

BIM-baserad projektstyrning
Blåeldsbågen



TNBJ27
Grupp 1

Fadi Alsalek (Fadal110)
Mohannad Qrh Bateq (mohqr451)

Examinator
Jonas Sharifi

Ht 2023
Tekniska högskolan vid Linköpings universitet, ITN

Sammanfattning

Detta projekt går ut på att ta fram konstruktions beräkningar och ritningar för Blåeldsbåden vilket är en förskola som ska byggas i Linköping. Förskolan är ett planhus som ska ha en kapacitet för 2 basenheter med upp till 72 förskolebarn i åldern 1–6, plus antalet personal som blir 16 ordinarie och 4 vikarie/tillfällig personal. För att utföra detta projekt fanns det hjälpmedel såsom arkitektritningar/handlingar, E-, M-, SK-, V- och VS-ritningar som berör byggnaden. Konstruktionen som tagits fram består av trästomme, som i sin tur består av pelare och balkar av typen limträ GL32h.

Konstruktionen tagits fram genom handberäkningar och med hjälp av programvaran Frame Analysis. Handberäkningarna genomfördes enligt eurokoderna för träkonstruktion, de beräkningarna har legat som grund vid framtagandet av de krafter som byggnaden påverkas av. Krafterna matades in i Frame Analysis och analyserades för att få fram en lämplig konstruktion med passande trä dimensioner som tål lasterna som byggnaden påverkas av.

Trots alla utmaningar visade resultaten av Frame analysis på betydande dimensionella skillnader mellan pelarna och balkarna. Alternativa material och konstruktioner kommer att utvärderas i framtiden för att optimera prestandan. Till slut utfördes arbetet som gick ut på att skapa en fungerande struktur som uppfyllde både eurostandard och branschens alla krav.

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	2
1. Inledning.....	4
1.1 Bakgrund.....	4
1.2 Syfte/mål.....	4
1.3 Teori.....	4
1.3.1 Limträ.....	4
1.3.2 Konstruktionssystem.....	5
1.3.3 Ledad anslutning balk-pelare.....	5
1.3.4 Ledad pelarfot.....	6
1.3.5 Takplåt - Vindstabilisering.....	6
2. Metod.....	7
2.1 Antagande.....	7
2.2 Arbetsmetod.....	7
2.3 Lastnedräkning.....	7
2.4 Material.....	8
3. Resultat och analys.....	9
3.1 Frame analysis.....	9
3.1.1 kontroll mot buckling, vippning och knäckning.....	11
3.2 Utnyttjandegrader.....	11
3.3 Revit.....	12
4. Diskussion.....	13
5. Slutsats.....	14
6. Källor.....	15
6.1 Böcker.....	15
6.1 Webbssidor.....	15
7. Bilagor.....	16

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Projektet avser en nybyggnad av en förskola som ska ha en kapacitet för 2 basenheter med upp till 72 förskolebarn i åldern 1–6 och plus antalet personal som blir 16 ordinarie + 4 vikarie/tillfällig personal. Byggnaden befinner sig på Blåeldsbågen Sturefors i Linköping, den har en yta på ungefär 780 m². I detta projekt ska konstruktionsberäkningar och konstruktionsritningar (Enligt eurostandarder) tas fram för nybyggnaden.

1.2 Syfte/mål

Syftet med denna rapport är att presentera utmaningarna förknippade med BIM-baserad projektledning, utvärdera de lösningar som har implementerats och identifiera sätt att förbättra detta område. Med detta projekt som en specifik fallstudie syftar rapporten till att identifiera och beskriva de utmaningar som möter vid implementering av BIM-baserad projektledning. Genom att integrera BIM strävar projektet efter att effektivisera och samordna processen för att analysera och hantera olika lasteffekter samt utvärdera tvärkrafter och moment. Dessutom planeras noggranna kontroller för att säkerställa att strukturen uppfyller de nödvändiga kraven för stabilitet, inklusive vippning, knäckning och upplagstryck.

1.3 Teori

1.3.1 Limträ

Limträ är ett byggmaterial med förbättrade tekniska egenskaper hos trä som en förnybar råvara. Limträelement består av långa konstruktionstimmer som sammanfogas med fingerskarvar. Dessa tunna skivor limfogas och ytbehandlas till önskad dimension. Denna unika konstruktion gör det möjligt att tillverka mycket stora konstruktionselement. Med limträ kan byggare och konstruktörer utnyttja styrkan och mångsidigheten hos stora tråelement. (limträhandbok 2001)

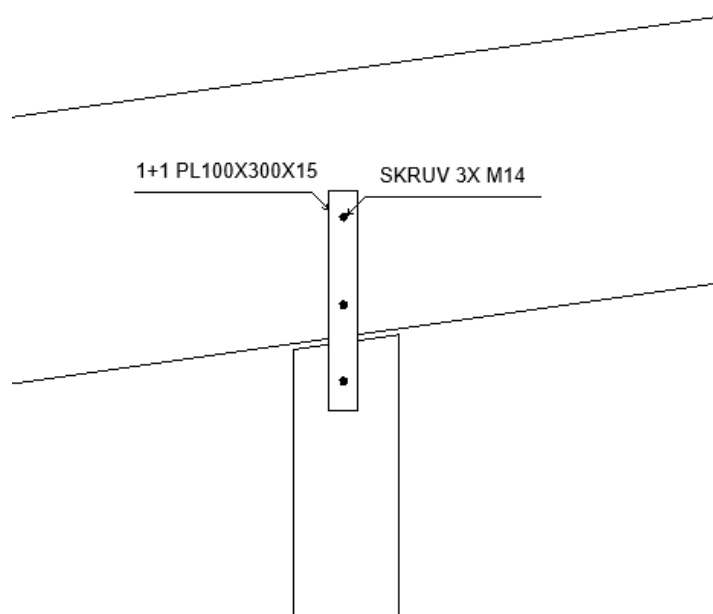
Limträ har högre hållfasthet och styvhet än jämförbart konstruktionsvirke och är starkare än stål i förhållande till sin vikt. Limträbalkar kan därför användas för stora avstånd samtidigt som behovet av mellanliggande stöd minimeras. Dessutom kan arkitekter och konstruktörer skapa en mängd olika former med limträ, t.ex. hus, lagertak och vägbroar, vilket ger dem nästan obegränsade möjligheter. (limträhandbok 2001)

1.3.2 Konstruktionssystem

Balk- och pelarsystem av limträ är en konstruktionsmetod där trä limmas ihop för att bilda den bärande konstruktionen i en byggnad. Limträ tillverkas genom att skikt av trä limmas ihop med ett speciallim, vilket ökar hållfastheten och stabiliteten jämfört med massivt trä. Systemet använder balkar för att överföra laster horisontellt och pelare för att överföra laster vertikalt. Denna konstruktionsmetod är populär för sin hållbarhet och estetik, stora spännvidder och designflexibilitet. Limträets egenskaper gör det lämpligt för både små och stora byggnader och är ett vanligt val inom modernt träbyggande. (limträhandbok 2001)

1.3.3 Ledad anslutning balk-pelare

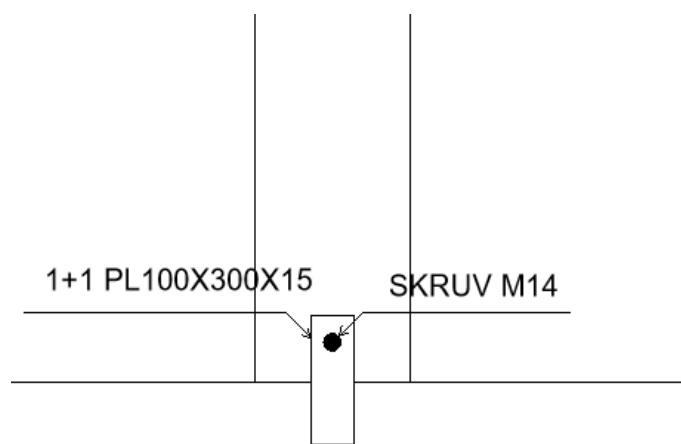
Vid användning av en förenklad ledad anslutning med fästplattor eller plattjärn på sidorna av en pelarprofil, påverkar olika faktorer kraftöverföringen. Användningen av denna typ av anslutning är fördelaktig eftersom den är okomplicerad och praktisk och kan användas för både små och stora krafter. Överföringen av kraft mellan fästplattan, limträ pelaren och balken utförs med spikar, skruvar eller träskruvar. Placeringen av fästplattorna bör vara nära den inre kanten av pelaren för att undvika påverkan på vinkeländringen hos balken. Dessutom bör det finnas ett godtyckligt avstånd mellan pelarens innerkant och centrumet av skruven som det visas i figur 1. (limträhandbok 2001).



Figur 1 visar Balk-pelare anslutning

1.3.4 Ledad pelarfot

På pelarnas nedre delar sker fästningen genom användning av laskar, antingen i form av spikplåtar eller plattstång, se figur 2. Denna metod är både enkel och ekonomisk, och utöver sin kostnadsfördel är den också tålig när det gäller att hantera stora belastningar. Fästningen är utformad med en fotplåt för att ansluta den med grundskruvar eller genom svetsning mot en inbyggd fästplåt om ingen fotplåt används. Att använda fotplåtar för fästningen är den mest förekommande metoden, där varje lask är försedd med sin egen fotplåt. I detta fall kan samma fästelement användas för pelare med olika tvärsnitt dimensioner. (limträhandbok 2001).



Figur 2 visar ledad infästning av pelarfot med laskar av spikningsplåt

1.3.5 Takplåt - Vindstabilisering

Eftersom byggnaden har en takplåt som huvudkomponent används en skiveffekt som en metod för att konstruera stommen. För att överföra kraften till grunden använder man gavlar, vilka sedan dirigerar den nedåt med hjälp av vindkryss eller snedsträvor. På gavlarna finns vindfackverk som används för att stabilisera mellan två limträbalkar. Eftersom byggnaden måste dimensioneras för att klara av vindbelastningar, är det viktigt att ta hänsyn till de vertikala krafterna som vindens påverkan medför. Dessa uppvända krafter från vinden kan motverkas av den egna tyngden hos byggnadens takkonstruktion. Detta innebär att takkonstruktionen spelar en viktig roll i att hantera den horisontella belastningen och stabilisera stommen. För att effektivt stabilisera hallen mot vindpåverkan, skall åsarna fungera som ramstänger och takbalkarna fungerar som "vertikaler", och diagonala stödstag ofta placeras i form av kryss gjorda av rundstål. (limträhandbok 2001)

2. Metod

2.1 Antagande

Antagande som antogs i detta projekt för att utföra de beräkningar som behövdes, och som möjliggör dimensioneringen av byggnaden berör mest de lasterna/tyngderna som skall vara på konstruktionens takbalk. För att beräkna tyngden på solcellerna antogs vikten på en solcellspanel med dimensionering på 1x2 m enligt (Fastighetsägarna) vara 20-25 kg. Vikten på skorstenshuv som enligt handlingarna skall dimensioneras på tak balk 3 antogs vara ungefär 100 kg som då ungefär ger en punktlast på 1 kn (Bevent Rasch). Några andra antagande gällande beräkningen inför konstruktions dimensioneringen är s-avståndet som antogs vara 6 meter, och snittet som valdes för dimensioneringen utifrån konstruktion handlingarna är den snittet som bär den största belastningen/vikt på taket, och därmed andra snitt av byggnaden antas då klara alla de laster som påverkar konstruktion stommen. Dessa antaganden antogs utifrån tidigare erfarenheter för att underlätta arbetet allmänt.

2.2 Arbetsmetod

När det gäller den metod som har använts för att utföra arbetet har gruppen först med hjälp av Plancon skapat en tidsplan som tydligt visar och identifierar de olika skeden av projektet. Beräkningar och kontroller för att säkerställa att konstruktionen uppfyller de nödvändiga kraven för stabilitet, inklusive vippning, knäckning och upplagstryck skedde för hand och med hjälp av olika andra verktyg, och för att säkerställa att byggnaden uppfyller säkerhets- och designkrav enligt eurokoden och branschstandarder, och därmed utvärdera tvärkrafter och moment använde har gruppen använt programvaror Frame analysis och Revit.

Den redan existerande förkunskaper bland gruppmedlemmarna för denna uppgift utgör en betydande fördel, eftersom gruppen har tidigare använt datorprogrammen inom ramen för projekt i tidigare kurser såsom stålkonstruktion/Ritteknik kursen. Denna erfarenhet skapar en grundläggande bekantskap med de verktyg och resurser som har använts under den aktuella uppgiften och därmed ledde till en smidigare implementering. De tidigare arbeten med liknande program ger inte bara den tekniska kompetens som krävs för att navigera genom programmen utan också en förståelse för de specifika kraven och möjligheter som dessa verktyg erbjuder.

2.3 Lastnedräkning

Dimensionerande lastvärden beräknades för konstruktionen i brottgränstillstånd (ULS) enligt Eurokod 0. Variationen STR användes vid beräkningen,

$$\text{STR-A: } \gamma_d 1,35 G_k$$

$$\text{STR-B: } \gamma_d 1,2 G_k + 1,5 Q_k$$

I tabell 1 visas alla de laster som konstruktionen påverkas av, de beräknades manuellt för att sedan mata in i Frame förutom egenvikten som hämtades direkt från Frame. Frame Analysis räknar själv vilken egenvikt balkarna har, eftersom materialet som konstruktionen består av matades in i Frame.

Tabell 1. Laster

Typ av last	Element	Last
Egenvikt	Balk 1,2 och 3	0,93 kN/m
Snölast	Balk 1,2 och 3	24.0 kN/m ²
Vindsug	Pelare 5	-2 kN/m ²
Vindsug	Balk 1,2 och 3	-4.62 kN/m ²
Vindtryck	Pelare 1	2.91 kN
Takvikt	Balk 1,2 och 3	2.52 kN/m
Solceller	Balk 2 och 3	4.89 kN/m
Skorstenshuv	Balk 2	1 kN

Takvikt, solceller och skorstenshuv räknas som permanenta laster. Dessa laster är en viktig faktor eftersom de påverkar strukturens stabilitet och prestanda på lång sikt. Skorstenshuv anses som en punktlast eftersom dess last sträcker sig inte över hela balken, utan bara på en punkt som ligger en meter från pelare 2,2.

2.4 Material

Materialet limträ GL32h valdes som konstruktionsmaterial för pelare/balk med dimensionerna 215 x 360 och 215 x 900, se tabell 2. De valdes på grund av dess styrka och stabilitet och därmed deformations beständighet, vilket gör den till en kostnadseffektiv och hållbar lösning för konstruktionen.

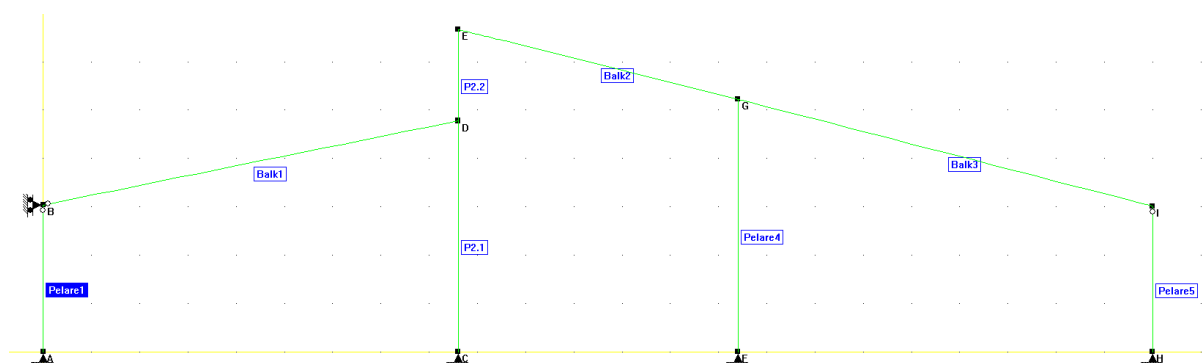
Tabell 2. Materialval.

Bärverk	Dimensioner	Materialval
Pelare	215 x 360	Limträ GL32h
Balk	215 x 900	Limträ GL32h

3. Resultat och analys

3.1 Frame analysis

Figur 3 visar den valda träkonstruktionen från frame analysis programmet. Den gröna färgen på balkarna och pelarna innebär att konstruktionen är stabil och kan bära alla tyngder den belastas med. Största belastningen antas vara på balk 2 på grund av ökade permanenta laster såsom solceller och en skorstenshuv. Samtidigt antas lägsta belastningen vara på balk 1 med tanke på att den inte bär någon utökad last.



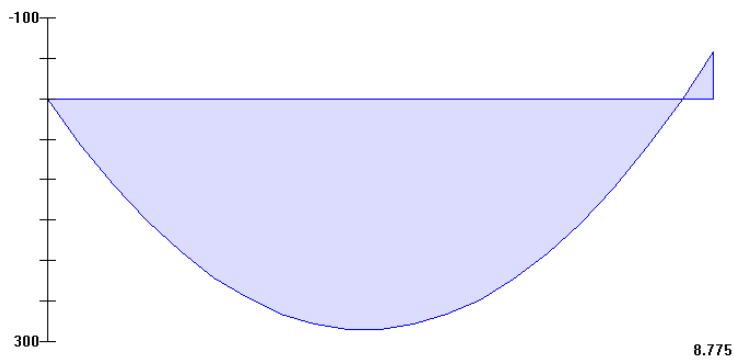
Figur 3. Lastuppställning

Alla pelare är ledade med plattan, men för att konstruktionen inte ska kunna röra sig i sidled bestämdes att en rullstöd i x-axel ska finnas med över pelare 1, se figur 3. Sidopelarna är ledade med takbalkarna för att konstruktionen ska kunna motstå de stora böjmomentkrafterna som orsakas av de tunga lasterna. För att få det slutgiltiga resultatet om konstruktionen behöver man mata in programmet med vissa data som man får genom att manuellt beräkna alla laster som konstruktionen kommer att påverkas av.

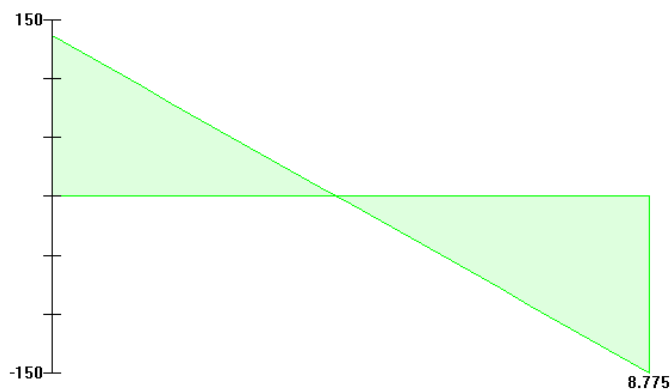
Beräkningen i Frame visade diagram över normalkraft, tvärkraft och moment, se figur 4, figur 5 och figur 6. Resultatet av diagrammen visas i tabell 3 för att ange ett exakt max- och minvärde för krafterna.

Tabell 3. Maximala och minimala krafter som påverkar konstruktionen

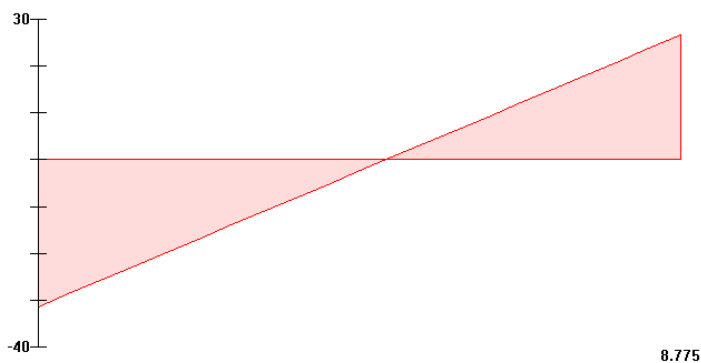
Kraft	MAX	MIN
Normalkraft	26,4 kN	-31,7 kN
Tvärkraft	136,7 kN	-149,8 kN
Moment	285,3 kNm	-57,9 kNm



Figur 4. Balk 1 Momentdiagram



Figur 5. Balk 1 Tvärsdiagram



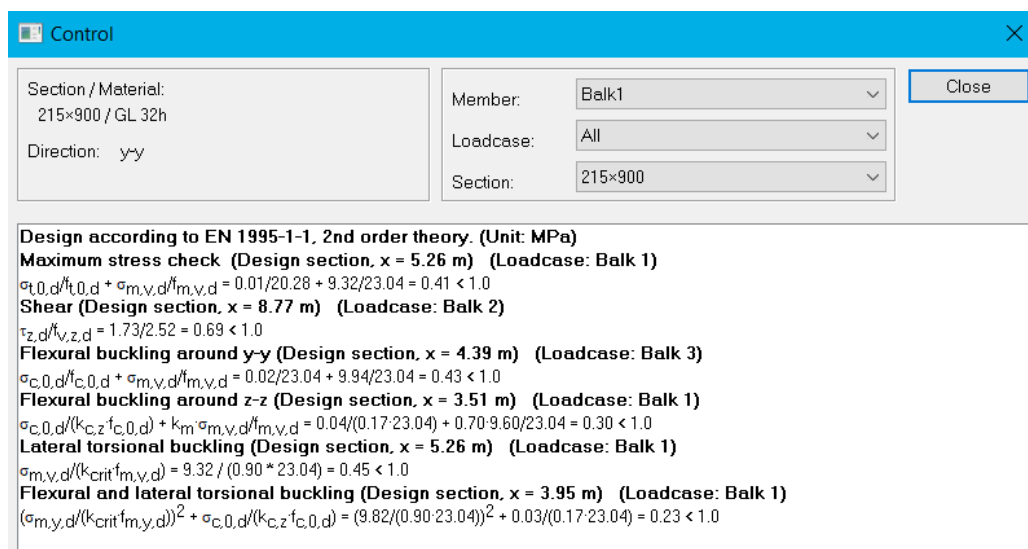
Figur 6. Balk 1 Normaldiagram

Den maximala normala kraften i tabell 3 innebär den högsta vertikala kraften som konstruktionen måste tåla och som resulteras av de vertikala lasterna såsom snölast, solceller och egenvikt. Medan den maximala tvärkraften innebär den högsta horisontella kraften som konstruktionen måste tåla och som resulteras av de horisontella lasterna såsom vindlast.

Det maximala momentet hänvisar till den största vridande kraften som strukturen utsätts för och som påverkas av olika laster och krafter som agerar på konstruktionen såsom egenvikt, externa laster och icke-symmetriska laster. Maximala momentet är viktigt att överväga vid konstruktionsanalys för att säkerställa att strukturen som skapats kan motstå och hantera de vridande krafterna som konstruktionen påverkas av.

3.1.1 kontroll mot buckling, vippning och knäckning

Med hjälp av Frame Analysis kunde flera kontroller genomföras som till exempel för buckling, vippning och knäckning. Efter beräkningen i Frame visade det sig att värdet för buckling är mindre än 1 vilket är ok. När det gäller vippning och knäckning ser det också bra ut enligt beräkningen i programmet, detta visas i figur 7. Figuren visar undersökningen för balk 1, denna undersökning genomfördes för alla andra element i konstruktionen och det såg bra ut. Alltså konstruktionens pelare och balkar klarar upp de last kombinationerna som lades till i programmet, och därmed håller sig till krav.



Figur 7. Kontroll för buckling, vippning och knäckning

3.2 Utnyttjandegrader

Frame ger möjligheten till att ta reda på vilka element i konstruktionen som utnyttjas mest. I tabell 4 visas att balk 3 utnyttjas mest (0,921), medan pelare 1 och 5 är mycket mindre utnyttjade (0,089 och 0,090). Detta beror på hur lasterna är fördelade över konstruktionen och det verkar vara lämpligt, eftersom balk 3 är ganska lång och bär upp ganska mycket last bland annat solceller, snölast och takvikt. Tabell 4 ger även en överblick över hur nära varje enskild element är att nå sin maximala kapacitet, vilket är viktigt för att bedöma säkerheten och stabiliteten hos den konstruktionen som skapats i Frame Analysis.

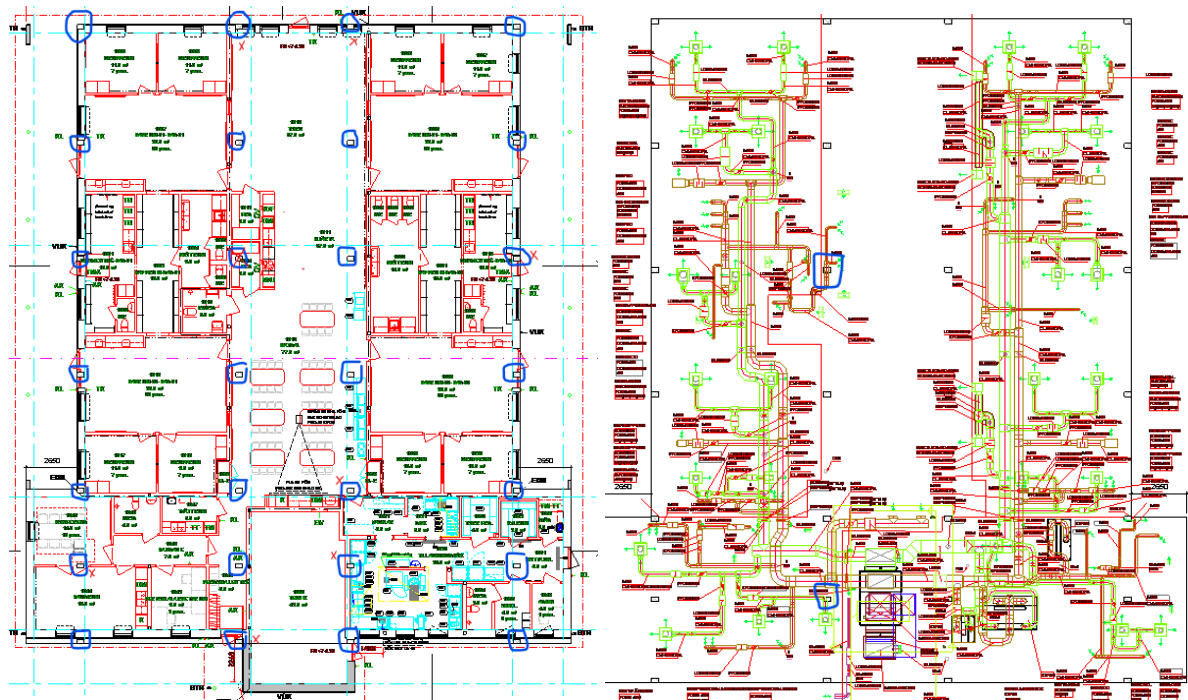
Tabell 4. Utnyttjandegrad tabell

Element	Utnyttjandegrad
Balk 3	0.921
Balk 1	0.685
Balk 2	0.670

Pelare 4	0.391
P2.1	0.356
P2.2	0.282
Pelare 5	0.090
Pelare 1	0.089

3.3 Revit

Figur 8 visar resultatet av konstruktionens pelarnas placering och byggnadens A-modell. Eftersom pelarna inte är så tydliga i figuren ritades en blå kvadrat runt dem. Efter undersökning av ritningen kom gruppen fram till att det finns behov av att flytta på eller få bort vissa dörrar och fönster, då pelarna antingen står över dem eller att pelarna står iväg vid användning av dem. Sidopelarna ligger inne i väggen, de är osynliga vilket är en fördel, medan mitt pelarna står i den stora hallen men de tillför inga stora störningar förutom den pelaren som ligger mitt i det lilla förrådsrummet.



Figur 8. Pelare placering med hänsyn till A-modellen och ventilationsrören.

I figur 8 undersöktes även konstruktionens pelarnas placering med hänsyn till ventilationsrören, det visades att pelarna krockar med ventilationsrören i två ställen som är markerade i den högra delen av figur 8. Den enda lösningen gruppen kom fram till i det fallet är att flytta på ventilationsrören, alltså att skapa en annan väg för rören då pelarna inte står iväg.

4. Diskussion

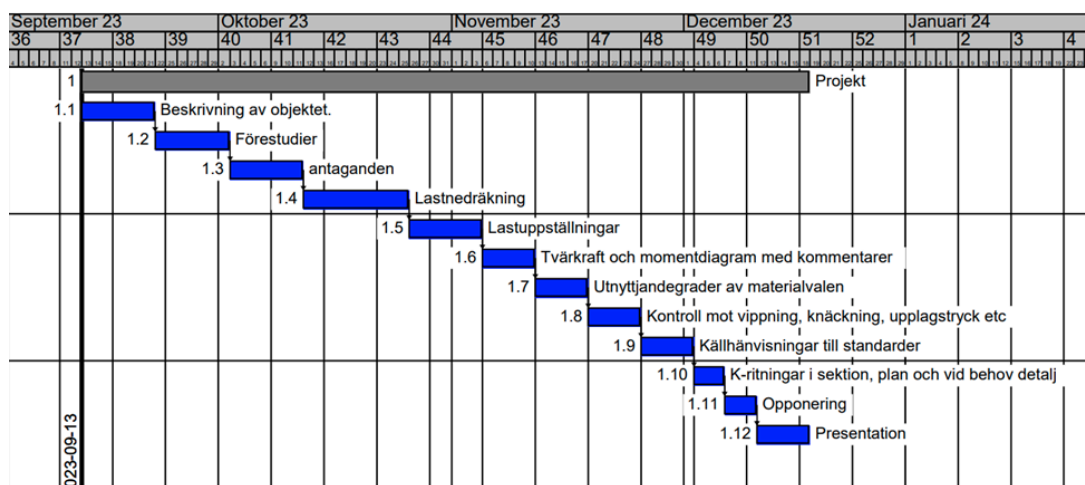
Resultatet av det genomförda projektet och analysen av den ger en uppfattning om hur konstruktionen motstår olika påfrestningar, speciellt när man beaktar konstanta kontinuerliga belastningar som till exempel solpaneler och skorstenen på balk 2. Detta väcker faktiskt intressanta frågor om hur design optimeras för att möta dessa specifika utmaningar, och hjälper oss att utvärdera vilka styrkor och svagheter den valda konstruktionen har.

Gruppens planering och tillämpning av kunskaper från andra kurser ledde till ett framgångsrikt projekt, med syfte att skapa en stabil konstruktion för en förskola i Linköping. Till detta projekt användes en strukturerad metod som bland annat integrerar användning av programvaran Frame Analysis och handberäkningar enligt eurokoderna för träkonstruktion.

Det valda materialet (trä) och dimensioneringen av konstruktionen har enligt Frame Analysis visat sig vara passande för de påfrestningar den utsätts för. Men en framtida övervägning kan dock vara att undersöka alternativa material eller testa med en annan design för konstruktionen för att optimera prestandan.

Resultatet från Frame Analysis visade stora skillnader i dimensionen mellan pelare och balkar, det blev en hög dimension för balkar och låg dimension för pelare. Detta kan bero på flera anledningar som till exempel, lastfördelningen och lastkombinationer. Alltså Frame analysis tar hänsyn till olika lastkombinationer och olika lastkombinationerna kan skapa olika påverkningar på pelare och balkar och därmed leda till varierande dimensioner.

I början av projektet fick gruppen ta fram en tidsplan genom Plancon, för att kunna hantera projektet på ett effektivt sätt, se figur 9. Gruppen fick ändra på tidsplanen på grund av ändringar i gruppens antal medlemmar och på grund av fördröjningar, då gruppen för första gången genomförde ett stort projekt med så många handlingar. En annan anledning kan vara att gruppen inte har jobbat med Frame Analysis förut, alltså det var den största utmaningen i detta projekt.



Figur 9. Tidsplan

5. Slutsats

Resultaten av Frame Analysis för konstruktionen av denna byggnad ger insikt i strukturprestanda och effektiviteten hos de valda designen på konstruktionen. Angivna handlingar och ritningar har varit en grund till gruppens val av dimensioner för det trästomme som tagits fram. Trästommen består av pelare och balkar, där pelare har dimensionen 215 x 360 och balkarna har dimensionen 215 x 900.

Arbetet i Frame Analysis var en stor del i detta projekt, med hjälp av den kunde dimensionerna på stommen framställas. Handberäkning enligt eurokoderna var nödvändig i vissa delar, då Frame Analysis behöver matas in med de lasterna som konstruktionen påverkas av. Vid handberäkningar gjordes vissa antaganden för att kunna få fram de övriga lasterna som orsakas av till exempel, solceller, takvikt och skorstenshuv.

Sammanfattningsvis har projektet lyckats med att få fram en konstruktion som är stabil och uppfyller både kraven som ställdes i detta projekt och kraven som ställs enligt normen för träkonstruktioner.

6. Källor

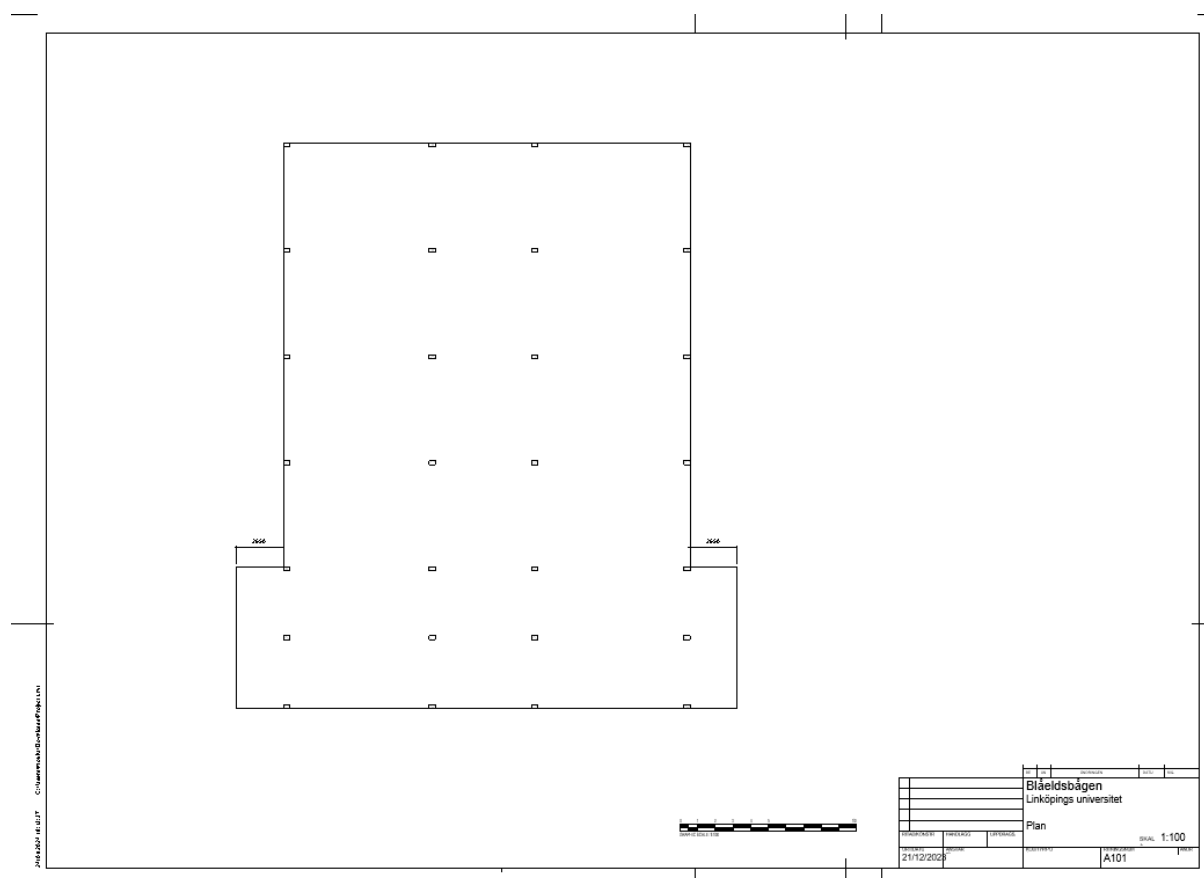
6.1 Böcker

- Isaksson, T., & Mårtensson, A. (2019). *Byggkonstruktion regel- och formelsamling* (4 uppl.). Studentlitteratur
- Rehnström, B., & Rehnström, C. (2019). *Träkonstruktion enligt eurokoderna* (4 uppl.). Rehnströms bokförlag.

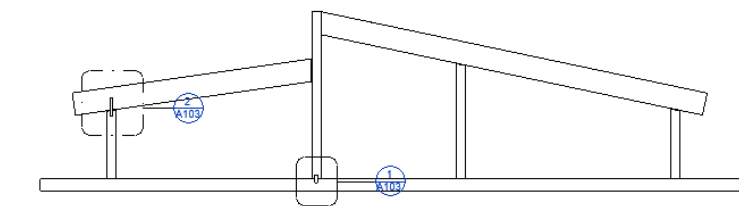
6.1 Websidor

- Svenskt TräGuiden. (2017). *Limträhandboken*.
<https://www.traguiden.se/konstruktion/limtrakonstruktioner/> . Uppdaterad 2018-11-23.
- Svenskt TräGuiden. (2001). *Limträhandboken*.
<https://www.traguiden.se/konstruktion/limtrakonstruktioner/>
- Plåtgrossisten. (u.å). *Plåttak*. <https://www.xn--pltgrossisten-qfb.se/plattak/>
- Fastighetsägarna.(u.å). *Det här behöver du som fastighetsägare veta om solceller*.
<https://www.fastighetsagarna.se/fakta/fakta-for-fastighetsagare/energi-miljo-klimat/solceller/>
- Bevent Rasch. (2022). *Snabbvalskatalog & prislista*
https://old.bevent-rasch.se/docs/BR_Prislista_220502.pdf

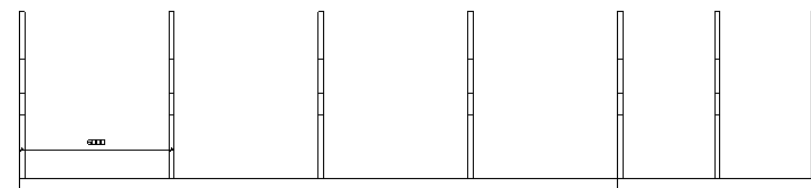
7. Bilagor



24.01.2024 15:52:09 C:\user\emil\LaCom\bas\9\seccit.ut



1 South
1:100

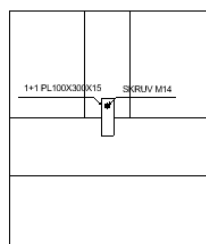


2 West
1:100

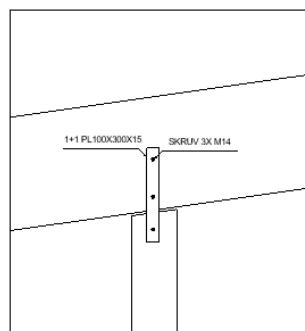


Linköpings universitet		Bläddsbågen Linköpings universitet	
Sektion		SKAL 1:100	
2023/04/17	ANSVAR	2023/04/17	2023/04/17
21/12/2023		A102	

24.01.2024 15:51:42 C:\user\emil\LaCom\bas\9\seccit.ut



1 Pelarefot
1:20



2 Ledad anslutning
1:20



Linköpings universitet		Bläddsbågen Linköpings universitet	
Detalj anslutningar		SKAL 1:20	
2023/04/17	ANSVAR	2023/04/17	2023/04/17
21/12/2023		A103	