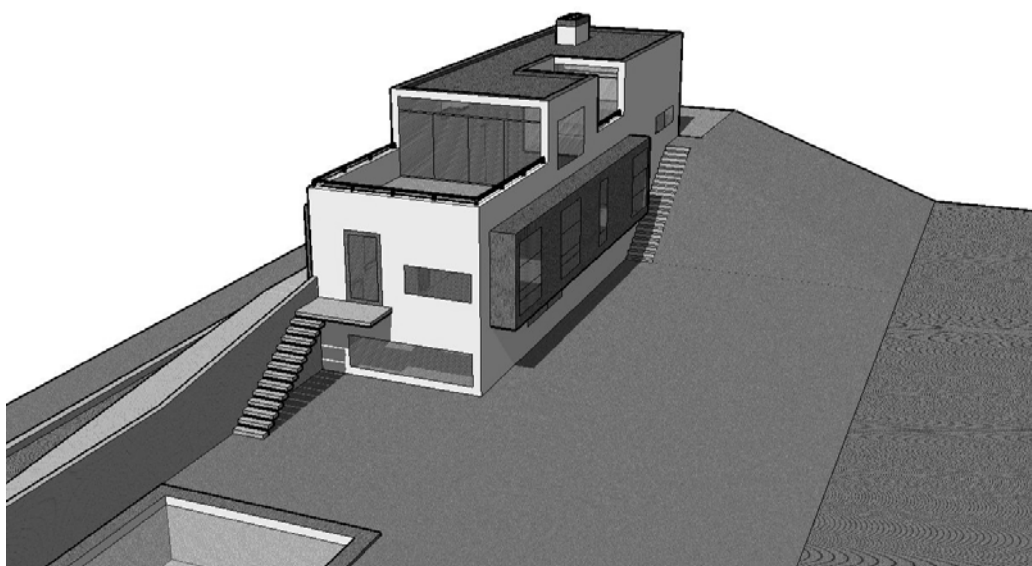


CHALMERS



Dimensionering och konstruktion av Villa X

GUSTAFSON ANDERS
ISAKSSON MIKAEL

EXAMENSARBETE

Högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör
Institutionen för bygg- och miljöteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2006
Examensarbete 2006:56

Examensarbete 2006:56

Dimensionering och konstruktion av Villa X

Anders Gustafson
Mikael Isaksson

Institutionen för bygg- och miljöteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2006

Design and construction of Villa X

ANDERS GUSTAFSON, 810404

MIKAEL ISAKSSON, 810929

© GUSTAFSON, ISAKSSON

Diploma thesis: 2006:56

Department of Civil and Environmental Engineering

Chalmers University of Technology

SE-412 96 Gothenburg

Sweden

Telephone +46(0)31-772 1000

Omslag: 3D bild av Villa X ritad i Sketch up

Chalmers

Göteborg, Sweden 2006

Sammanfattning

Från början var Villa X tänkt att byggas helt i betong. Då det var svårt att hitta någon entreprenör som ville utföra byggnationen i betong, bestämdes det att villan istället skulle byggas med de två övre planen i trä. Materialens mycket olika egenskaper har medfört problem då beställaren varit angelägen om att behålla husets ursprungliga arkitektur. Syftet med det här arbetet har varit att med hållfasthetsberäkningar och litteraturstudier dimensionera den delen av huset som ska byggas i trä, samt att med hjälp av dataprogram ta fram en lösning till de stomstabilitetsproblem som uppkommit till följd av materialbytet.

Trots viljan att behålla arkitektens ursprungliga idé har ett antal modifikationer varit ett måste för att klara dimensioneringen. Huset har blivit 146 mm högre till följd av att bjälklag plan tre och takbjälklaget har ändrats från betong till limträkonstruktion. På norrsidan har de två fönstren på plan två och tre sänkts ca en decimeter av samma skäl.

Arbetet har också visat att det kommer krävas avvaxlingar av stål för att klara brott och stora deformationer över fönster, dörrar, utstick och vid trappor. För att det inte ska uppkomma problem med stabiliteten i sidled är det nödvändigt att bygga in ett antal stålramar i väggar och bjälklag. Dessa ramar är konstruerade av HEA 160 och är således utrymmeskrävande. För att kunna gömma dessa i innerväggarna har den lilla terrassen mot söder utökats i storlek på bekostnad av den stora terrassen mot väster.

Nyckelord: Dimensionering, stomstabilitet, avvaxling

Abstract

At the start of the project Villa X was supposed to be built in concrete. Due to lack of interest from contractors it was decided that the villa was going to be built with the two top floors in timber. As the orderer have been keen to keep the design as it was in concrete the different characteristics of the materials has led to complications.

The aim of this work has been to, through strength calculations and literature studies design the timber part of the structure, and with computer program- support solve the structures stability problems.

Despite the orderers wish to retain the original design, a few modifications are necessary when redesigning in timber. As a result of thicker joists the building will become 146 mm higher when building in timber. On the north side of the building the windows on floor two and three needs to be lowered by 120 mm.

Results from the work shows that it is necessary to put lintels of steel beams above windows and doors to prevent collapses and big defections. Four steel frames are needed to keep the structure stabile sideways. These frames have got the dimension HEA 160 and therefore takes a lot of space. Fore keeping the second frame in inner walls, the small terrace on the south side has been made smaller at the expense of the big terrace on the west side.

Key words: Design, structure stability, lintel

Förord

Examensarbetet omfattar 11 poäng och är en obligatorisk del i utbildningen till byggnadsingenjör. Genom Arne Landmark, chef för bygg- och industriavdelningen på Reinertsen Sverige AB fick vi möjligheten till detta examensarbete. Reinertsen har tagit över detta projekt från PIAB. Tidigare var huset projekterat för en betongkonstruktion. När det stod klart att villan skulle omprojekteras för att ha de två övre planen i en träkonstruktion, fick vi förtroendet att genom detta examensarbete utveckla en tillämpbar lösning. På grund av känslig fas i projekteringen när detta examensarbete blir offentlig handling har villans namn bytts ut till Villa X.

Vi vill tacka följande personer som hjälpt oss under arbetets gång:

- Sören Lindgren, vår examinator på Chalmers
- Emma Segesten, handledare på Reinertsen
- Arne Landmark, Reinertsen
- Martin Aronsson, Dataansvarig på Reinertsen
- Steve Svensson, Chalmers

Göteborg 2006-05-30

Anders Gustafson

Mikael Isaksson

Innehållsförteckning

1	Introduktion.....	1
1.1	Syfte.....	1
1.2	Metod.....	1
1.3	Avgränsning.....	1
2	Villans utformning.....	2
3	Förutsättningar.....	3
4	Dimensionering.....	4
4.1	Takbjälklag.....	4
4.1.1	Resultat takbjälklag.....	4
4.2	Väggreglar.....	4
4.2.1	Resultat väggreglar.....	4
4.3	Golvbjälklag och avvaxlingar.....	5
4.3.1	Resultat golvbjälklag och avvaxlingar.....	5
4.4	Stomstabilitet.....	6
4.4.1	Resultat stomstabilitet.....	7
4.5	Skivverkan i bjälklag.....	7
4.5.1	Resultat skivverkan i bjälklag.....	8
4.6	Nedböjningar.....	8
4.6.1	Resultat nedböjningar.....	8
5	Slutsatser.....	9
	Referenser.....	10
	Litteratur.....	10
	Elektroniska källor.....	10
	Bilaga 1.....	
	Bilaga 2.....	

Figurer

Figur 1	<i>vyer från nordväst och sydost.....</i>	2
Figur 2	<i>kontinuerlig balk, tak.....</i>	4
Figur 3	<i>utformning vägg.....</i>	5
Figur 4	<i>inskränning i golvbjälke.....</i>	6
Figur 5	<i>före samt efter förflyttning av vägg och visande av ramplacering.....</i>	6
Figur 6	<i>3D figur av ramutformningar och placering.....</i>	7

1 Introduktion

1.1 Syfte

Uppgiften har bestått i att göra en ny dimensionering i trä av de två övre planen i Villa X, samt att göra konstruktionsritningar som visar dessa plan. Det har även krävts en analys av stomstabiliteten till följd av att villan tidigare varit dimensionerad i betong och att det finns mycket få tvärgående bärande väggar. Ett viktigt hänsynstagande har varit att göra den nya dimensioneringen utan att äventyra villans arkitektoniska kvalitéer.

1.2 Metod

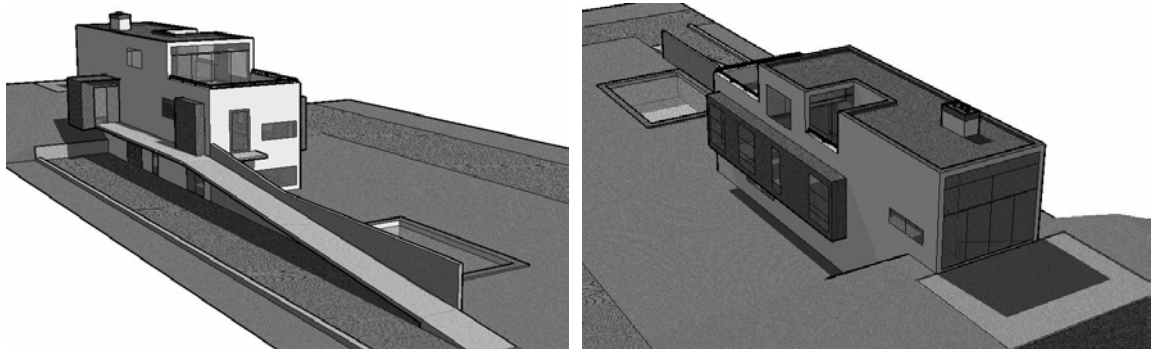
De metoder som används för att komma fram till resultatet har varit litteraturstudier i trädimensionering och lastframtagningar enligt gällande norm. Till ritningar och vissa figurer har AutoCad använts. MathCad har utnyttjats för redovisning av beräkningar och SketchUp för att kunna visa en enkel och tydlig bild av villan. För dimensionering av ramar och kontroll av stomstabiliteten har programmet PC-frame använts.

1.3 Avgränsning

Arbetet har fokuserats på dimensionering av trädelen i huset, alltså de två övre planen, samt att genom ramutformningar och skivverkan få fram en fungerande stomstabilitet. Framtagning av konstruktionsritningar för de av oss dimensionerade lösningarna har också legat inom vårt område. Hänsyn till den redan existerande arkitektoniska utformningen har tagits. Dimensionering av markplan och grundläggning har däremot inte varit en del av arbetet. Förändring av husets termiska egenskaper till följd av materialbytet har inte heller varit en del av arbetet.

2 Villans utformning

Villa Bosch har en stark arkitektur med tydliga influenser av funkisstil. Detta tydliggörs genom strikta linjer, kubiska former, plant tak och den vita putsade fasaden. Även känslan av betong går igen tydligt i rampen, terrasser och trappor.



Figur 1 vyer från nordväst och sydost

Varsamt ändrande och genomtänkta konstruktionslösningar var ett måste, för att kunna uppnå ursprungsidén även efter materialbytet. Resultatet blev bjälklag av limträbalkar med avvaxlingar till utstick och trappor i stål, väggar av stående träreglar med avvaxlingar till fönster och dörrar i stål samt fyra stålramar.

Nedan följer en genomgång av villans olika delar med de dimensioner, som vi dimensionerat.

Takbjälklag

Takbjälklaget består av limträbalkar, L-40 med dimensionen 56x225 och cc-avståndet 600 mm. Två balkar har en annan dimension, L-40 66x225.

Golvbjälklag

Golvbjälklaget består av limträbalkar, L-40 med dimensionen 66x315 och cc-avståndet 600 mm.

Väggar

Väggarna består av stående träreglar, K12 virke med dimensionen 45x170 och cc-avståndet 600 mm.

Avvaxlingar

Avvaxlingar till fönster och dörrar består av VKR-profiler med dimensionen 160x80x6.3 mm. Avvaxlingar till trappor och utstick består av HEA-profiler med dimensionen 120 mm respektive 100 mm, pelare med VKR-profiler dimension 100x100x5 mm och 120x120x5 mm.

3 Förutsättningar

För att kunna utföra de olika hållfasthetsberäkningarna krävs att olika förutsättningar för material och laster finns. Det trä som använts i konstruktionen är av virkeskvalitet K12, limträet som använts är av kvalitet L40. Stålet som använts är stål 1412. Den murade skorstenen får inte bära någon last. Övriga förutsättningar som använts är säkerhetsklass 2, klimatklass 1, terräng typ 2, referensvind 25 m/s och snözon 1. Den densitet som räknats med för de olika materialen är:

- trä=600 kg/m³,
- plyfaskiva=500kg/m³,
- asfalt=1060 kg/m³
- gullfiber=90 kg/m³

Övriga formfaktorer, konstanter och materialparametrar är hämtade ur Boverkets konstruktionsregler, Boverkets handbok snö- och vindlast samt handboken Byggformler och tabeller.

4 Dimensionering

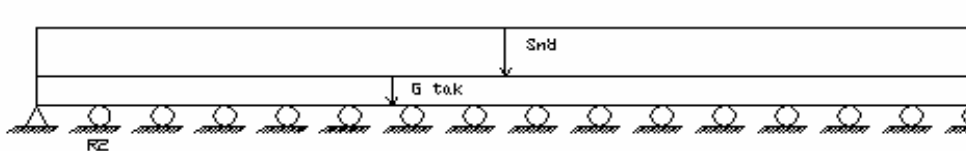
Dimensioneringen av villan har gjorts genom en lastnedräkning från taket ner genom konstruktionen. Vindlaster har lagts på där vinden påverkar. Därefter har en dimensionering av stomstabiliteten utförts.

4.1 Takbjälklag

Takbjälklaget har dimensionerats genom att med snölast (huvudlast), hänsyn till snöficka och egentygnd räkna på en remsa av taket på en meter, och se det som en kontinuerlig balk. Genom att använda tabell med olika belastningsfall som hjälpmedel har vi sedan fått fram var den största stödreaktionen blir någonstans. Då det verkliga fallet har 30 stöd, se figur.2, har det inte funnits något belastningsfall i tabell som exakt motsvarar vårt fall, men konsekvensen är ändå att det blir ett tillräckligt bra värde att räkna med från elementarfallen. Stödkraften har sedan räknats som en utbredd last längs limträbjälken. Avväxling omkring skorstenen har gjorts.

4.1.1 Resultat takbjälklag

De värsta stödreaktionerna är på stöd 2 och stöd 29 (balkarna). Bjälkarna har dimensionerats med ett litet cc-avstånd för att få en slimmad konstruktion och därmed inte inskränka allt för mycket på geometrin i arkitektritningarna. Kring skorstenen har en avväxling gjort. Två balkar får således extra last på sig. För att klara av kapaciteten och inte bygga på höjdmässigt har vi valt att använda en balk som ej finns i lager (66x225).



Figur 2 kontinuerlig balk, tak

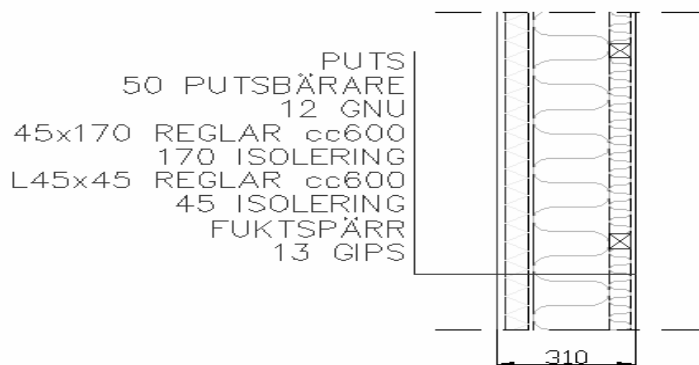
4.2 Väggreglar

Vid dimensionering av väggreglarna blir vindlasten huvudlast. Reglarna påverkas även av normalkraft från snölasten och takets egenvikt. Dock föreligger ingen risk för knäckning i den veka leden, då regeln är stabiliserad av skivor. Det farliga blir kombinationen av moment och tryckande normalkraft.

4.2.1 Resultat väggreglar

I det övre planets väggar blir reglarna något överdimensionerade p.g.a. att det värsta fallet för reglarna är i väggen ner till halvplanet på södra sidan. Det är framförallt en betydligt

större knäcklängd, som gör detta till det värsta fallet. Väggs utformning kan ses i figur 3. För att förhindra brott och för stora nedböjningar är det nödvändigt med avvaxlingar ovanför fönster och dörrar med stålprofiler. Även pelarna runt avvaxlingarna har bytts ut till stålprofiler.



Figur 3 utformning vägg

4.3 Golvbjälklag och avvaxlingar

Golvbjälklaget har beräknats på samma sätt som takbjälklaget, men då snölasten och egentynghden från taket inte påverkar momentet blir den nyttiga lasten huvudlast. Hänsyn har även tagits till den snöficka som bildas på balkongen.

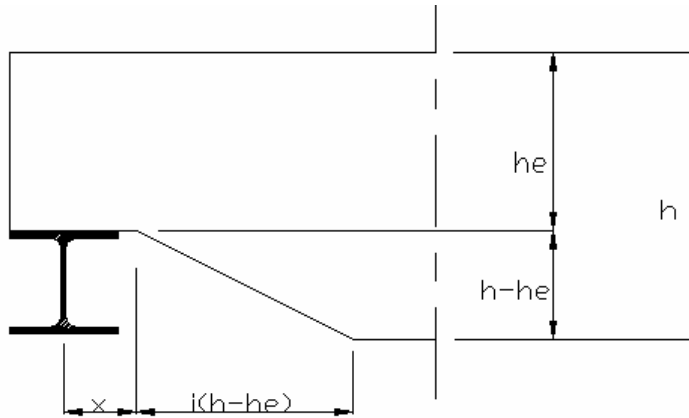
För att inte inskränka på planlösningen har det varit nödvändigt att utreda eventuella avvaxlingar för att bära golvbjälklaget. Detta ökar på konstruktionens höjd ytterligare och för att kunna bibehålla takhöjden, som den ska vara enligt arkitekt ritningar, har det gjorts inskränkningar i limträbalkarna. Dessa inskränkningar har kontrollerats med avseende på tvärkraftskapacitet, se figur 4. Svikt kontroll har kontrollerats enligt norm.

4.3.1 Resultat golvbjälklag och avvaxlingar

Den snöficka som bildas på balkongen blir inte dimensionerande. Tvärkraftskontroll, som gjorts på inskränkning i limträbjälke, visar tydligt att det inte blir några problem att klara tvärkraften. Bjälklagen kommer dock att bli något tjockare än vad de hade blivit i betong. Svikt kontrollen ligger något över normens gränsvärde men ändå så nära att otrevlig svikt i bjälklaget inte befaras uppstå.

För att förhindra brott och för stora nedböjningar blir det nödvändigt med avvaxlingar vid trappor och utstick. Längs det långa utsticket har det lagts en kontinuerlig balk på stålpelare. Denna har dimensionerats och kontrollerats med avseende på deformationer i datorprogrammet PC-frame. Trappan har avvaxlats genom att placera en balk på stålpelare i

väggen mellan trappa och badrum. Vid de korta utsticken har liknande konstruktion tillämpats.

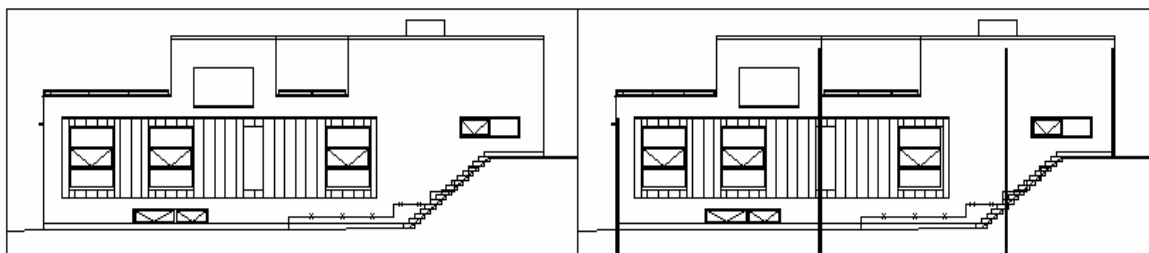


Figur 4 inskränning i golvbjälke

4.4 Stomstabilitet

Då huset tidigare varit konstruerat i betong, har det vid övergången till trä uppkommit problem med att klara stabiliteten i sidled. Skivorna på ytterväggarna i sidled är små och det finns endast en innervägg i denna ledd. För att klara stabiliteten har det därför blivit nödvändigt med ett antal ramar som stabiliserar huset i sidled.

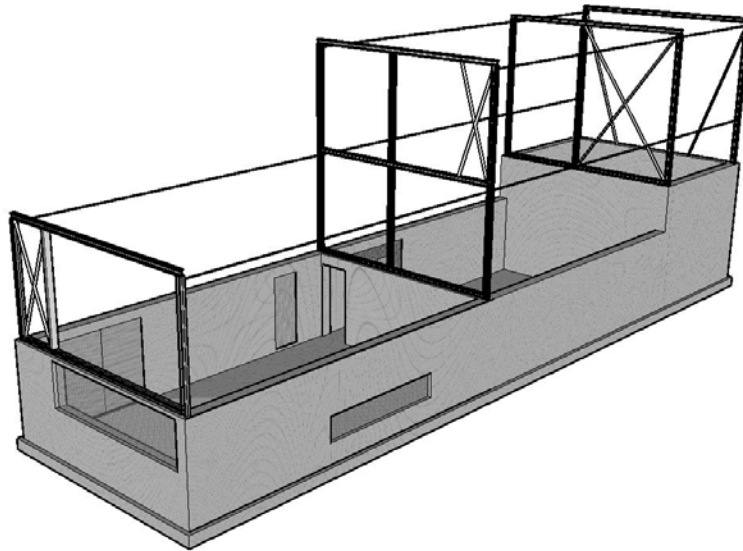
Ramarna har dimensionerats och kontrollerats med avseende på deformation och lyftkrafter i PC- frame. Analysen har gjorts i bruksgränstillstånd, då det är utböjningen som är kritisk. Vindlasten har räknats om till punktlaster som lagts på de olika planen. Till punktlasterna har även kraften från pelarnas snedställning adderats. Längs långsidan finns många stora skivor varför stabilitetsproblem osannolikt bör uppstå, men kontroll har ändå gjorts.



Figur 5 före samt efter förflyttning av vägg och visande av ramplacering

4.4.1 Resultat stomstabilitet

För att klara stabiliteten är det nödvändigt med ett antal ramar som stabiliserar huset i sidled. Vi har tagit fram ett förslag med fyra ramar placerade enligt figur 6. Med det här förslaget blir det nödvändigt att göra en ändring på arkitektritningarna. Ram 2 innebär två inskränkningar i arkitekturen. Dels måste väggen till den lilla terrassen flyttas 1,23 m mot väst för att ramen ska kunna gå i vägg hela vägen. Detta på bekostnad av den stora terrassen. Därtill kommer det vara tvunget att ha ett stabiliserande kryss i högra hörnet av ramen. Detta gör att fönstret vid skjutdörren till lilla terrassen kommer ha detta kryss synligt. Krysset är estetiskt utformat i 50 mm polerat rundstål. Speciellt ram 2 men även de andra ramarna får stora lyftkrafter i ena benet. Någon typ av förankring av rambenen kommer därför att vara nödvändig. Längs långsidan klarar de många skivorna att stabilisera huset.



Figur 6 3D figur av ramutformningar och placering

4.5 Skivverkan i bjälklag

Kraften från vindlasterna förs från väggarna via bjälklagen till ramarna. Viktigt är då att spikarna i skivan sitter tillräckligt tätt. Vi har valt att se bjälklagen som en fritt upplagd balk med två stöd. Därefter kontrolleras spridningsmått horisontellt och vertikalt där störst tvärkraft uppkommer. Samverkan mellan bjälklagen och ramarna måste också kontrolleras med avseende på infästning. Även dragkraften som uppkommer mellan rambenen i horisontalled måste kontrolleras.

4.5.1 Resultat skivverkan i bjälklag

För att klara av tvärkrafterna som uppkommer har S_v och S_h beräknats till 230 mm. För att överföra kraften används vinkelplåtar som är svetsade i ramen och skruvade i balken. De är placerade både på över- och undersida om rambalken med ett cc avstånd på 1000 mm. För att klara av dragkraften, som uppkommer mellan ramarna, har en ledad stålvaajer $\varnothing 12$ mm placerats i mellan dem. Från ram till ram går den mellan de bärande reglarna i väggen och gipsskivan på insidan.

4.6 Nedböjningar

Fönster med stora spännvidder och dörrar finns på ett flertal ställen i huset och lasterna som kommer ovanifrån blir relativt stora. För att undvika skada på andra byggnadsdelar måste därför nedböjningarna på stålprofilerna kontrolleras. För att undvika sprickor i gips och dylikt måste också några av golvbjälkarna kontrolleras. Då det varit svårt att förutse var det värsta fallet blir har vi valt att räkna på tre olika bjälkar.

4.6.1 Resultat nedböjningar

Några problem kommer inte att uppkomma på de ställen där vi satt in stålprofiler över dörrar och fönster. I bjälklagen blir värsta fallet för bjälkarna i taket där vi får en nedböjning på 17.2 mm, ett något stort värde men klart godtagbart enligt norm. Det värsta fallet för fönster med 6.40 mm blir på plan två, norrsida. Detta medför inte heller något problem, då reglarna är placerade så att ställmålet för fönster är 15 mm.

5 Slutsatser

Att utföra materialbytet och samtidigt helt och hållet behålla den ursprungliga utformningen på huset är en omöjlighet, utan att ett antal förändringar måste göras. Förändringarna kan dock realiseras med en mycket liten påverkan på husets utformning som helhet.

Vid ett materialbyte från betong till trä på Villa X utgör stomstabiliteten det största problemet. För att lösa stomstabilitetsproblemen krävs ett antal stålramar.

Stora lyftkrafter kan komma att påverka rambenen varför en ordentlig förankring av dessa är viktig. Vid överföringen av vindlasterna från väggarna via bjälklagen till ramarna, är det av största vikt med hållbar skivverkan i bjälklagen. Bjälklagen och ramarna måste fästas samman med stålvinclar, och ramarna fästs samman via stålvarer för att klara dragkrafterna i bjälklagen mellan ramarna.

Golv- och takbjälkar görs med litet cc-avstånd för att få en så slimmad konstruktion som möjligt. Av samma anledning görs även isärningar i golvbjälkarna som ligger på avvaxlingsbalkar för utstick.

För att nedböjningar inte ska bli för stora och skada andra byggnadsdelar, fönster och dörrar, måste avvaxlingar med stålprofiler införas på kritiska ställen.

Det är tveksamt om det är ekonomiskt fördelaktigt att göra materialbytet.

Referenser

Litteratur

Boverket. (1998), **Boverkets konstruktionsregler, BKR**, upplaga 3:1, Boverket

Boverket. (1997), *Snö och vindlast*, utgåva 2. Boverket.

Johannesson, Paul och Vretblad, Bengt. (2002), *Byggformler och tabeller*. Nionde upplagan. Liber förlag

Rehnström, Börje. (2001), *Formler och tabeller för byggkonstruktioner*. Femte upplagan. Rehnströms bokförlag.

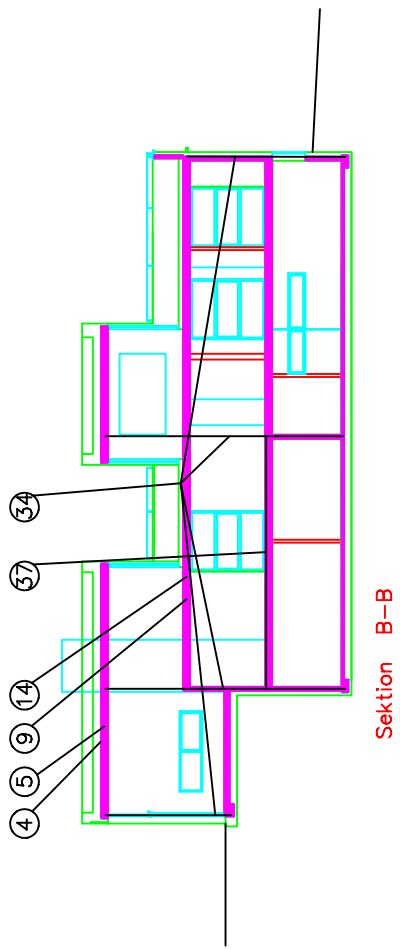
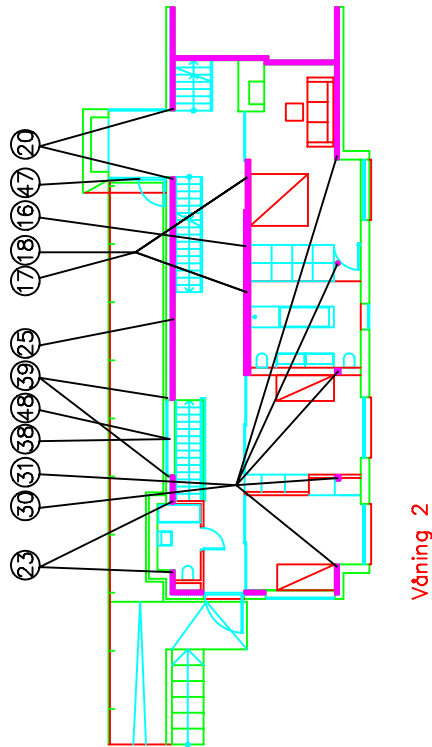
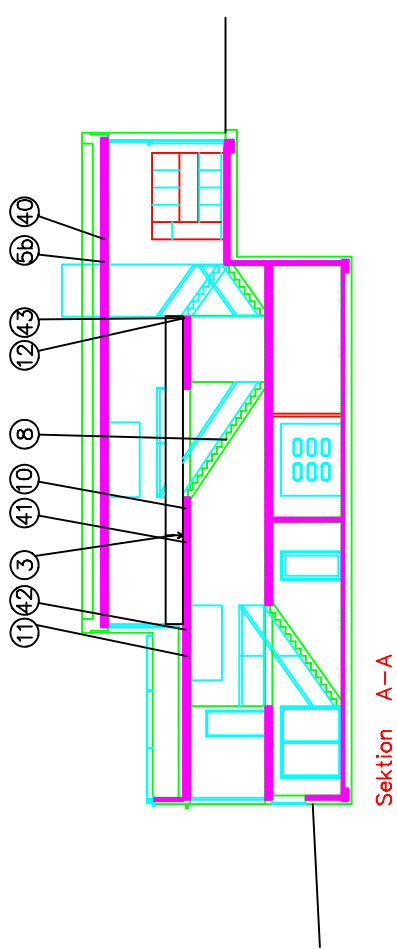
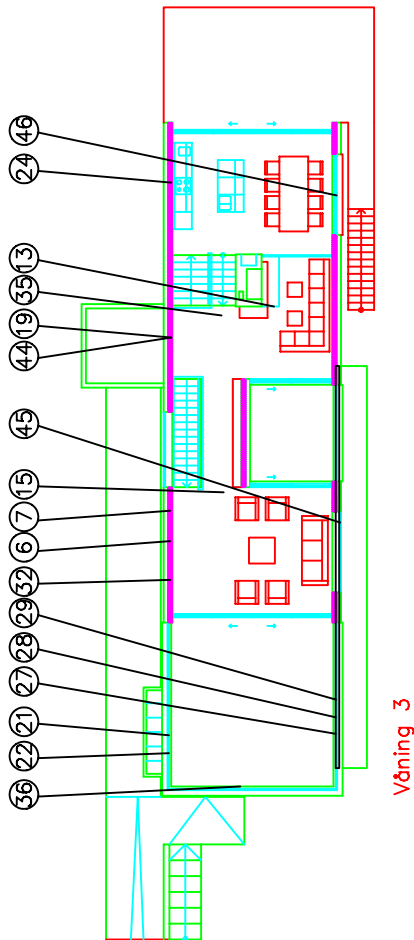
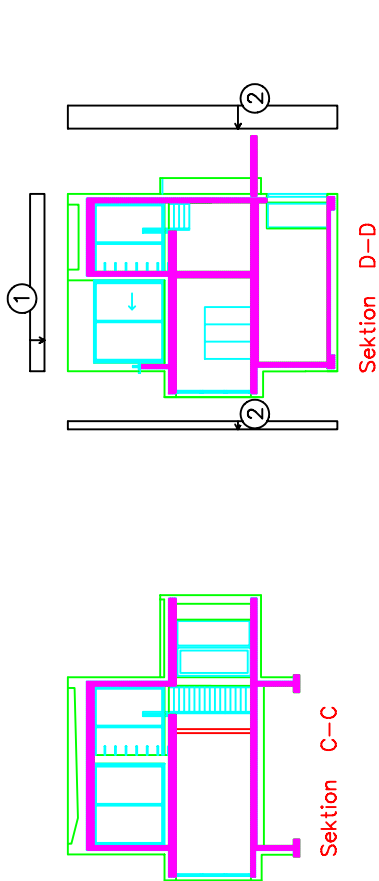
Elektroniska källor

www.gasell.com/pdf/2003322143947-1.pdf (2006-05-22), Styv skiva, Dimensioneringsanvisningar, Gasell Profil AB

Beräkningshänvisningar

0. Lägesbeskrivning
1. Snölaster
2. Vindlaster
3. Vistelselast
4. Egenvikt tak
5. Dimensionering takbjälke
- 5b. Dimensionering takbjälke "avväxling skorsten"
6. Dimensionering väggreglar, plan 3
7. Egenvikt vägg
8. Trapplast
9. Lastfall Bjälklag 2
10. Dimensionering bjälklag 2, "trappa"
11. Dimensionering bjälklag 2, "stor terrass"
12. Dimensionering bjälklag 2, "öppen spis"
13. Spikförband "avväxling öppen spis"
14. Sviktkontroll bjälklag 2
15. Cross metod "avväxling trappa"
16. Balk, "stöd B avväxling trappa"
17. Pelare, "balk stöd B, avväxling trappa"
18. Snedställning för Pelare, "balk stöd B, avväxling trappa"
19. Balk över entréutstick
20. Pelare vid entréutstick
21. Balk över utstick under altan
22. Tvärkraft vid inskärning balk, HEA 100
23. Pelare vid utstick under altan
24. Dimensionering väggreglar, köksplan
25. Dimensionering väggreglar plan 2
26. Laster till kontinuerlig balk
27. Pc-Frame, kontinuerlig balk
28. Kontroll av dimension, kontinuerlig balk
29. Tvärkraft vid inskärning balk, HEA 120
30. Pelare under kontinuerlig balk
31. Snedställning för pelare under kontinuerlig balk
32. Skivverkan långsida
33. Vindlaster, ramar
34. Pc-Frame, ramberäkningar (1-4)
35. Kontroll av skivverkan i golvbjälklag
36. Samverkan golvbjälkar och ramar
37. Dragstänger mellan ramar
38. Fönsteravväxlingar
39. Stående stålreglar till avväxling fönster
40. Nedböjning takbalk
41. Nedböjning golvbjälke "trappa"
42. Nedböjning golvbjälke "stor terrass"
43. Nedböjning golvbjälke "öppen spis"
44. Nedböjning Balk över entréutstick
45. Nedböjning balk ovan fönster, söder plan 3
46. Nedböjning balk ovan fönster, söder köksplan
47. Nedböjning balk ovan entréparti
48. Nedböjning balk ovan fönster, norr plan 2

0. Lägesbeskrivning



1. Snölaster

Snözon 1,0

$$\mu := 0.8 \quad S_O := 1.0$$

$$\psi := 0.6 \quad C_t := 1.0$$

$$S_k := \mu \cdot C_t \cdot S_O \quad S_k = 0.8$$

Snöficka tak

$$\rho := 2 \quad S_O := 1.0$$

$$h := 0.35 \quad \mu_1 := \rho \cdot \frac{h}{S_O}$$

$$\mu_1 = 0.7$$

$\mu_1 < \mu$ medför att snöficka på tak ej är dimensionerande.

Snöficka liten terrass

$$\rho := 2 \quad S_O := 1.0$$

$$h_t := 3.5$$

$$\mu_{1t} := \rho \cdot \frac{h_t}{S_O}$$

$$\mu_{1t} = 7$$

$$\mu_{1t} \leq 2 \quad \text{medför } \mu_{1t} = 2$$

$$S_k := S_O \cdot C_t \cdot 2 \quad S_k = 2 \quad q_{ds} := 1.3 \cdot S_k \quad q_{ds} = 2.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

q_{ds} är lika stor som vistelselasten, vi räknar med vistelselasten !

medför att snöficka på tak ej är dimensionerande.

Snöficka stor terrass

$$\rho := 2 \quad S_o := 1.0$$

$$h_{st} := 3.5 \quad G := 0.3712 \text{ kN}$$

$$\mu_{1st} := \rho \cdot \frac{h_{st}}{S_o}$$

$$\mu_{1st} = 7$$

$$\mu_{1st} \leq 2 \quad \text{medför } \mu_{1st} = 2$$

$$S_k := S_o \cdot C_t \cdot 2 \quad S_k = 2 \quad q_{ds} := 1.3 \cdot S_k + G \quad q_{ds} = 2.971 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

qds är dim!

Medför att snöficka på tak är dimensionerande.

2. Vindlaster

$$V_{\text{ref}} := 25 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{Terrängtyp 2} \quad \beta := 0.19 \quad Z_0 := 0.05 \quad Z_{\text{min}} := 4$$

$$\rho := 1.25$$

$$h := 9.125$$

$$q_{\text{ref}} := \frac{1 \cdot \rho \cdot V_{\text{ref}}^2}{2}$$

$$q_{\text{ref}} = 390.625 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$C_{\text{dyn}} := 1 + \left(\frac{6}{\ln\left(\frac{h}{Z_0}\right)} \right) \quad C_{\text{dyn}} = 2.152$$

$$\text{vind plan 3} \quad Z := 8.525 \text{ m}$$

$$C_{\text{exp}} := \left(\beta \cdot \ln\left(\frac{Z}{Z_0}\right) \right)^2$$

$$C_{\text{exp}} = 0.953$$

$$q_k := C_{\text{dyn}} \cdot C_{\text{exp}} \cdot q_{\text{ref}}$$

$$q_k = 801.48 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\text{vind plan 2} \quad Z1 := 6.0$$

$$C_{\text{exp1}} := \left(\beta \cdot \ln\left(\frac{Z1}{Z_0}\right) \right)^2$$

$$C_{\text{exp1}} = 0.827$$

$$q_{k1} := C_{\text{dyn}} \cdot C_{\text{exp1}} \cdot q_{\text{ref}}$$

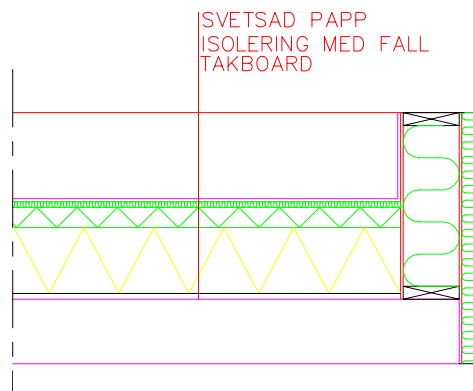
$$q_{k1} = 695.659 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

3. Vistelselast

Bundenlastdel $q_{kb} := 0.5$ $\psi := 0.33$

Utbreddlastdel $q_{ku} := 1.5$

4. Egenvikt tak



$$\begin{aligned} \text{papp} & 0.052 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\ \text{isolering} & 0.221 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\ \text{Takboard} & 0.0982 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

$$G_{\text{tak}} := 0.3712 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$S_k := 0.8$$

snölast h. last

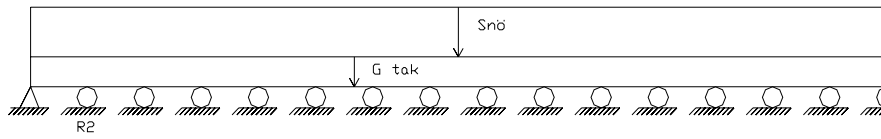
$$q_{d1} := G_{\text{tak}} + 1.3 \cdot S_k$$

$$q_{d1} = 1.411 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

vindlast h. last

$$q_{d2} := G_{\text{tak}} + 0.6 \cdot S_k$$

$$q_{d2} = 0.851 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



Enligt BoT är värsta fallen R_2 och R_{29}

$$l := 0.6$$

$$R_2 = R_{29}$$

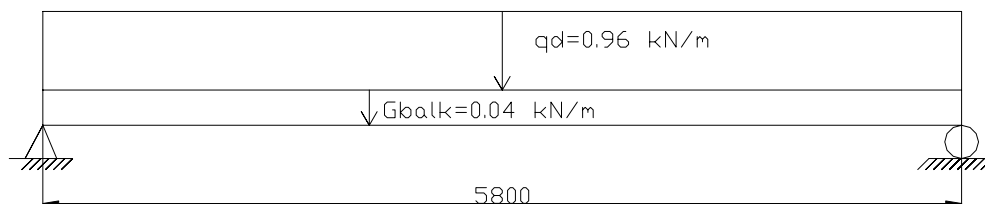
$$R_{2s} := 1.132 \cdot q_{d1} \cdot l$$

$$R_{2s} = 0.958 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$R_{2v} := 1.132 \cdot q_{d2} \cdot l$$

$$R_{2v} = 0.578 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

5. Dimensionering takbjälke



Limträ

$$\kappa_r := 0.75 \quad \gamma_n := 1.1 \quad l := 5.8$$

$$f_{mk} := 33 \quad \gamma_m := 1.15$$

$$f_{md} := \kappa_r \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m \cdot \gamma_n}$$

$$f_{md} = 19.565 \quad [\text{Mpa}]$$

$$G_{balk} := 0.04 \quad \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right] \quad q_d := 0.96 \quad \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right]$$

$$q_{dtot} := q_d + G_{balk} \quad q_{dtot} = 1 \quad \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right]$$

$$M_{max} := q_{dtot} \cdot \frac{l^2}{8}$$

$$M_{max} = 4.205 \quad [\text{kNm}]$$

Limträ 40 dim 56x225

$$l_e := 5.22 \quad h := 0.225 \quad b := 0.056$$

$$\lambda_m := 0.065 \cdot \sqrt{l_e \cdot \frac{h}{b^2}}$$

$$\lambda_m = 1.258 \quad \text{medför} \quad \kappa_{inst} := 0.65$$

$$W := 473$$

$$M_{rd} := f_{md} \cdot W \cdot \kappa_{inst}$$

$$M_{rd} \geq M_{max} \quad \text{OK !}$$

$$M_{rd} = 6.015 \times 10^3 \quad [\text{Nm}]$$

kontroll tvärkraft och skjuvning

$$V_{sd} := q_d \cdot \frac{l}{2}$$

$$V_{sd} = 2.784 \text{ kN}$$

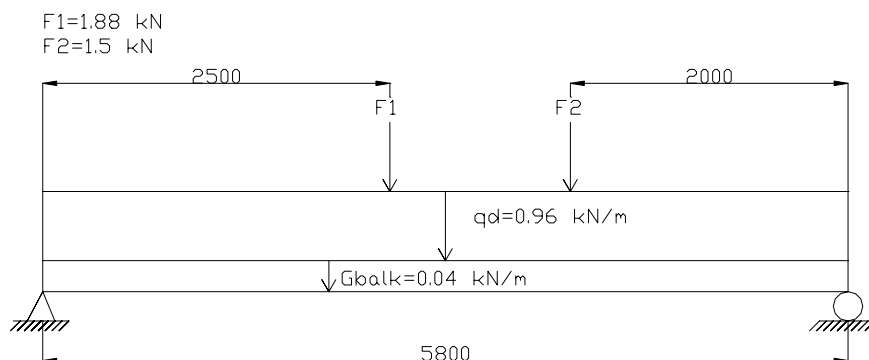
$$\tau_{rd} := 1.5 \cdot \frac{V_{sd}}{b \cdot h} \quad F_{vd}$$

$$\tau_{rd} = 331.429 \quad [\text{kPa}]$$

$$\tau_{rd} \leq F_{vd} \quad \text{OK !}$$

välj dimension L40 56x225, cc 600

5b. Dimensionering takbjälke "avväxling skorsten"



Limträ

$$\kappa_r := 0.75 \quad \gamma_n := 1.1 \quad l := 5.8$$

$$f_{mk} := 33 \quad \gamma_m := 1.15$$

$$f_{md} := \kappa_r \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m \cdot \gamma_n} \quad F_1 := 1.88 \quad F_2 := 1.5$$

$$f_{md} = 19.565 \text{ [Mpa]}$$

$$G_{balk} := 0.04 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right] \quad q_d := 0.96 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right]$$

$$q_{dtot} := q_d + G_{balk} \quad q_{dtot} = 1 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right]$$

$$\text{moment kring A: } -R_b \cdot l + \frac{q_{dtot} \cdot l^2}{2} + F_1 \cdot 2.5 - F_2 \cdot 3.8 = 0$$

$$R_b := 4.69 \text{ kN} \quad R_a := q_{dtot} \cdot l + F_1 + F_2 - R_b$$

$$R_a = 4.49 \text{ kN}$$

$$V(x) = 0 \text{ vid } x := 2.61 \text{ alltså } M_{\max} \text{ vid } x := 2.61$$

$$M_{\max} := R_a \cdot 2.61 - \frac{q_{dtot} \cdot 2.61^2}{2} - 0.11 \cdot F_1 \quad M_{\max} = 8.106 \text{ kNm}$$

Limträ 40 dim 66x225

$$l_e := 5.22 \quad h := 0.225 \quad b := 0.066$$

$$\lambda_m := 0.065 \cdot \sqrt{l_e \cdot \frac{h}{b^2}}$$

$$\lambda_m = 1.067 \quad \text{medför} \quad \kappa_{inst} := 0.79$$

$$W := 557$$

$$M_{rd} := f_{md} \cdot W \cdot \kappa_{inst}$$

$$M_{rd} \geq M_{max} \quad \text{OK !}$$

$$M_{rd} = 8.609 \times 10^3 \quad [\text{Nm}]$$

kontroll tvärkraft och skjuvning

$$f_{vk} := 4$$

$$V_{sd} := R_b$$

$$V_{sd} = 4.69 \quad \text{kN}$$

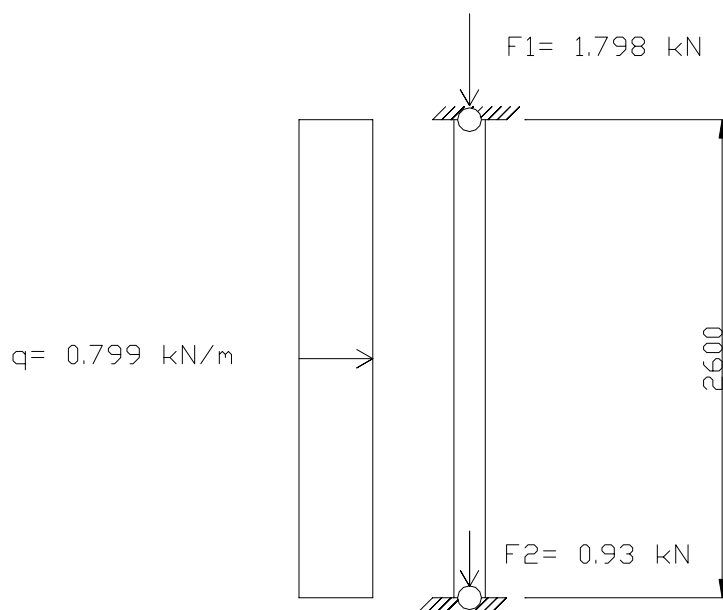
$$\tau_{rd} := 1.5 \cdot \frac{V_{sd}}{b \cdot h} \quad f_{vd} := \frac{f_{vk} \cdot \kappa_r}{\gamma_m \cdot \gamma_n} \quad f_{vd} = 2.372 \quad \text{Mpa}$$

$$\tau_{rd} = 473.737 \quad [\text{kPa}]$$

$$\tau_{rd} \leq f_{vd} \quad \text{OK !}$$

välj dimension L40 66x225

6. Dimensionering väggreglar, plan 3



vindlast dimensionerande fallet

$$F_1 := 1.798 \text{ kN} \quad \text{sno } \psi$$

$$F_2 := 0.93 \text{ kN} \quad \text{utstick}$$

$$q_k := 0.799 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\psi := 1.3 \quad \text{vind h.last}$$

$$f_{md} := 7.9 \quad \mu_{lov} := 0.85$$

$$f_{cd} := 9.2 \quad l := 2.6 \text{ m}$$

$$f_{cd90} := 3.8$$

$$M_{\max} := (q_k \cdot \psi \cdot \mu_{lov} \cdot 0.6) \cdot \frac{l^2}{8}$$

$$M_{\max} = 0.448 \text{ kNm}$$

provar 45x170 $b := 0.045$ $h := 0.17$
stagad i veka leden kontroll i styva leden

$$I_c := 2.6 \text{ knäckfall 2} \quad h := 0.17$$

$$\lambda := I_c \cdot \frac{\sqrt{12}}{h}$$

$$\lambda = 52.98 \text{ medför } \kappa_c := 0.73$$

$$F_{rcd} := 9.2 \cdot 10^6 \cdot b \cdot h \cdot \kappa_c$$

$$F_{rcd} = 5.138 \times 10^4 \text{ N} \quad W := 216.8$$

$$R_{md} := W \cdot f_{md}$$

$$R_{md} = 1.713 \times 10^3 \text{ Nm}$$

interaktion

$$\frac{M_{\max}}{R_{md}} + \frac{F}{F_{rcd}} \leq 1$$

$$\frac{0.45}{1.7} + \frac{2.728}{51.38} = 0.318 \quad \text{OK!}$$

Sylltryck

$$R_{scd} \leq R_{cd90} \quad b_s := 45 \text{ mm}$$

$$A := 7650 \text{ mm}^2$$

$$\kappa_c := \sqrt[4]{\frac{150}{b_s}}$$

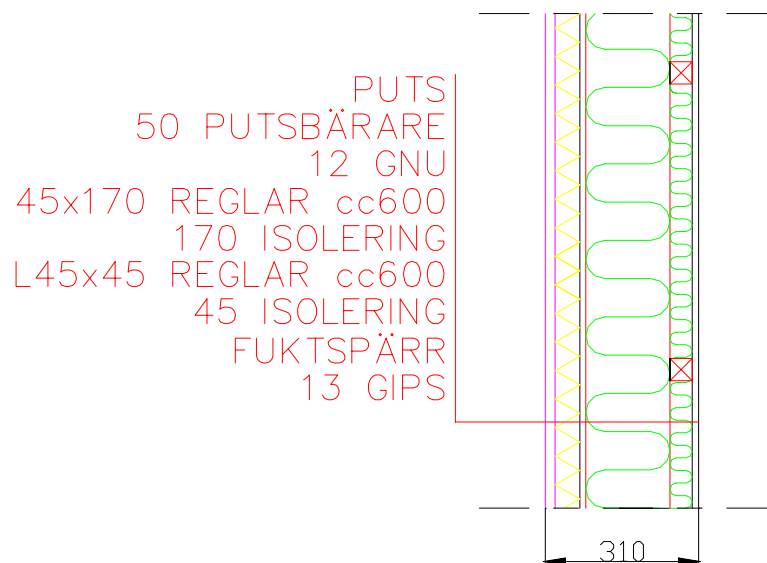
$$\kappa_c = 1.351$$

$$R_{c90d} := \kappa_c \cdot A \cdot f_{cd90}$$

$$R_{c90d} = 3.928 \times 10^4 \text{ N}$$

$$2.728 \leq 39.28 \quad \text{OK!}$$

7. Egenvikt vägg



$$l := 2.6$$

$$cc := 0.6$$

$$\delta_{iso} := 25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\delta_{trä} := 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\delta_{gips} := 9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

13 mm skiva

$$\delta_{gnu} := 7.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

13 mm skiva

$$q_{iso} := (0.17 + 0.045 + 0.07) \cdot \delta_{iso} \cdot l \cdot cc \cdot 9.82 \quad q_{iso} = 109.149 \quad \text{N}$$

$$q_{gips} := cc \cdot l \cdot \delta_{gips} \cdot 9.82 \quad q_{gips} = 137.873 \quad \text{N}$$

$$q_{gnu} := l \cdot cc \cdot \delta_{gnu} \cdot 9.82 \quad q_{gnu} = 110.298 \quad \text{N}$$

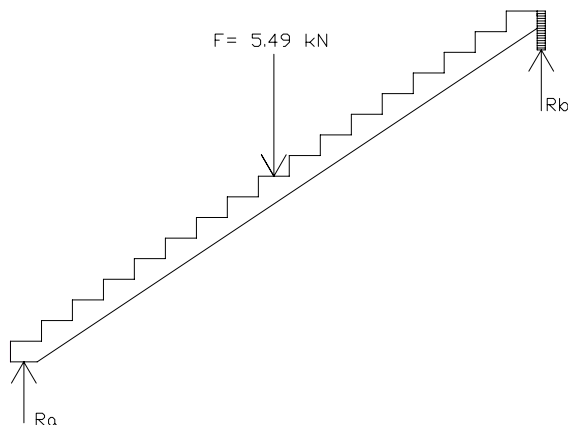
$$q_{trä} := 0.17 \cdot 0.045 \cdot (l + cc \cdot 2) \cdot \delta_{trä} \cdot 9.82 \quad q_{trä} = 171.28 \quad \text{N}$$

$$q_{puts} := 150 \quad \text{N}$$

$$q_{väggcc600} := \frac{(q_{gips} + q_{gips} + q_{gnu} + q_{trä} + q_{puts})}{1000}$$

$$q_{väggcc600} = 0.707 \quad \text{kN}$$

8. Trapplast



Räknar med max 8 pers samtidigt i trappan $\delta_{\text{trä}} := 600$

$$8 \cdot 100 = 800 \text{ kg}$$

$$560 \cdot \frac{9.82}{1000} = 5.499 \text{ kN}$$

volym trappa

$$V_T := 2 \cdot 0.17 \cdot 0.045 \cdot 4.5 + 16 \cdot 0.2 \cdot 0.03 \cdot 0.8$$

$$V_T = 0.146 \text{ m}^3$$

$$g_{\text{trappa}} := \delta_{\text{trä}} \cdot V_T \cdot 9.82$$

$$g_{\text{trappa}} = 858.17 \text{ N}$$

$$R_a = R_b$$

$$R_a := \frac{(g_{\text{trappa}} + 5499)}{2 \cdot 1000} \quad R_a = 3.179 \text{ kN}$$

$$\frac{R_a}{2} = 1.589 \text{ kN} \quad (\text{Två stöd})$$

9. Lastfall bjälklag 2

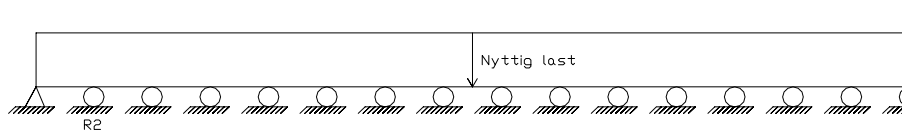
vistelselast h.last. snölast ovanifrån påverkar ej, snölast altan kan vid snöficka bli max lika stor som vistelselasten

Bundenlastdel $q_{kb} := 0.5$ $\psi := 0.33$

Utbreddlastdel $q_{ku} := 1.5$

$$q_{d1} := (q_{ku} + q_{kb}) \cdot 1.3 \quad q_{d1} = 2.6 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{d2} := q_{kb} \cdot 1.0 + q_{ku} \cdot \psi \quad q_{d2} = 0.995 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{vid tex vind h.last}$$



Enligt BoT är värsta fallen R_2 och R_{29}

$$l := 0.6$$

$$R_2 = R_{29}$$

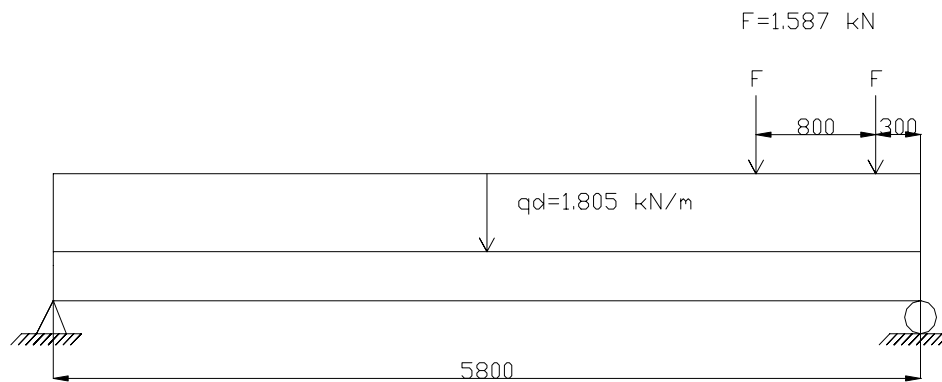
$$R_{2v} := 1.132 \cdot q_{d1} \cdot l$$

$$R_{2v} = 1.766 \quad \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right]$$

$$R_{2vind} := 1.132 \cdot q_{d2} \cdot l$$

$$R_{2vind} = 0.676 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

10. Dimensionering bjälklag 2, "trappa"



$$f_{vk} := 4 \quad \kappa_r := 0.75 \quad \gamma_m := 1.15$$

$$l := 5.8 \quad f_{mk} := 33 \quad \gamma_n := 1.1 \quad f_{md} := \kappa_r \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m \cdot \gamma_n} \quad f_{md} = 19.565$$

$$q_d := 1.765 + 0.04 \quad q_d = 1.805 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_{\text{trappa}} := 1.587 \text{ kN}$$

$$\text{moment kring a} \quad q_d \cdot \frac{l^2}{2} + 4.7 \cdot P_{\text{trappa}} + 5.5 \cdot P_{\text{trappa}} - R_b \cdot l = 0$$

$$R_b := 8.03 \text{ kN}$$

$$R_a := q_d \cdot l + 2 \cdot P_{\text{trappa}} - R_b \quad R_a = 5.613 \text{ kN}$$

$$M_{\text{max}} := 5.61 - q_d \cdot x \quad \text{medför} \quad x := 3.108 \text{ m}$$

$$M_{\text{max}} := R_a \cdot x - \frac{x^2}{2} \cdot q_d \text{ kNm}$$

$$M_{\text{max}} = 8.727$$

prova L40 66*315

$$l_e := 0.9 \cdot 5.8 \quad \text{vippning rehnström T13}$$

$$h := 0.315$$

$$b := 0.066$$

$$W := 1091$$

$$\lambda_m := 0.065 \cdot \sqrt{l_e \cdot \frac{h}{b^2}} \quad \lambda_m = 1.263 \quad \text{medför} \quad \kappa_{\text{inst}} := 0.65$$

$$M_{\text{sd}} := f_{md} \cdot W \cdot \frac{\kappa_{\text{inst}}}{1000} \quad M_{\text{sd}} = 13.875 \quad \text{kNm}$$

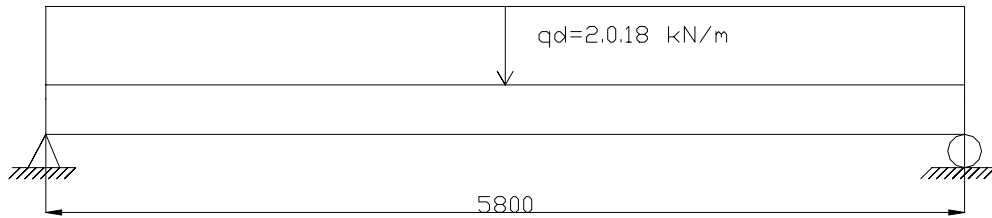
kontroll tvärkraft och skjuvning

$$\tau_{vd} \leq f_{vd} \quad f_{vd} := \kappa_r \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m \cdot \gamma_n} \quad f_{vd} = 2.372 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{vd} := \frac{\left(1.5 \cdot \frac{R_b}{b \cdot h}\right)}{1000} \quad \tau_{vd} = 0.579 \text{ Mpa}$$

$$0.579 \leq 2.37 \quad \text{OK !}$$

11. Dimensionering bjälklag 2, "stor terrass"



$$f_{vk} := 4 \quad \gamma_m := 1.15 \quad \gamma_n := 1.1$$

$$f_{mk} := 33 \quad \kappa_r := 0.75 \quad l := 5.8$$

$$f_{md} := \kappa_r \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m \cdot \gamma_n} \quad f_{md} = 19.565$$

$$q_{ds} := 1.132 \cdot 2.971 \cdot 0.6 \quad \text{BoT, elementarfall}$$

$$q_{ds} = 2.018 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$R_b = R_a$$

$$R_a := q_{ds} \cdot \frac{l}{2} \quad R_a = 5.852 \text{ kN}$$

$$M_{\max} := \frac{q_{ds} \cdot l^2}{8} \quad M_{\max} = 8.485 \text{ kNm}$$

$$\text{prova L40 66*315} \quad l_e := 0.9 \cdot 5.8 \quad \text{vippning rehnström T13}$$

$$h := 0.315$$

$$b := 0.066$$

$$W := 1091$$

$$\lambda_m := 0.065 \cdot \sqrt{l_e \cdot \frac{h}{b^2}} \quad \lambda_m = 1.263 \text{ medför} \quad \kappa_{\text{inst}} := 0.65$$

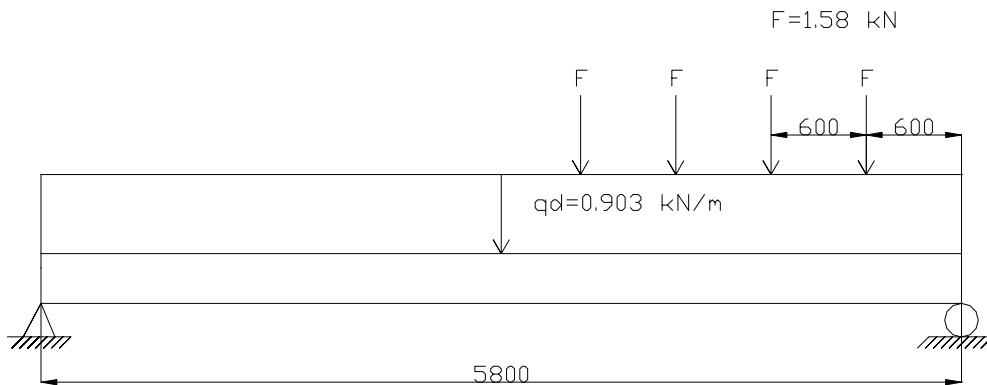
$$M_{sd} := f_{md} \cdot W \cdot \frac{\kappa_{\text{inst}}}{1000} \quad M_{sd} = 13.875 \text{ kNm} \quad 8.485 \leq 13.875 \text{ OK !}$$

kontroll tvärkraft och skjuvning

$$\tau_{vd} \leq f_{vd} \quad f_{vd} := \kappa_r \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m \cdot \gamma_n} \quad f_{vd} = 2.372 \quad \text{Mpa}$$

$$\tau_{vd} := \frac{\left(1.5 \cdot \frac{R_a}{b \cdot h}\right)}{1000} \quad \tau_{vd} = 0.422 \quad \text{Mpa} \quad 0.422 \leq 2.37 \quad \text{OK !}$$

12. Dimensionering bjälklag 2, "öppen spis"



$$f_{vk} := 4 \quad l := 5.8$$

$$\kappa_r := 0.75 \quad \gamma_m := 1.15$$

$$f_{mk} := 33 \quad \gamma_n := 1.1$$

$$f_{md} := \kappa_r \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m \cdot \gamma_n} \quad f_{md} = 19.565$$

$$q_d := \frac{(1.765 + 0.04)}{2} \quad q_d = 0.903 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P := 1.75 \cdot q_d \quad P = 1.579 \quad \text{kN}$$

$$\text{moment kring a} \quad q_d \cdot \frac{l^2}{2} + P \cdot (3.4 + 4 + 4.6 + 5.2) - R_b \cdot 5.8 = 0$$

$$R_b := 7.303 \quad \text{kN}$$

$$R_a := q_d \cdot l + 4 \cdot P - R_b \quad R_a = 4.249 \quad \text{kN}$$

$$M_{\max} := R_a - q_d \cdot x - P \quad \text{medfor} \quad x := 3.4 \quad \text{m}$$

$$M_{\max} := R_a \cdot x - \frac{x^2}{2} \cdot q_d$$

$$M_{\max} = 9.23 \quad \text{kNm}$$

prova L40 66*315 $I_e := 0.9 \cdot 5.8$ vippning rehnström T13
 $h := 0.315$
 $b := 0.066$
 $W := 1091$

$$\lambda_m := 0.065 \cdot \sqrt{I_e \cdot \frac{h}{b^2}} \quad \lambda_m = 1.263 \quad \text{medför} \quad \kappa_{inst} := 0.65$$

$$M_{sd} := f_{md} \cdot W \cdot \frac{\kappa_{inst}}{1000} \quad M_{sd} = 13.875 \quad \text{kNm} \quad 9.23 \leq 13.88 \quad \text{OK !}$$

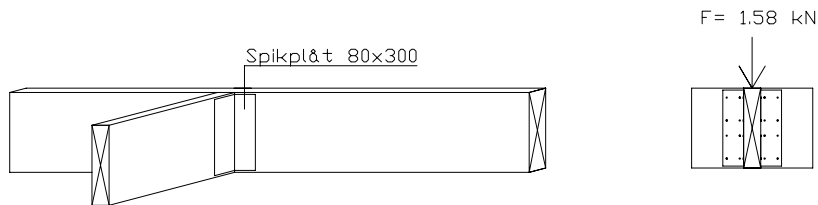
kontroll tvärkraft och skjuvning

$$\tau_{vd} \leq f_{vd} \quad f_{vd} := \kappa_r \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m \cdot \gamma_n} \quad f_{vd} = 2.372 \quad \text{Mpa}$$

$$\tau_{vd} := \frac{\left(1.5 \cdot \frac{R_b}{b \cdot h} \right)}{1000} \quad \tau_{vd} = 0.527 \quad \text{Mpa}$$

$$0.527 \leq 2.37 \quad \text{OK !}$$

13. Spikförband "avväxling öppen spis"



ankarspik dim 40x4.0

2 st. spikplåtar 80x300

$$\kappa_r := 0.8 \quad \gamma_m := 1.1 \quad \gamma_n := 1.25$$

$$d := 4$$

$$7 \cdot d = 28 \quad 28 < 66 \text{ OK!}$$

$$S_{vd} := 1.58 \text{ kN}$$

Bärförmåga

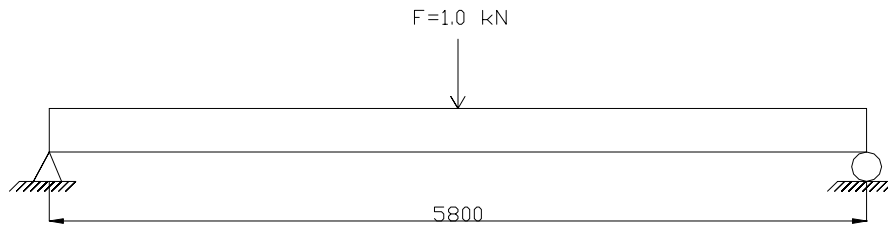
$$R_{vk} := 1.25 \cdot 125 \cdot d^{1.7} \quad R_{vk} = 1.649 \times 10^3 \text{ N}$$

$$R_{vd} := \kappa_r \cdot \frac{R_{vk}}{\gamma_m \cdot \gamma_n} \quad R_{vd} = 959.642 \text{ N}$$

$$F_{spik} := \frac{S_{vd}}{8} \quad F_{spik} = 0.198$$

$$\text{medför } R_{vd} > F_{spik} \text{ OK!}$$

14. Sviktkontroll bjälklag 2



$E_k := 13000$ vid deformationsberäkning

$I := 171.91 \cdot 10^6$ $L := 5800$ $P := 1000 \text{ N}$

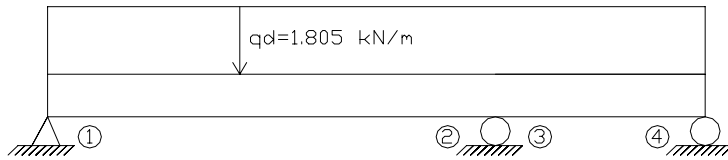
$y_{\text{mitt}} \leq 1.5 \text{ mm}$

$$y_{\text{mitt}} := \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot E_k \cdot I} \quad y_{\text{mitt}} = 1.819 \text{ mm}$$

y_{mitt} är något för stort men ändå inom tolerans enligt handledare på reinertsen

enligt BKR 5:323

15. Crossmetod "avväxling trappa"



$$q_d := 1.805 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Vistelselast h.last}$$

$$L_1 := 3.2$$

$$L_2 := 1.5$$

transporttal

$$r_1 = r_2 = 0$$

styvhetstal

$$S_2 = \frac{3}{L_1} \cdot E \cdot I \quad S_2 := 0.9375$$

$$S_3 = \frac{3}{L_2} \cdot E \cdot I \quad S_3 := 2$$

fördelningstal

$$f_2 := \frac{S_2}{(S_2 + S_3)} \quad f_2 = 0.319$$

$$f_3 := \frac{S_3}{(S_2 + S_3)} \quad f_3 = 0.681$$

startmoment

$$M_{s2} := \frac{-q_d \cdot L_1^2}{8} \quad M_{s2} = -2.31 \quad \text{kNm}$$

$$M_{s3} := \frac{-q_d \cdot L_2^2}{8} \quad M_{s3} = -0.508 \quad \text{kNm}$$

Cross beräkning

	0,319		0,681
	-2,31		-0,508
		1,8	
	0,574		-1,226
	-1,735		-1,734

$$M_b := 1.734 \text{ kNm}$$

moment kring b

$$R_a := \frac{\left(-M_b + q_d \cdot \frac{L_1^2}{2} \right)}{L_1} \quad R_a = 2.346 \text{ kN}$$

moment kring b

$$R_c := \frac{\left(-M_b + q_d \cdot \frac{L_2^2}{2} \right)}{L_2} \quad R_c = 0.198 \text{ kN}$$

$$R_b := q_d \cdot 4.7 - R_a - R_c \quad R_b = 5.94 \text{ kN}$$

B-stöd beräknas på följande sidor

C-stöd behöver ej beräknas noggrannare, har genom överslagsberäkning visat att balkens kapacitet är ca 20 ggr så stor som dess belastning:

$$M_{sd} \geq M_{\max} \quad 13.88 > 0.72 \text{ kNm OK !}$$

$$\tau_{vd} \leq f_{vd} \quad 0.043 < 2.37 \text{ Mpa OK !}$$

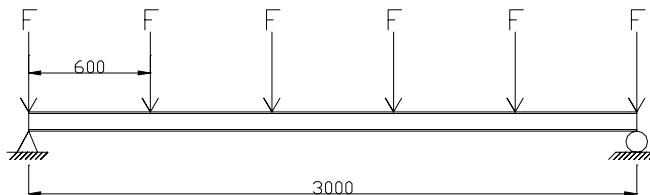
Infästning stöd C

Enligt tidigare infästningsberäkning ser vi även där en stor överdimensionering:

$$R_{vd} \geq F_{\text{spik}} \quad 0.959 > 0.075 \text{ kN OK !}$$

16. Balk "stöd B avväxling trappa"

$$F = 5.93 \text{ kN}$$



Vistelselast h.last

$$F := 5.93 \text{ kN} \quad \text{se crossmedtod avväxling}$$

$$R_a = R_b$$

$$R_a := F \cdot \frac{6}{2} \quad R_a = 17.79 \text{ kN}$$

Mmax under tredje punktlasten

$$M_{\max} := R_a \cdot 1.2 - F \cdot (0.6 + 1.2) \quad M_{\max} = 10.674 \text{ kNm}$$

Prövar HEA 100

$$M_{\text{rtd}} := Z \cdot f_{\text{yd}} \quad Z := 83 \quad f_{\text{yd}} := 223 \text{ Mpa}$$

$$M_{\text{rtd}} = 1.851 \times 10^4 \text{ Nm} \quad 10.674 \leq 18.51 \text{ OK!}$$

Tvärkraftsklasskontroll

$$\beta_f := \frac{b_f}{t_f} \quad \beta_w := \frac{b_w}{t_w} \quad \sqrt{\frac{E_k}{f_{yk}}} := 27.9 \quad A_w := 400$$

$$\beta_f := \frac{(100 - 5 - 2 \cdot 12)}{2 \cdot 8} \quad \beta_f = 4.438 \quad 0.3 \cdot 27.9 = 8.37$$

$$\beta_w := \frac{(96 - 2 \cdot 12 - 2 \cdot 8)}{5} \quad \beta_w = 11.2 \quad 2.4 \cdot 27.9 = 66.96$$

$$4.438 < 8.37$$

$$11.2 < 66.96 \quad \text{OK TK 1 gäller !}$$

Tvärkraftskontroll

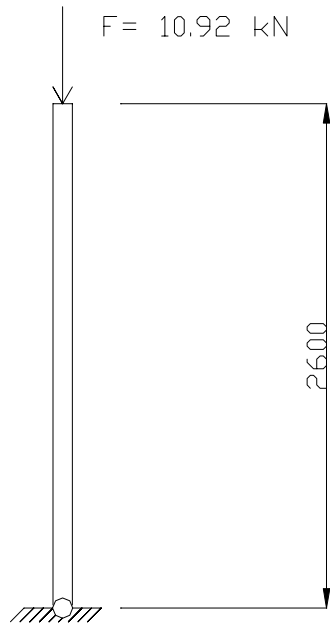
$$\lambda_w := 0.35 \cdot \beta_w \cdot \frac{1}{27.9} \quad \lambda_w = 0.141$$

$$\text{ger} \quad \omega_v := 0.67$$

$$V_{rd} := \omega_v \cdot A_w \cdot f_{yd} \quad V_{rd} = 5.976 \times 10^4 \quad \text{N}$$

$$17.79 < 59.760 \quad \text{OK !}$$

17. Pelare, "stöd B, avväxling trappa"



$$R_b := 10.67 \text{ kN}$$

$$l_c := \beta_{cd} \cdot l$$

$$l_c := 2600 \text{ enl euler 2}$$

$$G_{\text{balk}} := \frac{3 \cdot 16.7 \cdot 9.82}{1000 \cdot 2}$$

Stål 1412

Sk 2

$$G_{\text{balk}} = 0.246 \text{ kN}$$

$$E_k := 210 \cdot 10^9 \quad f_{yk} := 270 \cdot 10^6$$

$$\sqrt{\frac{E_k}{f_{yk}}} = 27.889 \quad f_{yd} := 223$$

$$F := R_b + G_{\text{balk}} \quad F = 10.916 \text{ kN}$$

provar en VKR 100x100x5

$$i := 38.7$$

$$A_{gr} := 1890$$

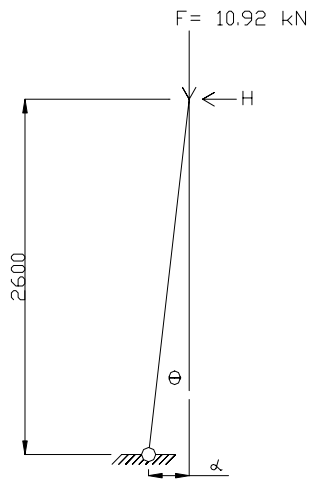
$$\lambda_c := \frac{l_c}{\pi \cdot i \cdot \sqrt{\frac{E_k}{f_{yk}}}} \quad \lambda_c = 0.767$$

$$\frac{h}{b} \leq 1.2 \quad \text{ger kurva b} \quad \omega_c := 0.73$$

$$N_{rcd} := \omega_c \cdot A_{gr} \cdot f_{yd} \quad N_{rcd} = 3.077 \times 10^5$$

$$15.6 < 307.7 \text{ kN OK!}$$

18. Snedställning för pelare, "balk stöd B, avvaxling trappa"



$$\theta_0 := 0.005 \quad \text{standard enl betong bok I} := 2.6 \text{ m} \quad F := 10.92 \text{ kN}$$

$$\alpha_h := \frac{2}{\sqrt{I}} \quad \alpha_h = 1.24 \quad n = \text{antal samverkande konstruktionsdelar i stabilitetsavseende}$$

$$n := 2$$

$$\frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1 \quad \text{medför} \quad \alpha_h := 1.0$$

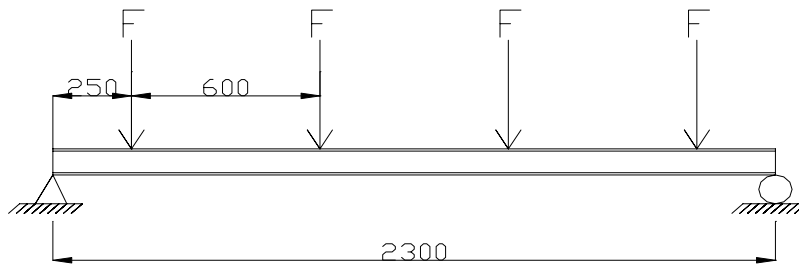
$$\alpha_m := \sqrt{0.5 + \frac{1}{n}} \quad \alpha_m = 1$$

$$\theta_1 := \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m \quad \theta_1 = 5 \times 10^{-3}$$

$$H := F \cdot \theta_1 \quad H = 0.055 \text{ kN}$$

19. Balk över entrè- utstick

$$F = 7.706 \text{ kN}$$



Vistelselast h.last

$$F_1 := 5.23 \quad \text{Bjälklag 2}$$

$$F_2 := 0.678 \quad \text{Egenvikt vägg}$$

$$F_3 := 1.798 \quad \text{Tak vikt samt snölast}$$

$$F := F_1 + F_2 + F_3 \quad F = 7.706 \text{ kN}$$

$$R_A = R_B$$

$$R_A := 4 \cdot \frac{F}{2} \quad R_A = 15.412 \text{ kN}$$

$$M_{\max} \text{ där } V=0 \quad x := 0.85$$

$$M_{\max} := R_A \cdot x - F \cdot (0.6)$$

$$M_{\max} = 8.477 \text{ kNm}$$

Prövar HEA 100

$$M_{Rtd} := Z \cdot f_{yd} \quad Z := 83 \quad f_{yd} := 223 \text{ Mpa}$$

$$M_{Rtd} = 1.851 \times 10^4 \text{ Nm} \quad 8.477 \leq 18.5 \text{ OK!}$$

Tvärkraftsklass kontroll

$$\beta_f := \frac{b_f}{t_f} \quad \beta_w := \frac{b_w}{t_w} \quad \sqrt{\frac{E_k}{f_{yk}}} := 27.9 \quad A_w := 400$$

$$\beta_f := \frac{(100 - 5 - 2 \cdot 12)}{2 \cdot 8} \quad \beta_f = 4.438 \quad 0.3 \cdot 27.9 = 8.37$$

$$\beta_w := \frac{(96 - 2 \cdot 12 - 2 \cdot 8)}{5} \quad \beta_w = 11.2 \quad 2.4 \cdot 27.9 = 66.96$$

$$4.438 < 8.37$$

$$11.2 < 66.96$$

OK TK 1 gäller !

Tvärkraftskontroll

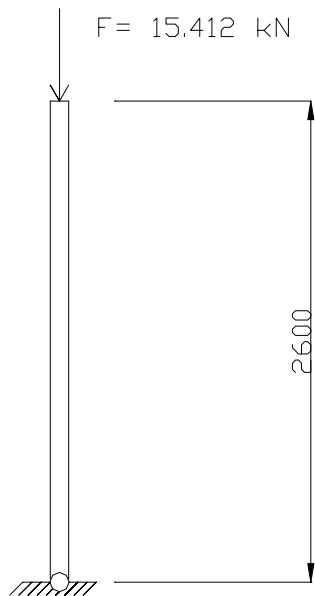
$$\lambda_w := 0.35 \cdot \beta_w \cdot \frac{1}{27.9} \quad \lambda_w = 0.141$$

$$\text{ger } \omega_v := 0.67$$

$$V_{Rd} := \omega_v \cdot A_w \cdot f_{yd} \quad V_{Rd} = 5.976 \times 10^4 \quad \text{N}$$

$$15.412 < 59.760 \quad \text{OK !}$$

20. Pelare vid entrè- utstick



$$R := 15.412 \text{ kN}$$

$$I_c := \beta_{cd} \cdot I$$

$$I_c := 2600 \text{ enl euler 2}$$

$$G_{\text{balk}} := \frac{2.3 \cdot 16.7 \cdot 9.82}{1000 \cdot 2}$$

$$\text{Stål 1412}$$

$$\text{Sk 2}$$

$$G_{\text{balk}} = 0.189 \text{ kN}$$

$$E_k := 210 \cdot 10^9 \quad f_{yk} := 270 \cdot 10^6$$

$$\sqrt{\frac{E_k}{f_{yk}}} = 27.889 \quad f_{yd} := 223$$

$$F := R + G_{\text{balk}} \quad F = 15.601 \text{ kN}$$

provar en VKR 100x100x5

$$i := 38.7$$

$$A_{gr} := 1890$$

$$\lambda_c := \frac{I_c}{\pi \cdot i \cdot \sqrt{\frac{E_k}{f_{yk}}}} \quad \lambda_c = 0.767$$

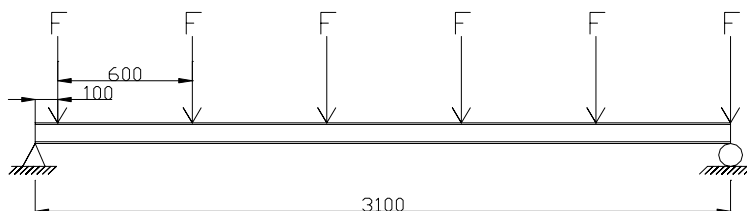
$$\frac{h}{b} \leq 1.2 \quad \text{ger kurva b} \quad \omega_c := 0.73$$

$$N_{rcd} := \omega_c \cdot A_{gr} \cdot f_{yd} \quad N_{rcd} = 3.077 \times 10^5$$

$$15.6 < 307.7 \text{ kN OK !}$$

21. Balk över utstick under altan

$$F = 5.97 \text{ kN}$$



Snöficka h.last

$$F := 2.057 \cdot \frac{5.8}{2} \quad F = 5.965 \text{ kN}$$

$$\text{Moment kring A} \quad R_b \cdot 3.1 - F \cdot (0.1 + 0.7 + 1.3 + 1.9 + 2.5 + 3.1) = 0$$

$$R_b := 18.49 \text{ kN}$$

$$R_a := F \cdot 6 - R_b \quad R_a = 17.302 \text{ kN}$$

Mmax vid tredje punktlasten

$$M_{\max} := R_b \cdot 1.8 - F \cdot (0.6 + 1.2 + 1.8) \quad M_{\max} = 11.807 \text{ kNm}$$

Prövar HEA 100

$$M_{Rtd} := Z \cdot f_{yd} \quad Z := 83 \quad f_{yd} := 223 \text{ Mpa}$$

$$M_{Rtd} = 1.851 \times 10^4 \text{ Nm} \quad 11.807 \leq 18.51 \text{ OK!}$$

Tvärkraftsklasskontroll

$$\beta_f := \frac{b_f}{t_f} \quad \beta_w := \frac{b_w}{t_w} \quad \sqrt{\frac{E_k}{f_{yk}}} := 27.9 \quad A_w := 400$$

$$\beta_f := \frac{(100 - 5 - 2 \cdot 12)}{2.8} \quad \beta_f = 4.438 \quad 0.3 \cdot 27.9 = 8.37$$

$$\beta_w := \frac{(96 - 2 \cdot 12 - 2 \cdot 8)}{5} \quad \beta_w = 11.2 \quad 2.4 \cdot 27.9 = 66.96$$

$$4.438 < 8.37$$

$$11.2 < 66.96$$

OK TK 1 gäller !

Tvärkraftskontroll

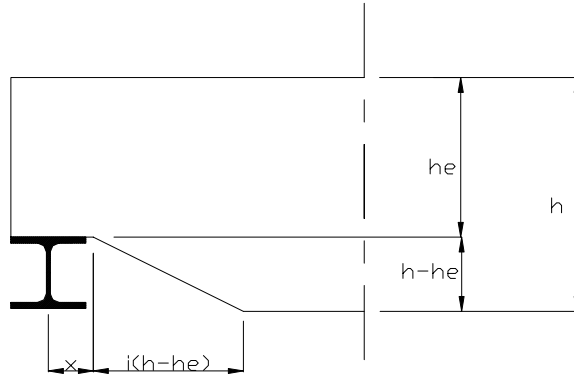
$$\lambda_w := 0.35 \cdot \beta_w \cdot \frac{1}{27.9} \quad \lambda_w = 0.141$$

$$\text{ger} \quad \omega_v := 0.67$$

$$V_{Rd} := \omega_v \cdot A_w \cdot f_{yd} \quad V_{Rd} = 5.976 \times 10^4 \text{ N}$$

$$18.49 < 59.760 \quad \text{OK !}$$

22. Tvärkraft vid inskärning balk, HEA100



$$\kappa_r := 0.75 \quad \gamma_m := 1.15$$

$$f_{vk} := 4 \quad \gamma_n := 1.1$$

$$R_b := 7.706 \quad \text{värsta fallet, vid balk vid entre utstick}$$

Limträ

$$\kappa_n := 6.5$$

$$h := 315 \quad b := 66$$

$$h_e := 215 \quad x := 60$$

$$i := \frac{2}{1}$$

$$\alpha := \frac{h_e}{h} \quad \alpha = 0.683$$

$$\kappa_v := \left[\frac{\kappa_n \cdot \left(1 + \frac{1.1 \cdot i^{1.5}}{\sqrt{h}} \right)}{\sqrt{h} \cdot \left[\sqrt{\alpha \cdot (1 - \alpha)} + 0.8 \cdot \frac{x}{h} \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{\alpha} - \alpha^2 \right)} \right]} \right]$$

$$\kappa_v = 0.697$$

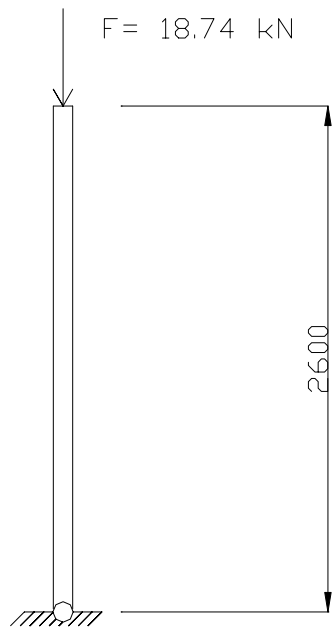
kontroll tvärkraft och skjuvning vid inskärning i balk

$$\tau_{vd} \leq f_{vd} \cdot \kappa_v \quad f_{vd} := \kappa_r \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m \cdot \gamma_n} \quad f_{vd} \cdot \kappa_v = 1.652 \quad \text{Mpa}$$

$$\tau_{vd} := \frac{\left(1.5 \cdot \frac{R_b}{b \cdot h} \right)}{1000} \quad \tau_{vd} = 5.56 \times 10^{-7} \quad \text{Mpa}$$

$$0.556 \leq 1.652 \quad \text{OK !}$$

23. Pelare vid utstick under altan



$$R_b := 18.49 \text{ kN}$$

$$G_{\text{balk}} := \frac{3.1 \cdot 16.7 \cdot 9.82}{1000 \cdot 2}$$

$$G_{\text{balk}} = 0.254 \text{ kN}$$

$$l_c := \beta_{cd} \cdot l$$

Stål 1412

$$E_k := 210 \cdot 10^9$$

$$\sqrt{\frac{E_k}{f_{yk}}} = 27.889$$

$$l_c := 2600 \text{ enl euler 2}$$

Sk 2

$$f_{yk} := 270 \cdot 10^6$$

$$f_{yd} := 223$$

$$F := R_b + G_{\text{balk}} \quad F = 18.744 \text{ kN}$$

provar en VKR 100x100x5

$$i := 38.7$$

$$A_{gr} := 1890$$

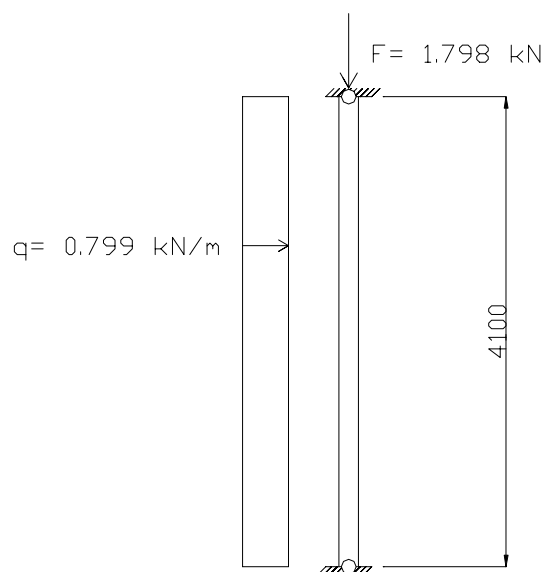
$$\lambda_c := \frac{l_c}{\pi \cdot i \cdot \sqrt{\frac{E_k}{f_{yk}}}} \quad \lambda_c = 0.767$$

$$\frac{h}{b} \leq 1.2 \quad \text{ger kurva b} \quad \omega_c := 0.73$$

$$N_{rcd} := \omega_c \cdot A_{gr} \cdot f_{yd} \quad N_{rcd} = 3.077 \times 10^5$$

$$15.6 < 307.7 \text{ kN OK !}$$

24. Dimensionering väggreglar, köksplan



vindlast dimensionerande fallet

vind h.last

$$\psi := 1.3 \quad \mu_{lov} := 0.85$$

$$f_{md} := 7.9 \quad l := 4.1 \text{ m}$$

$$f_{cd} := 9.2$$

$$f_{cd90} := 3.8$$

$$F_1 := 1.798 \text{ kN} \quad \text{snö } \psi$$

$$q_k := 0.799 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$M_{\max} := (q_k \cdot \psi \cdot \mu_{lov} \cdot 0.6) \cdot \frac{l^2}{8}$$

$$M_{\max} = 1.113 \quad \text{kNm}$$

$$\text{provar } 45 \times 170 \quad b := 0.045 \quad h := 0.17$$

stägad i veka leden kontroll i styva leden

$$l_c := 4.1 \quad \text{knäckfall 2} \quad h := 0.17$$

$$\lambda := l_c \cdot \frac{\sqrt{12}}{h}$$

$$\lambda = 83.546 \quad \text{medför } \kappa_c := 0.38$$

$$F_{\text{rcd}} := 9.2 \cdot 10^6 \cdot b \cdot h \cdot \kappa_c$$

$$F_{\text{rcd}} = 2.674 \times 10^4 \quad \text{N}$$

$$R_{\text{md}} := W \cdot f_{\text{md}} \quad W := 216.8$$

$$R_{\text{md}} = 1.713 \times 10^3 \quad \text{Nm}$$

interaktion

$$\frac{M_{\text{max}}}{R_{\text{md}}} + \frac{F}{F_{\text{rcd}}} \leq 1$$

$$\frac{1.13}{1.7} + \frac{1.798}{26.74} = 0.732 \quad \text{OK!}$$

Sylltryck

$$R_{\text{scd}} \leq R_{\text{cd90}} \quad b_s := 45 \quad \text{mm}$$

$$A := 7650 \quad \text{mm}^2$$

$$\kappa_c := \sqrt[4]{\frac{150}{b_s}}$$

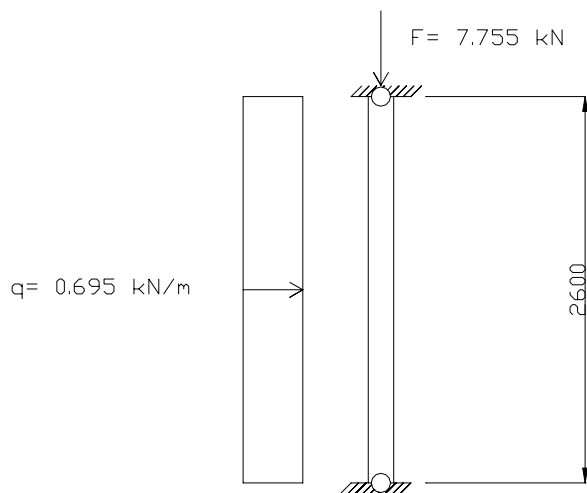
$$\kappa_c = 1.351$$

$$R_{\text{c90d}} := \kappa_c \cdot A \cdot f_{\text{cd90}}$$

$$R_{\text{c90d}} = 3.928 \times 10^4 \quad \text{N}$$

$$1.798 \leq 39.28 \quad \text{OK!}$$

25. Dimensionering väggreglar plan 2



$F_2 := 2.076$ Från bjälklag vindlast dimensionerande fallet

$F_3 := 0.679$ Egenvikt vägg

$F_4 := 5.0$ Från avväxling fönster

$$F := F_2 + F_3 + F_4$$

$$F = 7.755 \text{ kN}$$

$$q_{k1} := 0.695 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\psi := 1.3 \text{ vind h.last}$$

$$f_{md} := 7.9 \quad \mu_{lov} := 0.85$$

$$f_{cd} := 9.2 \quad l := 2.6 \text{ m}$$

$$f_{cd90} := 3.8$$

$$M_{\max} := (q_{k1} \cdot \psi \cdot \mu_{lov} \cdot 0.6) \cdot \frac{l^2}{8}$$

$$M_{\max} = 0.389 \text{ kNm}$$

$$\text{provar } 45 \times 170 \quad b := 0.045 \quad h := 0.17$$

stagad i veka leden kontroll i styva leden

$$l_c := 2.6 \text{ knäckfall2} \quad h := 0.17$$

$$\lambda := l_c \cdot \frac{\sqrt{12}}{h}$$

$$\lambda = 52.98 \text{ medför } \kappa_c := 0.73$$

$$F_{\text{rcd}} := 9.2 \cdot 10^6 \cdot b \cdot h \cdot \kappa_c$$

$$F_{\text{rcd}} = 5.138 \times 10^4$$

$$R_{\text{md}} := W \cdot f_{\text{md}} \quad W := 216.8$$

$$R_{\text{md}} = 1.713 \times 10^3 \text{ Nm}$$

interaktion

$$\frac{M_{\text{max}}}{R_{\text{md}}} + \frac{F}{F_{\text{rcd}}} \leq 1$$

$$\frac{0.389}{1.7} + \frac{7.755}{51.38} = 0.38 \quad \text{OK!}$$

Sylltryck

$$R_{\text{scd}} \leq R_{\text{cd90}} \quad b_s := 45 \text{ mm}$$

$$A := 7650 \text{ mm}^2$$

$$\kappa_c := \sqrt[4]{\frac{150}{b_s}}$$

$$\kappa_c = 1.351$$

$$R_{\text{c90d}} := \kappa_c \cdot A \cdot f_{\text{cd90}}$$

$$R_{\text{c90d}} = 3.928 \times 10^4$$

$$F \leq R_{\text{c90d}}$$

$$7.755 \leq 39.28 \quad \text{OK!}$$

26. Laster till kontinuerlig balk

$cc := 0.6 \text{ m}$	cc avstånd mellan reglar
$F_1 := 5.97 \text{ kN}$	last från altan, snöficka h. last
$F_{1e} := 0.223 \text{ kN}$	egenvikt material altan
$F_2 := 5.23 \text{ kN}$	bjälklag 2, vistelse last h. last
$F_3 := 1.798 \text{ kN}$	snö ψ samt egenvikt tak
$F_4 := 0.678 \text{ kN}$	egenvikt väggar cc 600
$F_5 := 2.35 \text{ kN}$	stödreaktion vid avvaxling trappa
$F_6 := 0.93 \text{ kN}$	stödreaktion från utstick
$F_7 := 4.75 \text{ kN}$	från avvaxling fönster
$F_8 := 4.25 \text{ kN}$	från avvaxling fönster

utb 1

$$q_1 := \frac{(F_1 + F_{1e} + F_6)}{cc} \quad q_1 = 11.872 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

utb 2

$$q_2 := \frac{(F_2 + F_3 + F_4 + F_6)}{cc} \quad q_2 = 14.393 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

utb 3

$$q_3 := \frac{(F_4 + F_6)}{cc} \quad q_3 = 2.68 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

utb 4

$$q_4 := \frac{(F_5 + F_3 + F_4 + F_6)}{cc} \quad q_4 = 9.593 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

utb 5

$$q_5 := \frac{(F_2 + F_3 + F_4 + F_6)}{cc} \quad q_5 = 14.393 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

P – last1

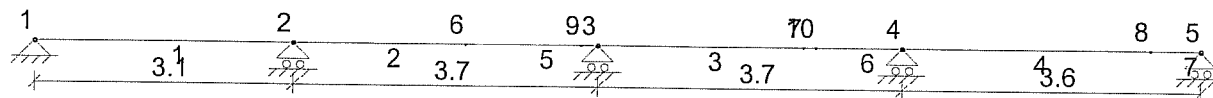
$$P_1 := F_2 + F_4 + F_7 \quad P_1 = 10.658 \quad \text{kN}$$

P – last2

$$P_2 := F_2 + F_4 + F_8 \quad P_2 = 10.158 \quad \text{kN}$$

Beräkningar i PCframe följer

Geometri



Beräkningsförutsättningar

Projekt : 27. kontinuerlig balk

Data anges i KN och m

Nod-koordinater

Nod	x-koordinat	y-koordinat	Stödvillkor	
			x-fix	y-fix
1	0	0		
2	3,1	0	y-fix	
3	6,8	0	y-fix	
4	10,5	0	y-fix	
5	14,1	0	y-fix	
6	5,2	0		
7	9,3	0		
8	13,5	0		
9	6,6	0		
10	9,45	0		

Element-förbindningar

Element	Nod 1	Nod 2	Led ände	Material-grupp
1	1	2	1	HEA 120 Hög Stål
2	2	6	1	HEA 120 Hög Stål
3	3	7	1	HEA 120 Hög Stål
4	4	8	1	HEA 120 Hög Stål
5	6	3	1	HEA 120 Hög Stål
6	7	4	1	HEA 120 Hög Stål
7	8	5	1	HEA 120 Hög Stål

Materialdata

Grupp	E	I	A	h/2	alfa	beta
1	2100E+5	6062E-9	2534E-6	0,057	0,00001	0

Last-Kombinationer

Namn kombination : laster

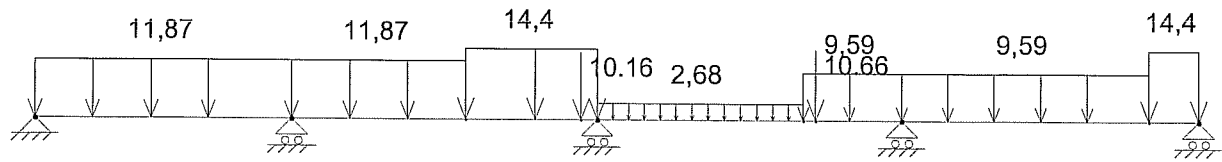
Lastfall : B1

Lastfall

Namn Lastfall B1 : last

Antal laster : 9

Last	Lasttyp	Element/Nod	Riktning	Värde 1	Värde 2
1	Utbredd last	E 1	y-riktning	11.87	
2	Utbredd last	E 2	y-riktning	11.87	
3	Utbredd last	E 5	y-riktning	14.4	
4	Utbredd last	E 3	y-riktning	2.68	
5	Utbredd last	E 4	y-riktning	9.59	
6	Utbredd last	E 6	y-riktning	9.59	
7	Utbredd last	E 7	y-riktning	14.4	
8	Nodlast	N 9	y-riktning	10.16	
9	Nodlast	N 10	y-riktning	10.66	

Lastfall: last

Resultat - sammanfattning

Beräkning enligt första ordningens teori.

Max-värden motsvarar 100

(i lastkombination)

Axial kraft N:	0	KN	0
Tvärkraft T:	25,	KN	1
Moment M:	16,1	KNm	1
Förskjutning ux:	0	m	0
Förskjutning uy:	108E-4	m	1
Referens-Böjspänning Sig:	,1	KN/m2	
Referens-Skjuvspänning Tau:	,1	KN/m2	

Lastkombination 1: laster

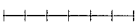
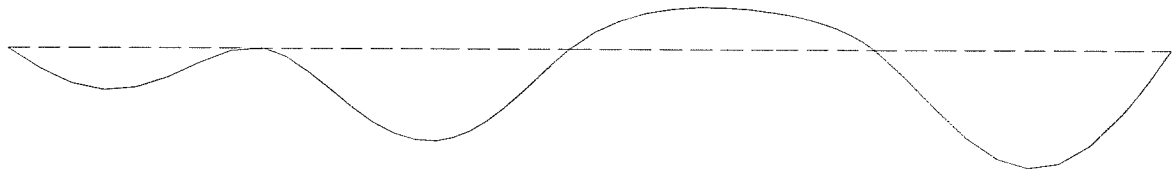
Elem	N	T	M	ux	uy	Sig	Tau
1	0	94	100	0	36	152E+6	112E+5
2	0	100	100	0	78	152E+6	118E+5
3	0	23	50	0	36	762E+5	275E+4
4	0	81	71	0	100	107E+6	959E+4
5	0	92	63	0	78	959E+5	109E+5
6	0	50	61	0	31	932E+5	587E+4
7	0	69	48	0	55	724E+5	812E+4

Förskjutningar och reaktionskrafter. 1:a ordn.**Lastkombination 1: laster**

Mult exp:	-9	-6	-6			
Nod	Försk.-x	Försk.-y	Rot-z	Kraft-x	Kraft-y	Moment-z
1			5021	0,000	-1,319E+1	
2	0		1531		-5,927E+1	
3	0		-5930		-2,878E+1	
4	0		5704		-3,265E+1	
5	0		-10659		-1,715E+1	
6	0	8417	-757			
7	0	-3391	1200			
8	0	5971	-8640			
9	223002	-55	40			
10	234595	-21	114			

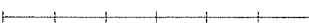
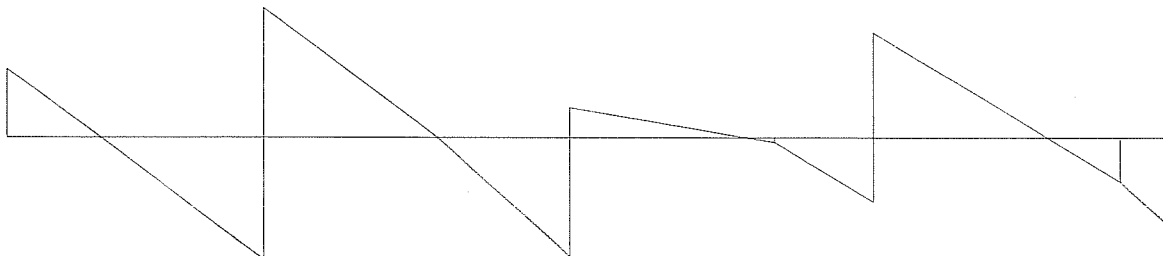
Förskjutningar, 1:a ordn. Lastkombination: laster

max,min x= 0,000E+0, 0,000E+0 y= 1,078E-2,-3,873E-3

Skala :  0,012

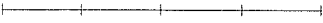
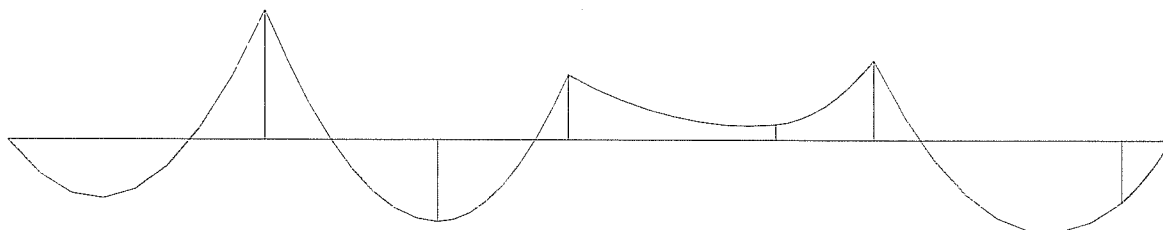
Tvärkrafter, 1:a ordn. Lastkombination: laster

Tvärkraft max= 2,501E+1 min= -2,361E+1

Skala :  60

Moment, 1:a ordn. Lastkombination: laster

Moment max= 1,139E+1 min= -1,615E+1

Skala :  40

28. Kontroll av dimension för kontinuerlig balk

Resultat från beräkningar med PC-Frame:

$$M_{\max} := 16.1 \text{ kNm} \quad V_{\text{sd}} := 25.0 \text{ kN}$$

HEA 120

$$M_{\text{rtd}} := Z \cdot f_{\text{yd}} \quad f_{\text{yd}} := 223 \text{ Mpa} \quad Z := 119$$

$$M_{\text{rtd}} = 2.654 \times 10^4 \text{ Nm}$$

$$16.1 \leq 26.54 \quad \text{OK!}$$

Tvärkraftskontroll

$$\beta_f := \frac{b_f}{t_f} \quad \beta_w := \frac{b_w}{t_w} \quad \sqrt{\frac{E_k}{f_{yk}}} := 27.9 \quad A_w := 490$$

$$\beta_f := \frac{(120 - 5 - 2 \cdot 12)}{2.8} \quad \beta_f = 5.688 \quad 0.3 \cdot 27.9 = 8.37$$

$$\beta_w := \frac{(114 - 2 \cdot 12 - 2 \cdot 8)}{5} \quad \beta_w = 14.8 \quad 2.4 \cdot 27.9 = 66.96$$

$$5.688 < 8.37$$

$$14.8 < 66.96 \quad \text{OK ! TK 1 gäller !}$$

Tvärkraft kontroll

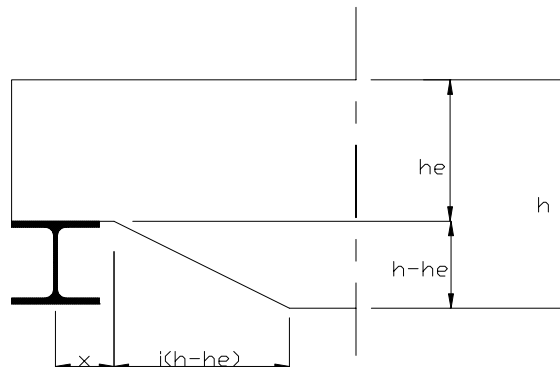
$$\lambda_w := 0.35 \cdot \beta_w \cdot \frac{1}{27.9} \quad \lambda_w = 0.186$$

$$\text{ger } \omega_v := 0.67$$

$$V_{\text{rd}} := \omega_v \cdot A_w \cdot f_{\text{yd}} \quad V_{\text{rd}} = 7.321 \times 10^4 \text{ N}$$

$$25.0 < 73.2 \quad \text{OK !}$$

29. Tvärkraft vid inskärning balk, HEA120



$$\kappa_r := 0.75 \quad \gamma_m := 1.15$$

Limträ

$$f_{vk} := 4 \quad \gamma_n := 1.1$$

$$\kappa_n := 6.5$$

R := 10.65 värsta fallet, största lasten på balken

$$h := 315 \quad b := 66$$

$$he := 195 \quad x := 80$$

$$i := \frac{2}{1}$$

$$\alpha := \frac{he}{h} \quad \alpha = 0.619$$

$$\kappa_v := \left[\frac{\kappa_n \cdot \left(1 + \frac{1.1 \cdot i^{1.5}}{\sqrt{h}} \right)}{\sqrt{h} \cdot \left[\sqrt{\alpha \cdot (1 - \alpha)} + 0.8 \cdot \frac{x}{h} \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{\alpha} - \alpha^2 \right)} \right]} \right]$$

$$\kappa_v = 0.605$$

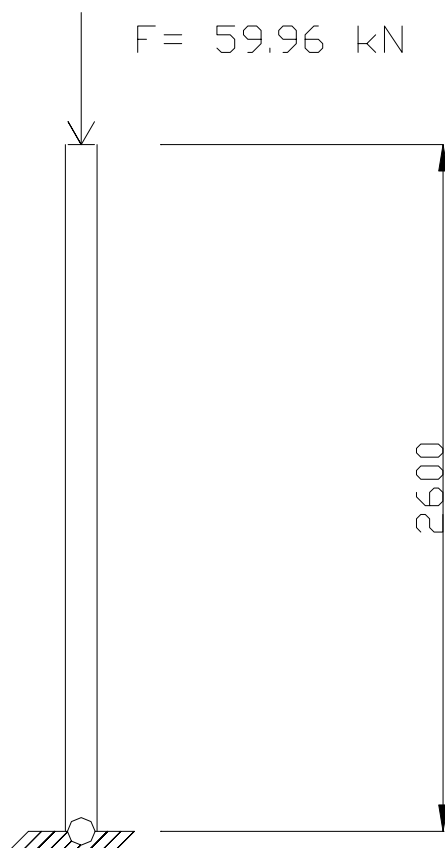
kontroll tvärkraft och skjuvning vid inskärning i balk

$$\tau_{vd} \leq f_{vd} \cdot \kappa_v \quad f_{vd} := \kappa_r \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m \cdot \gamma_n} \quad f_{vd} \cdot \kappa_v = 1.435 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{vd} := \frac{\left(1.5 \cdot \frac{R}{b \cdot h} \right)}{1000} \quad \tau_{vd} = 7.684 \times 10^{-7} \text{ Mpa}$$

$$0.768 \leq 1.435 \quad \text{OK !}$$

30. Pelare under kontinuerligbalk



Stål 1412 Sk 2 $l_c := \beta_{cd} \cdot l$ $l_c := 2600$ enl knäckfall 2

$$G_{\text{balk}} := \frac{3.4 \cdot 19.9 \cdot 9.82}{1000} \quad G_{\text{balk}} = 0.664 \quad \text{kN}$$

$$E_k := 210 \cdot 10^9 \quad f_{yk} := 270 \cdot 10^6$$

$$\sqrt{\frac{E_k}{f_{yk}}} = 27.889 \quad f_{yd} := 223$$

$$R_2 := 59.3 \quad \text{kN} \quad \text{se. PC-frame beräkning}$$

$$F := R_2 + G_{\text{balk}} \quad F = 59.964 \quad \text{kN}$$

provar en VKR 120x120x5

$$i := 46.9$$

$$A_{gr} := 2290$$

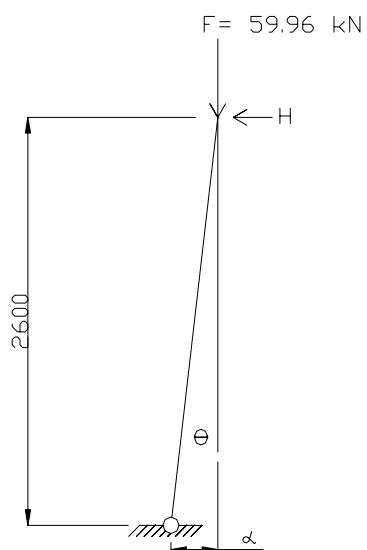
$$\lambda_c := \frac{l_c}{\pi \cdot i \cdot \sqrt{\frac{E_k}{f_{yk}}}} \quad \lambda_c = 0.633$$

$$\frac{h}{b} \leq 1.2 \quad \text{ger kurva b} \quad \omega_c := 0.76$$

$$N_{rcd} := \omega_c \cdot A_{gr} \cdot f_{yd} \quad N_{rcd} = 3.881 \times 10^5$$

$$59.96 < 388.1 \text{ kN} \quad \text{OK!}$$

31. Snedställning för pelare under kontinuerlig balk



$$\theta_0 := 0.005 \quad \text{standard enl betong bok} \quad l := 2.6 \text{ m} \quad F := 59.96 \text{ kN}$$

$$\alpha_h := \frac{2}{\sqrt{l}} \quad \alpha_h = 1.24 \quad \begin{array}{l} n = \text{antal samverkande konstruktionsdelar} \\ \text{i stabilitetsavseende} \\ n := 5 \end{array}$$

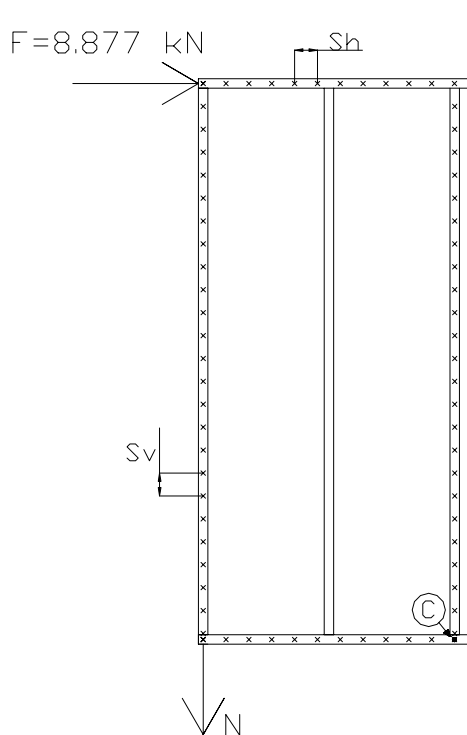
$$\frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1 \quad \text{medf\"or } \alpha_h := 1.0$$

$$\alpha_m := \sqrt{0.5 + \frac{1}{n}} \quad \alpha_m = 0.837$$

$$\theta_1 := \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m \quad \theta_1 = 4.183 \times 10^{-3}$$

$$H := F \cdot \theta_1 \quad H = 0.251 \text{ kN}$$

32. Skivverkan längsida



spik dim 50x3.7 $d_s := 3.7$ $I_s := 50$

$F := 8877$ N kraft från vindlast på kortsida

regel avst. cc 600 $\gamma_m := 1.1$

$b_{gips} := 1.2$ m $\gamma_n := 1.25$

$h_{gips} := 2.6$ m $\kappa_r := 0.8$

moment kring C $F \cdot h_{gips} = N \cdot b_{gips}$

$N := F \cdot \frac{h_{gips}}{b_{gips}}$ $N = 1.923 \times 10^4$ kN

$L_1 := I_s - 26$ $L_1 = 24$ mm

$L_2 := 8 \cdot d_s$ $L_2 = 29.6$ nm

$L_1 \geq L_2$ OK!

$$\text{minsta virkestjocklek} = 7 \cdot d_s$$

$$7 \cdot d_s = 25.9 \quad 25.9 \leq 26 \text{ OK !}$$

$$R_{vk} := 150 \cdot d_s^{1.7} \quad R_{vk} = 1.387 \times 10^3 \text{ J}$$

$$R_{vd} := \frac{\kappa_r \cdot R_{vk} \cdot 1}{\gamma_m \cdot \gamma_n} \quad R_{vd} = 806.903 \text{ N}$$

$$\frac{b_{gips}}{s_h} \cdot R_{vd} \geq F \quad s_h \leq b_{gips} \cdot \frac{R_{vd}}{F}$$

$$s_h := b_{gips} \cdot \frac{R_{vd}}{F} \quad s_h = 0.109 \text{ m}$$

$$\text{även } s_v := 0.109 \text{ m}$$

33. Vindlaster ramar

avstånd ramar

$$\text{ram 1 till 2} \quad l_{12} := 10 \text{ m}$$

$$\text{ram 2 till 3} \quad l_{23} := 8.7 \text{ m}$$

$$\text{ram 3 till 4} \quad l_{34} := 5 \text{ m}$$

vindlast

$$\psi := 1.0 \quad \mu_{lov} := 0.85$$

$$q_k := 0.779 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \mu_{lä} := 0.25$$

$$q_{lov} := \psi \cdot q_k \cdot \mu_{lov} \quad q_{lov} = 0.662 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{lä} := \psi \cdot q_k \cdot \mu_{lä} \quad q_{lä} = 0.195 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

utberdda laster på ramar

$$q_{1lov} := q_{lov} \cdot \frac{l_{12}}{2} \quad q_{1lov} = 3.311 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{1lä} := q_{lä} \cdot \frac{l_{12}}{2} \quad q_{1lä} = 0.195 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{2lov} := q_{lov} \cdot \frac{l_{23}}{2} + q_{1lov} \quad q_{2lov} = 6.191 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{2lä} := q_{lä} \cdot \frac{l_{23}}{2} + q_{1lä} \quad q_{2lä} = 1.821 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{3lov} := q_{lov} \cdot \frac{l_{34}}{2} + q_{lov} \cdot \frac{l_{23}}{2} \quad q_{3lov} = 4.536 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{3lä} := q_{lä} \cdot \frac{l_{34}}{2} + q_{lä} \cdot \frac{l_{23}}{2} \quad q_{3lä} = 1.334 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{4lov} := q_{lov} \cdot \frac{l_{34}}{2} \quad q_{4lov} = 1.655 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{4lä} := q_{lä} \cdot \frac{l_{34}}{2} \quad q_{4lä} = 0.487 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

punklaster på ramar lovart

Ram 1

$$P_1 := \frac{2.9}{2} \cdot q_{1lov} \quad P_1 = 4.801 \text{ kN}$$

$$P_2 := \frac{2.8}{2} \cdot q_{1lov} + \frac{2.9}{2} \cdot q_{1lov} \quad P_2 = 9.436 \text{ kN}$$

Ram 2

$$P_1 := \frac{3}{2} \cdot q_{2lov} \quad P_1 = 9.287 \text{ kN}$$

$$P_2 := \frac{3}{2} \cdot q_{2lov} + \frac{2.9}{2} \cdot q_{2lov} \quad P_2 = 18.264 \text{ kN}$$

$$P_3 := \frac{2.9}{2} \cdot q_{2lov} + \frac{2.8}{2} \cdot q_{2lov} \quad P_3 = 17.645 \text{ kN}$$

Ram3

$$P_1 := \frac{4.4}{2} \cdot q_{3lov} \quad P_1 = 9.979 \text{ kN}$$

$$P_2 := \frac{4.4}{2} \cdot q_{3lov} + \frac{4.3}{2} \cdot q_{3lov} \quad P_2 = 19.73 \text{ kN}$$

Ram 4

$$P_1 := \frac{4.5}{2} \cdot q_{4lov} \quad P_1 = 3.725 \text{ kN}$$

punklaster på ramar läsida

Ram 1

$$P_1 := \frac{2.9}{2} \cdot q_{1l\ddot{a}} \quad P_1 = 1.412 \text{ kN}$$

$$P_2 := \frac{2.8}{2} \cdot q_{1l\ddot{a}} + \frac{2.9}{2} \cdot q_{1l\ddot{a}} \quad P_2 = 2.775 \text{ kN}$$

Ram 2

$$P_1 := \frac{3}{2} \cdot q_{2l\ddot{a}} \quad P_1 = 2.731 \text{ kN}$$

$$P_2 := \frac{3}{2} \cdot q_{2l\ddot{a}} + \frac{2.9}{2} \cdot q_{2l\ddot{a}} \quad P_2 = 5.372 \text{ kN}$$

$$P_3 := \frac{2.9}{2} \cdot q_{2l\ddot{a}} + \frac{2.8}{2} \cdot q_{2l\ddot{a}} \quad P_3 = 5.19 \text{ kN}$$

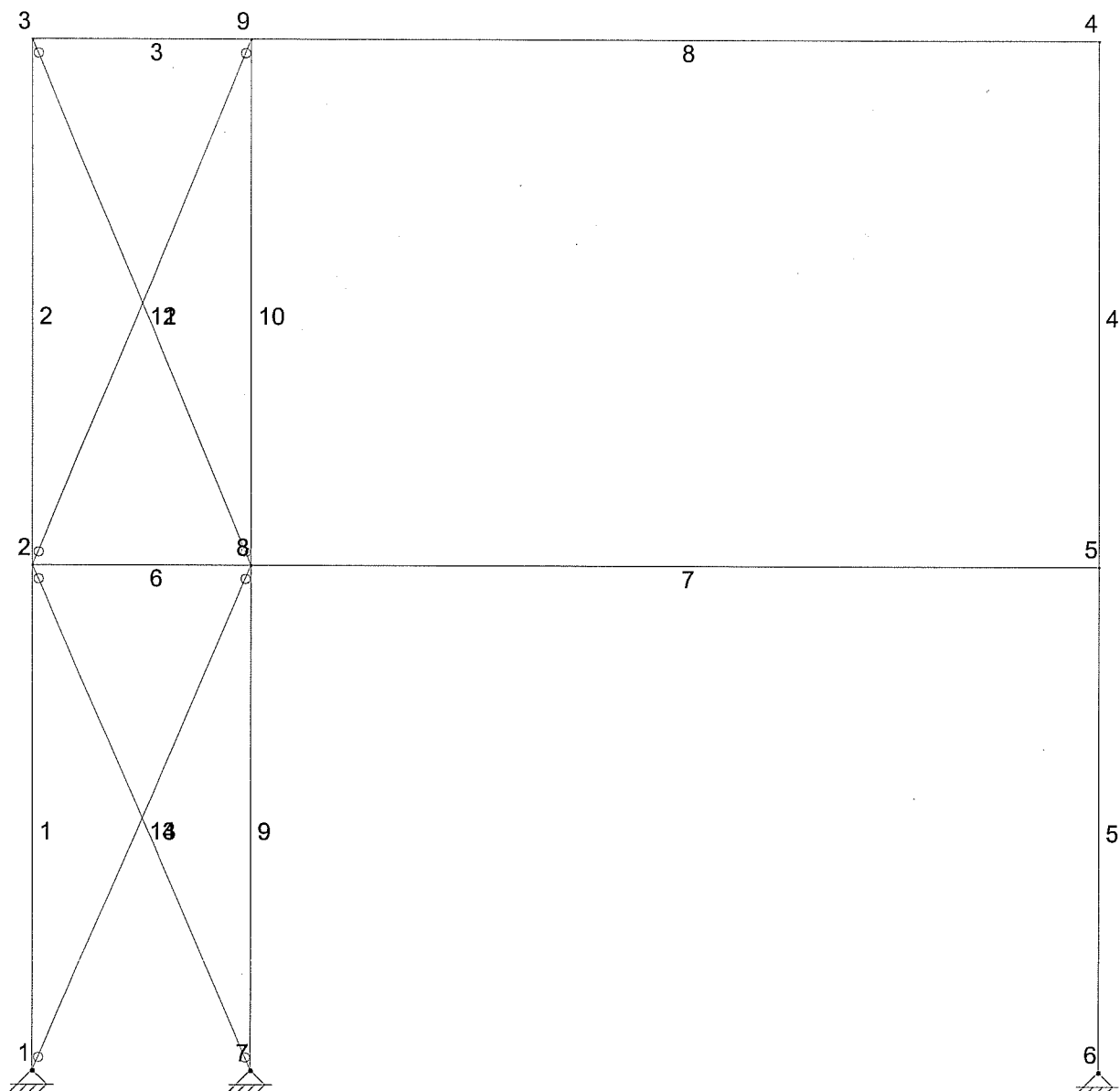
Ram3

$$P_1 := \frac{4.4}{2} \cdot q_{3l\ddot{a}} \quad P_1 = 2.935 \text{ kN}$$

$$P_2 := \frac{4.4}{2} \cdot q_{3l\ddot{a}} + \frac{4.3}{2} \cdot q_{3l\ddot{a}} \quad P_2 = 5.803 \text{ kN}$$

Ram 4

$$P_1 := \frac{4.5}{2} \cdot q_{4l\ddot{a}} \quad P_1 = 1.095 \text{ kN}$$

Geometri

Beräkningsförutsättningar

Projekt : 34. Ramberäkningar, ram 1
Data anges i KN och m

Nod-koordinater

Nod	x-koordinat	y-koordinat	Stödvillkor	
			x-fix	y-fix
1	0	0		
2	0	-2,8		
3	0	-5,7		
4	5,9	-5,7		
5	5,9	-2,8		
6	5,9	0	x-fix	y-fix
7	1,2	0	x-fix	y-fix
8	1,2	-2,8		
9	1,2	-5,7		

Element-förbindningar

Element	Nod 1	Nod 2	Led ände	Material-grupp
1	1	2		1 HEA 160 Hög Stål
2	2	3		1 HEA 160 Hög Stål
3	3	9		1 HEA 160 Hög Stål
4	4	5		1 HEA 160 Hög Stål
5	5	6		1 HEA 160 Hög Stål
6	2	8		1 HEA 160 Hög Stål
7	8	5		1 HEA 160 Hög Stål
8	9	4		1 HEA 160 Hög Stål
9	7	8		2 VKR 160x80x6,3 Låg Stål
10	8	9		2 VKR 160x80x6,3 Låg Stål
11	3	8	1 2	1 HEA 160 Hög Stål
12	2	9	1 2	1 HEA 160 Hög Stål
13	1	8	1 2	1 HEA 160 Hög Stål
14	7	2	1 2	1 HEA 160 Hög Stål

Materialdata

Grupp	E	I	A	h/2	alfa	beta
1	2100E+5	1673E-8	3877E-6	0,076	0,00001	0
2	2100E+5	3020E-9	2850E-6	0,04	0,00001	0

Last-Kombinationer

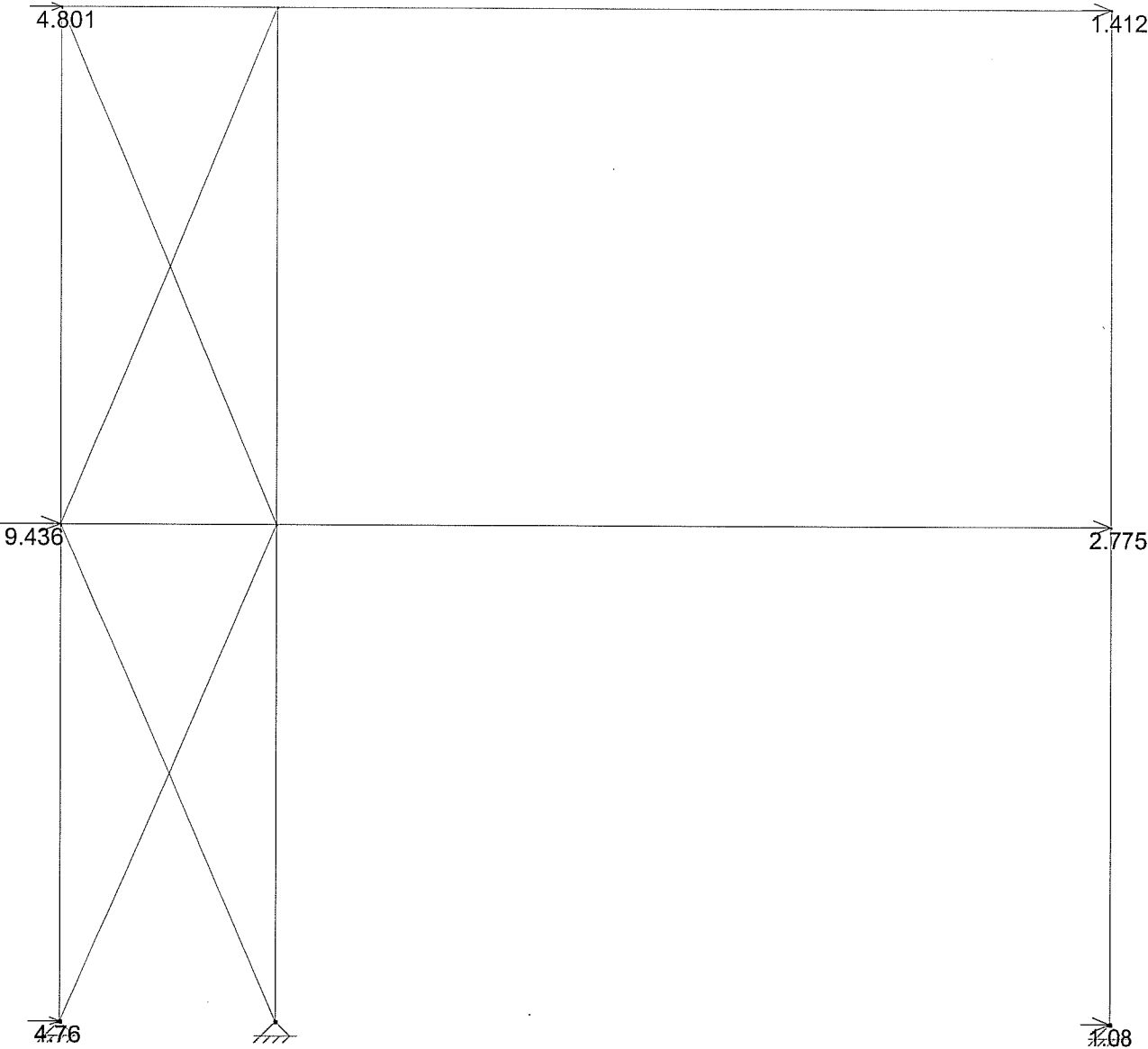
Namn kombination : last
Lastfall : B1

Lastfall

Namn Lastfall B1 : vind
Antal laster : 6

Last	Lasttyp	Element/Nod	Riktning	Värde 1	Värde 2
1	Nodlast	N 1	x-riktning	4.76	
2	Nodlast	N 2	x-riktning	9.436	
3	Nodlast	N 3	x-riktning	4.801	
4	Nodlast	N 4	x-riktning	1.412	
5	Nodlast	N 5	x-riktning	2.775	
6	Nodlast	N 6	x-riktning	1.08	

Lastfall: vind



Resultat - sammanfattning

Beräkning enligt första ordningens teori.

Max-värden motsvarar 100

(i lastkombination)

Axial kraft N:	35,9	KN	1
Tvåkraft T:	,712	KN	1
Moment M:	,898	KNm	1
Försjutning ux:	131E-5	m	1
Försjutning uy:	233E-6	m	1
Referens-Böjspänning Sig:	,1	KN/m2	
Referens-Skjuvspänning Tau:	,1	KN/m2	

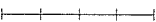
Lastkombination 1: last

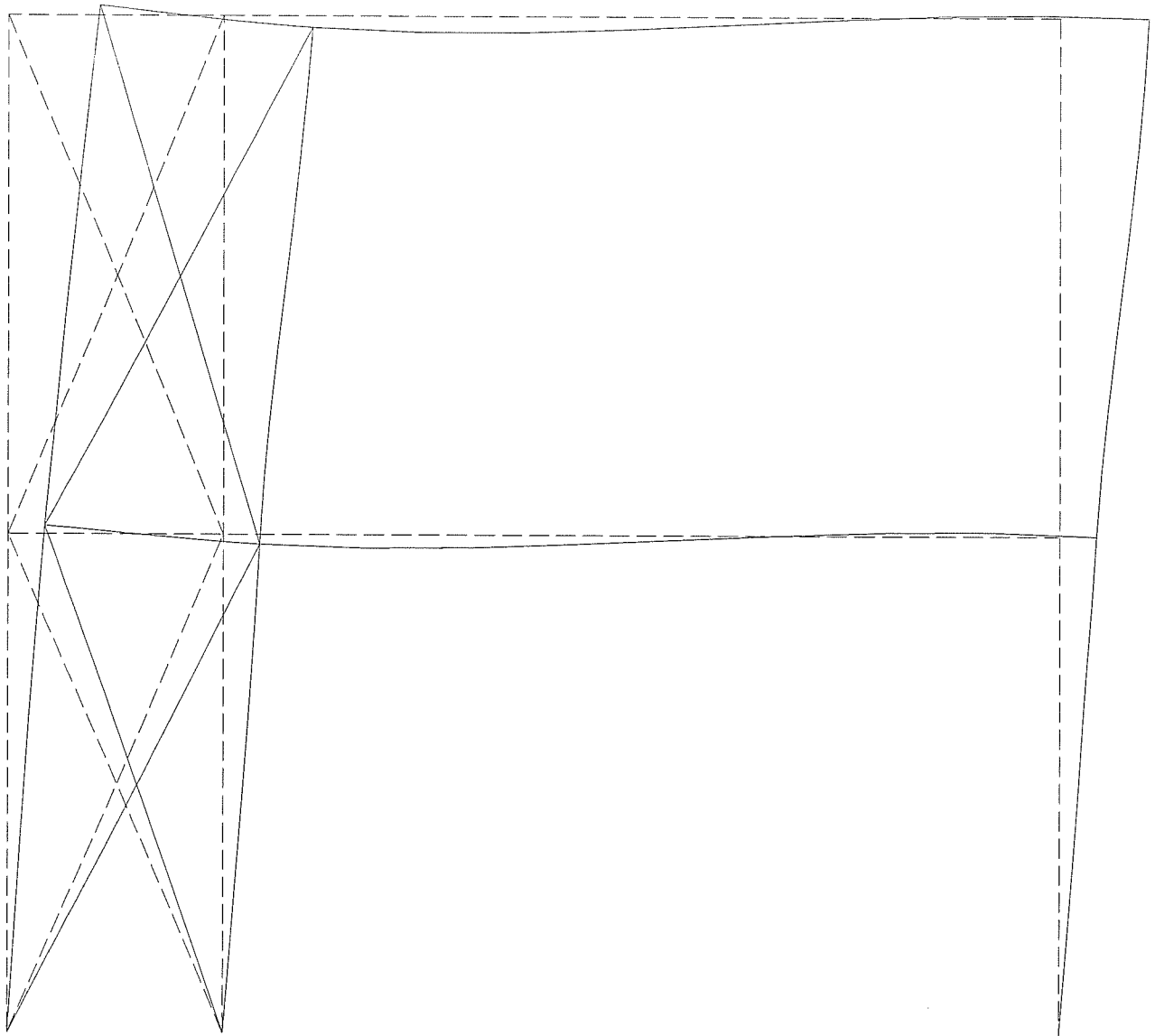
Elem	N	T	M	ux	uy	Sig	Tau
1	100	10	22	41	53	102E+5	219E+2
2	18	2	9	100	63	206E+4	398E+1
3	-5	100	86	100	72	397E+4	220E+3
4	-1	77	93	100	2	389E+4	170E+3
5	-2	5	12	42	1	672E+3	118E+2
6	-5	97	76	41	61	357E+4	215E+3
7	9	51	96	42	84	479E+4	113E+3
8	2	52	100	100	100	430E+4	114E+3
9	-85	1	3	41	61	111E+5	375E+1
10	-14	13	15	100	72	366E+4	386E+2
11	-22	0	0	100	63	201E+4	0
12	19	0	0	100	72	175E+4	0
13	58	0	0	41	61	539E+4	0
14	-72	0	0	41	53	669E+4	0

Förskjutningar och reaktionskrafter. 1:a ordn.**Lastkombination 1: last**

Mult exp:	-6	-9	-9			
Nod	Försk.-x	Försk.-y	Rot-z	Kraft-x	Kraft-y	Moment-z
1			164693	-1,292E+1	5,513E+1	
2	535	-123572	243545			
3	1311	-146746	296821			
4	1313	3836	137467			
5	551	2521	168516			
6			210896	-1,118	-7,331E-1	
7			208354	-1,023E+1	-5,440E+1	
8	532	142952	153267			
9	1308	168123	179323			

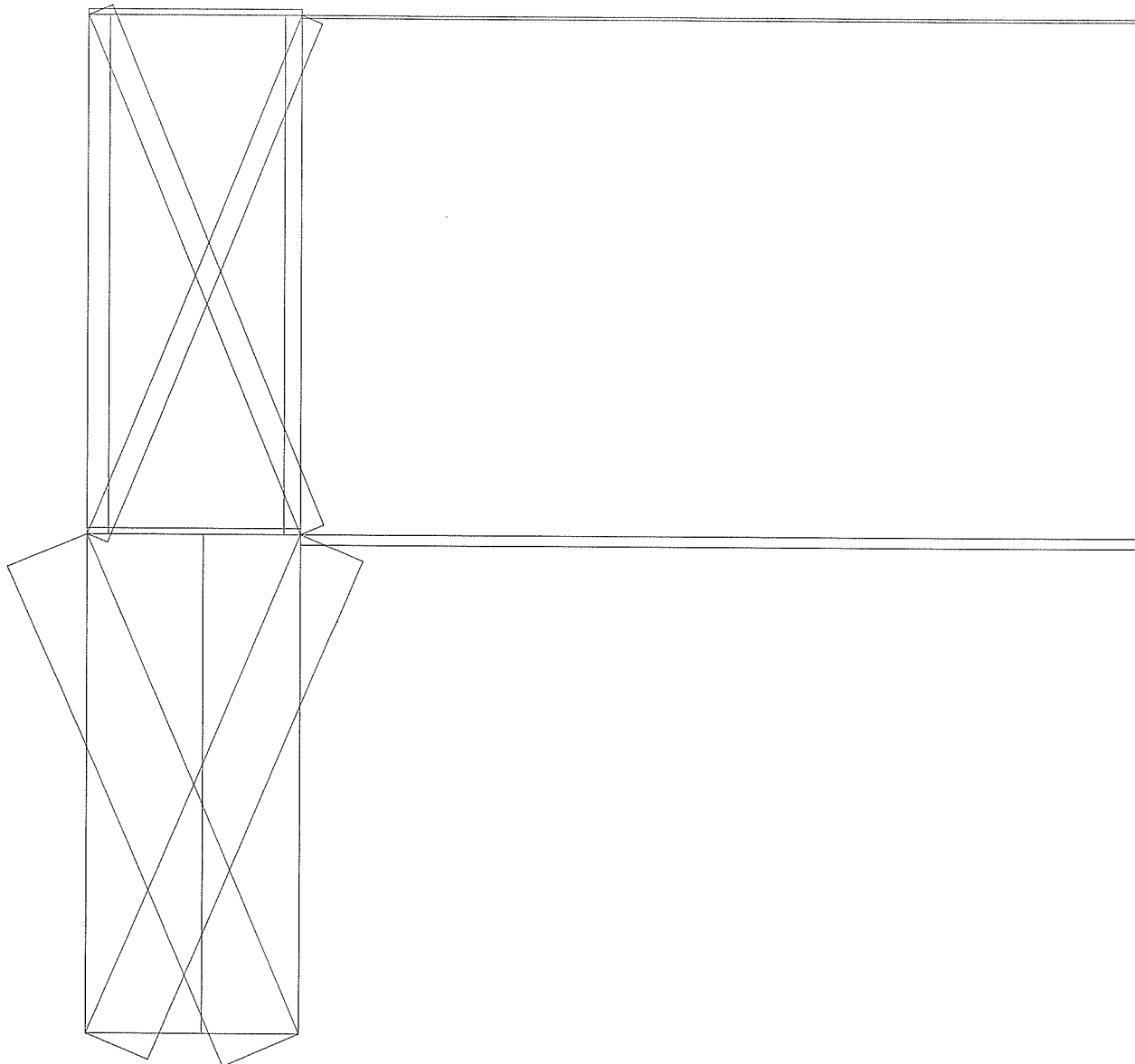
Förskjutningar, 1:a ordn. Lastkombination: last

max,min x= 1,313E-3, 0,000E+0 y= 2,329E-4,-1,467E-4
Skala :  0,002



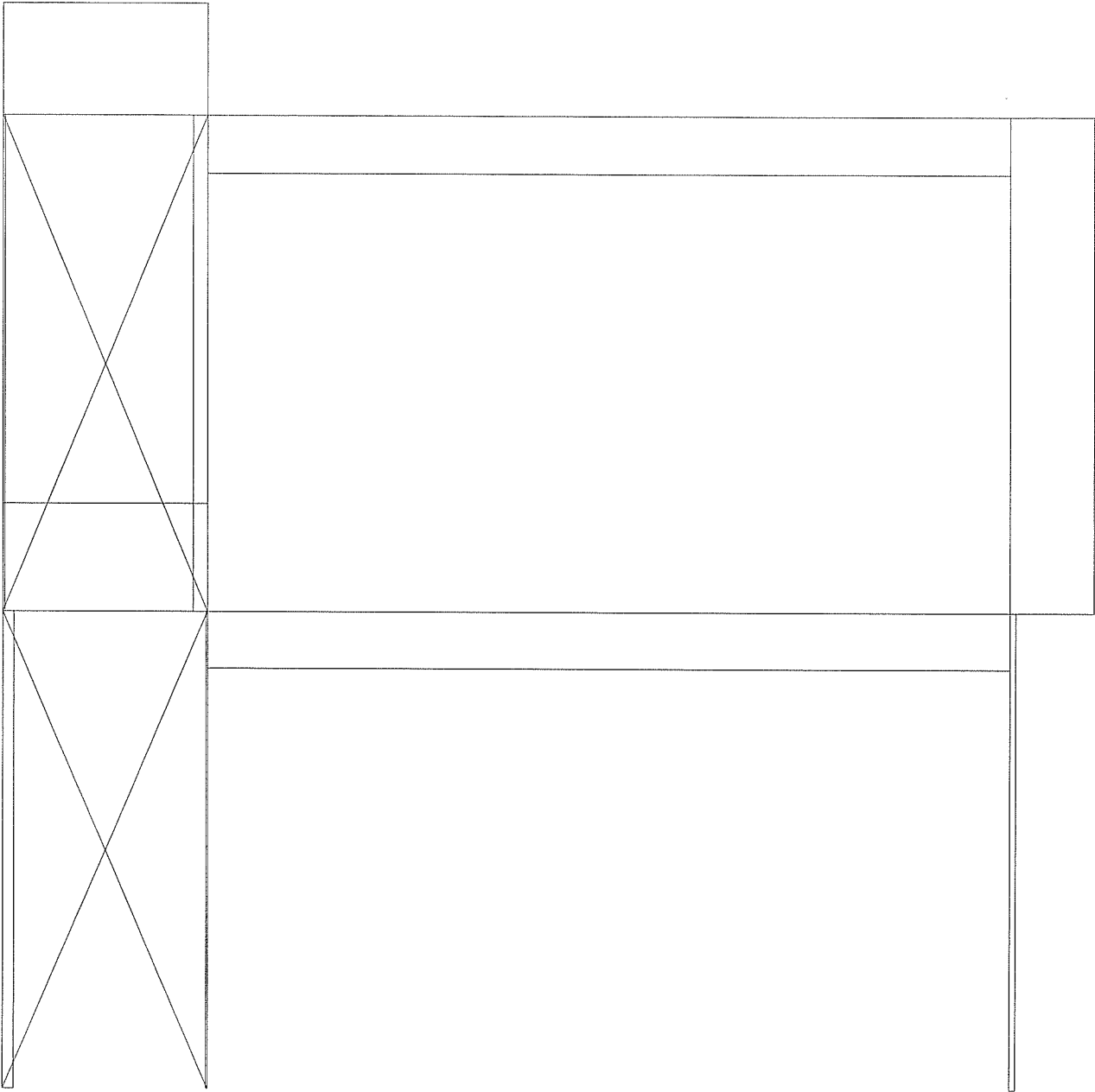
Normalkrafter, 1:a ordn. Lastkombination: last

Normalkraft max= 3,593E+1 min= -3,056E+1

Skala :  80

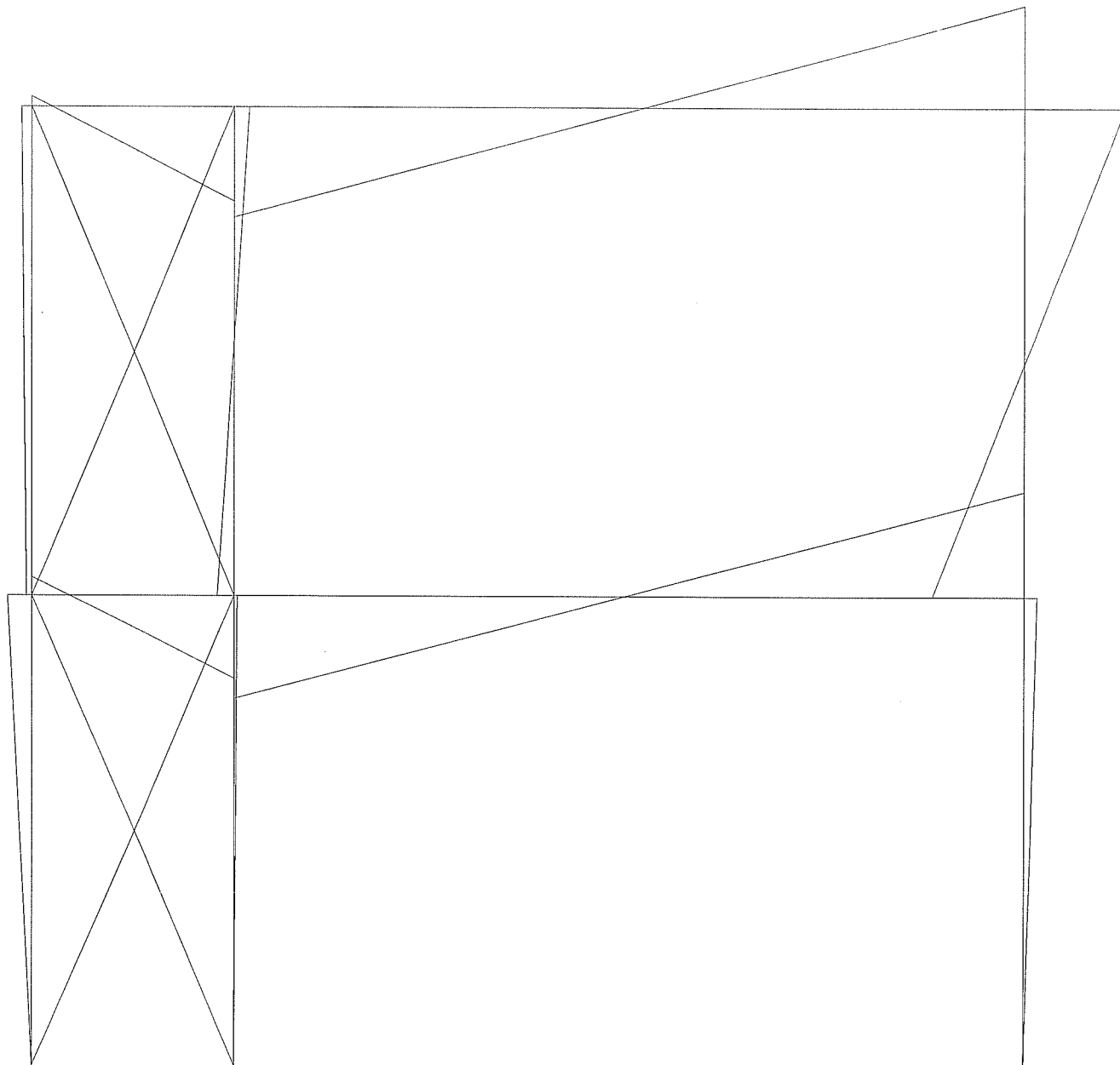
Tvärkrafter, 1:a ordn. Lastkombination: last

Tvärkraft max= 7,120E-1 min= -3,690E-1
Skala : 1,6

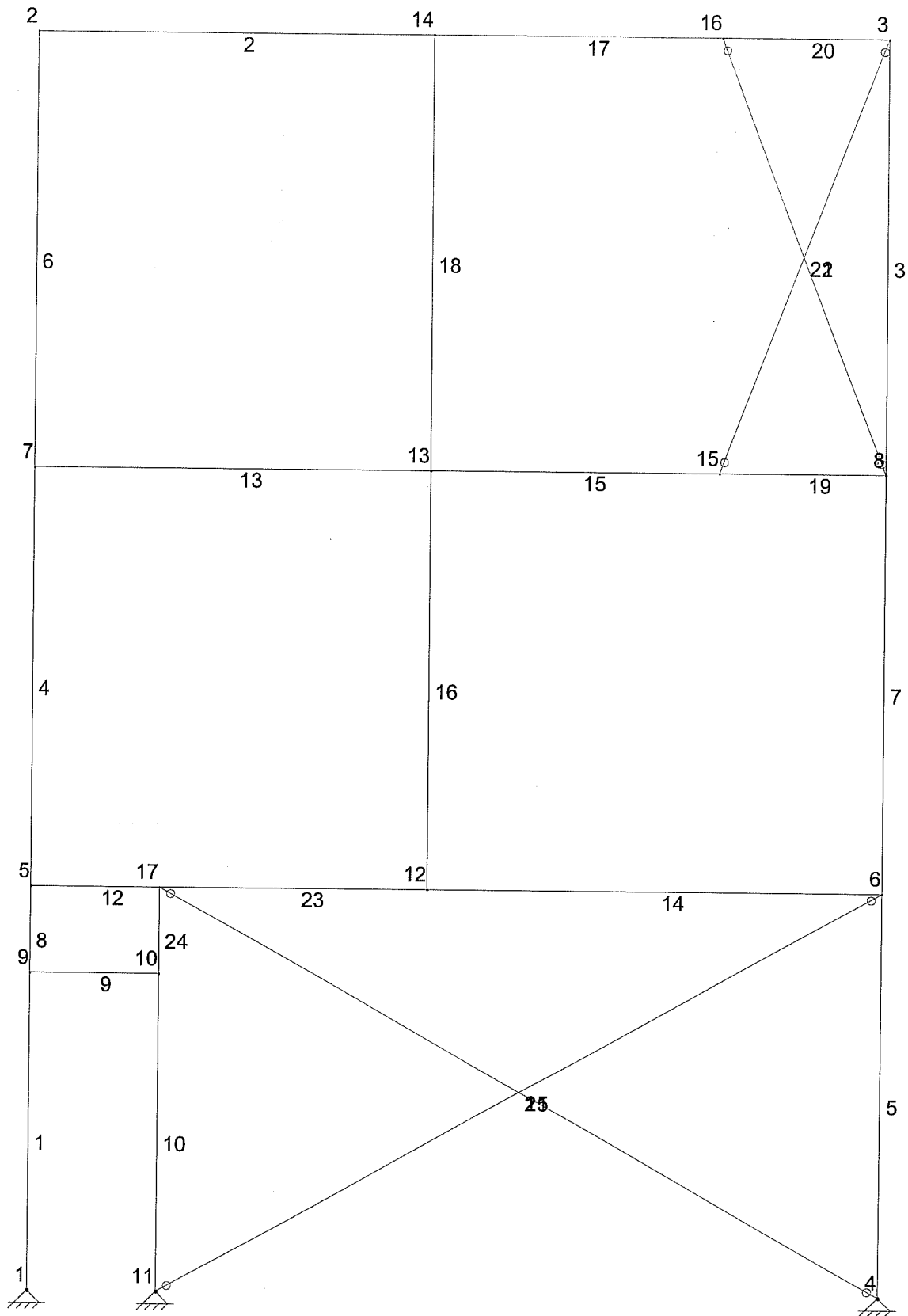


Moment, 1:a ordn. Lastkombination: last

Moment max= 8,985E-1 min= -8,670E-1

Skala :  2

Geometri



Beräkningsförutsättningar

Projekt : 34. Ramberäkningar, ram 2
Data anges i N och m

Nod-koordinater

Nod	x-koordinat	y-koordinat	Stödvillkor	
			x-fix	y-fix
1	0	0		
2	0	-8,7		
3	5,9	-8,7		
4	5,9	0	x-fix	y-fix
5	0	-2,8		
6	5,9	-2,8		
7	0	-5,7		
8	5,9	-5,7		
9	0	-2,2		
10	0,9	-2,2		
11	0,9	0	x-fix	y-fix
12	2,75	-2,8		
13	2,75	-5,7		
14	2,75	-8,7		
15	4,75	-5,7		
16	4,75	-8,7		
17	0,9	-2,8		

Element-förbindningar

Element	Nod 1	Nod 2	Led ände	Material-grupp
1	1	9		3 HEA 160 Hög Stål
2	2	14		3 HEA 160 Hög Stål
3	3	8		3 HEA 160 Hög Stål
4	5	7		3 HEA 160 Hög Stål
5	6	4		3 HEA 160 Hög Stål
6	7	2		3 HEA 160 Hög Stål
7	8	6		3 HEA 160 Hög Stål
8	9	5		3 HEA 160 Hög Stål
9	9	10		3 HEA 160 Hög Stål
10	11	10		3 HEA 160 Hög Stål
11	11	6	1 2	3 HEA 160 Hög Stål
12	5	17		3 HEA 160 Hög Stål
13	7	13		3 HEA 160 Hög Stål
14	12	6		3 HEA 160 Hög Stål
15	13	15		3 HEA 160 Hög Stål
16	12	13		3 HEA 160 Hög Stål
17	14	16		3 HEA 160 Hög Stål
18	13	14		3 HEA 160 Hög Stål
19	15	8		3 HEA 160 Hög Stål
20	16	3		3 HEA 160 Hög Stål
21	15	3	1 2	2 rund D50mm
22	8	16	1 2	2 rund D50mm
23	17	12		3 HEA 160 Hög Stål
24	10	17		3 HEA 160 Hög Stål
25	17	4	1 2	3 HEA 160 Hög Stål

Materialdata

Grupp	E	I	A	h/2	alfa	beta
1	2100E+8	3291E-8	8056E-6	0,08	0,00001	0
2	2100E+8	3070E-10	2000E-5	0,025	0,00001	0
3	2100E+8	1673E-8	3877E-6	0,076	0,00001	0
4	2100E+8	5410E-8	6434E-6	0,105	0,00001	0
5	2100E+8	2510E-8	4525E-6	0,0855	0,00001	0
6	2100E+8	3692E-8	5383E-6	0,095	0,00001	0

Last-Kombinationer

Namn kombination : vind och snedställ
Lastfall : B1+B2

Lastfall

Namn Lastfall B1 : vind

Antal laster : 8

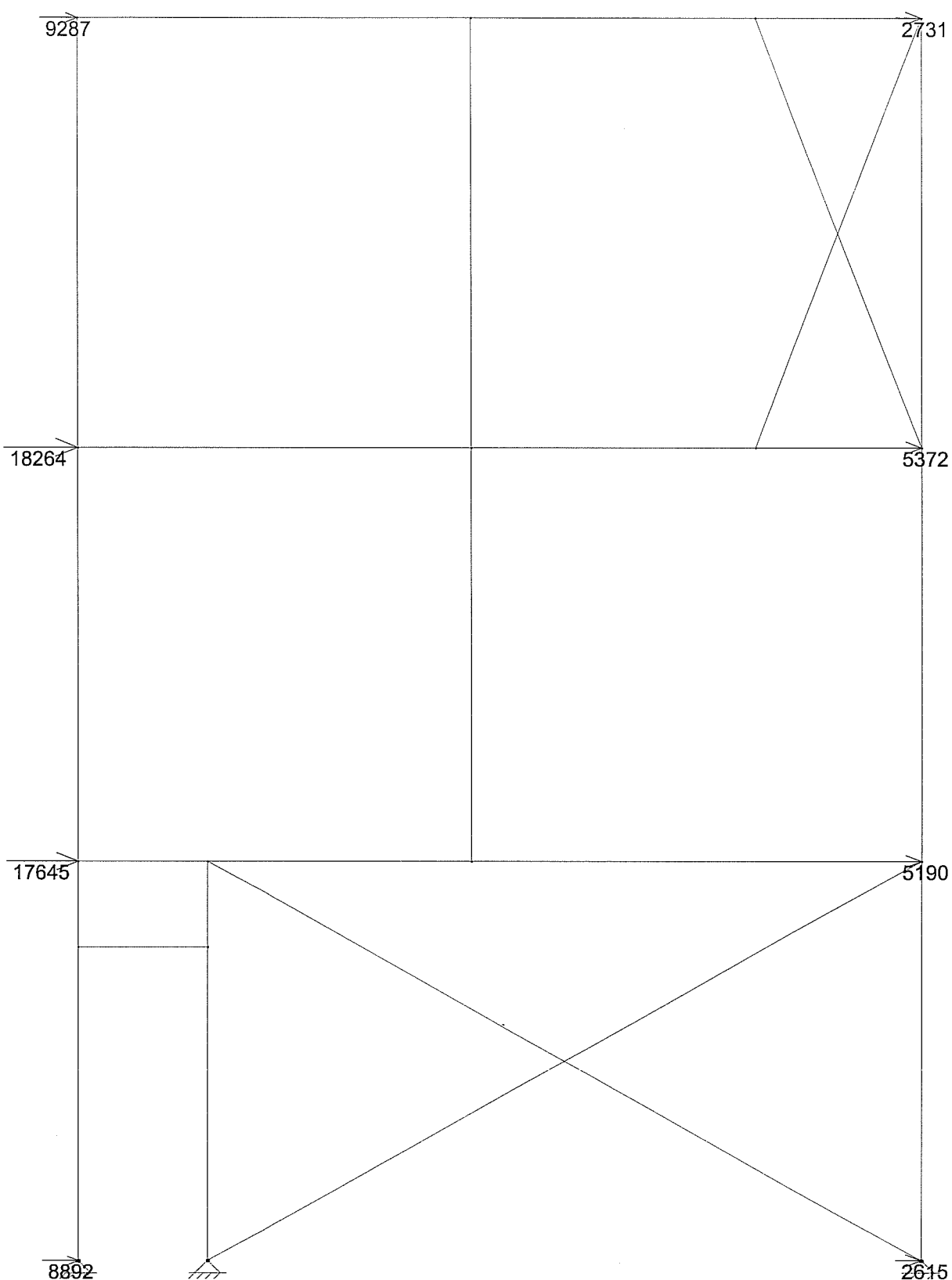
Last	Lasttyp	Element/Nod	Riktning	Värde 1	Värde 2
1	Nodlast	N 2	x-riktning	9287	
2	Nodlast	N 7	x-riktning	18264	
3	Nodlast	N 5	x-riktning	17645	
4	Nodlast	N 1	x-riktning	8892	
5	Nodlast	N 3	x-riktning	2731	
6	Nodlast	N 8	x-riktning	5372	
7	Nodlast	N 6	x-riktning	5190	
8	Nodlast	N 4	x-riktning	2615	

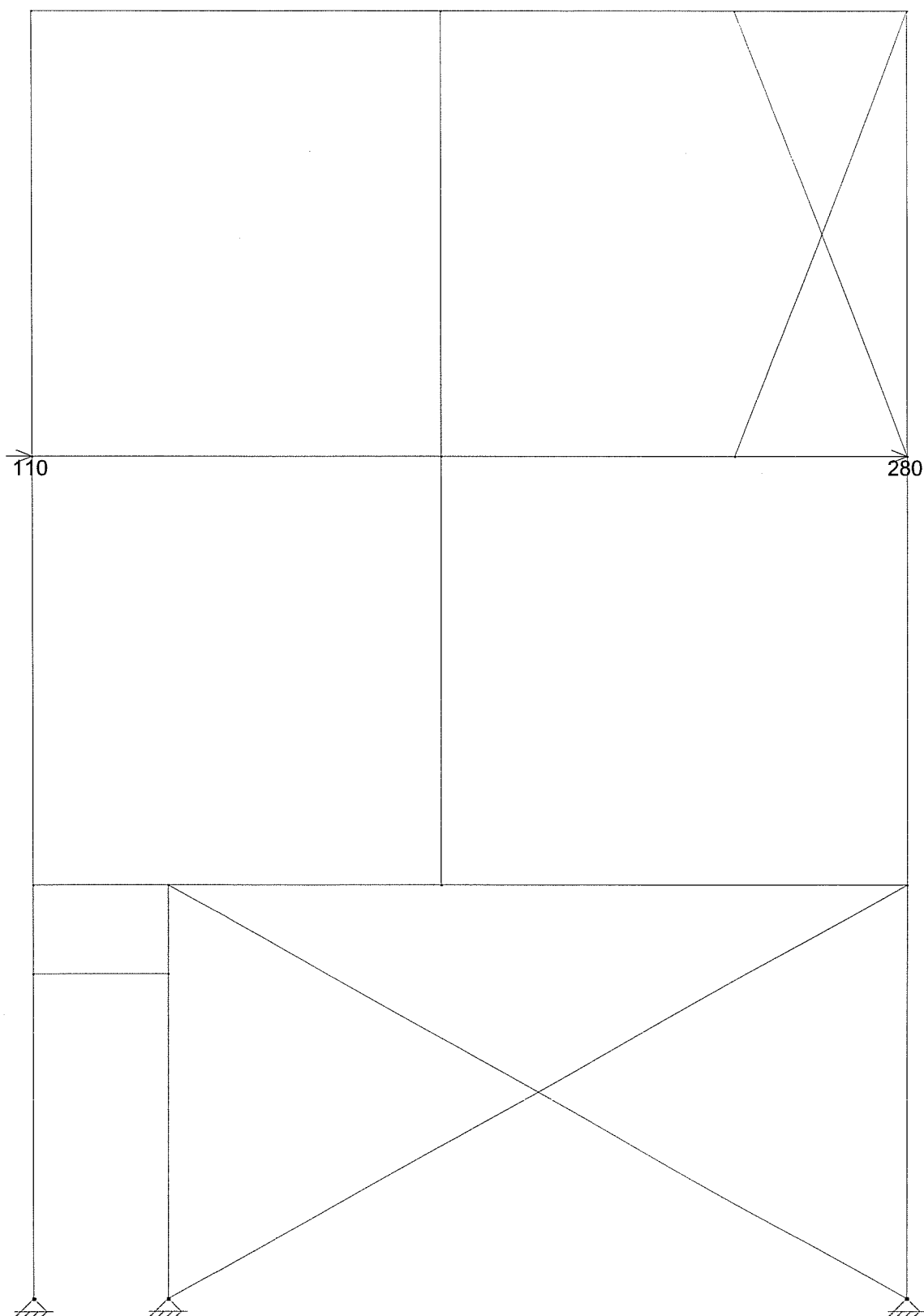
Namn Lastfall B2 : snedställn

Antal laster : 2

Last	Lasttyp	Element/Nod	Riktning	Värde 1	Värde 2
1	Nodlast	N 8	x-riktning	280	
2	Nodlast	N 7	x-riktning	110	

Lastfall: vind



Lastfall: snedställn

Resultat - sammanfattning

Beräkning enligt första ordningens teori.

Max-värden motsvarar 100

(i lastkombination)

Axial kraft N:	476E+2	N	1
Tvårkraft T:	174E+2	N	1
Moment M:	204E+2	Nm	1
Förskjutning ux:	161E-4	m	1
Förskjutning uy:	145E-5	m	1
Referens-Böjspänning Sig:	100	N/m2	
Referens-Skjuvspänning Tau:	100	N/m2	

Lastkombination 1: vind och snedställ

Elem	N	T	M	ux	uy	Sig	Tau
1	57	2	3	2	5	996E+4	913E+2
2	-18	10	14	100	45	157E+5	544E+3
3	-3	17	28	100	13	267E+5	923E+3
4	25	72	97	75	9	933E+5	389E+4
5	-78	12	29	4	9	366E+5	659E+3
6	4	3	14	100	10	139E+5	172E+3
7	-35	54	72	74	13	715E+5	294E+4
8	51	99	49	2	6	522E+5	537E+4
9	37	16	11	2	6	143E+5	863E+3
10	30	1	2	2	3	551E+4	578E+2
11	64	0	0	2	9	786E+4	0
12	-100	71	48	2	6	565E+5	384E+4
13	-13	59	75	75	58	713E+5	316E+4
14	-21	30	43	2	43	426E+5	164E+4
15	8	58	59	74	93	556E+5	314E+4
16	10	80	100	74	44	940E+5	433E+4
17	-10	38	39	100	100	374E+5	206E+4
18	10	22	36	100	45	342E+5	120E+4
19	-1	6	40	74	93	375E+5	344E+3
20	3	55	39	100	93	365E+5	299E+4
21	25	0	0	100	93	602E+3	0
22	-37	0	0	100	93	874E+3	0
23	9	58	60	2	61	567E+5	313E+4
24	36	100	39	2	3	403E+5	540E+4
25	-83	0	0	2	3	101E+5	0

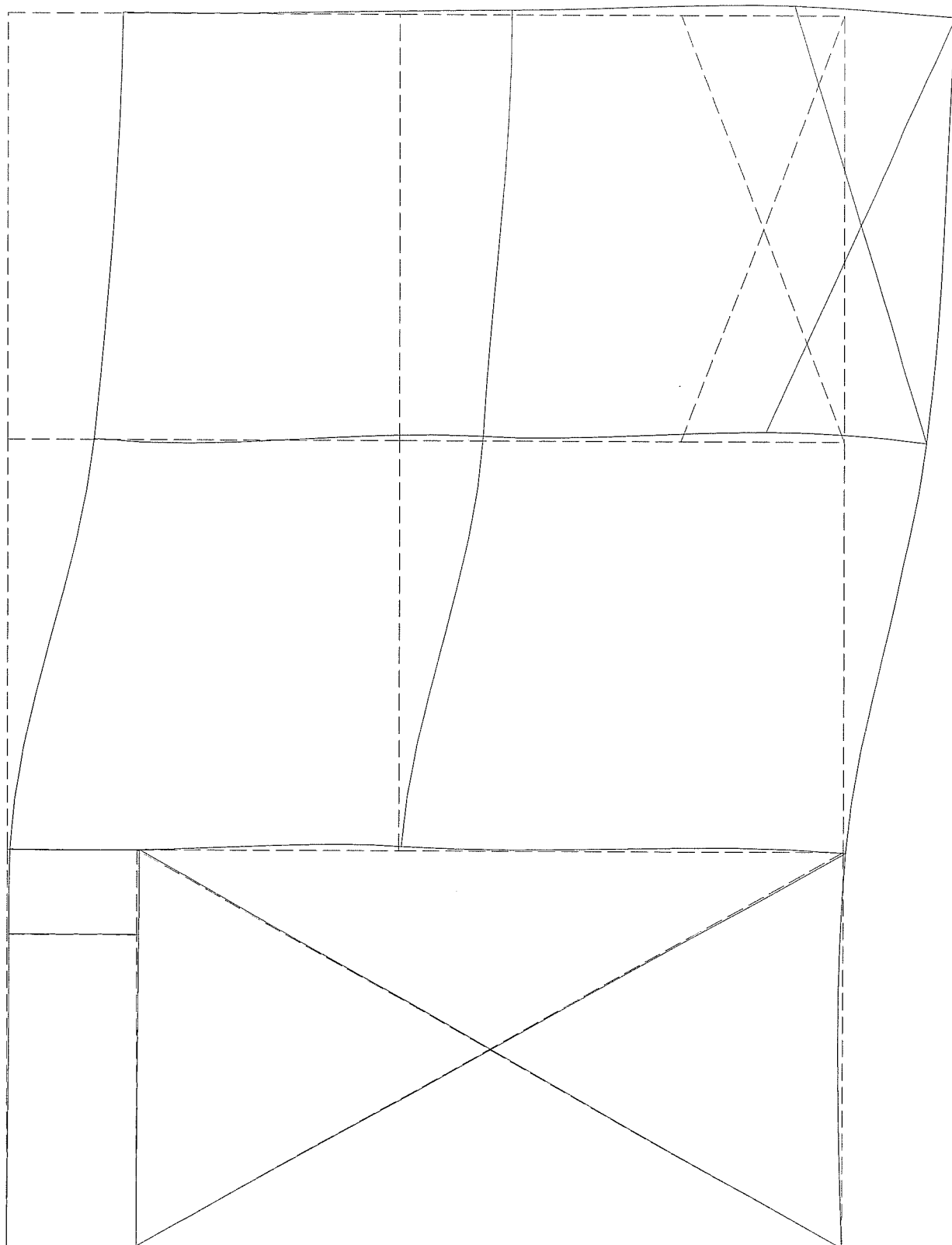
Förskjutningar och reaktionskrafter. 1:a ordn.

Lastkombination 1: vind och snedställ

Mult exp:	-6	-6	-6			
Nod	Försk.-x	Försk.-y	Rot-z	Kraft-x	Kraft-y	Moment-z
1			181	-9,187E+3	2,717E+4	
2	16059	-141	337			
3	16020	193	1433			
4			-679	-3,479E+4	-5,620E+4	
5	398	-91	816			
6	317	127	1698			
7	11973	-134	2150			
8	11960	187	2547			
9	249	-73	-22			
10	268	-38	208			
11			79	-2,641E+4	2,902E+4	
12	355	-623	1273			
13	11952	-640	1147			
14	16030	-658	-83			
15	11961	-1353	63			
16	16018	-1354	651			
17	346	-51	-248			

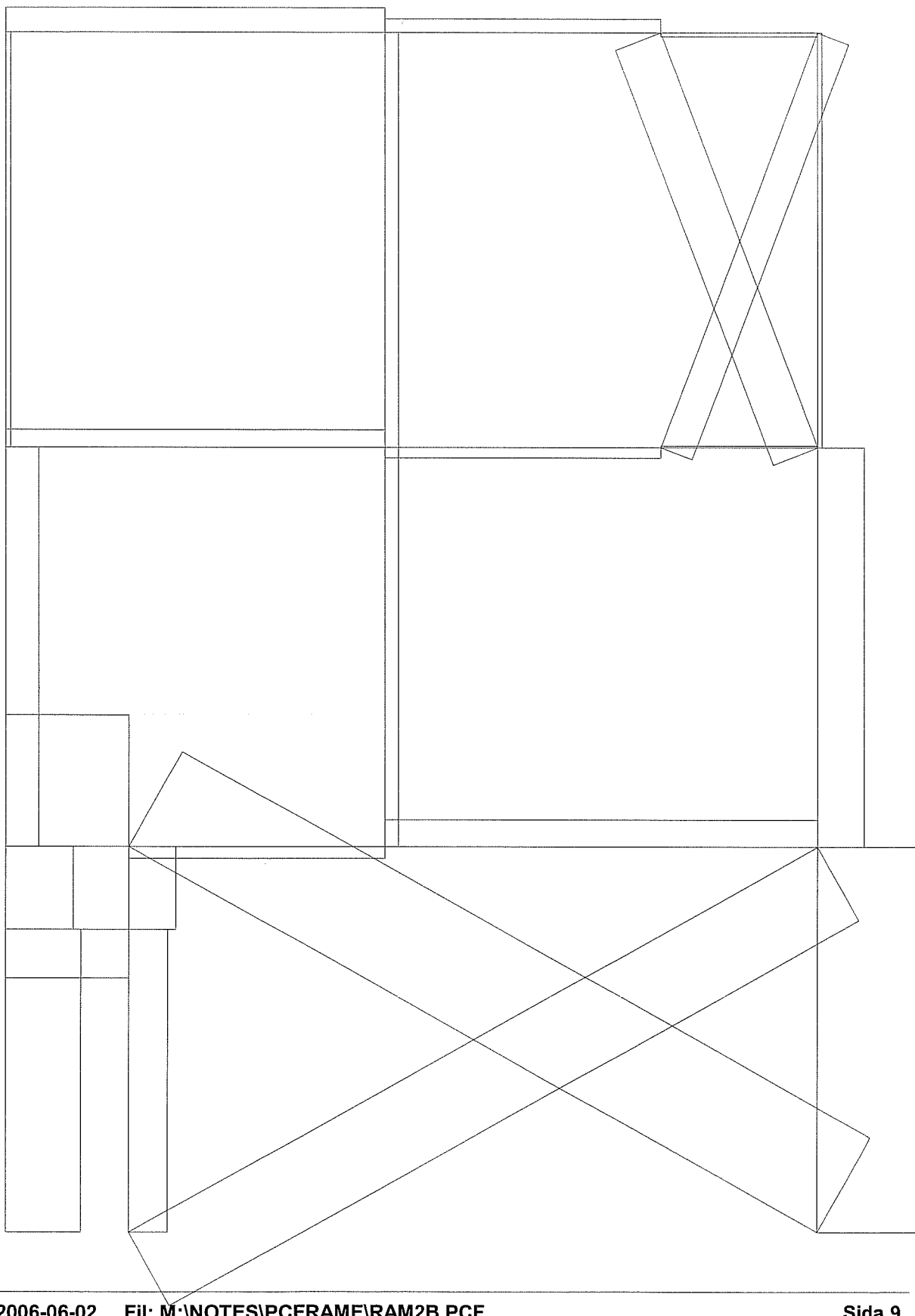
Förskjutningar, 1:a ordn. Lastkombination: vind och snedställ

max,min x= 1,606E-2,-6,733E-4 y= 4,705E-4,-1,451E-3
Skala :  0,02



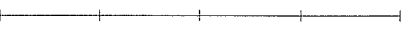
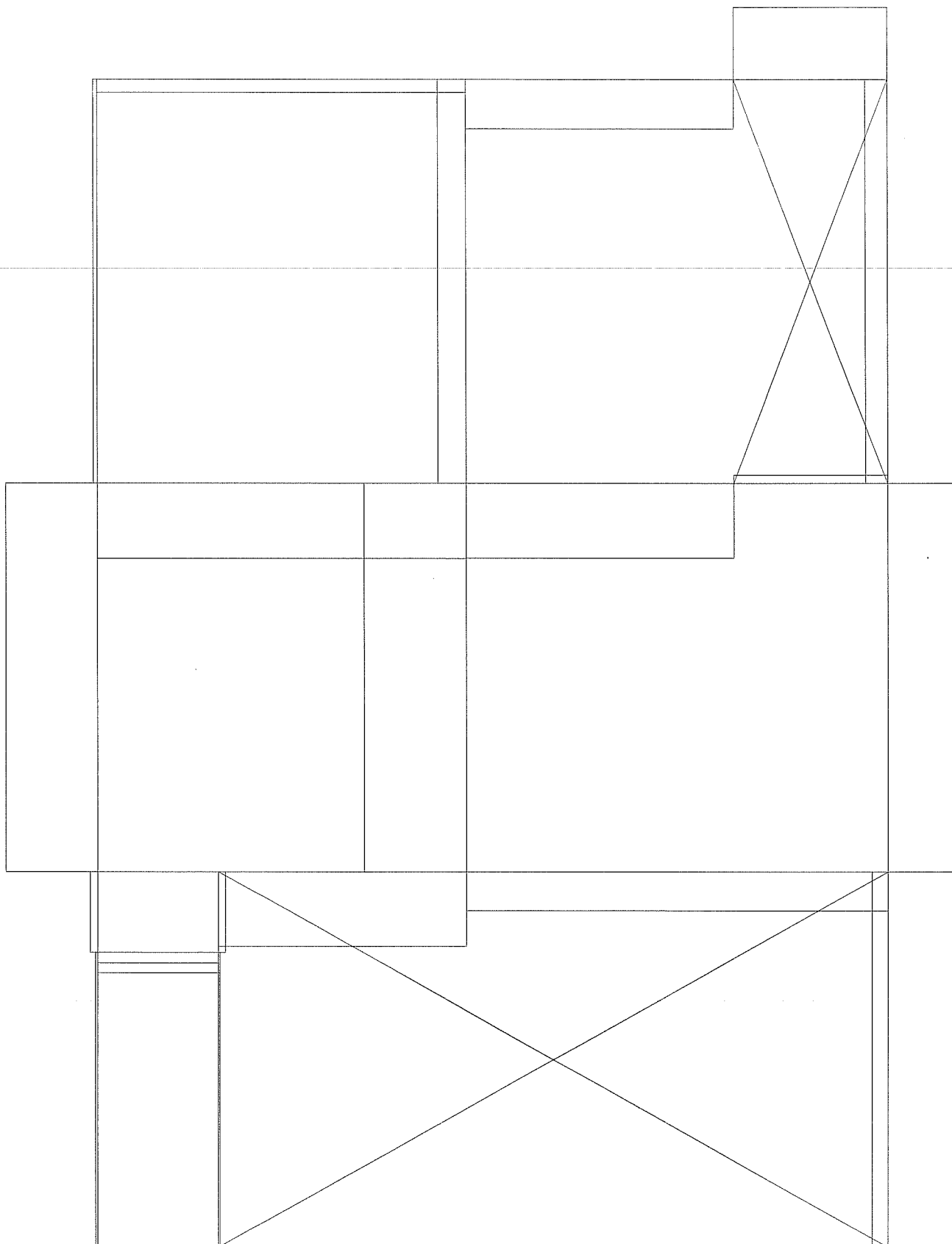
Normalkrafter, 1:a ordn. Lastkombination: vind och snedställ

Normalkraft max= 3,049E+4 min= -4,756E+4

Skala :  100000

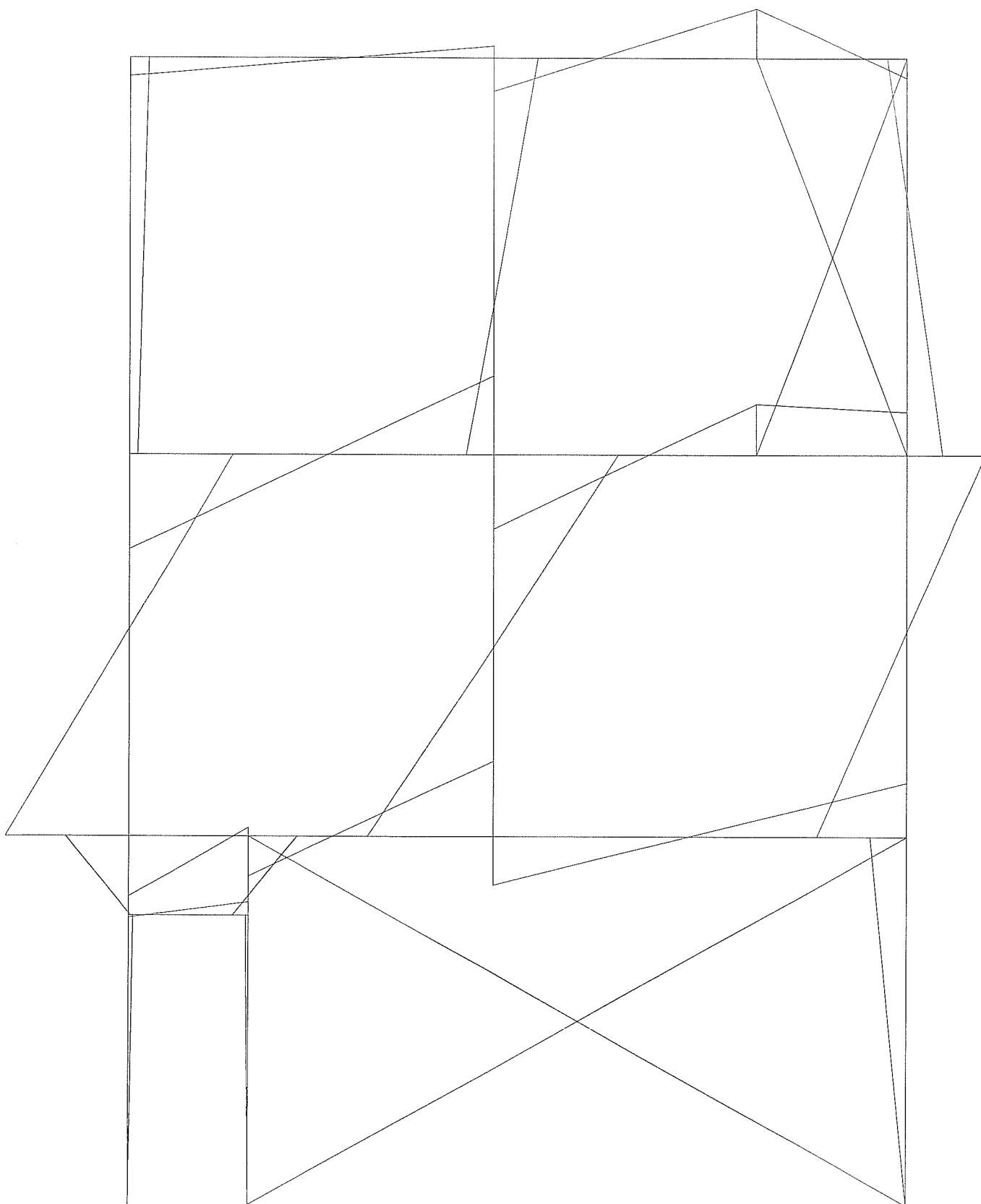
Tvärkrafter, 1:a ordn. Lastkombination: vind och snedställ

Tvärkraft max= 1,744E+4 min= -1,734E+4

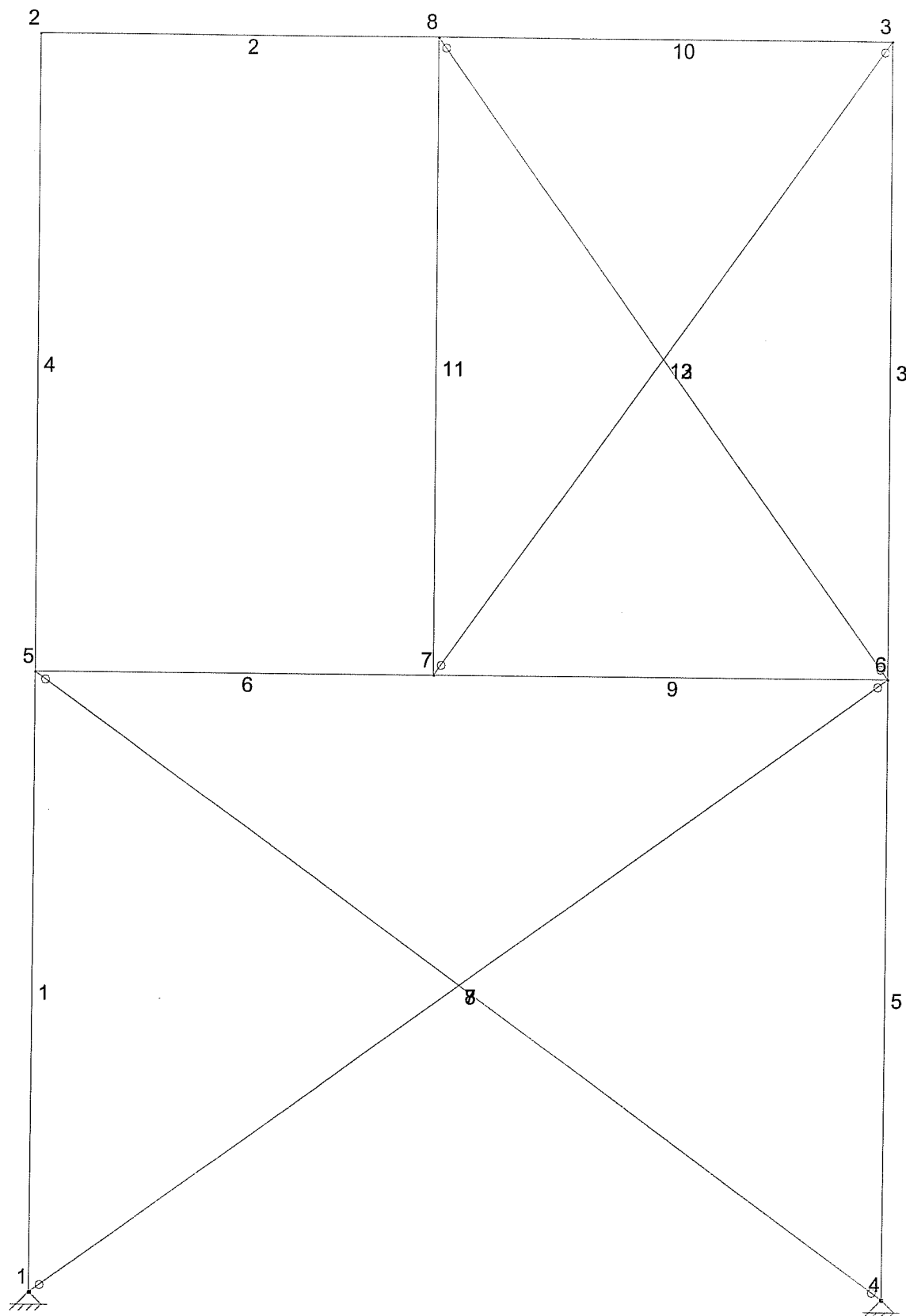
Skala :  40000

Moment, 1:a ordn. Lastkombination: vind och snedställ

Moment max= 2,043E+4 min= -2,012E+4

Skala :  50000

Geometri



Beräkningsförutsättningar

Projekt : 34. ramberäkningar, ram 3

Data anges i N och m

Nod-koordinater

Nod	x-koordinat	y-koordinat	Stödvillkor	
			x-fix	y-fix
1	0	0		
2	0	-8,7		
3	5,9	-8,7		
4	5,9	0	x-fix	y-fix
5	0	-4,3		
6	5,9	-4,3		
7	2,75	-4,3		
8	2,75	-8,7		

Element-förbindningar

Element	Nod 1	Nod 2	Led ände	Material-grupp
1	1	5		3 HEA 160 Hög Stål
2	2	8		3 HEA 160 Hög Stål
3	3	6		3 HEA 160 Hög Stål
4	5	2		3 HEA 160 Hög Stål
5	6	4		3 HEA 160 Hög Stål
6	5	7		3 HEA 160 Hög Stål
7	5	4	1 2	3 HEA 160 Hög Stål
8	1	6	1 2	3 HEA 160 Hög Stål
9	7	6		3 HEA 160 Hög Stål
10	8	3		3 HEA 160 Hög Stål
11	7	8		3 HEA 160 Hög Stål
12	7	3	1 2	4 rundstång
13	6	8	1 2	4 rundstång

Materialdata

Grupp	E	I	A	h/2	alfa	beta
1	2100E+8	7483E-8	1133E-5	0,1	0,00001	0
2	2100E+8	3291E-8	8056E-6	0,08	0,00001	0
3	2100E+8	1673E-8	3877E-6	0,076	0,00001	0
4	2100E+8	3068E-10	1960E-6	0,025	0,00001	0

Last-Kombinationer

Namn kombination : vind och snedställ

Lastfall : B1+B2

Lastfall

Namn Lastfall B1 : vind på

Antal laster : 6

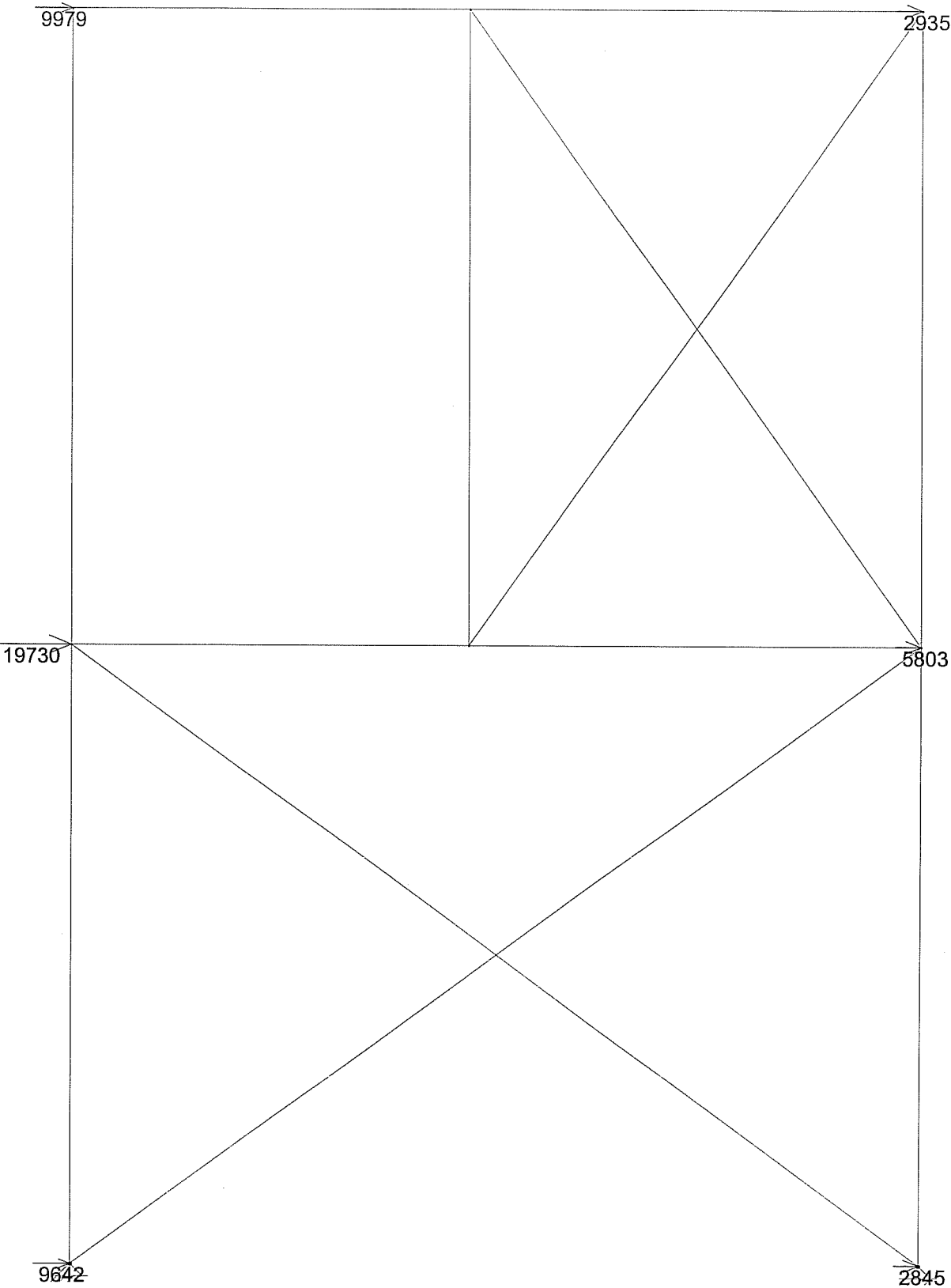
Last	Lasttyp	Element/Nod	Riktning	Värde 1	Värde 2
1	Nodlast	N 5	x-riktning	19730	
2	Nodlast	N 2	x-riktning	9979	
3	Nodlast	N 1	x-riktning	9642	
4	Nodlast	N 6	x-riktning	5803	
5	Nodlast	N 3	x-riktning	2935	
6	Nodlast	N 4	x-riktning	2845	

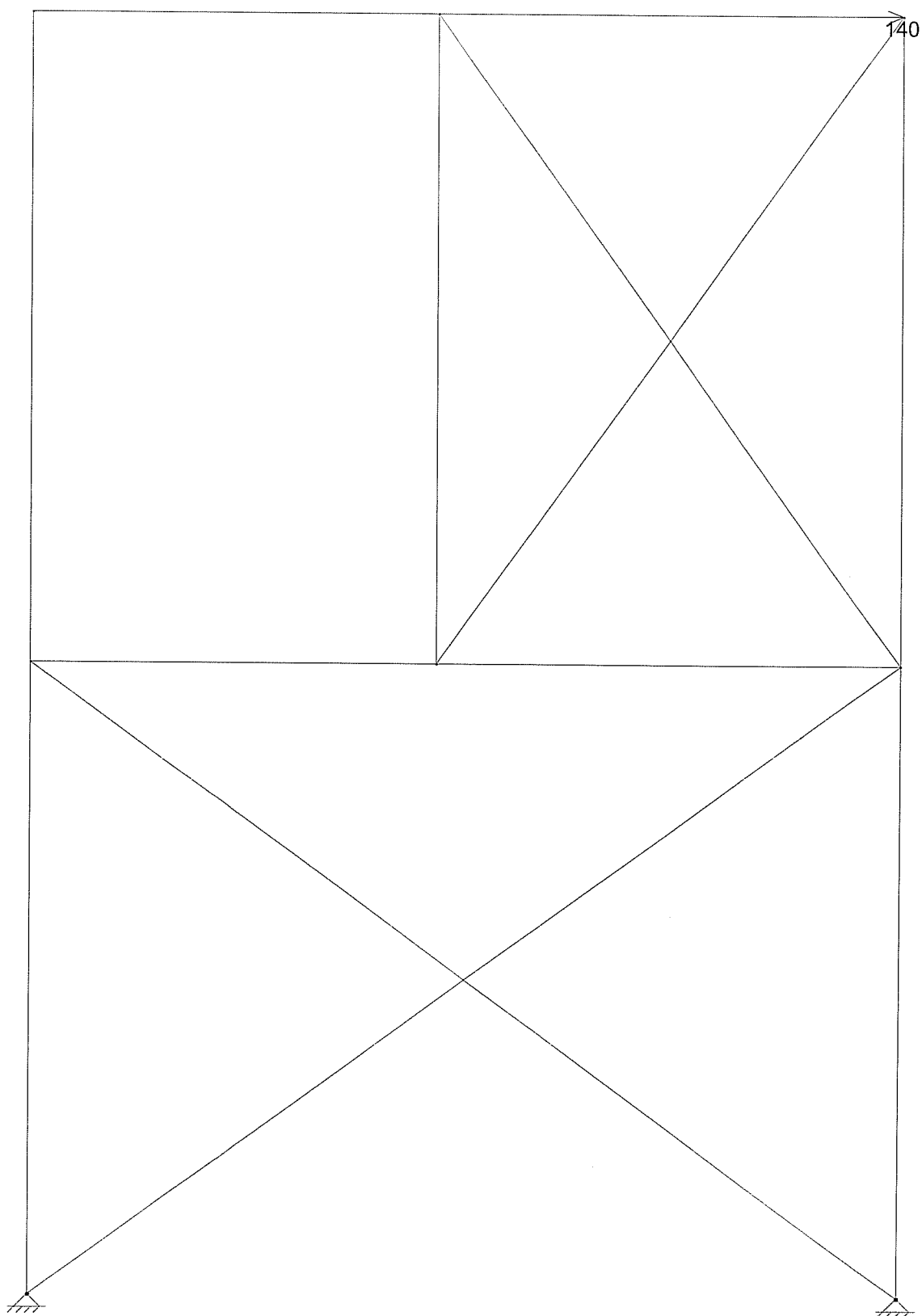
Namn Lastfall B2 : snedställn

Antal laster : 1

Last	Lasttyp	Element/Nod	Riktning	Värde 1	Värde 2
1	Nodlast	N 3	x-riktning	140	

Lastfall: vind på



Lastfall: snedställn

Resultat - sammanfattning

Beräkning enligt första ordningens teori.

Max-värden motsvarar 100 (i lastkombination)

Axial kraft N:	253E+2	N	1
Tvårkraft T:	496E+1	N	1
Moment M:	728E+1	Nm	1
Försjutning ux:	448E-5	m	1
Försjutning uy:	268E-5	m	1
Referens-Böjspänning Sig:	100	N/m2	
Referens-Skjuvspänning Tau:	100	N/m2	

Lastkombination 1: vind och snedställ

Elem	N	T	M	ux	uy	Sig	Tau
1	97	3	10	11	5	965E+4	530E+2
2	-29	92	94	100	100	329E+5	142E+4
3	-16	3	8	99	5	368E+4	439E+2
4	18	52	79	100	6	274E+5	803E+3
5	-91	9	25	10	5	143E+5	133E+3
6	-7	100	100	8	100	335E+5	154E+4
7	-100	0	0	8	5	652E+4	0
8	90	0	0	8	5	587E+4	0
9	-29	34	47	8	100	175E+5	526E+3
10	-2	22	40	99	100	135E+5	345E+3
11	6	35	53	99	100	180E+5	543E+3
12	26	0	0	99	100	330E+4	0
13	-34	0	0	99	100	445E+4	0

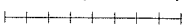
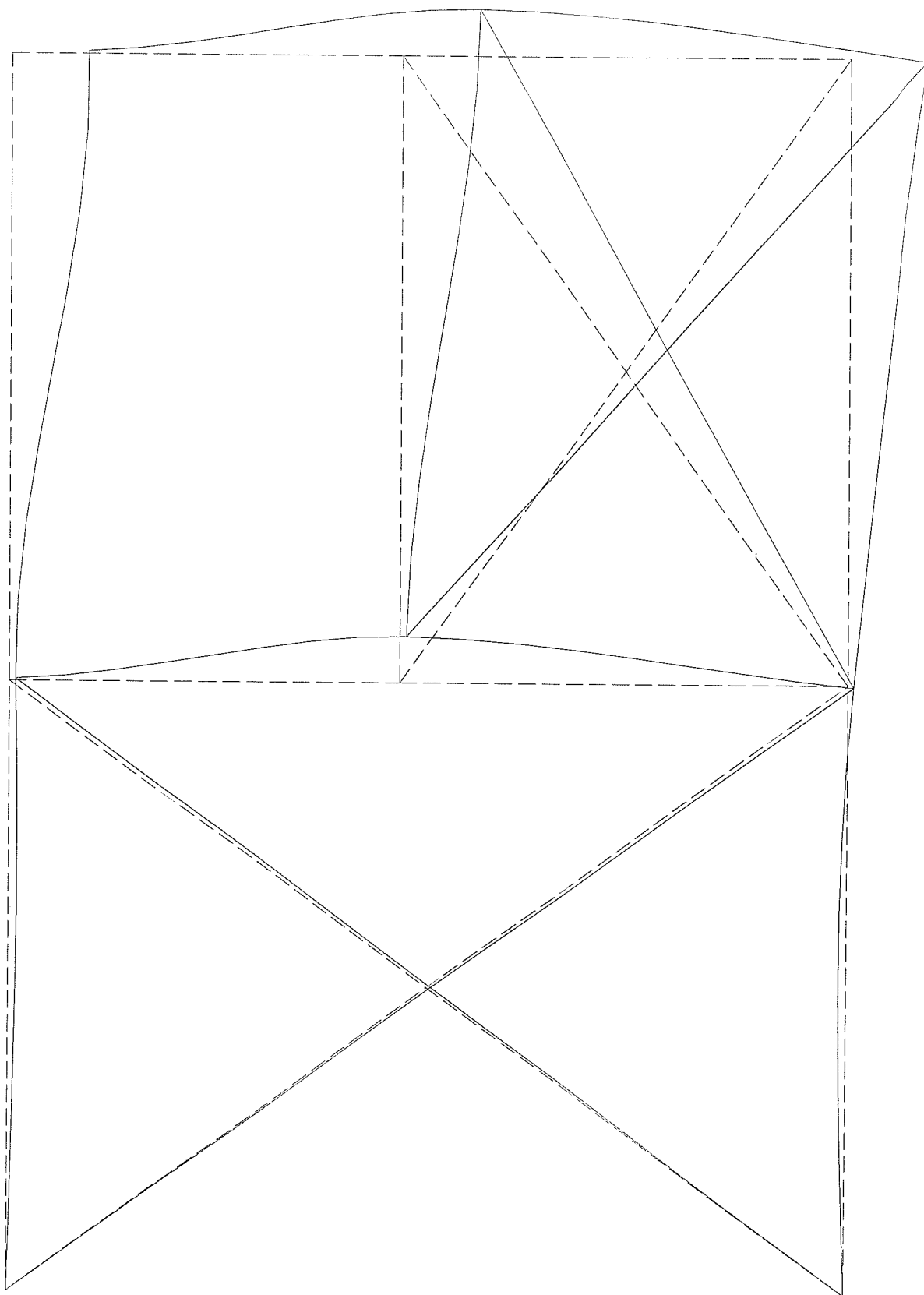
Förskjutningar och reaktionskrafter. 1:a ordn.

Lastkombination 1: vind och snedställ

Mult exp:	-6	-6	-6			
Nod	Försk.-x	Försk.-y	Rot-z	Kraft-x	Kraft-y	Moment-z
1			237	-2,822E+4	3,786E+4	
2	4482	-154	-302			
3	4455	144	1165			
4			-299	-2,286E+4	-3,786E+4	
5	375	-129	-213			
6	341	121	835			
7	369	-2677	141			
8	4457	-2684	106			

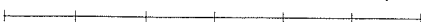
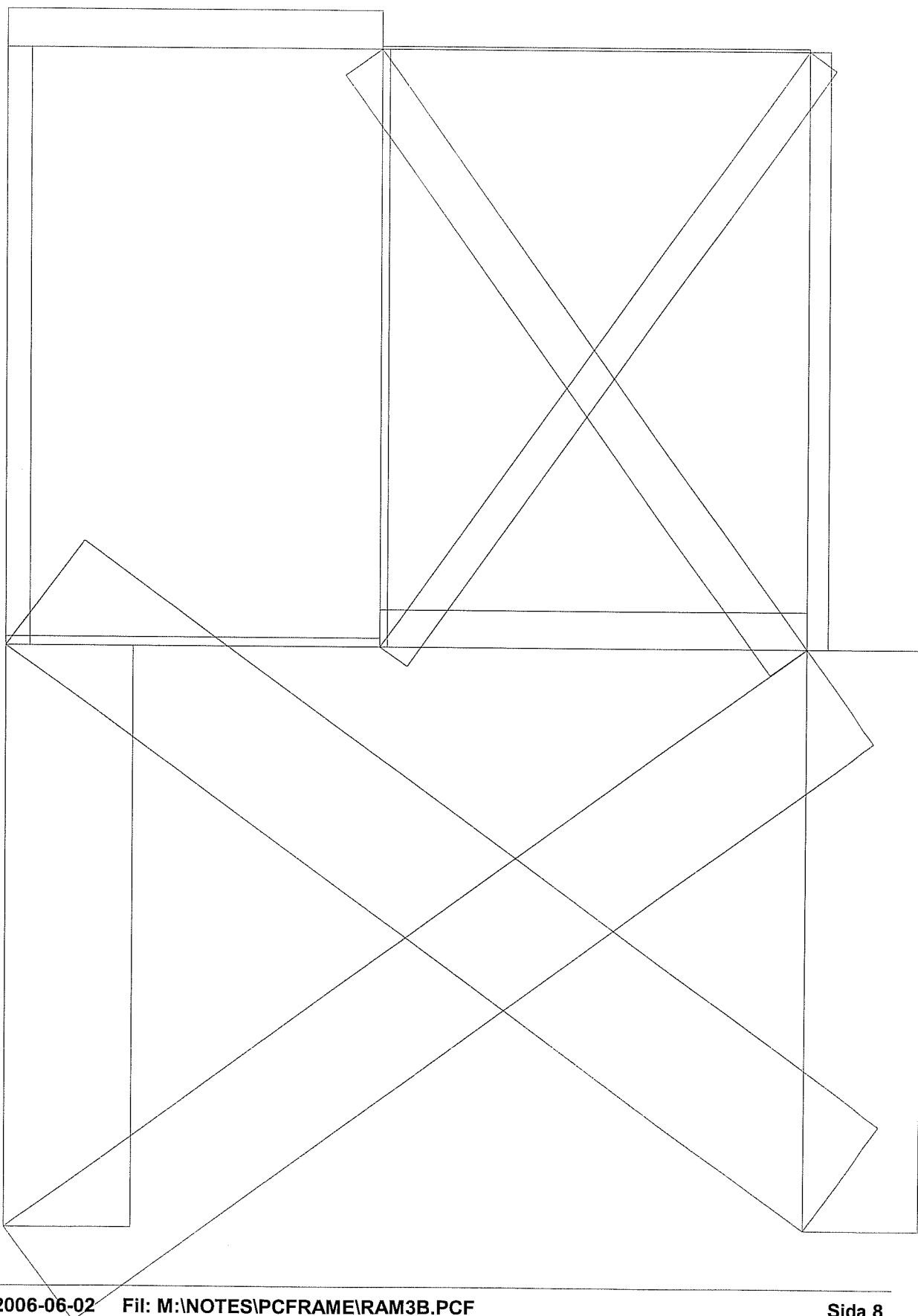
Förskjutningar, 1:a ordn. Lastkombination: vind och snedställ

max,min x= 4,482E-3,-4,390E-4 y= 1,437E-4,-2,684E-3

Skala :  0,008

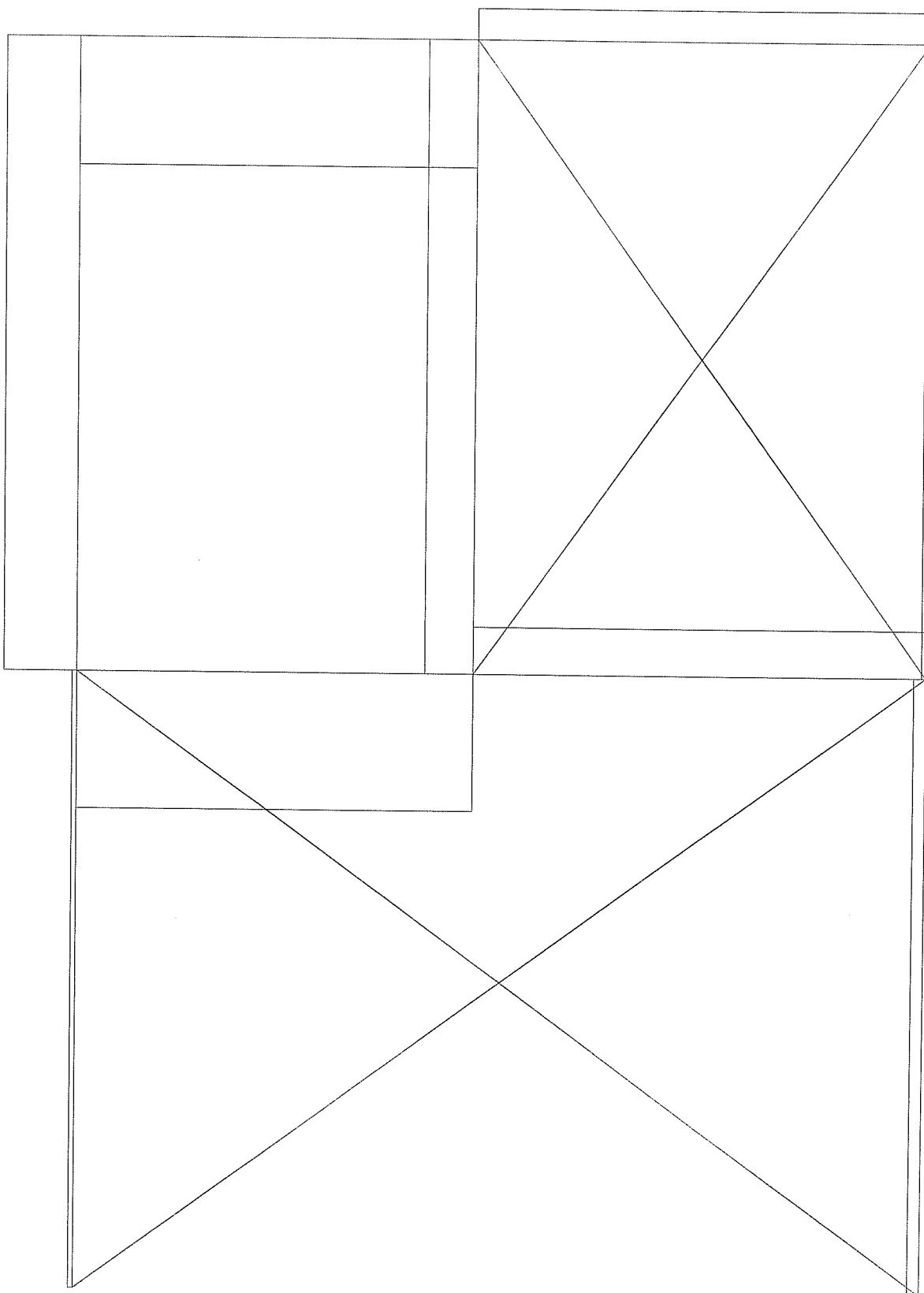
Normalkrafter, 1:a ordn. Lastkombination: vind och snedställ

Normalkraft max= 2,445E+4 min= -2,530E+4

Skala :  60000

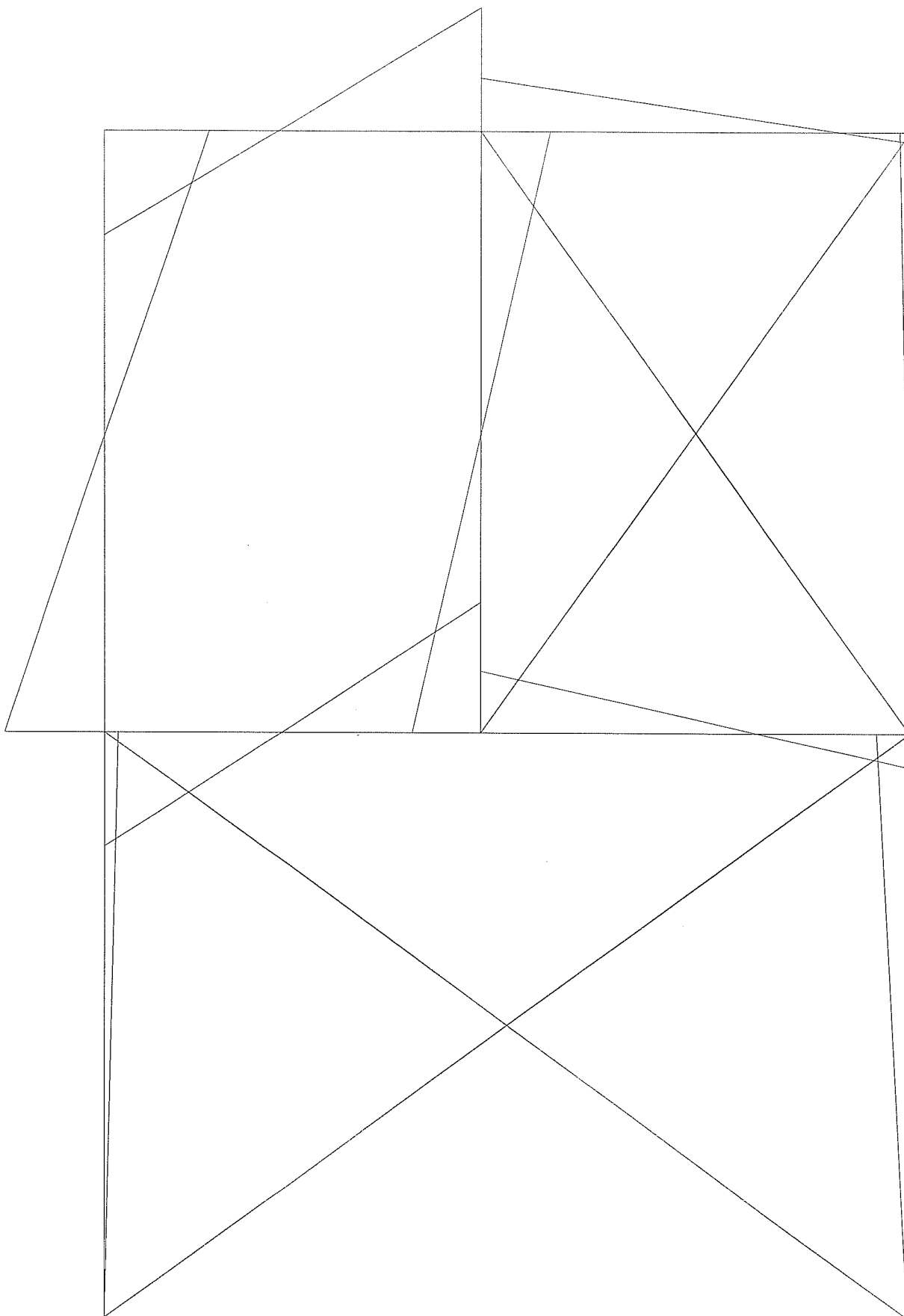
Tvärkrafter, 1:a ordn. Lastkombination: vind och snedställ

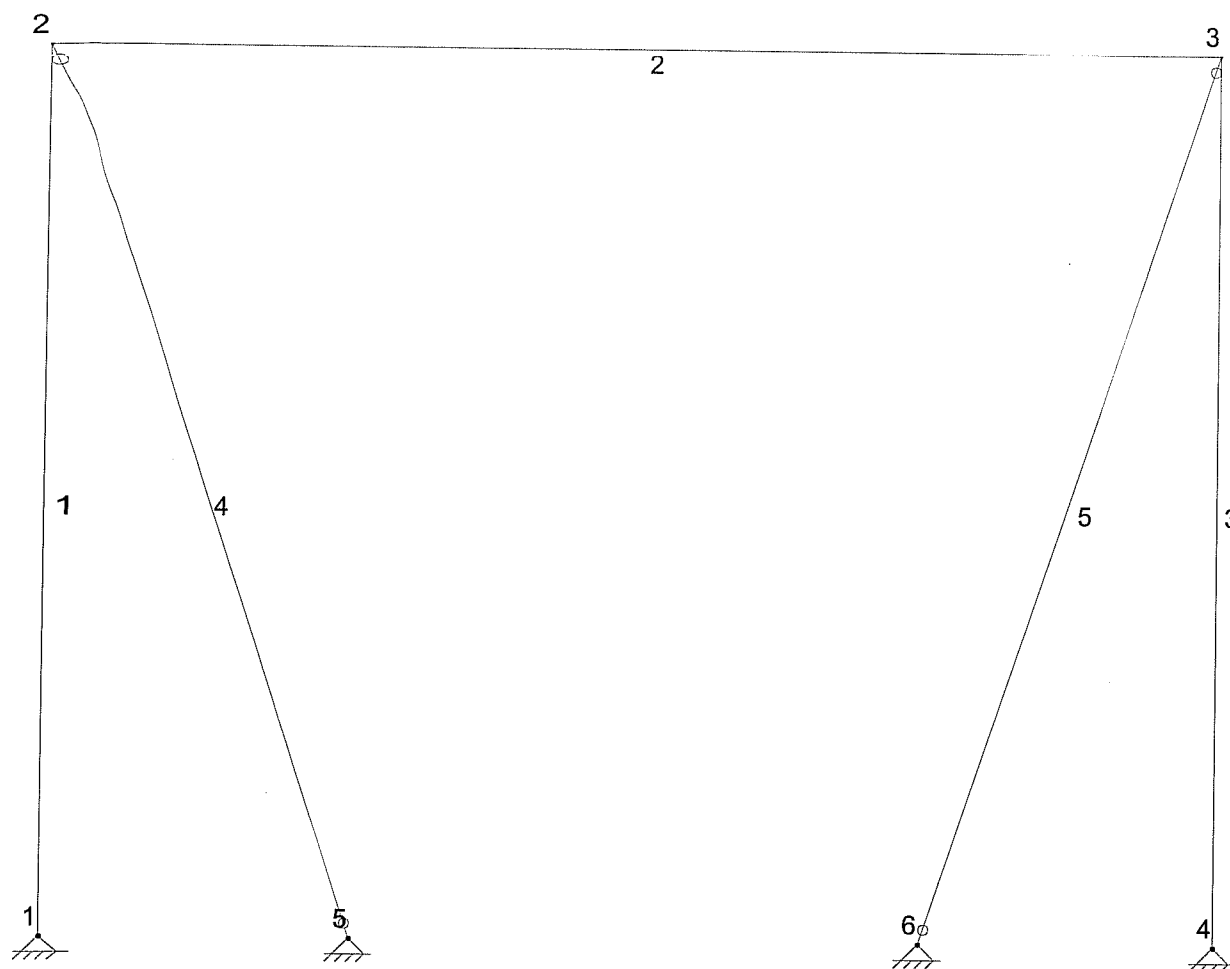
Tvärkraft max= 2,594E+3 min= -4,964E+3

Skala :  10000

Moment, 1:a ordn. Lastkombination: vind och snedställ

Moment max= 6,372E+3 min= -7,279E+3

Skala :  16000

Geometri

Beräkningsförutsättningar

Projekt :

Data anges i N och m

Nod-koordinater

Nod	x-koordinat	y-koordinat	Stödvillkor	
			x-fix	y-fix
1	0	0		
2	0	-4,5		
3	5,9	-4,5		
4	5,9	0	x-fix	y-fix
5	1,5	0	x-fix	y-fix
6	4,4	0	x-fix	y-fix

Element-förbindningar

Element	Nod 1	Nod 2	Led ände	Material-grupp
1	1	2		4 HEA 160 Hög Stål
2	2	3		4 HEA 160 Hög Stål
3	3	4		4 HEA 160 Hög Stål
4	2	5	1 2	5 rundstång
5	3	6	1 2	5 rundstång

Materialdata

Grupp	E	I	A	h/2	alfa	beta
1	2100E+8	3831E-8	6525E-6	0,09	0,00001	0
2	2100E+8	7483E-8	1133E-5	0,1	0,00001	0
3	2100E+8	3291E-8	8056E-6	0,08	0,00001	0
4	2100E+8	1673E-8	3877E-6	0,076	0,00001	0
5	2100E+8	3068E-10	1960E-6	0,025	0,00001	0

Last-Kombinationer

Namn kombination : h ram laster

Lastfall : B1

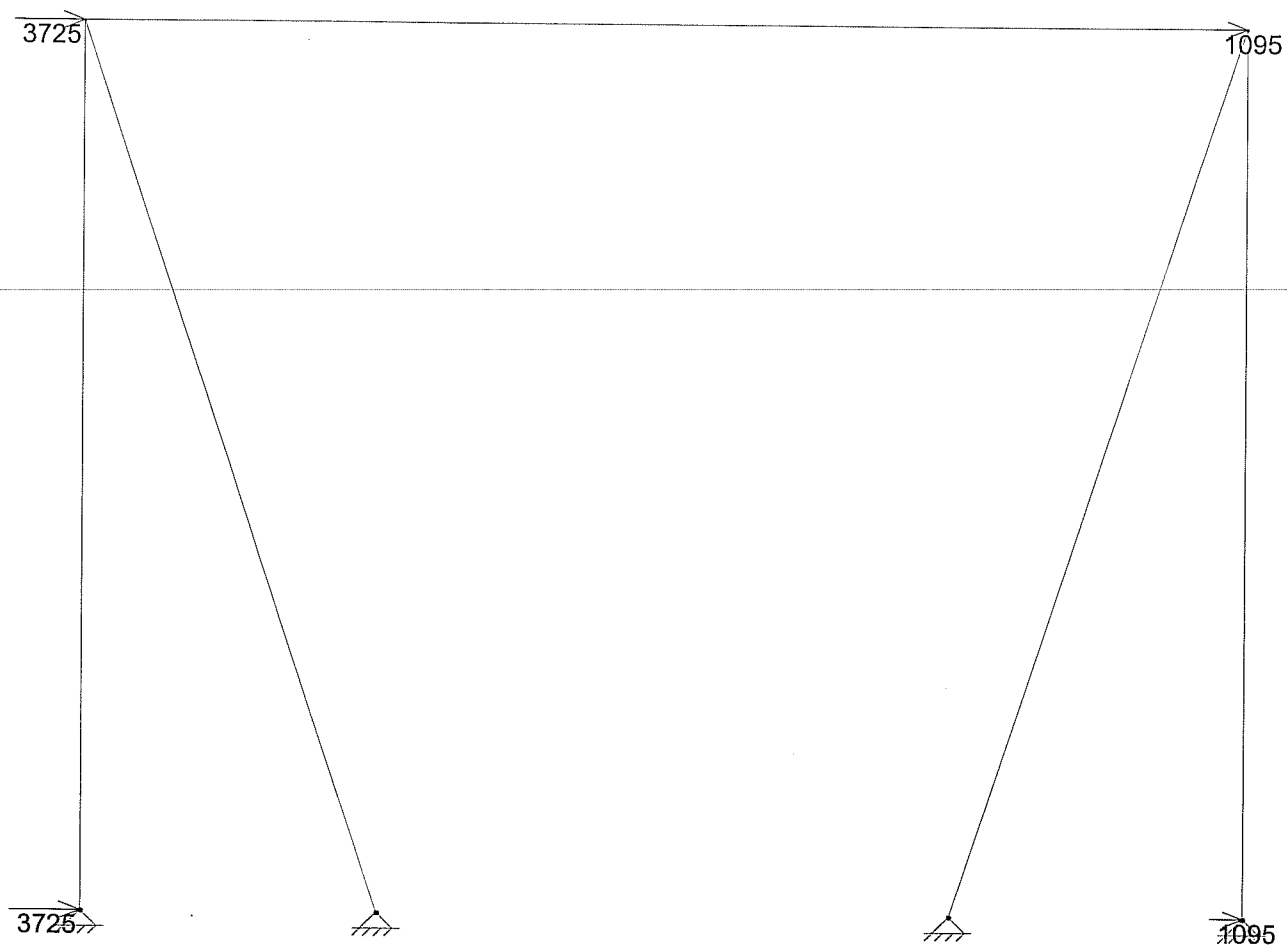
Lastfall

Namn Lastfall B1 : vind på

Antal laster : 4

Last	Lasttyp	Element/Nod	Riktning	Värde 1	Värde 2
1	Nodlast	N 2	x-riktning	3725	
2	Nodlast	N 3	x-riktning	1095	
3	Nodlast	N 1	x-riktning	3725	
4	Nodlast	N 4	x-riktning	1095	

Lastfall: vind på



Resultat - sammanfattning

Beräkning enligt första ordningens teori.

Max-värden motsvarar 100

(i lastkombination)

Axial kraft N:	764E+1	N	1
Tvärkraft T:	35,6	N	1
Moment M:	106	Nm	1
Förskjutning ux:	399E-6	m	1
Förskjutning uy:	402E-7	m	1
Referens-Böjspänning Sig:	100	N/m2	
Referens-Skjuvspänning Tau:	100	N/m2	

Lastkombination 1: h ram laster

Elem	N	T	M	ux	uy	Sig	Tau
1	95	66	100	100	100	236E+4	727E+1
2	-17	100	100	100	100	812E+3	110E+2
3	-93	65	98	98	98	231E+4	716E+1
4	-100	0	0	100	100	390E+4	0
5	98	0	0	98	98	381E+4	0

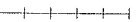
Förskjutningar och reaktionskrafter. 1:a ordn.

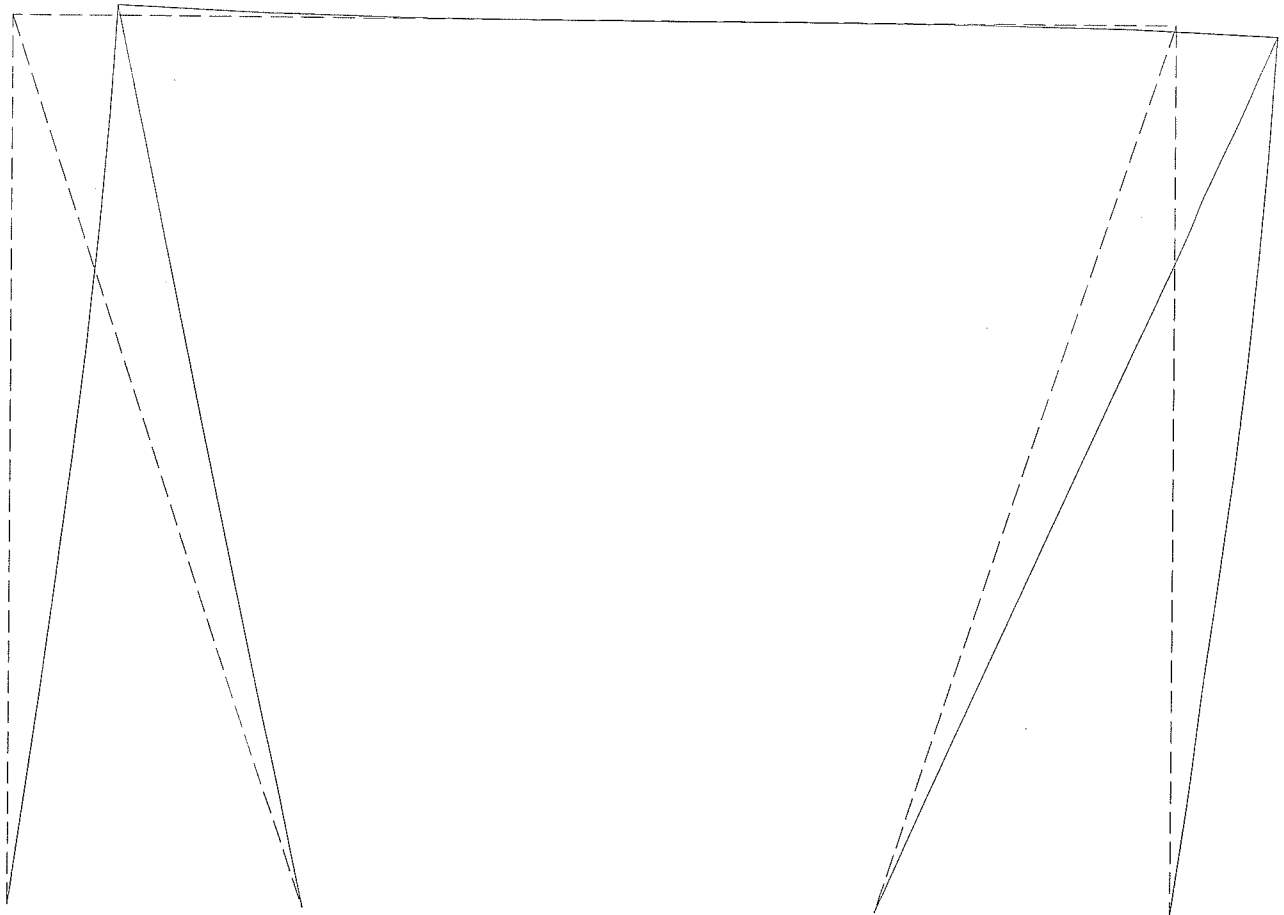
Lastkombination 1: h ram laster

Mult exp:	-9	-9	-9			
Nod	Försk.-x	Försk.-y	Rot-z	Kraft-x	Kraft-y	Moment-z
1			111242	-3,749E+3	7,280E+3	
2	399024	-40239	43532			
3	389701	39302	42158			
4			108821	-1,118E+3	-7,111E+3	
5			82488	-2,415E+3	-7,245E+3	
6			80560	-2,358E+3	7,075E+3	

Förskjutningar, 1:a ordn. Lastkombination: h ram laster

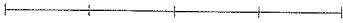
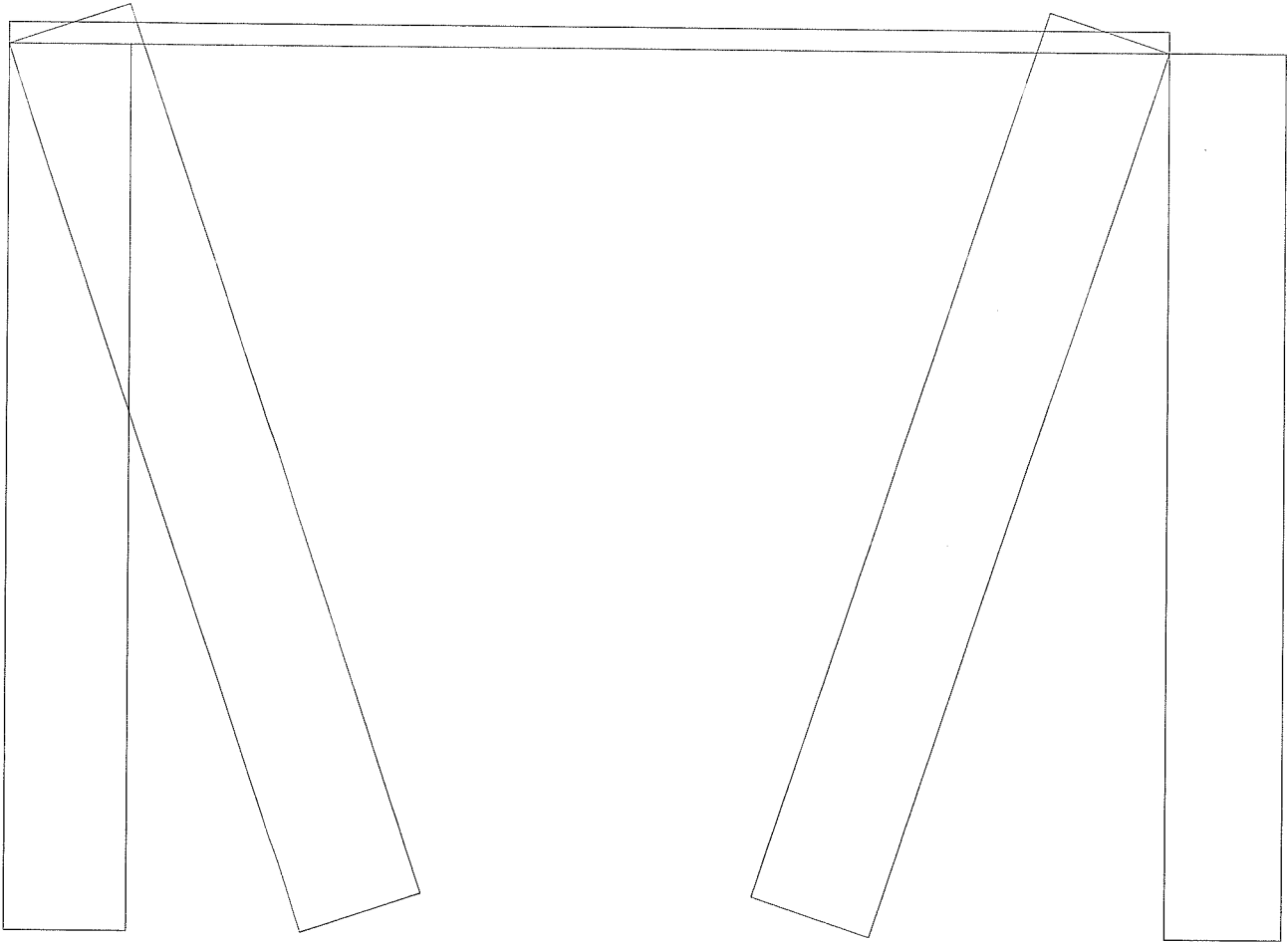
max,min x= 3,990E-4,-1,850E-16 y= 3,930E-5,-4,024E-5

Skala :  0,0005



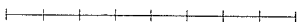
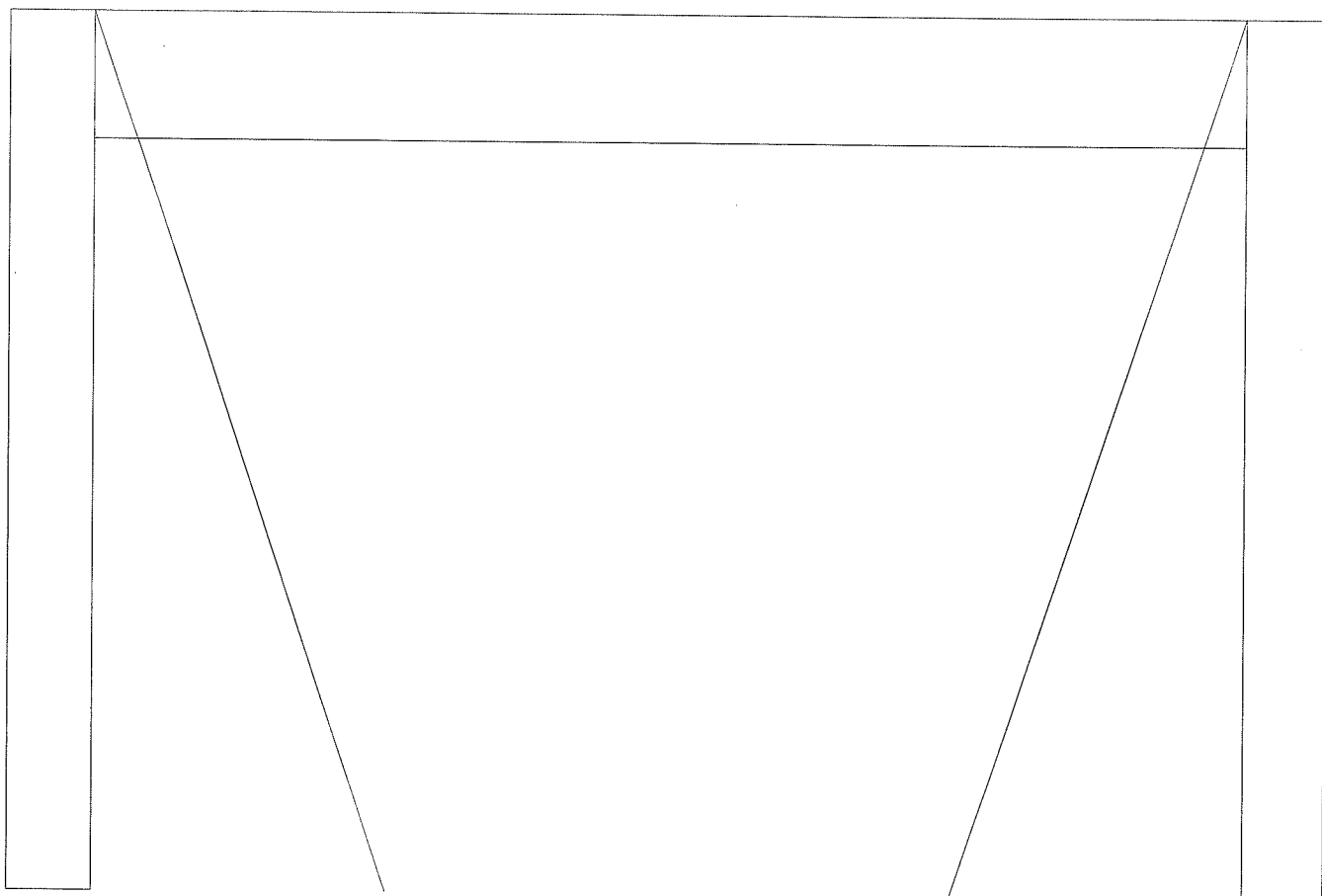
Normalkrafter, 1:a ordn. Lastkombination: h ram laster

Normalkraft max= 7,458E+3 min= -7,637E+3

Skala :  20000

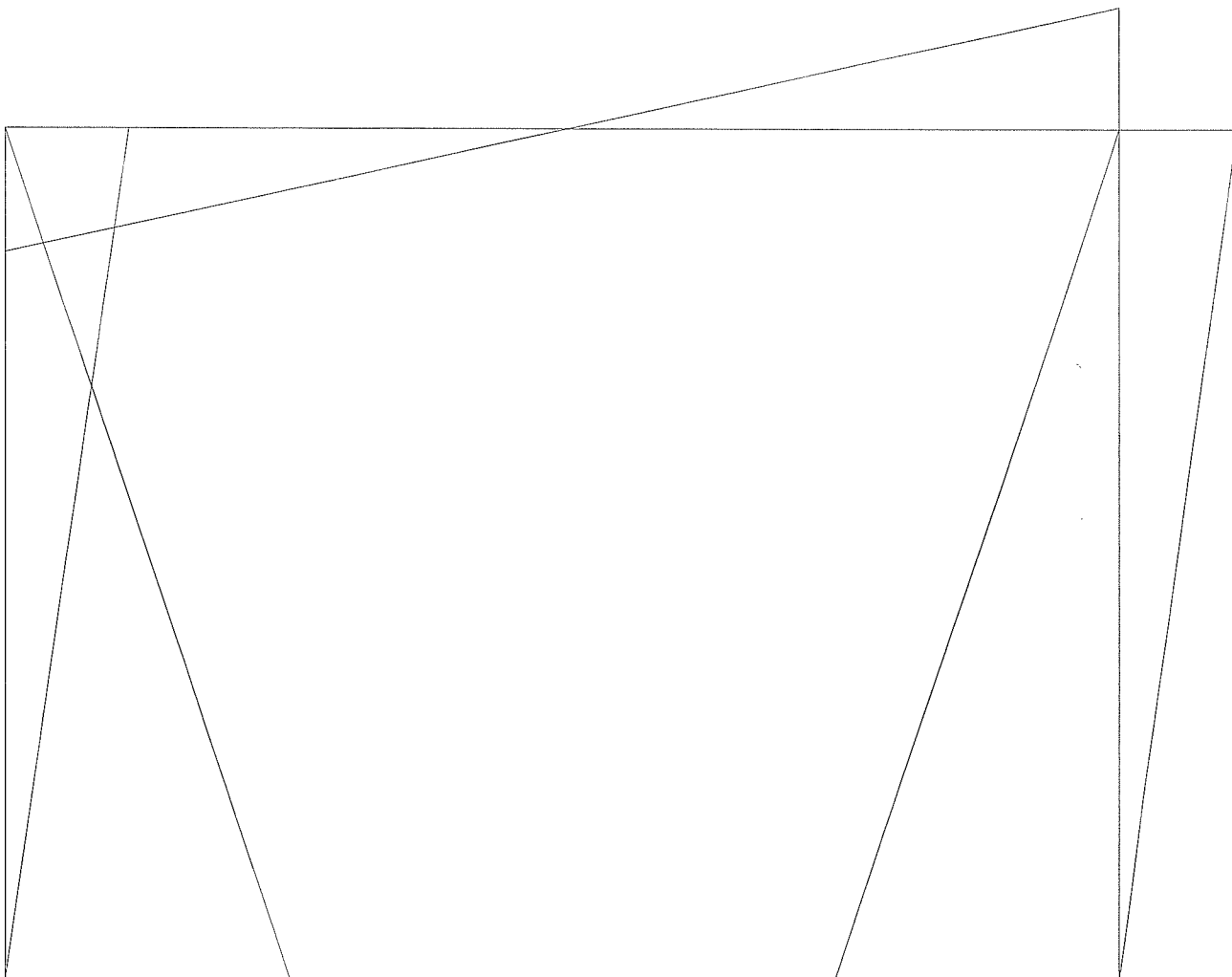
Tvärkrafter, 1:a ordn. Lastkombination: h ram laster

Tvärkraft max= 2,350E+1 min= -3,556E+1

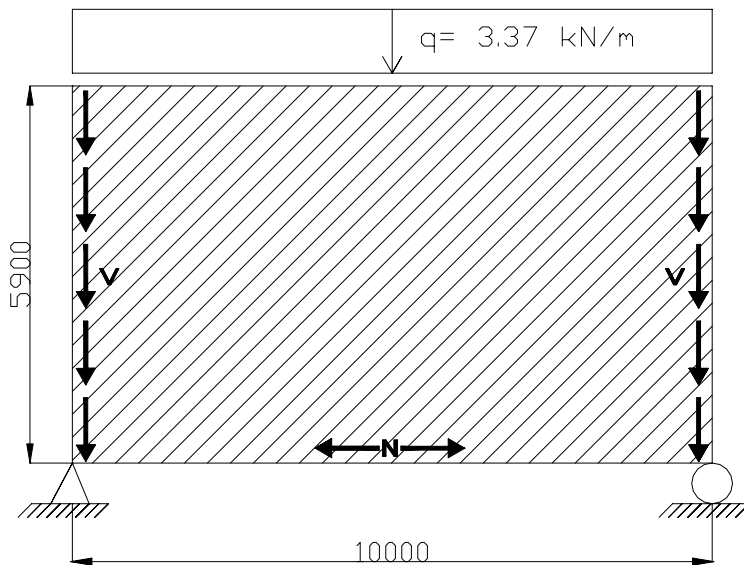
Skala :  80

Moment, 1:a ordn. Lastkombination: h ram laster

Moment max= 1,057E+2 min= -1,041E+2

Skala :  250

35. Kontroll av skivverkan i golvbjälklag



$$\mu_t := 0.85$$

$$q_k := 0.799$$

$$\kappa_r := 0.8$$

$$\mu_{inv} := 0.25$$

$$H_p := 5.9$$

$$\gamma_m := 1.1$$

$$b_s := 5.9$$

$$l_s := 10$$

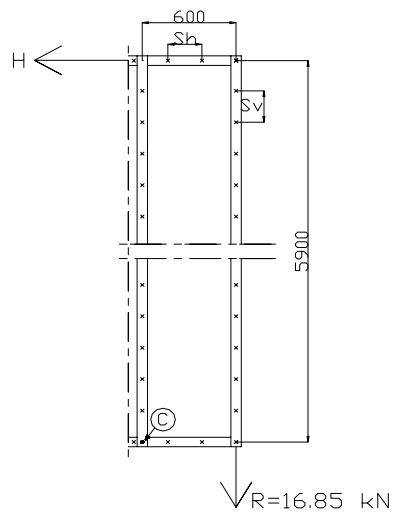
$$\gamma_n := 1.25$$

$$q_s := 1.3 \cdot (\mu_t + \mu_{inv}) \cdot q_k \cdot H_p \cdot 0.5 \quad q_s = 3.371 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$V := \frac{q_s \cdot l_s}{2 \cdot b_s} \quad V = 2.856 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$N := \frac{q_s \cdot l_s^2}{8 \cdot b_s} \quad N = 7.141 \text{ kN}$$

$$R := \frac{q_s \cdot l_s}{2} \quad R = 16.853 \text{ kN}$$



moment kring C $R \cdot 0.6 = H \cdot 5.9$ medför $H := 1714 \text{ N}$

kamspik dim 60x3.7 $d := 3.7$

$l_2 := 60 - 22$ $l_2 = 38 \text{ mm}$

$8 \cdot d := 3.7 \cdot 8$ $8d = 29.6$

$l_2 > 8 \cdot d$ OK !

spånskiva 2 m $t := 22$

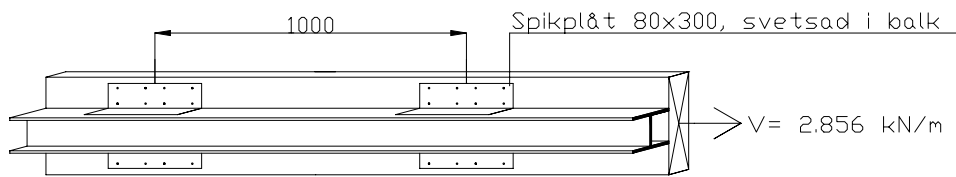
$t \geq 7 \cdot d$ men $22 < 7 \cdot 3.7$ medför reducereing

$$R_{vk} := \frac{t}{7 \cdot d} \cdot 150 \cdot d^{1.7} \quad R_{vk} = 1.178 \times 10^3 \text{ N}$$

$$R_{vd} := \frac{1 \cdot R_{vk} \cdot \kappa_r}{\gamma_m \cdot \gamma_n} \quad R_{vd} = 685.4 \frac{\text{N}}{\text{spik}}$$

$$S_h := S_v \quad S_v := \frac{b_s \cdot R_{vd}}{R} \quad S_v = 239.95 \text{ mm}$$

36. Samverkan golvbjälkar och ramar



Ankarspik dim 40x4 fyra spik ovan och fyra på undersidan

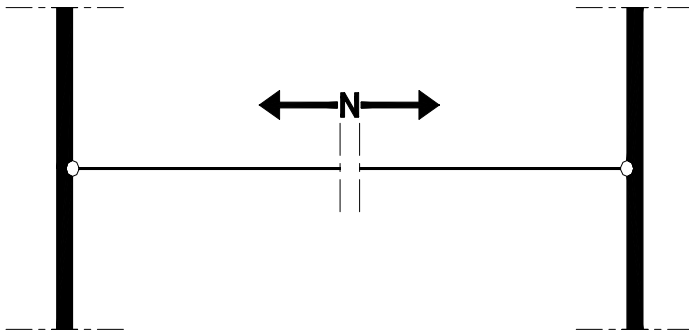
Infästningsvinklarna sätts med cc-avståndet 1000 mm

$R_{vd} := 0.959 \text{ kN}$ Sedan tidigare

$$V := 2.850 \frac{\text{N}}{\text{m}} \quad n := 8$$

$$\frac{V}{n} = 0.356 \quad 0.356 < 0.959 \text{ OK !}$$

37. Dragstänger mellan ramar



stål 1412 SK 2 $f_{yd} := 223$ MPa

$N := 7140$ N

$N_{Rtd} := A_{gr} \cdot f_{yd}$

$A := \frac{N}{f_{yd}}$ $A = 32.018$ mm²

$A = \pi \cdot r^2$ $r := \sqrt{\frac{A}{\pi}}$ $r = 3.192$

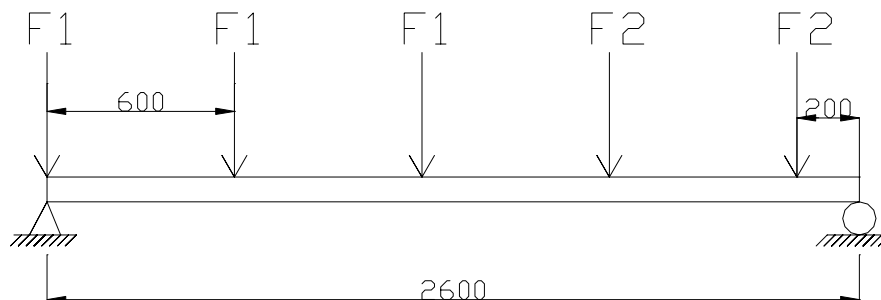
Tar en 12 Φ stålvajer som ledas i infästning

38. Fönsteravväxlingar

Värsta fallet Plan 2 vid trappa, norrsida

$$F_1 = 5.97 \text{ kN}$$

$$F_2 = 7.71 \text{ kN}$$



$$F_1 := 5.97 \text{ från altan}$$

$$F_2 := 7.71 \text{ från bjaällklag 2 plus punktlast från tak}$$

$$\text{moment kring A} \quad F_1 \cdot (0.6 + 1.2) + F_2 \cdot (1.8 + 2.4) - R_B \cdot 2.6 := 0$$

$$\text{medför } R_B := 16.59 \text{ kN}$$

$$\text{Tvärkraft} \quad R_A := 33.33 - 16.59 \quad R_A = 16.74 \text{ kN} \quad V_{sd} := R_A$$

$$M_{\max} := R_A \cdot 1.2 - F_1 \cdot 1.2 - F_1 \cdot 0.6$$

$$M_{\max} = 9.342 \text{ kNm}$$

tag VKR 160x80x6.3 stål 1412 SK 2

$$f_{yd} := 223 \text{ MPa} \quad z := 71.67 \text{ mm}^3$$

$$M_{rd} := f_{yd} \cdot z \quad A_w := 2290 \text{ mm}^2$$

$$M_{rd} = 1.598 \times 10^4 \text{ Nm}$$

$$M_{rd} \geq M_{\max} \quad \text{OK!}$$

Prova TK

$$b_f := 160 \quad \text{mm} \quad t_f := 6.5 \quad \text{mm}$$

$$\beta_f := \frac{b_f}{t_f}$$

$$\beta_f = 24.615 \quad 1.0 \cdot \sqrt{\frac{E_k}{f_{yk}}} := 27.9$$

$$\beta_f < 1.0 \cdot \sqrt{\frac{E_k}{f_{yk}}} \quad \text{Ok ! TK 1 gäller}$$

$$\lambda_w := 0.35 \cdot \frac{\beta_f}{27.9} \quad \lambda_w = 0.309 \quad \text{medför} \quad \omega_r := 0.67$$

$$V_{rd} := \omega_r \cdot A_w \cdot f_{yd}$$

$$V_{rd} = 3.421 \times 10^5 \quad \text{N} \quad V_{rd} > V_{sd}$$

sammanfattning balk över fönster följande kapaciteter

$$\text{Tvärkraft } V_{rd} := 342.1 \quad \text{kN}$$

$$\text{Moment } M_{rd} := 15.98 \quad \text{kNm}$$

följande fönster har oxå kontrollerats och följande värden har tagits fram

fönster plan 3 norr sida

$$M_{\max} := 4.71 \quad \text{kNm}$$

$$V_{sd} := 5.0 \quad \text{kN}$$

fönster plan 3 söder fasad

$$M_{\max} := 3.14 \quad \text{kNm}$$

$$V_{sd} := 4.745 \quad \text{kN}$$

fönster köksplanplan södersida

$$M_{\max} := 3.79 \quad \text{kNm}$$

$$V_{\text{sd}} := 7.99 \quad \text{kN}$$

dörr mot väster plan 2

$$M_{\max} := 0.349 \quad \text{kNm}$$

$$V_{\text{sd}} := 0.842 \quad \text{kN}$$

fönster och dörr vid entre utstick

$$M_{\max} := 5.47 \quad \text{kNm}$$

$$V_{\text{sd}} := 5.94 \quad \text{kN}$$

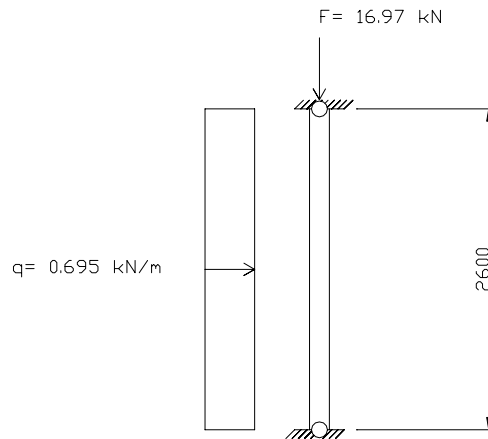
fönster vid långt utstick

fönster1

$$V_{\text{sd}} := 3.17 \quad \text{kN}$$

$$M_{\max} := 1.11 \quad \text{kNm}$$

39. Stående stålreglar till avvaxling till fönster



$$F := \frac{\left[16740 + \frac{(18 \cdot 2.6 \cdot 9.82)}{2} \right]}{1000}$$

$$F = 16.97 \text{ kN}$$

värsta fallet, vindlast h.last

$$q_k := 0.695 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \text{ (plan två)}$$

$$\psi := 1.3 \text{ vind h.last}$$

$$l := 2.6 \text{ m} \quad \mu_{lov} := 0.85$$

$$M_{\max} := (q_k \cdot \psi \cdot \mu_{lov} \cdot 0.6) \cdot \frac{l^2}{8}$$

$$M_{\max} = 0.389 \text{ kNm}$$

kontroll styva leden veka är stagad

$$M_{rtd} := \frac{(f_{yd} \cdot z)}{1000} \quad M_{rtd} = 26.095 \text{ kNm}$$

$$\lambda_c := \frac{l_c \cdot 1000}{\pi \cdot i \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{yk}}}} \quad \lambda_c = 0.517 \quad \frac{h}{b} > 1.2 \text{ medför kurva a ger } \omega_c := 0.91$$

stål 1412

SK 2

Tar dim 160x80x6.3

$$W := 94.1$$

$$E := 210000000000$$

$$f_{yk} := 270000000$$

$$f_{yd} := 223$$

$$z := 117.02 \text{ mm}^2$$

$$A_{gr} := 2290$$

$$l_c := 2 \text{ m enl euler 2}$$

$$i := 57.4$$

$$\sqrt{\frac{E}{f_{yk}}} = 27.889$$

styva leden

$$N_{\text{rcd}} := \frac{(\omega_c \cdot A_{\text{gr}} \cdot f_{\text{yd}})}{1000}$$
$$N_{\text{rcd}} = 464.71$$

interaktion

$$\eta := \frac{Z}{W} \quad \eta = 1.244$$

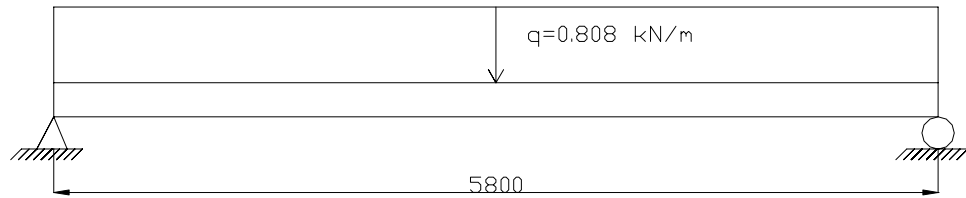
$$\gamma_o := \eta^2 \quad \gamma_o = 1.546$$

$$\gamma_{\text{zc}} := \gamma_o \cdot \omega_c \quad \gamma_{\text{zc}} = 1.407$$

$$\left(\frac{F}{N_{\text{rcd}}} \right)^{\gamma_{\text{zc}}} + \frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{rtd}}} \leq 1.0 \quad \left(\frac{F}{N_{\text{rcd}}} \right)^{\gamma_{\text{zc}}} + \frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{rtd}}} = 0.024 \quad \text{OK!}$$

överdimensionerat, dimensionen vald för att passa med balk ovan fönster

40. Nedböjning takbalk



L40 56x225

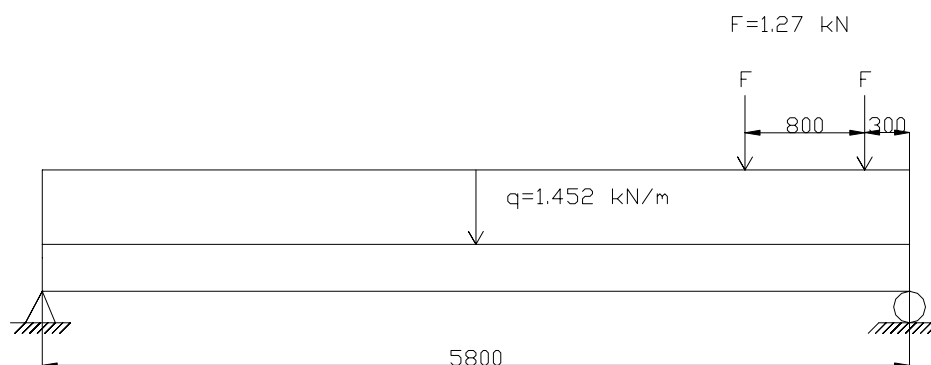
$x := 0.8$ faktor för på enkelt sätt få brottgränslast till bruksgräns

$$q := (0.96 \cdot x + 0.04) \quad q = 0.8 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \quad E := 13 \cdot 10^3 \quad I := 53.16 \cdot 10^6$$

$$l := 5800$$

$$y_{\text{mitt}} := \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} \quad y_{\text{mitt}} = 17.2 \text{ mm}$$

41. Nedböjning golvbjälke "trappa"



L40 66x315

$x := 0.8$ faktor för på enkelt sätt få brottgränslast till bruksgräns

$$F := 1587 \cdot x \quad F = 1.27 \times 10^3 \text{ N} \quad E := 13 \cdot 10^3$$

$$l := 5800 \quad b_1 := 300 \quad b_2 := 600 \quad I := 171.91 \cdot 10^6$$

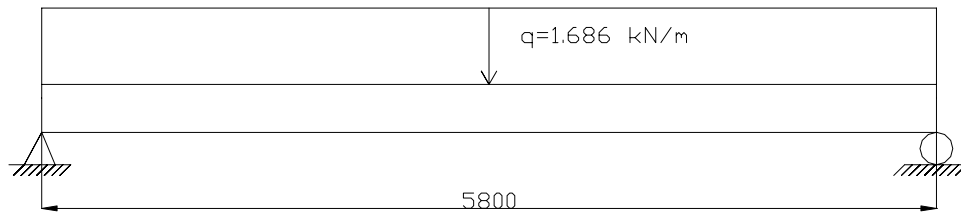
$$q := 1.765 \cdot x + 0.04 \quad q = 1.452 \quad \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$y_{\text{mitt1}} := \frac{\left[F \cdot b_1 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_1^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I} + \frac{\left[F \cdot b_2 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_2^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I}$$

$$y_{\text{mitt2}} := \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

$$y_{\text{mitt}} := y_{\text{mitt1}} + y_{\text{mitt2}} \quad y_{\text{mitt}} = 10.637 \text{ mm}$$

42. Nedböjning golvbjälke "stor terrass"



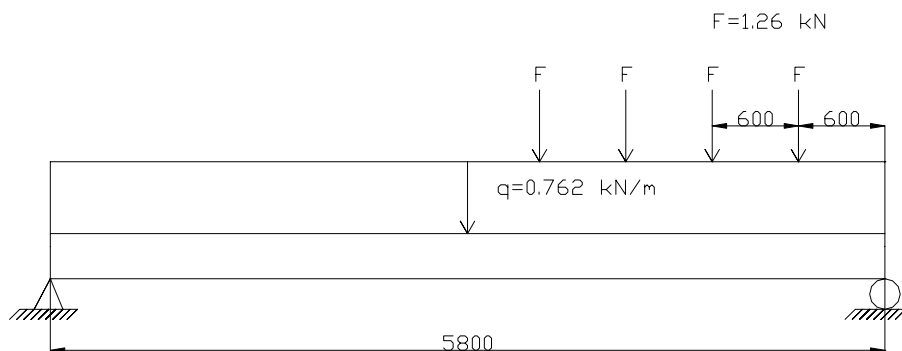
L40 66x315

$x := 0.8$ faktor för på enkelt sätt få brottgränslast till bruksgräns

$$q := (2.057 \cdot x + 0.04) \quad q = 1.686 \quad \frac{\text{N}}{\text{mm}} \quad E := 13 \cdot 10^3$$
$$I := 5800 \quad I := 171.91 \cdot 10^6$$

$$y_{\text{mitt}} := \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} \quad y_{\text{mitt}} = 11.114 \quad \text{mm}$$

43. Nedböjning golvbjälke "öppen spis"



L40 66x315

$x := 0.8$ faktor för på enkelt sätt få brottgränslast till bruksgräns

$$F := 1580 \cdot x \quad F = 1.264 \times 10^3 \text{ N} \quad E := 13 \cdot 10^3 \quad I := 171.91 \cdot 10^6$$

$$l := 5800 \quad b_1 := 600 \quad b_2 := 1200 \quad b_3 := 1800 \quad b_4 := 2400$$

$$q := 0.903 \cdot x + 0.04 \quad q = 0.762 \quad \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$y_{\text{mitt1}} := \frac{\left[F \cdot b_1 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_1^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I} + \frac{\left[F \cdot b_2 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_2^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I}$$

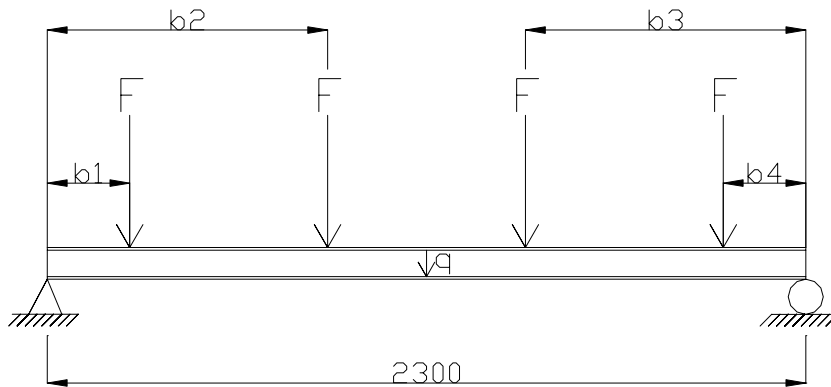
$$y_{\text{mitt2}} := \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} + \frac{\left[F \cdot b_3 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_3^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I} + \frac{\left[F \cdot b_4 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_4^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I}$$

$$y_{\text{mitt}} := y_{\text{mitt1}} + y_{\text{mitt2}} \quad y_{\text{mitt}} = 11.144 \quad \text{mm}$$

44. Nedböjning balk över enté- utstick

$$F = 6.165 \text{ kN}$$

$$q = 0.164 \text{ kN}$$



VKR 160x80x6.3

$x := 0.8$ faktor för på enkelt sätt få brottgränslast till bruksgräns

$$F := 7706 \cdot x \quad F = 6.165 \times 10^3 \text{ N} \quad E := 210 \cdot 10^3 \quad I := 3.492 \cdot 10^6$$

$$l := 2300 \quad b_1 := 250 \quad b_2 := 850 \quad b_3 := 850 \quad b_4 := 250$$

$$q := \frac{16.7 \cdot 9.82}{1000} \quad q = 0.164 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$y_{\text{mittF12}} := \frac{\left[F \cdot b_1 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_1^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I} + \frac{\left[F \cdot b_2 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_2^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I}$$

$$y_{\text{mittgF34}} := \left(\frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} \right) + \frac{\left[F \cdot b_4 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_4^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I} + \frac{\left[F \cdot b_3 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_3^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I}$$

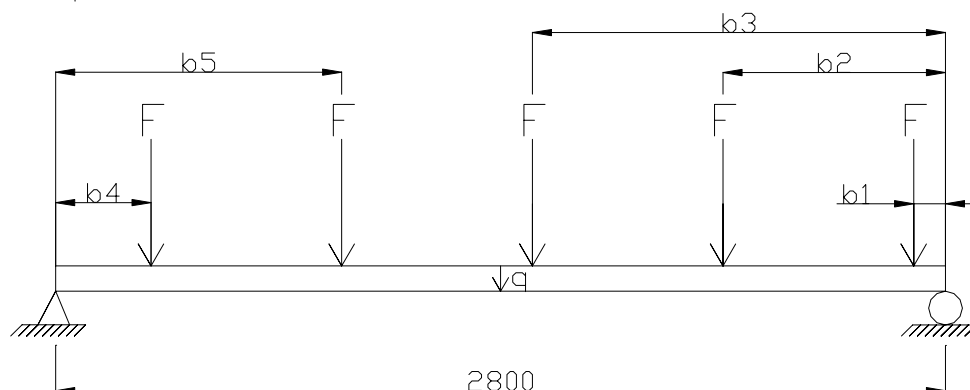
$$y_{\text{mitt}} := y_{\text{mittF12}} + y_{\text{mittgF34}}$$

$$y_{\text{mitt}} = 5.314 \text{ mm}$$

45. Nedböjning balk ovan fönster plan 3, söder

$$F = 1,438 \text{ kN}$$

$$q = 0,177 \text{ kN/m}$$



VKR 160x80x6.3

$x := 0.8$ faktor för på enkelt sätt få brottgränslast till bruksgräns

$$F := 1798 \cdot x \quad F = 1.438 \times 10^3 \text{ N} \quad E := 210 \cdot 10^3 \quad I := 3.02 \cdot 10^6$$

$$l := 2800 \quad b_1 := 100 \quad b_2 := 700 \quad b_3 := 1300 \quad b_4 := 300 \quad b_5 := 900$$

$$q := \frac{18 \cdot 9.82}{1000} \quad q = 0.177 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$y_{\text{mitt1}} := \frac{\left[F \cdot b_1 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_1^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I} + \frac{\left[F \cdot b_2 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_2^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I}$$

$$y_{\text{mitt2}} := \frac{\left[F \cdot b_3 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_3^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I} + \frac{\left[F \cdot b_4 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_4^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I}$$

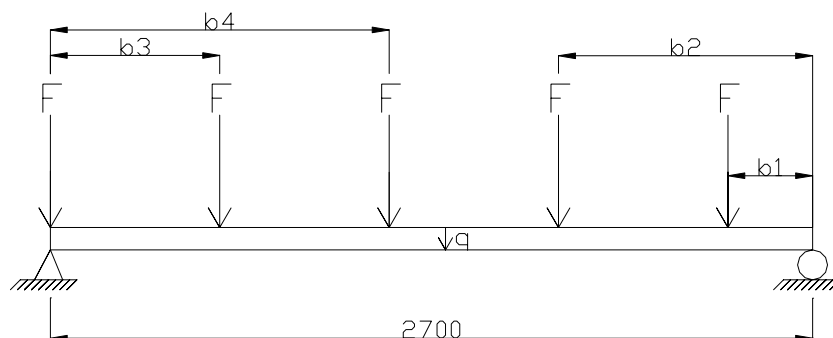
$$y_{\text{mitt3}} := \frac{\left[F \cdot b_5 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_5^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I} + \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

$$y_{\text{mitt}} := y_{\text{mitt1}} + y_{\text{mitt2}} + y_{\text{mitt3}} \quad y_{\text{mitt}} = 3.267 \text{ mm}$$

46. Nedböjning balk ovan fönster köksplan, söder

$$F = 1.984 \text{ kN}$$

$$q = 0.177 \text{ kN/m}$$



VKR 160x80x6.3

$x := 0.8$ faktor för på enkelt sätt få brottgränslast till bruksgräns

$$F := 2480 \cdot x \quad F = 1.984 \times 10^3 \text{ N} \quad E := 210 \cdot 10^3$$

$$l := 2700 \quad b_1 := 300 \quad b_2 := 900 \quad b_3 := 600 \quad b_4 := 1200$$

$$q := \frac{18 \cdot 9.82}{1000} \quad q = 0.177 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \quad I := 3.02 \cdot 10^6$$

$$y_{\text{mitt1}} := \frac{\left[F \cdot b_1 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_1^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I} + \frac{\left[F \cdot b_2 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_2^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I}$$

$$y_{\text{mitt2}} := \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} + \frac{\left[F \cdot b_3 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_3^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I} + \frac{\left[F \cdot b_4 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_4^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I}$$

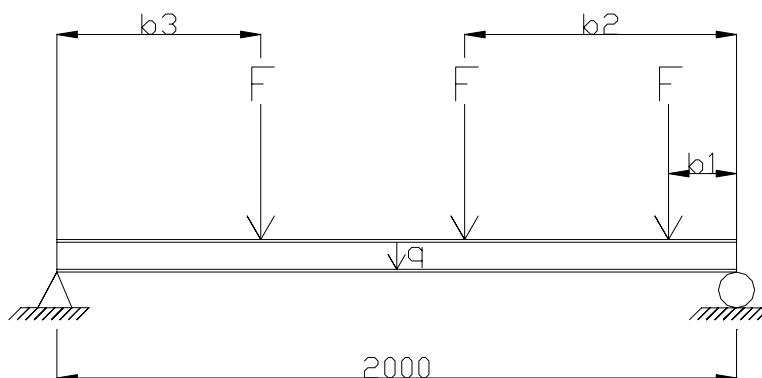
$$y_{\text{mitt}} := y_{\text{mitt1}} + y_{\text{mitt2}}$$

$$y_{\text{mitt}} = 3.765 \text{ mm}$$

47. Nedböjning balk ovan entréparti

$$F = 2.16 \text{ kN}$$

$$q = 0.177 \text{ kN/m}$$



VKR 160x80x6.3

$x := 0.8$ faktor för på enkelt sätt få brottgränslast till bruksgräns

$$F := 2700 \cdot x \quad F = 2.16 \times 10^3 \quad \text{N} \quad E := 210 \cdot 10^3 \quad I := 3.02 \cdot 10^6$$

$$l := 2000 \quad b_1 := 200 \quad b_2 := 800 \quad b_3 := 600$$

$$q := \frac{18 \cdot 9.82}{1000} \quad q = 0.177 \quad \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

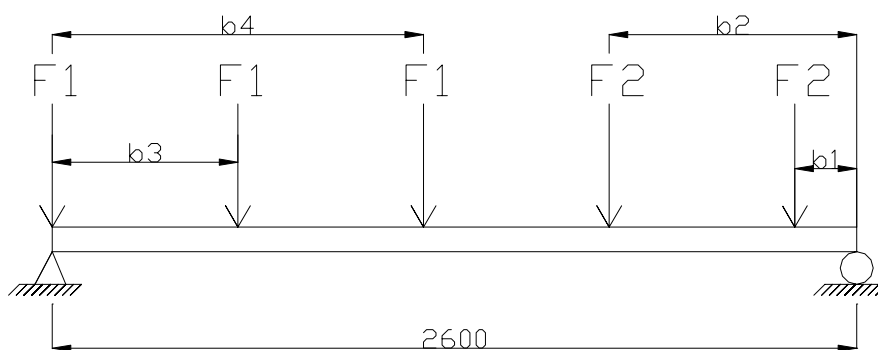
$$y_{\text{mitt}F} := \frac{\left[F \cdot b_1 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_1^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I} + \frac{\left[F \cdot b_2 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_2^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I}$$

$$y_{\text{mitt}gF3} := \left(\frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} \right) + \frac{\left[F \cdot b_3 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_3^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I}$$

$$y_{\text{mitt}} := y_{\text{mitt}F} + y_{\text{mitt}gF3} \quad y_{\text{mitt}} = 1.212 \quad \text{mm}$$

48. Nedböjning balk ovan fönster plan 2, norrsida

$$\begin{aligned}F_1 &= 4,776 \text{ kN} \\F_2 &= 5,624 \text{ kN} \\q &= 0,336 \text{ kN/m}\end{aligned}$$



VKR 160x80x10

$x := 0.8$ faktor för på enkelt sätt få brottgränslast till bruksgräns

$$F_1 := 5970 \cdot x \quad F_1 = 4.776 \times 10^3 \text{ N} \quad E := 210 \cdot 10^3 \quad I := 4.19 \cdot 10^6$$

$$F_2 := 7030 \cdot x \quad F_2 = 5.624 \times 10^3 \text{ N}$$

$$l := 2650 \quad b_1 := 250 \quad b_2 := 850 \quad b_3 := 600 \quad b_4 := 1200$$

$$q := \frac{34.2 \cdot 9.82}{1000} \quad q = 0.336 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$y_{\text{mitt1}} := \frac{\left[F_2 \cdot b_1 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_1^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I} + \frac{\left[F_2 \cdot b_2 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_2^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I}$$

$$y_{\text{mitt2}} := \frac{\left[F_1 \cdot b_4 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_4^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I} + \frac{\left[F_1 \cdot b_3 \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot b_3^2) \right]}{48 \cdot E \cdot I} + \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

$$y_{\text{mitt}} := y_{\text{mitt1}} + y_{\text{mitt2}}$$

$$y_{\text{mitt}} = 6.404 \text{ mm}$$

Bilaga 2

FÖRESKRIFTER

- Golvspånskivor spiklimmas i bjälklag.
- Pelare som bär takbalkar stagas i bjälklagsnivå.
- Samtliga balkar skall ha upplagslängd min 45 mm där ej annat anges.

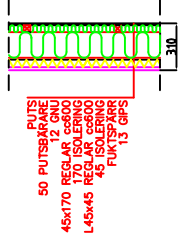
Virke K12 där ej annat anges. Stålkvalitet S1412

DIMENSIONERANDE LASTER

- För bjälklag:
 - Egentyng 0.5kN/m2
 - Nyttig last bunden 0.5kN/m2
 - fr 1.5kN/m2
- För tak:
 - Egentyngd 0.3712 kN/m2
 - Snölast 0.8kN/m2

FÖRKLARINGAR

--- Bärande vägg



HEA 100, ovdöbling över öppning, läggs upp på VKR 100x100x5.

VKR 160x80x6.3, ovdöbling över fönster/dörr, läggs upp på VKR 160x80x6.3

PELARE

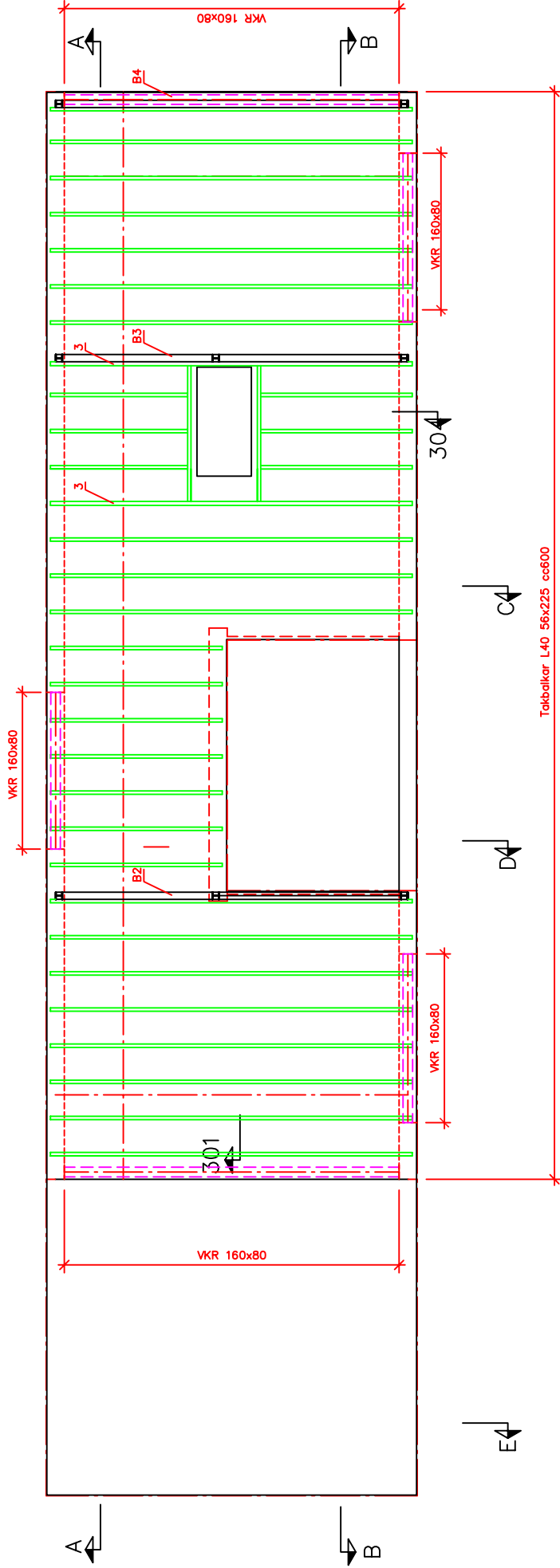
- P1 VKR 100x100x5
- P2 VKR 120x120x5

BALKAR

- 1 HEA 100
- 2 HEA 120
- 3 L40 66x225

RAMAR, HEA 160 (se PC-Frame för mer info)

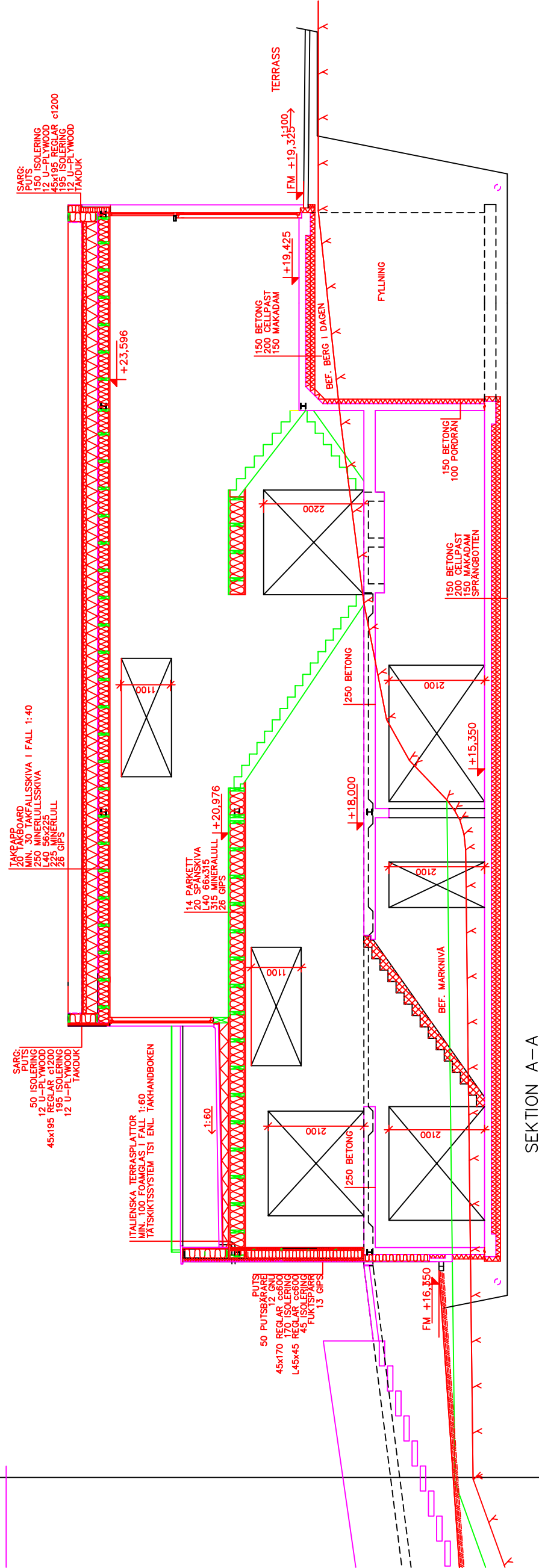
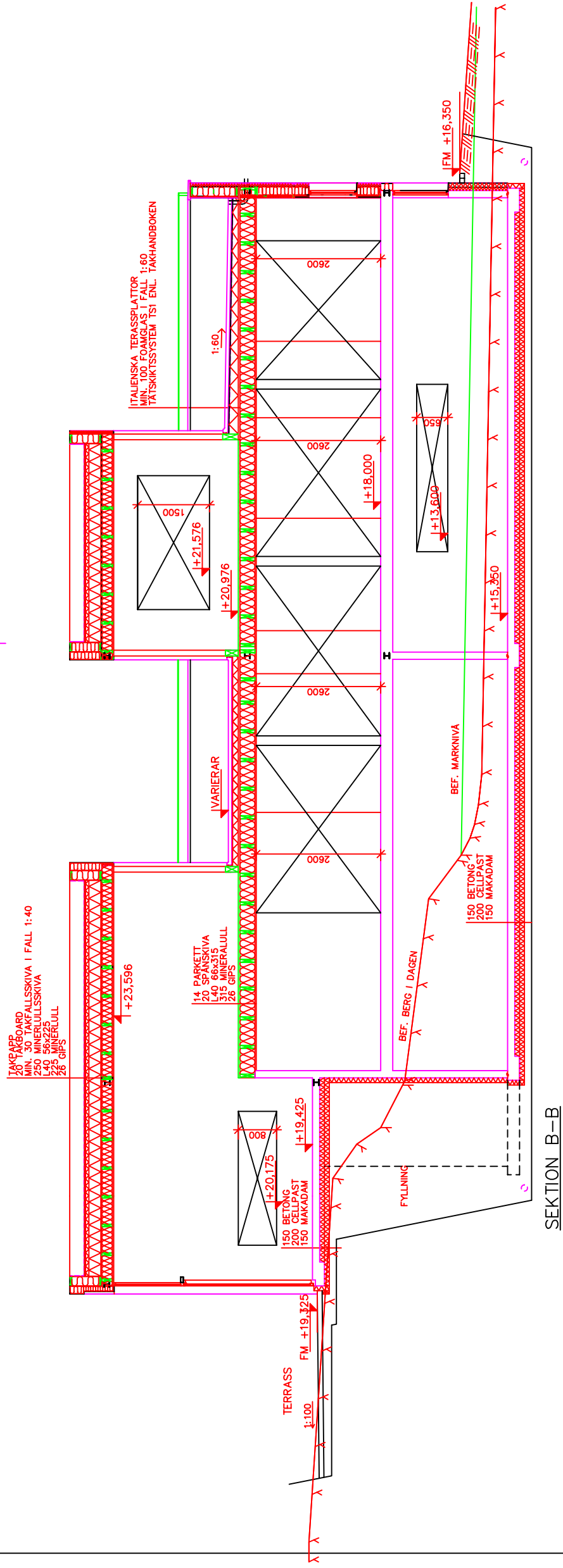
- B1 RAM 1
- B2 RAM 2
- B3 RAM 3
- B4 RAM 4



Takbalkar L40 56x225 c6600

TAKPLAN

A	TAKBJÄLKLAG	AG 2006-36-29
BET	ART	SON
Obs! Denna ritning får ej användas för beställning eller utan att här ovan vara försedd med texten 'Bygghuset'		
MIAB		Villa X
RETO	INTECKNING	UPPDRAGSRAMER
AG	ES	X
2006.05.29		1:100
RITNREVIS		1:100



				Obs! Denna ritning för ej användas för beställning utan att här ovan vara försedd med texten "Bygghuset"	
TELD	INNEKOST	UPPELÖSNING	X	1:100	RITNRREV
AG	ES				
2006.05.29			2006.05.29		

