

Statiske beregninger

Opsætning af altaner

Matr. nr. 1386 Udenbys Vester Kvarter

København

Krusågade 35, 1. 2. & 3. tv.

1719 København V

B-j.nr. 216742-1

Odense den 2005-04-10

Lars Bredahl

Lars Bredahl
Civilingeniør

INDHOLDSFORTEGNELSE

1 BESKRIVELSE AF DET STATISKE SYSTEM	3
2 BEREGNINGSFORUDSÆTNINGER	3
2.1 NORMER	3
2.1.1 Sikkerhedsklasse.....	3
2.2 MATERIALER	3
2.2.1 Konstruktionsstål	3
2.3 MURVÆRK	3
2.4 LITTERATUR.....	3
3 LASTER	3
3.1 EGENLAST ALTANER	3
3.1.1 Fladelast.....	3
3.1.2 Linjelast	3
3.2 NYTTELAST, KARAKTERISTISK.....	3
3.2.1 Fladelast.....	3
3.2.2 Linjelast	3
3.3 REGNINGSMÆSSIGE LASTER.....	3
4 SNITKRÆFTER, REAKTIONER OG SPÆNDINGER	3
4.1 ALTAN	3
4.1.1 Skråafstivning	3
4.1.2 Altanbund	4
4.1.3 Forkant.....	4
4.1.4 Bagkant.....	4
5 MURVÆRK	5
5.1 BÆREEVNE MURVÆRK	5
5.2 REAKTION.....	5
5.2.1 Limankre.....	5
5.3 NORMALKRAFT OG BØJNINGSBÆREEVNE	5
5.3.1 Forskydning lokalt omkring bolt	6
6 BRAND	6
7 BILAG	6
7.1 FIGURER.....	6
7.2 TEGNINGERNE NR. 01 OG 02. SMEDEFIRMAET INGOLF MADSEN	6
7.3 MÅLTE VÆGTYKKELSER	6

1 BESKRIVELSE AF det STATISKE SYSTEM.

Altanerne ophænges i de kraftige mure. Altanerne forsynes med skråstivere, som giver bøjning i murværket. Skråstiverne danner vinklen $50,5^{\circ}$ med vandret. Fladstålet langs muren overfører altanlasten til murpillerne i siderne.

2 BEREGNINGSFORUDSÆTNINGER

2.1 Normer

DS 409 (2.1), 410 (4.1), DS 412(3.1), DS414(5.1).

2.1.1 Sikkerhedsklasse

Normal sikkerhedsklasse.

2.2 Materialer

2.2.1 Konstruktionsstål

Profiler plader og beslag S235 $f_{yk} \geq 235 \text{ N/mm}^2$
Syrefast stål A4, styrkeklasse 50.

2.3 Murværk

Stenklasse 15, kalkmørtel K100/1200.
Regningsmæssig trykstyrke $f_{cnd} \geq 1,0 \text{ N/mm}^2$

2.4 Litteratur

Teknisk Ståbi 18. udgave.
Hilti ankerhåndbog 28-10-2002.

3 LASTER

3.1 Egenlast altaner

3.1.1 Fladelast

Brædder 28 mm $0,028 \cdot 7 = 0,2 \text{ kN/m}^2$
Stålrør pr 400 mm $0,07/0,4 = 0,2 \text{ kN/m}^2$
Samlet fladelast $= 0,4 \text{ kN/m}^2$

3.1.2 Linjelast

Kantprofil UNP 140 $= 0,16 \text{ kN/m}$
Rundstål $= 0,08 \text{ kN/m}$
Fladstål $= 0,04 \text{ kN/m}$
Samlet linjelast $= 0,28 \text{ kN/m}$

3.2 Nyttelast, karakteristisk

3.2.1 Fladelast

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

3.2.2 Linjelast

Linjelast med lastbredden 0,1m $= 1,0 \text{ kN/m}$

3.3 Regningsmæssige laster

Fladelast $q_d = 1,3 \cdot 2 + 0,2 + 0,2 = 3,0 \text{ kN/m}^2$
Linjelast $q_{ld} = 0,28 + 1,3 \cdot 1 = 1,6 \text{ kN/m}$

4 SNITKRÆFTER, REAKTIONER OG SPÆNDINGER.

4.1 Altan

De aktuelle laster tilnærmes med de i bilag 1 angivne. Cirkelafsnittet tilnærmes med en trekant med tilnærmelsesvist samme tyngdepunkt og areal.

4.1.1 Skråafstivning

Moment om altanens bagkant

Fladelast

Bidrag fra rektangel $M_1 = 1/2 \cdot 3,4 \cdot 3 \cdot 0,75^2 = 2,87 \text{ kNm}$

Bidrag fra trekant	$M_2 = (0,75+0,2)*1/2*3,4*0,55*3 = 2,66 \text{ kNm}$
<u>Linjelast</u>	
Bidrag fra linjelast	$M_3 = 1,6*(0,75+1/2*0,55)*2*1,8 = 5,9 \text{ kNm}$
Regningsmæssigt moment	$M_{sd} = 2,87+2,66+5,9 = 11,4 \text{ kNm}$

Momentet optages ved træk i de 2 skråbånd.

Træk i en skråstiver med angrebepunkt 720 mm fra mur.

Vandret træk ved mur $T = 1/2*11,4/0,72/\tan(50,5) = 6,5 \text{ kN}$

Træk i skråbånd $6,5/\cos(50,5) = 10,2 \text{ kN}$

Lodret reaktion fra skråbånd $10,2*\sin(50,5) = 7,9 \text{ kN}$

Trækspænding i skråbånd $\sigma = 10,2e3/(10*30) = 34 < 201 \text{ N/mm}^2$

Kantsøm ved altanbund

Længde af kantsøm $30/\sin(50,5) = 38 \text{ mm}$

Ækvivalent normalkraft $N'_{eq,s} = \text{sqrt}(7900^2+1,5*6500^2)/38 = 295 < 883 \text{ N/mm}$

Det ses umiddelbart at svejdesømmene har tilstrækkelig bæreevne.

Bøjning i lodret fladstål

Afstand mellem gennemgående anker og skråafstivning: 40 mm

Tilnærmet model fremgår af fig. 2 bilag1.

Træk i gennemgående bolt $F = 6,5*90/50 = 11,7 \text{ kN}$

Bøjning i plade 70x12 $M = 6,5*0,04 = 0,26 \text{ kNm}$

Bøjningsspænding $\sigma = 0,26e6/(1/6*(70-13)*12^2) = 190 < 201 \text{ N/mm}^2$

Tryk på murværk $11,7-6,5 = 5,2 \text{ kN}$

Trykspænding på mur $5,2e3/70/75 = 0,99 < 1 \text{ N/mm}^2$

Gennemgående bolt M12

Trækbæreevne iht. Ståbi $T = 43,5*0,375*0,85 = 13,9 > 11,7 \text{ kN}$

Der er regnet med skåret gevind og på den sikre side en styrke svarende til boltkvalitet 3.6.

4.1.2 Altanbund

Stålrør 80x40x3 mm pr 425 mm.

Moment $M = 1/8*0,425*3*1,3^2 = 0,27 \text{ kNm}$

Bøjningsspænding $\sigma = 0,27e6/13,6e3 = 19,7 < 201 \text{ N/mm}^2$

4.1.3 Forkant

UNP140. Spænd 3,4 m. Profilet er effektivt fastholdt af rørprofilet, så der kan ses bort fra vridning.

Linjelast $q \leq 1,6+1/2*(0,75+0,55)*3 = 3,6 \text{ kN/m}$

Bøjningsmoment $M \approx 1/8*3,6*3,4^2 = 5,2 \text{ kNm}$

Bøjningsspænding $\sigma = 5,2e6/86,4e3 = 60,1 < 201 \text{ N/mm}^2$

4.1.4 Bagkant

Fladstål 140x12 mm. Spændvidde 3,4 m.

Der regnes med samme linjelast som på forkanten $q = 3,6 \text{ kN/m}$.

Bøjningsmoment $M = 1/8*3,6*3,4^2 = 5,2 \text{ kNm}$

Bøjningsspænding $\sigma = 5,2e6/(1/6*12*140^2) = 132 < 201 \text{ N/mm}^2$

Kipning af fladstål.

Stålet er fastholdt mod drejning af firkantrørene pr 425 mm.

Vridningsinertimoment $I_v = 1/3*140*12^3 = 80640 \text{ mm}^4$

$$\begin{aligned} \text{Inertimoment om svag akse} & I_z = 1/12 * 140 * 12^3 = 20160 \text{ mm}^3 \\ \text{Hvælvingsinertimoment} & I_w = 1/4 * 20160 * 140^3 = 1,38e10 \text{ mm}^4 \\ & kl = \text{sqrt}(0,386 * 80,6e3 * 425^2 / 1,38e10) = 0,64 \end{aligned}$$

Kritisk moment efter elasticitetsteorien (Teknisk Ståbi afsnit 6.5.2.2).

$$M_{cr} = 1/8 * 84 * 1,79e5 * 20160 / 425^2 * 140 = 29,4 \text{ kNm}$$

$$\text{Slankhedsforhold} \quad \lambda = 1,05 * \text{sqrt}(1/6 * 140 * 12^2 * 201 / 29,4e6) = 0,16 < 0,4$$

Der er ikke risiko for kipning.

Nedbøjning

Nedbøjning for 1 kN på midten

$$u = 1/48 * 1000 * 3400^3 / 2,1e5 / (1/12 * 12 * 140^3) = 1,4 \text{ mm.}$$

Acceptabel nedbøjning for at undgå ubehagelige svingninger ved spænd op til 3,5 m er 1,5 mm > 1,4 mm. Altanen har tilstrækkelig stivhed.

5 MURVÆRK

5.1 Bæreevne murværk

Snitkræfterne i murværket er bestemt ud fra påvirkningerne fra altanerne og egenlast væg. Der er set bort fra lasten fra etageadskillelser og vind. Bidrag fra etageadskillelser kan føres lodret ned til fundament og bidrager kun med en beskeden forøgelse af tryknormalspændingen i de betragtede kritiske snit. Der er set bort fra tværskillevæggenes afstivende virkning, til gengæld regnes de i stand til at optage vindkræfterne.

5.2 Lodret reaktion

$$\text{Bidrag fra fladelast} \quad (3,4 * 0,75 + 0,55 / 2 * 3,4) * 3 = 10,5 \text{ kN}$$

$$\text{Bidrag fra linjelast} \quad 3,4 * 1,6 = 5,44 \text{ kN}$$

Kraften fordeles på to murpiller

$$\text{Kraft pr pille} \quad (10,5 + 5,44) / 2 = 8,0 \text{ kN.}$$

5.2.1 Limankre.

Forskydningskraften regnes overføre til murværket med 4 limankre pr pille

$$\text{Forskydning pr bolt} \quad F = 8,0 / 4 = 2,0 \text{ kN}$$

I henhold til Hilti's katalog er bæreevnen 3,0 kN i dårligt 1.stens murværk.

Limankrene kan overføre forskydningskraften.

5.3 Normalkraft og bøjningsbæreevne

Mest kritisk er er ophængt af den øverste altan, hvor normalkraften er mindst. Etagehøjde 3,0 m. Murtykkelsen ved ophæng er målt til ca. 460 cm. Der er konservativt regnet med hulmur med trådbindere på den overliggende etage.

Lejlighed nr. 07

$$\text{Tag} \quad 2 * 0,55 = 1,1 \text{ kN/m}$$

$$\text{Tagrum 29 cm hulmur} \quad 4 * 4 = 16,0 \text{ kN/m}$$

$$\text{Facade 2 sten massiv mur} \quad 2 * 7,9 = 15,8 \text{ kN/m}$$

$$\text{Normalkraft niveau med stæg} = 32,9 \text{ kN/m}$$

Da tryknormalkraften virker stabiliserende er den regningsmæssige normalkraft

$$N_{sd} = 32,9 * 0,8 = 26,3 \text{ kN/m}$$

Hulmuren giver et excentricitetsmoment ved top af den betragtede væg, idet hulmuren er forskudt 90 mm. Der er dog på den sikre side valgt at se bort fra dette excentricitetsmoment.

Momentet i muren optages i 2 murpiller hver med en regningsmæssig bredde på mindst 1,0 m, idet brudfiguren skal være geometrisk mulig.

Bøjningsmoment i murværk idet kraften $Q = 6,5$ kN virker 0,95 over etageadskillelsen.

$$M_{sd} = 0,95 * 2,05/3 * 6,5 = 4,2 \text{ kNm}$$

Excentricitet i murværk

$$e = 4,2 / (1,0 * 26,3) = 0,16 \text{ m.}$$

Trykspænding i murværket

$$\sigma = 26,3e3 / (460 - 2 * 160) / 1000 = 0,2 < 1,0 \text{ N/mm}^2$$

5.3.1 Forskydning lokalt omkring bolt

Trækraften optages af M12 bolt med vederlagsplade.

Udrivning af plade 10x100x100 mm.

Friktion langs øvre og nedre kant $\approx 2 * 0,6 / 1,22 * 26,3 * 0,10 = 2,6$ kN

Forskydning vinkelret på fugerne

$$V = 2 * 0,07 * 15 / 1,84 * 100 * 470 * 0,5 * 1e-3 = 26,8 \text{ kN}$$

Bæreevnen er OK.

6 BRAND

I henhold til Hilti, ankerhåndbog har limankrene en karakteristisk bæreevne på 2,5 kN efter 30 min standardbrand. Altanen har den krævede brandsikkerhed.

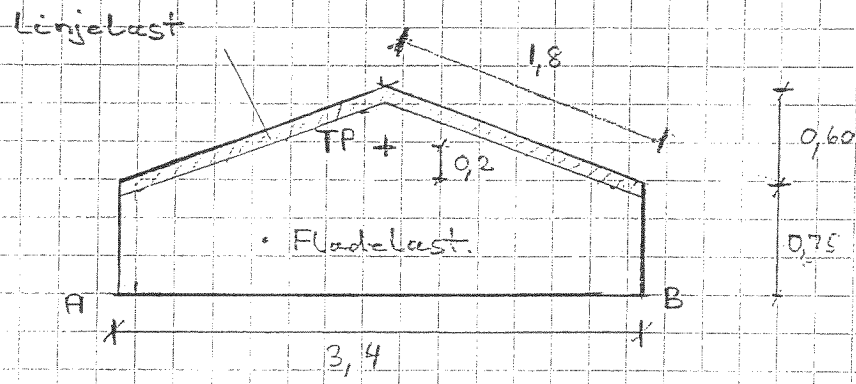
7 BILAG

7.1 Figurer

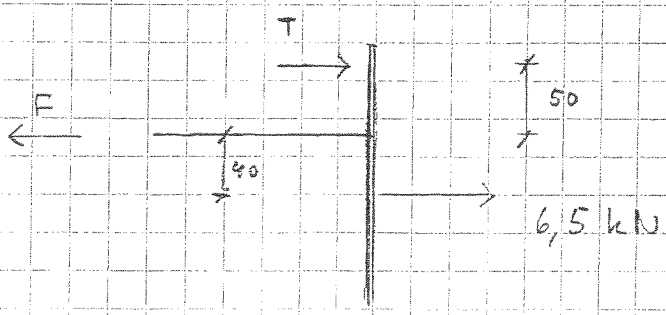
7.2 Tegningerne nr. 01 og 02. Smedefirmaet Ingolf Madsen.

7.3 Målte vægtykkelser

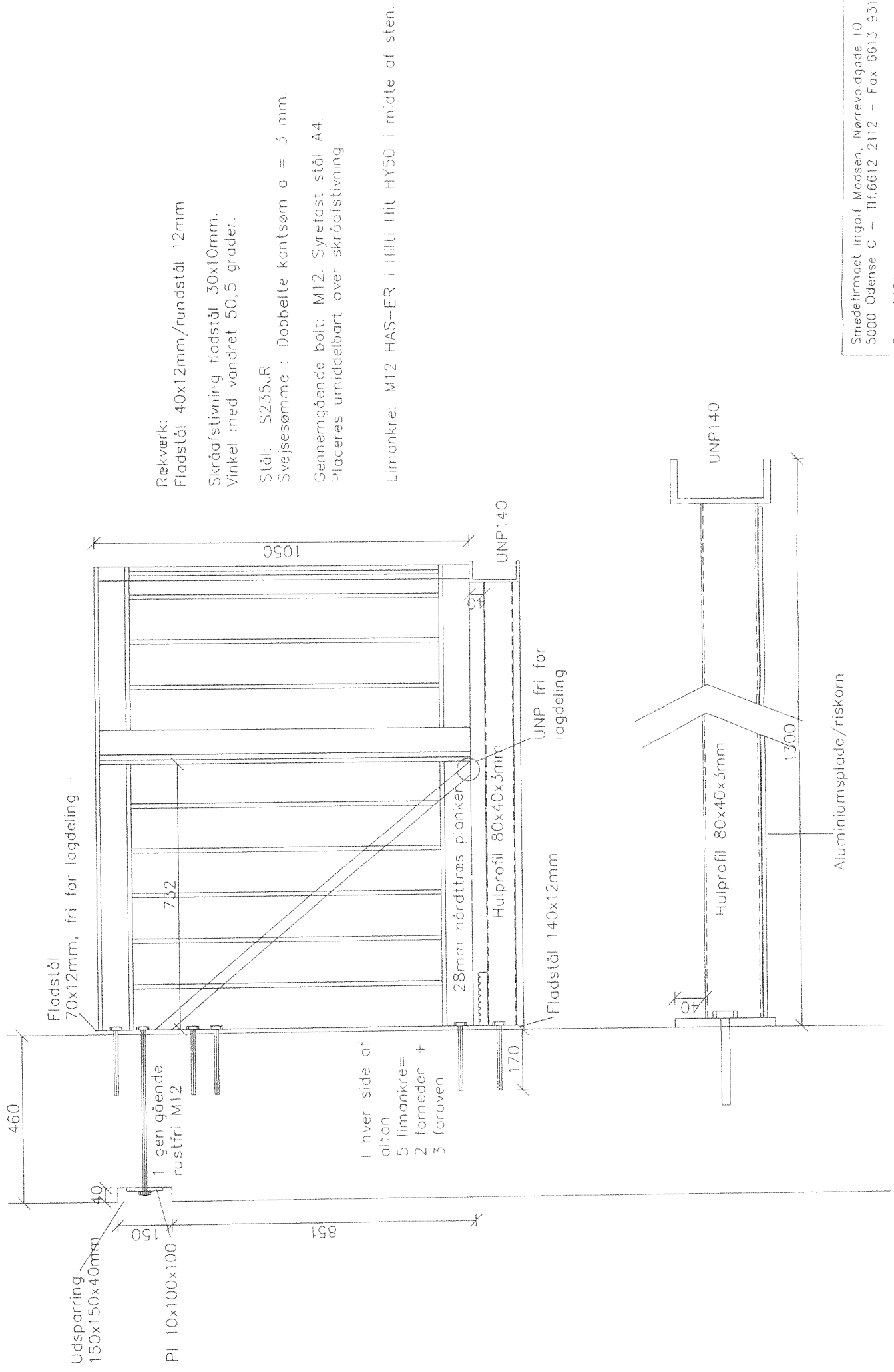
Bilag 1



Tilnærmet belastningsplan for altan
Fig. 1.



Statisk model for fastgørelse af skråafstøvning
fig 2.



Rækværk:
 Fladstål 40x12mm/rundstål 12mm
 Skråafstivning fladstål 30x10mm.
 Vinkel med vandret 50,5 grader.

Stål: S235JR
 Svejsesømme : Dobbelte kantsøm $a = 3$ mm.
 Gennemgående bolt: M12. Syrefast stål A4.
 Placeres umiddelbart over skråafstivning.

Limankre: M12 HAS-ER i Hilti Hit HY50 i midte af sten.

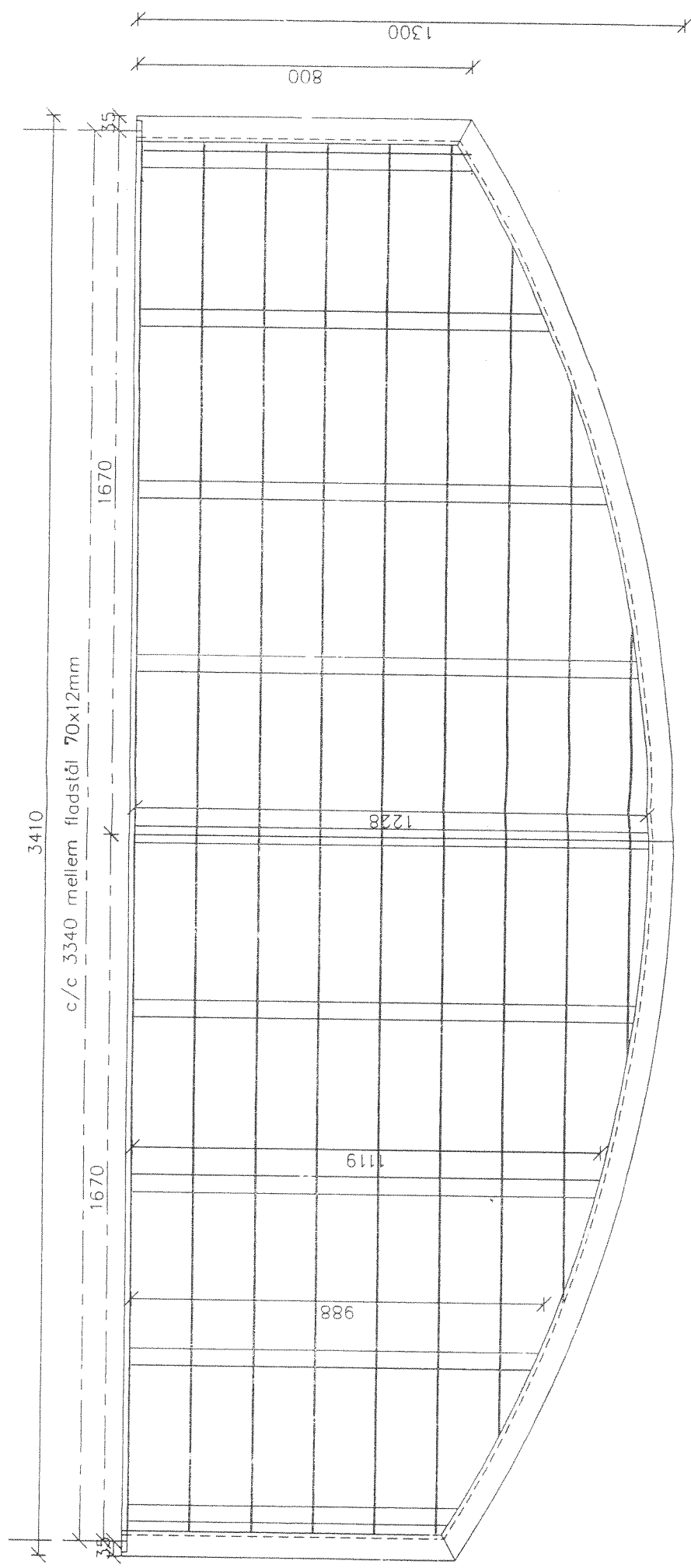
I hver side af
 altan
 5 limankre=
 2 forneden +
 3 foroven

Aluminiumsplade/riskorn

Smedefirmaet Ingoif Madsen, Nørrevoldgade 10.
 5000 Odense C - Tlf.6612 2112 - Fax 6613 5313
 Sag: 4491 Krusågade 35, 1719 København
 Galv. altaner

Tegn.nr.002

10.03.200



Smedefirmaet Ingolf Madsen, Nørrevoldgade 10
 5000 Odense C - Tlf. 6612 2112 - Fax 6613 9313
 Sag: 4491 Krusågade 35, 1719 København
 Galv. altaner
 Tegn.nr.001



Bilag 3.

Smedefirmaet Ingolf Madsen, Nørrevoldgade 10, 5000 Odense C
Tlf. 6612 2112 - Fax 6613 9313

TELEFAX TIL: Ingeniørfirmaet Lars Bredahl

ATT:

TELEFAX NR.: 6262 2795

TELEFAX FRA: 6613 9313 Smedefirmaet Ingolf Madsen

TELEFON : 6612 2112

ANTAL SIDER INCL. DENNE: 3

DATO: 14.03.2005

Vedr.: Krusågade 35, 1719 København V.

Der er foretaget boreprøver og væggen er massiv.

Vægtykkelser:

1. sal ca. 600mm
2. sal ca. 460mm
3. sal ca. 460mm
4. sal ca. 300mm

Med venlig hilsen
Smedefirmaet Ingolf Madsen

Ingolf Madsen
