 trækklag 2 c måles til midte jern				Vejledning: <i>Betonelementbyggeriers statik</i>		NB: Resultaterne skal altid kontrolleres af ansvarlig statiker	

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 07-11 2024	Side: 6.27

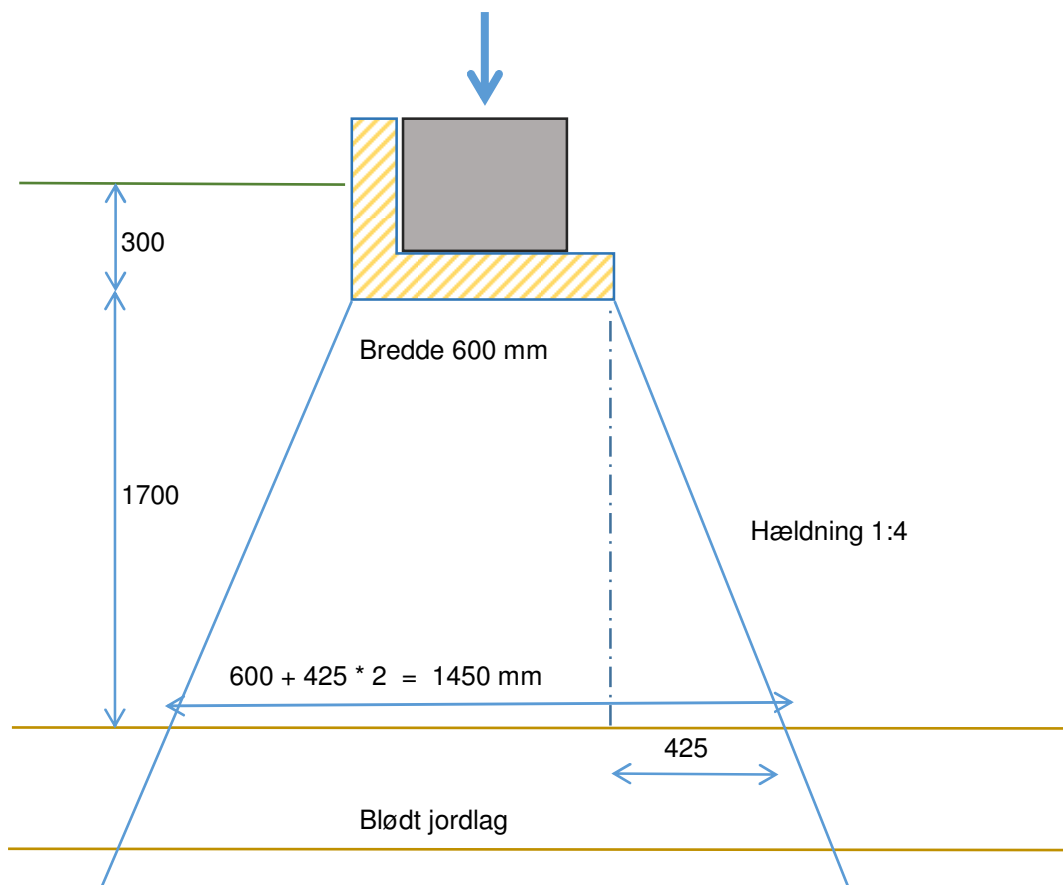
6. Fundamentsberegninger.

11. Gennemlokning.

I indledningen til dette kapitel, på side 6.2 nederst og 6.3 øverst nævnes det på basis af den geotekniske rapport, at jordlag i boring B2 er særligt bløde og derfor skal kontrolleres for "gennemlokning". Det bemærkes i øvrigt at boring B2 er i garagen, hvor vi netop har den største punktlast, nemlig fra kehlbjælken ned på den indvendige garagevæg.

Beregningen af "gennemlokningen" udføres på nøjagtigt samme måde som de tidligere fundamentsberegninger, hvor vi regnede trykspredning gennem L-elementets bund og ned på jorden under L-sokkel elementet.

Den bløde jord i B2 ligger længere nede, hvorfor trykspredningsprincippet vil se ud som følger:



Idét trykspredningen gennem jorden ifølge geotekniske rapport, skal regnes til 1:4, bliver den ekstra trykbredde 2,0 m under terræn (1,7 m under fundament), således: $1700 / 4 = 425$ mm.

Den totale trykbredde ("fundamentsbredde"), ved oversiden af det bløde jordlag bliver således 1,45 m.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 07-11 2024	Side: 6.28

6. Fundamentsberegninger.

11. Gennemlokning.

I fundamentsberegningen ved overside bløde ler jordlag, både med punktlast, såvel som linielast, skal der til belastningen medregnes egenvægten af de 1,7 m jord mellem underside fundament og overside bløde jordlag. Idét der i fundamentets længderetning blot regnes på 1,0 m's længde bliver egenvægten således, på den sikre side, med en rumvægt på 19,0 kN/m³:

$$g_{\text{jord}} = 1,45 \cdot 1,70 \cdot 19,0 = 46,8 \text{ kN}$$

$$\text{Dvs. } 92,3 + 46,8 = 139,1 \text{ kN}$$

Til gengæld kunne der også regnes med 2,0 m's overlejringsstryk, men hvis styrken er ok uden, udelades dette og beregningen vil uanset være på den sikre side. Desuden kunne man også i tilfældet med punktlast regne med trykspredning i fundamentets længderetning, men dette udelades også, på den sikre side.

Beregningen på den næste side, med den dårligere styrke af den bløde lerjord, viser en udnyttelsesgrad på 75,8% < 100% => OK!!

Dette viser således at for punktlasten sker der ikke gennemlokning i de dybere liggende bløde jordlag.

Den efterfølgende beregning anvender den største linielast plus ovennævnte vægt af jorden og her findes en udnyttelsesgrad for fundamentsberegningen på den bløde lerjord, på 27,4%.

Konklusion vedr. gennemlokning.

Beregningerne af "fundamentet" ved overside af de dybereliggende bløde ler jordlag viser at der ikke er risiko for gennemlokning. Beregningerne er udført en del på den sikre side, bl.a. uden overlejringsstryk osv. Ud fra dette kan det således vurderes, at det ikke er nødvendigt at udskifte jorden ned til under de bløde jordlag, men at man udmærket kan udføre de tidligere beregnede fundamenter ovenover disse bløde jordlag - på "normal" vis.

Som omtalt i den geotekniske rapport skal der dog udvises forsigtighed ved kørsel med maskiner direkte på jorden i disse områder. Der bør måske anvendes køreplader for at sprede trykket fra maskinerne, eller hvilke tiltag man ellers ville gøre.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 07-11 2024	Side: 6.29

Punktfundament 1, indvendig væg ved garage, blød ler.

Linielast ved overside fundament, V,d:	115,92 kN/m		
Vandret last på langs af fundament, H,d:	0,00 kN		
Antaget højde af fundament:	0,25 m		
Antaget bredde b af fundament:	0,40 m		
Antaget længde l af fundament:	1,20 m		
Antaget tykkelse af isolering under fundament:	1,70 m	(Eller dybde af trykspredning).	
Antaget højde af overlejringsstryk:	0,20 m		
Excentricitet:	20,00 mm	=	0,02 m
Rumvægt af jord, γ' :	19,00 kN/m ³		
Karakteristisk udrænet forskydningsstyrke:	30,00 kN/m ²		

Faktorer for beregning af regningsmæssige parametre:

$$\gamma_c = 1,2 \quad \gamma_{cu} = 1,80 \quad \gamma_\phi = 1,2$$

$$\text{Regningsmæssig udrænet forskydningsstyrke } c,u,d: \quad 16,7 \text{ kN/m}^2$$

Lodret last over fundamentets længde, V,d:	$115,92 \cdot 1,2$	=	139,1 kN
Egenvægt af fundament, G,fund:	$0,25 \cdot 0,4 \cdot 1,2 \cdot 24,5$	=	2,9 kN
Total last ved underside fundament, V,d:	$139,1 + 2,9$	=	142,0 kN
Fundamentsbredde efter trykspredning:	$0,6 + 0,425 \cdot 2$	=	1,450 m
Effektiv fundamentsbredde b':	$2 \cdot (1,45/2 - 0,02)$	=	1,410 m
Effektivt fundamentsareal, A':	$1,2 \cdot 1,41$	=	1,7 m ²
Effektivt overlejringsstryk q':	$19 \cdot 0,2$	=	3,8 kN/m ²

$$\text{Fundamentstrykket, } V,d / A': \quad 142 / 1,7 = 83,5 \text{ kN/m}^2$$

Øvrige faktorer, for beregningerne:

$$N_{c,0} = \pi + 2 = 5,14$$

$$s_{c,0} = 1 + 0,2 \cdot (b' / l) = 1 + 0,2 \cdot (1,41 / 1,2) = 1,24$$

$$d_{c,0} = 1 - \text{Idét der ses bort fra dybde faktoren.}$$

$$i_{c,0} = 0,5 + 0,5 \cdot \sqrt{1 - \frac{H_d}{A' \cdot c_{ud}}} = 1$$

Fundamentets bæreevne R,d / A' i ler tilfældet:

$$R_{d,A'} = N_{c,0} \cdot c_{ud} \cdot s_{c,0} \cdot i_{c,0} + q'$$

$$= 5,14 \cdot 16,7 \cdot 1,24 \cdot 1 + 3,8 = 110,2 \text{ kN/m}^2$$

Udnyttelsesgrad u:

$$u = (83,5 / 110,2) \cdot 100\% = 75,8 \%$$

Heraf ses at $R_{d,A'} > V_{d,A'} \Rightarrow$ fundamentet har tilstrækkelig styrke.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 07-11 2024	Side: 6.30

Fundament, generel beregning, blød ler.

Linielast ved overside fundament, V,d:	59,30 kN/m		
Vandret last på langs af fundament, H,d:	21,00 kN		
Antaget højde af fundament:	0,25 m		
Antaget bredde b af fundament:	0,40 m		
Antaget længde l af fundament:	1,20 m		
Antaget tykkelse af isolering under fundament:	1,70 m	(Eller dybde af trykspredning).	
Antaget højde af overlejringsstryk:	0,20 m		
Excentricitet:	20,00 mm	=	0,02 m
Rumvægt af jord, γ' :	19,00 kN/m ³		
Karakteristisk udrænet forskydningsstyrke:	30,00 kN/m ²		

Faktorer for beregning af regningsmæssige parametre:

$$\gamma_c = 1,2 \quad \gamma_{cu} = 1,80 \quad \gamma_\phi = 1,2$$

$$\text{Regningsmæssig udrænet forskydningsstyrke } c,u,d: \quad 16,7 \text{ kN/m}^2$$

Lodret last over fundamentets længde, V,d:	$59,3 * 1,2$	=	71,2 kN
Egenvægt af fundament, G,fund:	$0,25 * 0,4 * 1,2 * 24,5$	=	2,9 kN
Total last ved underside fundament, V,d:	$71,2 + 2,9$	=	74,1 kN
Fundamentsbredde efter trykspredning:	$0,4 + 1,7 + 0,1$	=	2,200 m
Effektiv fundamentsbredde b':	$2 * (2,2/2 - 0,02)$	=	2,160 m
Effektivt fundamentsareal, A':	$1,2 * 2,16$	=	2,6 m ²
Effektivt overlejringsstryk q':	$19 * 0,2$	=	3,8 kN/m ²

$$\text{Fundamentstrykket, } V,d / A': \quad 74,1 / 2,6 = 28,5 \text{ kN/m}^2$$

Øvrige faktorer, for beregningerne:

$$N_{c,0} = \pi + 2 = 5,14$$

$$s_{c,0} = 1 + 0,2 * (b' / l) = 1 + 0,2 * (2,16 / 1,2) = 1,36$$

$$d_{c,0} = 1 - \text{Idét der ses bort fra dybde faktoren.}$$

$$i_{c,0} = 0,5 + 0,5 \cdot \sqrt{1 - \frac{H_d}{A' \cdot c_{ud}}} = 0,86$$

Fundamentets bæreevne R,d / A' i ler tilfældet:

$$R_{d,0} / A' = N_{c,0} * c_{ud} * s_{c,0} * i_{c,0} + q' = 5,14 * 16,7 * 1,36 * 0,86 + 3,8 = 104,2 \text{ kN/m}^2$$

Udnyttelsesgrad u:

$$u = (28,5 / 104,2) * 100\% = 27,4 \%$$

Heraf ses at $R_{d,0} / A' > V,d / A' \Rightarrow$ fundamentet har tilstrækkelig styrke.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført. af: TJP	Dato: 23-10 2024	Side:

Kapitel 7.

Diverse beregninger - samlinger

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført. af: TJP	Dato: 23-10 2024	Side: 7.1

7. Diverse beregninger, samlinger o.lign.

1. Diverse beregninger.

- Vindsug på tag og vandret last.

Fastgørelsen af taget til huset afhænger af 3 faktorer: Lodret vindsug på taget, vandret last på / til stabiliserende vægge, parallelt med væggene og vindsug (eller -tryk) på ydervægge, vinkelret på væggene. I dette tilfælde er der tale om et pulntag / ensidig taghældning med en vinkel på 6 grader.

Ved vind på tværs af huset har de største opadrettede vindsug iht. DS/EN 1991 for en hældning på 6° på ca. 0,6 og op til 2,3.

Disse virker egentligt kun over mindre områder, så det vurderes på den sikre side at anvende en formfaktor på 1,0 som generel faktor på taget. Det vurderes derfor at være på den sikre side at anvende en generaliseret formfaktor på 1,2, inkl. indvendigt overtryk på 0,2.

Dette giver således en regningsmæssig vindlast (opadrettet vindsug) på:

$$q,w,d,sug = 0,65 * 1,2 * 1,5 = 1,17 \text{ kN/m}^2$$

Den stabiliserende egenvægt af taget er - regnet lidt på den sikre side, med reduktionsfaktor 0,70:

$$g,tag,stab = 1,23 * 0,70 = 0,86 \text{ kN/m}^2$$

Resulterende sug er da:

$$q,sug,res = 1,17 - 0,86 = 0,31 \text{ kN/m}^2$$

Det størst forekommende lastopland regnes til:

$$l,opland = 8,3 / 2 = 4,15 \text{ m}$$

Det resulterende sug hér, bliver da:

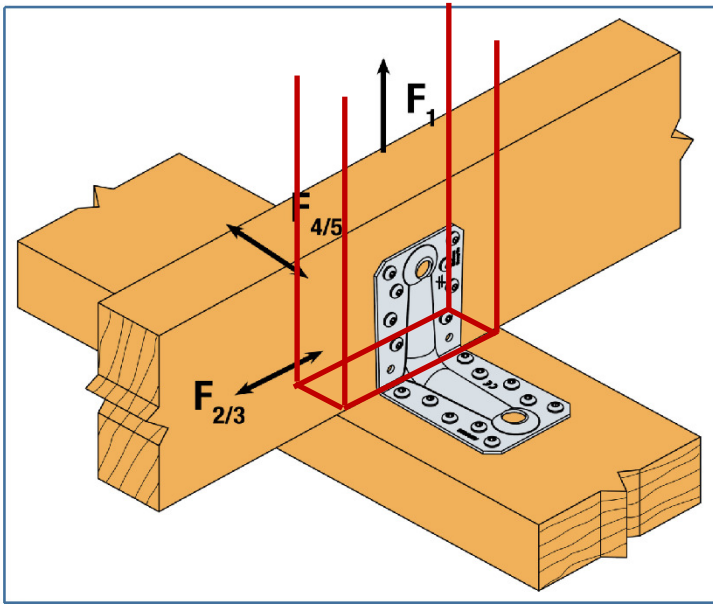
$$q,sug,res = 0,31 * 4,15 = 1,29 \text{ kN/m}$$

Udover udtræk fra selve suget opad (F,1), påvirkes samlingen også af tværlast ved overførsel af vandret last til væggene parallelt med væggene (F,4,5), samtidigt med et vindsug vinkelret på ydervæggene (F,2,3).

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 23-10 2024	Side: 7.2

7. Diverse beregninger, samlinger o.lign.

1. Diverse beregninger, forts.



Princip for belastninger på samlingen, dels ved top væg og bund af væg.

Baseret på side 5.3-4, ses det at den største vandrette last på langs med væggene vil være

$$q, w, v = 5,64 \text{ kN/m}$$

Vindsuget vinkelret på ydervæggene giver med en generel formfaktor på $0,8 + 0,2 = 1,0$ for zone B en belastning, som derved bliver, ved en væghøjde på op til ca. 2,7 m, i gennemsnit:

$$F, w, sug, ud = 0,65 * 1,0 * 1,5 * 2,7 * 0,5 = 1,32 \text{ kN/m}$$

Antages det at belastningen påvirker samlet set i gennemsnit cc fastgørelse pr.: 600 mm

- eller svarende til: 1,7 beslag/lbm

Fås følgende belastninger pr. samling:

$F, træk$	=	$1,29 / 1,7$	=	0,76 kN/beslag
$F, tvær, langs$	=	$5,64 / 1,7$	=	3,32 kN/beslag
$F, tvær, ud$	=	$1,32 / 1,7$	=	0,78 kN/beslag

For faktoren k, mod , anvendes: 1,1 - svarende til øjeblikkelig last og anvendelsesklasse 2.

I Simpson Strongtie kataloget og online er de karakteristiske bæreevner for ABR9020 vinkelbeslag angivet til og multipliceret med 1,0, idét det tænkes at anvende to beslag pr. samling:

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført. af: TJP	Dato: 23-10 2024	Side: 7.3

7. Diverse beregninger, samlinger o.lign.

1. Diverse beregninger, forts.

R,1,k	=	1,0 * 9,7		9,70 kN
R,2/3,k	=	1,0 * 9,4		9,40 kN
R,4/5,k	=	1,0 * 4,6 / 1,1 ^{0,7}	=	4,30 kN

Med partialkoefficient $\gamma_m = 1,35$, fås de regningsmæssige bæreevner således til:

R,1,d	=	(9,7 * 1,1) / 1,35	=	7,9 kN/beslag
R,2/3,d	=	(9,4 * 1,1) / 1,35	=	7,7 kN/beslag
R,4/5,d	=	(4,3 * 1,1) / 1,35	=	3,5 kN/beslag

For kombineret last fås således relationen:

$$(0,76 / 7,9)^2 + (3,32 / 3,5)^2 + (0,78 / 7,7)^2 = 0,92 < 1,0 \Rightarrow \text{OK!!!}$$

Dette giver således en ok bæreevne. Men dette er for den største vandrette last, der skal overføres til de stabiliserende vægge. Det er således kun nødvendigt at anvende denne samling over stabiliserende vægfelt F, der befinder sig i ydervæg mod syd, ud for køkken/alrum.

For fastgørelse af taget, anvendes hér således Simpson Strongtie ABR9020 vinkelbeslag, 2 stk. pr. spær, fastgjort med maksimum "udsømning" med 8 + 10 stk. Ø5,0x40 mm beslagskruer.

For de andre vægge er belastningerne mindre, især den vandrette last fra stabilitetstilfældet. Hér kan samlingen således formodentligt optimeres:

Baseret på side 5.3-4, ses det at en af de større, mindre vandrette laster på langs med væggene er:

$$q_{w,v} = 2,29 \text{ kN/m}$$

Vindsuget vinkelret på ydervæggene giver med en generel formfaktor på $0,8 + 0,2 = 1,0$ for zone B en belastning, som derved bliver, ved en væghøjde på op til ca. 2,7 m, i gennemsnit:

$$F_{w,sug,ud} = 0,65 * 1,0 * 1,5 * 2,7 * 0,5 = 1,32 \text{ kN/m}$$

Antages det at belastningen påvirker samlet set i gennemsnit cc fastgørelse pr.: 600 mm

- eller svarende til: 1,7 beslag/lbm

Fås følgende belastninger pr. samling:

F,træk	=	1,29 / 1,7	=	0,76 kN/beslag
F,tvær, langs	=	2,29 / 1,7	=	1,35 kN/beslag
F,tvær, ud	=	1,32 / 1,7	=	0,78 kN/beslag

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført. af: TJP	Dato: 23-10 2024	Side: 7.4

7. Diverse beregninger, samlinger o.lign.

1. Diverse beregninger, forts.

For faktoren k,mod, anvendes: 1,1 - svarende til øjeblikkelig last og anvendelsesklasse 2.
I Simpson Strongtie kataloget og online er de karakteristiske bæreevner for ABR9020 vinkelbeslag angivet til og multipliceret med 0,5, idét det tænkes at anvende ét beslag pr. samling:

R,1,k	=	0,5 * 9,7	=	4,85 kN
R,2/3,k	=	0,5 * 9,4	=	4,70 kN
R,4/5,k	=	0,5 * 4,6 / 1,1 ^{0,7}	=	2,15 kN

Med partialkoefficient $\gamma_m = 1,35$, fås de regningsmæssige bæreevner således til:

R,1,d	=	(4,85 * 1,1) / 1,35	=	4,0 kN/beslag
R,2/3,d	=	(4,7 * 1,1) / 1,35	=	3,8 kN/beslag
R,4/5,d	=	(2,15 * 1,1) / 1,35	=	1,8 kN/beslag

For kombineret last fås således relationen:

$$(0,76 / 4)^2 + (1,35 / 1,8)^2 + (0,78 / 3,8)^2 = 0,64 < 1,0 \Rightarrow \text{OK!!!}$$

Dette giver således en ok bæreevne reserve. For fastgørelse af taget, anvendes således Simpson Strongtie ABR9020 vinkelbeslag, cc 600 mm, da spær sidder cc 600 mm, fastgjort med maksimum "udsømning" med 8 + 10 stk. Ø5,0x40 mm beslagskruer. Dette vil således kunne fastgøre taget til facadevæggene, for alle de forekommende belastninger. Spær over stabiliserende vægfelter 2, 3 og F, skal således fastgøres med 2 beslag pr. spær.

Tilsvarende betragtninger gælder ved bunden af væggene. Men her skal vi se på fastgørelse af væggene til betongulv / fundament, med betonskruer.

Anvendes således Ø10 mm betonskruer, vil disse have en tværbæreevne pr. stk. på:

$$F_{\text{Ø12,tvær,d}} = 15,1 \text{ kN}$$

Dette er den anbefalede tværlast, men da betonskruerne vil komme til at stå relativt tæt på en kant reduceres bæreevnen på den sikre side, med en faktor 0,7:

$$F_{\text{Ø10,tvær,d}} = 15,1 * 0,7 = 10,57 \text{ kN}$$

Fra side 5.79 fandt vi udtræksbæreevnen af betonskruen til:

$$F_{\text{Ø10,op,d}} = 7,5 \text{ kN}$$

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført. af: TJP	Dato: 23-10 2024	Side: 7.5

7. Diverse beregninger, samlinger o.lign.

1. Diverse beregninger, forts.

De største belastninger på væggene var:

F, træk(op)	=	1,29 kN/m
F, tvær, langs	=	5,64 kN/m
F, tvær, ud	=	1,32 kN/m

Væggene fastgøres med betonskruer, med cc afstand på: 1200 mm = 1,2 m
- hvorved belastning pr. betonskrue bliver:

F, træk(op)	=	1,29 * 1,2	=	1,55 kN/skrue
F, tvær, langs	=	5,64 * 1,2	=	6,77 kN/skrue
F, tvær, ud	=	1,32 * 1,2	=	1,58 kN/skrue

R, 1,d	=	7,50 kN/skrue
R, 2/3,d	=	10,57 kN/skrue
R, 4/5,d	=	10,57 kN/skrue

For kombineret last fås således relationen:

$$(1,55 / 7,5)^2 + (6,77 / 10,57)^2 + (1,58 / 10,57)^2 = 0,48 < 1,0 \Rightarrow \text{OK!!!}$$

Dvs. at alle vægge kan fastgøres med Ø12 mm betonskruer cc 1,2 m.

2. Samlinger mellem vægge.

Stabilitetsberegningerne anviser ikke nogen krav til samlingerne mellem væggene. Samlingen skal derfor blot være så stærk, at der ikke opstår revner mellem væggene.

Det antages derfor at denne samling kan udføres med Ø6 mm konstruktionstræskrue cc 400 mm.

3. Øvrige samlinger.

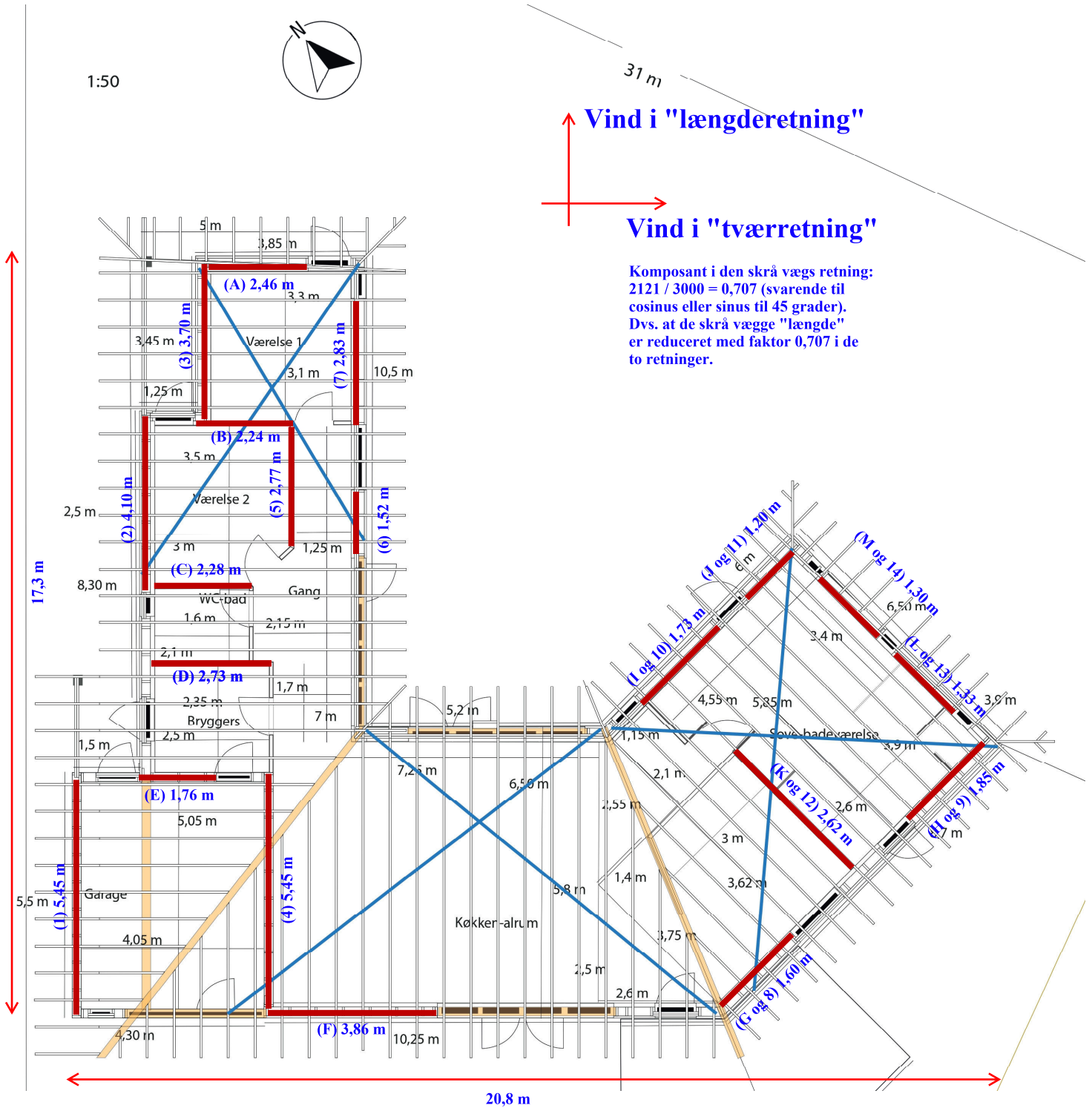
Diverse øvrige samlinger, som mellem spær og limtræs bjælker, mellem bjælker indbyrdes osv., i det omfang de ikke er behandlet tidligere i løbet af beregningsrapporten, behandles i nødvendigt omfang i en endelig version af beregningsrapporten, når fundamentsberegningerne udføres i endelig udgave. Til den tid er det formodentligt også besluttet om de konstruktionsdimensioner, der er beregnet også er de dimensioner, der anvendes, eller om der laves noget om, der ændrer dimensionerne.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført. af: TJP	Dato: 23-10 2024	Side:

Kapitel 8.

Appendix - oversigtstegninger med resultater

Udvælgelse af stabiliserende vægge.



Note:
 Omfang af fundamenter - om der f.eks. skal være fundamenter under alle de stabiliserende vægfelter, beslattes når fundamentsberegningerne udføres i endelig udgave. I nogle tilfælde kan "fundament" formodentligt udgøres af betongulvet alene og den almindelige terrændæk isolering - og i nogle tilfælde evt. med trykfast isolering som fundament.

Opsummering af diverse resultater af konstruktionsberegninger.

1:50



31 m

Spærtræ C24, 45x365 mm (45x295 + 45x70 mm), cc 600 mm.
Over køkken / alrum og sove-/badeværelse kan man evt. med fordel vælge cc 400 mm, for at reducere nedbøjning.
45x70 mm spærtræ limes på 45x295 mm spærtræ med fulddækkende konstruktionstrælim og samling sikres yderligere med Ø6 mm konstruktionstræsruer cc 300 mm, længde skruer, minimum 150 mm.
Ref.: Side 4.1.

Spærtræ C24, 2 x 45x245 mm.
Ref.: Side 4.75.

Limtræsbjælke GL30,
90x400 mm.
Ref.: Side 4.65.

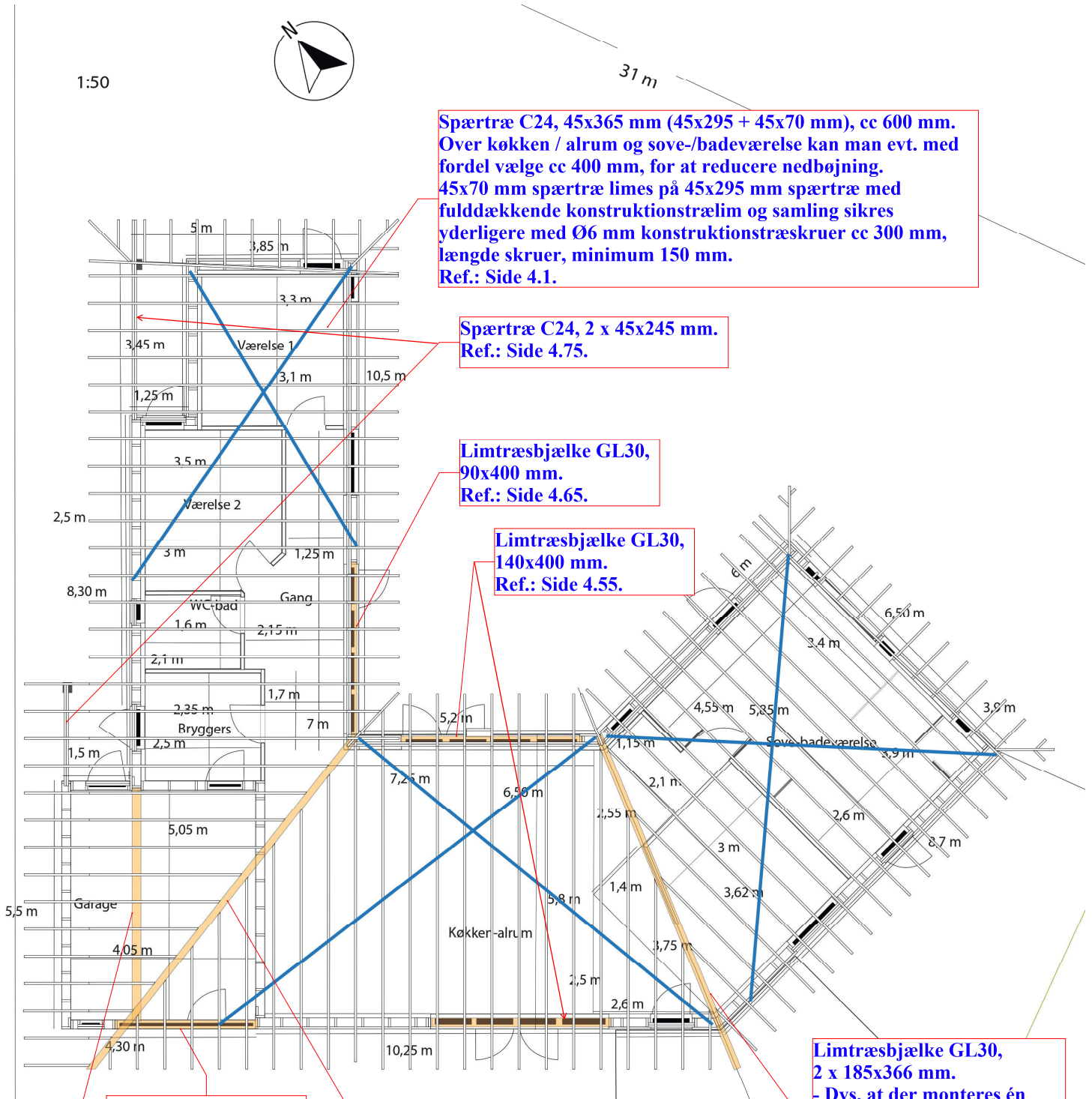
Limtræsbjælke GL30,
140x400 mm.
Ref.: Side 4.55.

Limtræsbjælke GL30,
2 x 185x366 mm.
- Dvs. at der monteres én bjælke 185x366 mm på hver side af kehl linien.
Ref.: Side 4.11.

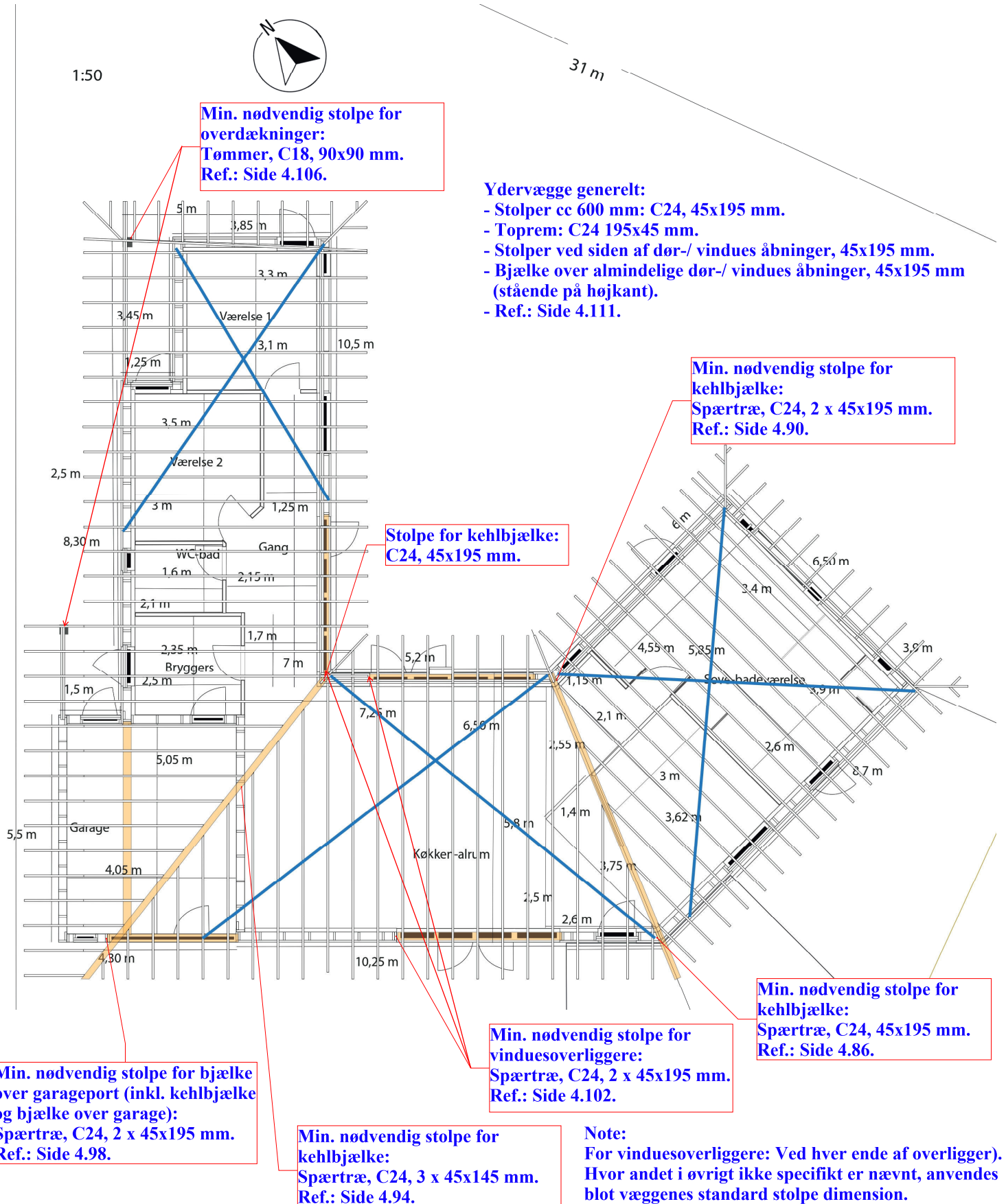
Limtræsbjælke GL30,
2 x 90x366 mm.
- Dvs. at der monteres én bjælke 90x366 mm på hver side af kehl linien.
Ref.: Side 4.22.

Limtræsbjælke GL30,
115x333 mm.
Ref.: Side 4.44.

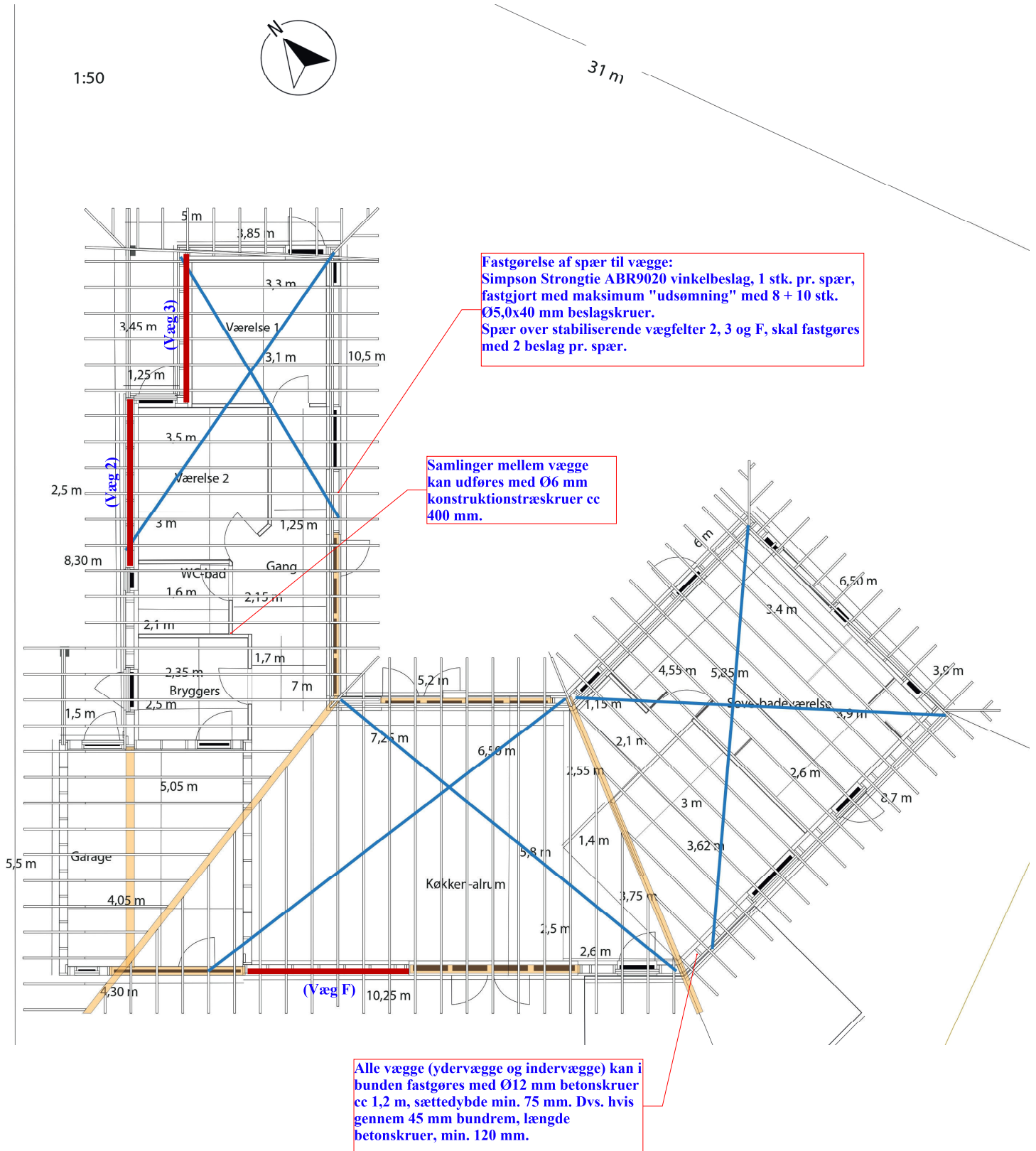
Limtræsbjælke GL30,
115x366 mm.
Ref.: Side 4.33.



Opsummering af diverse resultater af konstruktionsberegninger.



Opsummering af diverse resultater af konstruktionsberegninger.
- Samlinger.

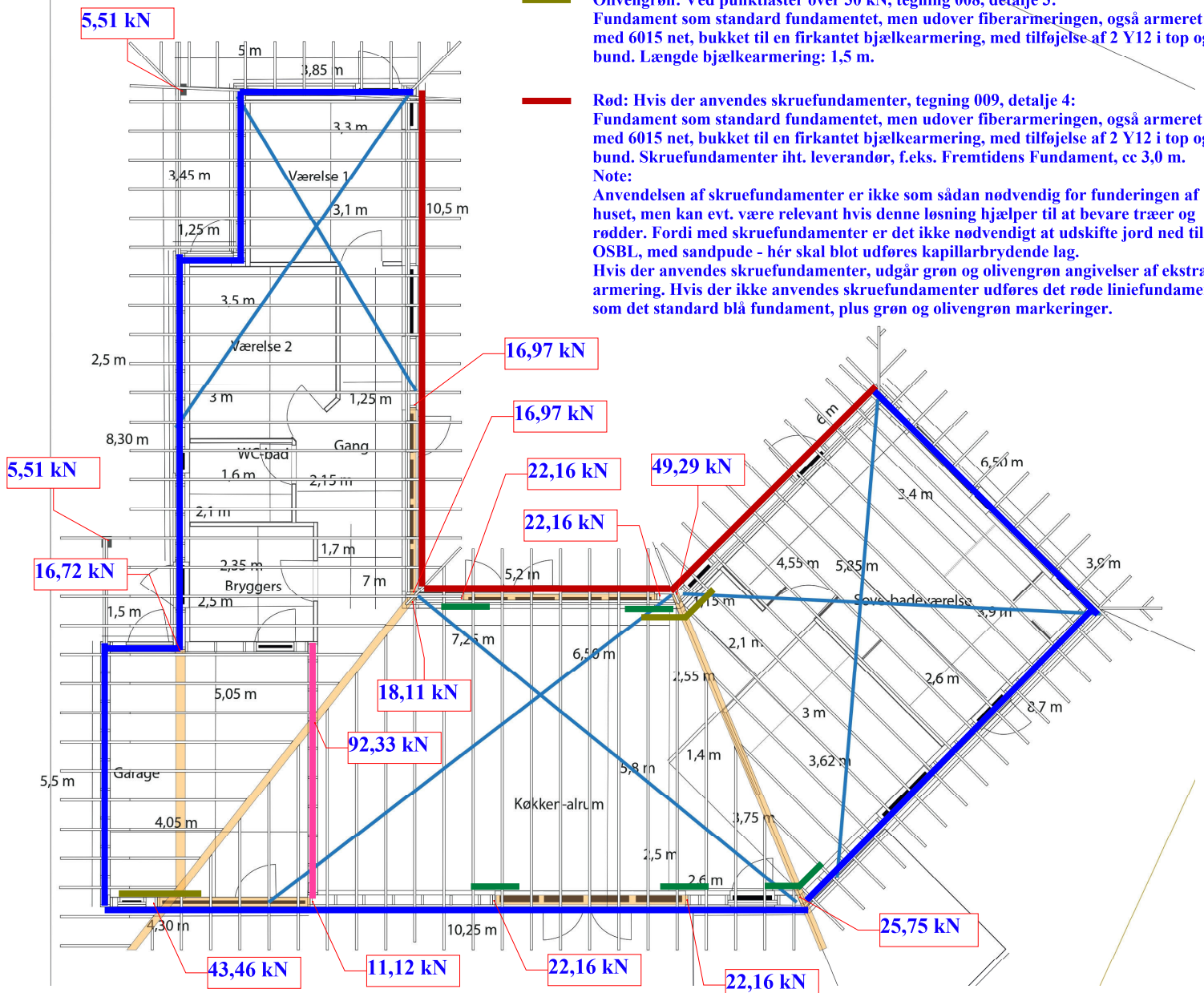


Note:

Diverse øvrige samlinger, som mellem spær og limtræsbjælker, mellem bjælker indbyrdes osv., behandles i nødvendigt omfang i en evt. senere version af beregningsrapporten, når alt konstruktionsteknisk er besluttet. Til den tid er det formodentligt også besluttet om de konstruktionsdimensioner, der er beregnet også er de dimensioner, der anvendes, eller om der laves noget om, der ændrer dimensionerne.

Opsummering af diverse resultater af konstruktionsberegninger.
- Fundamenter.

1:50

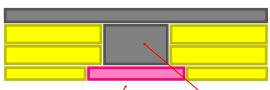


- **Blå:** Det generelle standard fundamentet for huset, tegning 006, detalje 1: Jackon / Bewi el.tilsv. L-sokkel element. Styrke min. som Jackofoam 300 (JF300) med langtidstrykstyrke på 140 kN/m². Betonfod 400x400 mm (inkl. betongulvets tykkelse). Støbes ud i ét sammen med betongulvet. Beton min. C25, armeret med plastfiberarmering, Durus Easy Finish, 2 kg/m³, ingen stålarmring. Omkring udsparringer, i betongulv som f.eks. bruseniche ellign. kan det være en fordel at armere ekstra med f.eks. Y8 armeringsstål, ved hjørner.
- **Grøn:** Ved punktlaster mellem 20 og 30 kN, tegning 007, detalje 2: Fundament som standard fundamentet, men udover fiberarmeringen, også armeret med 6015 net, bukket til en firkantet bjælkearmering, af en længde på 0,8 m.
- **Olivengrøn:** Ved punktlaster over 30 kN, tegning 008, detalje 3: Fundament som standard fundamentet, men udover fiberarmeringen, også armeret med 6015 net, bukket til en firkantet bjælkearmering, med tilføjelse af 2 Y12 i top og bund. Længde bjælkearmering: 1,5 m.
- **Rød:** Hvis der anvendes skruefundamenter, tegning 009, detalje 4: Fundament som standard fundamentet, men udover fiberarmeringen, også armeret med 6015 net, bukket til en firkantet bjælkearmering, med tilføjelse af 2 Y12 i top og bund. Skrufundamenter iht. leverandør, f.eks. Fremtidens Fundament, cc 3,0 m.

Note:
Anvendelsen af skruefundamenter er ikke som sådan nødvendig for funderingen af huset, men kan evt. være relevant hvis denne løsning hjælper til at bevare træer og rødder. Fordi med skruefundamenter er det ikke nødvendigt at udskifte jord ned til OSBL, med sandpude - hér skal blot udføres kapillarbrydende lag. Hvis der anvendes skruefundamenter, udgår grøn og olivengrøn angivelser af ekstra armering. Hvis der ikke anvendes skruefundamenter udføres det røde liniefundament som det standard blå fundament, plus grøn og olivengrøn markeringer.

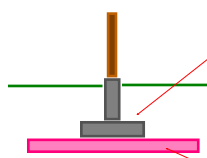
Punktfundamenter for overdækkede arealer:

■ **Lyserrød:** Ved stor punktlast på indvendig garagevæg:



Trykfast pladeisolering, XPS500, XPS700 eller celleglas PG600, t = 100 mm, bredde 600 mm.

400 mm bred betonfod og 400 mm høj (inkl. betongulv), armeret som olivengrøn, detalje 3, tegning 008. Længde 1,5 m, centreret under punktlast - eller blot i hele væggens længde, hvis dette er enklere.



Betonplade f.eks. 400x400x150 mm, samt betonfod, 150x150 mm til træstolperne.

Trykfast pladeisolering, XPS500, XPS700, 600x1200 mm (om muligt 1200x1200 mm) eller celleglas PG600, 800x1200 mm, t = 100 mm.

Sags nr. C24-29	Dahlsvej 14, 5260 Odense S Nybyggeri af enfamilieshus	Udført af: TJP	Dato: 08-11 2024	Side:

Underskriftsside

Denne dokumentation "statiske beregninger", er udført af:



M.Sc.E. Thorvald Johannes Pedersen

Dato: 8. november 2024