

## INNHOLDSFORTEGNELSE

1. Innledning.....	3
1.1 Organisering av rapporten.....	3
1.2 Oppgaven.....	3
1.3 Målgruppe.....	4
1.4 Faglig bakgrunn.....	4
1.5 Teori.....	4
1.6 Strategi og Arbeidsform.....	5
2. Grunnlag.....	5
2.1 Avstivning.....	6
2.2 Lastbilde.....	6
3. Vurdering av Bæresystem.....	7
4. Dimensjonering.....	7
4.1 Stål.....	7
4.2 Bjelker.....	7
4.3 Søylar.....	7
4.4 Innstøpningsdetalj.....	8
4.5 Forsterkning.....	8
5. Kontroll av gammel betong.....	9
5.1 Dekker.....	9
5.2 Bjelker.....	10
5.3 Søylar.....	10
6. Tegninger.....	10
Tegningsliste.....	11
7. Konklusjon.....	12
8. Litteraturliste.....	13

# 1. Innledning

## 1.1 Organisering av rapporten

Vi har prøvd å bygge opp rapporten så den skal være lett leselig for leseren. Vi har beskrevet grunnlaget for våre beregninger og teori rundt de problemstillinger og løsninger som er valgt. Av rapporten vil det fremgå hva som er lagt til grunn, i tillegg til referanser mot standarder, NBI blader og lignende.

## 1.2 Oppgaven

Tordenskjoldsgate 4B i Gjøvik sentrum hvor Strøms konfeksjonsfabrikk holdt til er bygget i to byggetrinn. Det første ca 1964 (under etasje og to etasjer), og det andre i 1968 (en ny tredje etasje).

Dette bygget skal nå bygges om til leiligheter og parkering i under etasje. På taket skal det påbygges 4 leiligheter, og det er denne 4 etasjen vi skal se om denne kan plasseres på det gamle dekket.

Hovedmålet med prosjektet er å kontrollere betong og armering i dekker, bjelker og søyler over 3 etasje, for å se om dette vil klare vekten av en ny 4 etasje. Eventuelt komme med forslag til forsterkninger som skal til for realisere en ny 4 etasje.

Beregne en bærende stålkonstruksjon for den nye etasjen.

### Elementer som skal dimensjoneres:

Stålbjelker (som bærer taket med laster)

Stålsøyler

Stål bjelker som bærer ny etasje 4

### Kontrolleres:

Betongdekke over 3 etasje

Betong bjelker over 3 etasje

Søyler 3 etasje

Vi har valgt å bruke lettaksystem som bærende tak.

Vi har laget en anbudsbeskrivelse med mengder på stål i fokus samt en del tegninger i

AutoCAD 2007.

## 1.3 Målgruppe

- Veileder
- Oppdragsgiver
- Sensor
- Studenter

Det forutsettes at leseren har en viss byggeteknisk bakgrunn med kjennskap til de vanlige faguttrykkene.

## 1.4 Faglig bakgrunn

I gruppe 1, er vi 3 stykker som alle går siste året bachelor ingeniør bygg (byggingeniør) ved Høgskolen i Gjøvik. Vi har som studenter ved HIG tilegnet oss kunnskaper og kompetanse gjennom teori og løsninger av begrensede problemstillinger.

Hovedprosjektet er den avsluttende oppgaven for studiet og hvor vi har fått bruk for mye av den kunnskapen vi har tilegnet oss gjennom studiene ved HIG. I dette prosjektet har vi fått bruk for konstruksjonslære, materiallære m.m. Dette har passet bra for gruppen i sin helhet siden det er dette fagområdet alle ønsker å jobbe med når vi nå skal ta steget ut i arbeidslivet.

Vi har en person som har 20 års erfaring innen byggfaget på gruppen. Det at vi har en person i gruppen som har lang erfaring innen byggebransjen ser vi på som en stor fordel. Det at de som ikke har den ballasten kan høste av en med slik erfaring har hjulpet oss i noen vanskelige faser i prosjektet.

## 1.5 Teori

Teoretisk grunnlag: Statikk og fasthetslære, mekanikk, konstruksjonslære 1 og 2, Stål og tre, AutoCAD og fokus anbud.

Dimensjoneringene er besvart med hensyn på Norsk standard. All dimensjonering er utført i bruddgrensetilstand, med unntak av nedbøyningskontroll som er utført i bruksgrensetilstand.

I tegningsarbeidet har vi brukt AutoCAD 2007. Ved utarbeidelse av anbudsbeskrivelse er det brukt fokus anbud.

## 1.6 Strategi og Arbeidsform

Prosjektgruppa har stort sett sittet sammen og jobbet nede i grupperommet vi fikk tildelt foran hovedprosjektet startet. (nede i A-bygget) Det har vært positivt å jobbe slik, i og med at vi har kunnet diskutert saker og ting der og da.

Prosjektet startet med at vi i gruppen og veileder Harald B. Fallsen var i et møte med oppdragsgiver Syjuåsen AS.

Der fikk vi definert og tilpasset oppgaven til gruppen. Vi fikk en del opplysninger og tegninger av byggeobjektet, samt vite hvem som var Syjuåsen AS sine samarbeidspartnere. Disse var:

- Oppland bygg consult AS (RIB)
- Jacobsen og Reiten Marschall Arkitekter AS (Ark)
- Arena Eiendomsmegling (salg)

Vi tok kontakt med oppland bygg consult AS (OBC) med tanke på å få tilgang på tegninger over det eksisterende bygget i Tordenskjoldsgate 4B.

Der kom dem med en eske full av tegninger som vi kunne benytte oss av. Vi plukket ut de som vi mente var relevante for oppgaven vår og fikk tatt kopi av disse. Vi vil også benytte anledningen til å ytre noen meninger angående vårt møte med OBC.

Følelsen vi sitter igjen med etter møte med dem er at vi var i veien for dem. Dette møte førte til at det ble med det ene møte.

Alle beregninger har to personer sittet med. Vi har kontrollert og sett over når vi har renskrevet og ført inn, samt at veileder Harald B. Fallsen sjekket en del under veis i prosjektet. Dette er noe som har fungert tilfredsstillende for gruppen.

Tegninger i AutoCAD har vi jobbet med 1 til 2 stykker. Anbudsbeskrivelse i fokus har en mann sittet.

Vi i gruppen synes at det har fungert veldig bra og at vi har lært mye av dette prosjektet.

Løsningene vi har kommet frem til er alle vist/ beskrevet i produksjonsunderlaget.

## 2 Grunnlag

På grunn av alderen på det eksisterende bygget måtte vi kontrollere at betong dekke, bjelker og søyler holder i forhold til dagens krav til snølast. Vi måtte i tillegg sjekke om dekkene i eksisterende bygg ville holde en ny 4. etasje.

Vi fikk tegninger med ett forslag til bæresystem for 4. etasjen og forslag til forsterkninger. Vi har prøvd å finne egne løsninger på dette problemet. Da alle i gruppen har tenkt å jobbe med konstruksjon etter ent studier, passet det bra for oss at hovedprosjektet i hovedsak dreier seg om konstruksjonsfaget.

## 2.1 Avstivning

Avstivning av stålkonstruksjonen har vi ikke sett noe på, bortsett fra at lettaket stiver av konstruksjonen. I tillegg til at lettaket stiver av konstruksjonen, ender hele konstruksjonen i en heissjakt og en trappesjakt i betong.

## 2.2 Lastbilde

Alle nyttelaster er hentet fra Norsk standarder og NBI blader. Egenlaster er hentet fra de samme stedene samt fra stålprofilltabeller.

Snølast:

Gjøvik har en karakteristisk snølast,  $S_k = 4,5 \text{ KN/m}^2$  ifølge NS 3491-3  
Formfaktor  $\mu = 0,8$  på flatt tak.

Vindlast:

Gjøvik har en referansevindhastighet  $V_{ref} = 22 \text{ m/s}$  og en terrengruhet III.  
På grunnlag av disse opplysningene er vindlasten på bygget beregnet.

Nyttelast:

Karakteristisk snølast  $S_k = 4,5 \text{ KN/m}^2$

Formfaktor  $\mu = 0,8$

Leilighetsplan/ terrasser N.L =  $2,0 \text{ KN/m}^2$

Egenlaster:

Lettak E.L =  $0,6 \text{ KN/m}^2$

Himling E.L =  $0,15 \text{ KN/m}^2$

Armert betong E.L =  $25,0 \text{ KN/m}^3$

Membrantekking E.L =  $0,02 \text{ KN/m}^2$

Ekspandert polystyren E.L =  $0,3 \text{ KN/m}^3$

Løs lettklinker E.L =  $5 \text{ KN/m}^3$

Sementmørtel E.L =  $2 \text{ KN/m}^3$

Skifer E.L =  $28 \text{ KN/m}^3$

### 3 Vurdering av Bæresystem

Her har vi prøvd å finne stålprofiler som er så lett som mulig på grunn av at etasjen skal stå oppå en gammel bygning.

### 4 Dimensjonering

#### 4.1 Stål

Stål er dimensjonert i henhold til NS 3472 "Prosjektering av stålkonstruksjoner" og ved hjelp av kompendium "Dimensjonering av stålkonstruksjoner"

#### 4.2 Bjelker

Referanse:

Vedlegg 1: Beregninger, ståldimensjonering side 1-4, 6-9, 19-25, 27-28.

Vedlegg 2: Anbudsbeskrivelse

Vedlegg 3: Tegninger nr 101, 103 og 104

Vedlegg 4: Forslag fra OBC. Tegn nr B 0400

Stålbjelkenes funksjon i dette bygget er omfordeling av laste fra taket. Stålbjelkene ligger forankret med bolter på stålsøyler som er gjemt i yttervegger og innervegger.

Alle bjelker er dimensjonert for moment, skjær og torsjon. I tillegg har vi utført nedbøyningskontroll.

På grunn av at lettak er skrudd fast i bjelker anses de som forhindret fra å vippe.

Det er ikke dimensjonert for brann. Vi har lagt inn stegforsterkninger på bjelkene ved alle opplegg. Bjelkene i samtlige akser er en IP 360.

#### 4.3 Søyler

Referanser:

Vedlegg 1: Beregninger, ståldimensjonering side 5, 10-18, 26

Vedlegg 2: Anbudsbeskrivelse

Vedlegg 3: Tegninger nr 103 og 104

Her har vi prøvd å velge en dimensjon som kan gjemmes inne i yttervegger. Her må det tas hensyn til kuldebroer slik at vi må ha plass til isolasjon utenfor søylen.

Vi velger å bruke RHS 120x80x8 i akse 3,4,5,6 og 7.  
Søylar i akse 2 velger vi å bruke RHS 80x80x5 på grunn av at disse søylene står under tak over bygg på terrasse, og blir synlige.

#### 4.4 Innstøpningsdetalj

Referanser:

Vedlegg 1: Beregninger, ståldimensjonering side 29-33

Vedlegg 3: Tegninger nr 101 og 104

Innstøpningsplate for å henge opp bjelker i akse 2 mot trappesjakt vegger. Innstøpningsplater har vi ikke lært noe om, men med litt veiledning fra Harald B. Fallsen.

Tror vi at vi at dette er riktig gjort.

#### 4.5 Forsterkning

Referanser:

Vedlegg 1: Beregninger, ståldimensjonering side 34-37

Vedlegg 2: Anbudsbeskrivelse

Vedlegg 3: Tegninger nr 102, 103 og 104

Vedlegg 4: Forslag fra OBC, tegn nr B 0300

Som bjelker til forsterkninger har vi valgt å legge 2 stk HE 240 M ved siden av hverandre oppå dekke. Disse legges med 1 cm mellomrom oppå en stål plate 30 mm tykk. Dette på grunn av hvis stål bjelkene blir lagt ned på betong bjelkene, vil det på grunn av nedbøyning på stål bjelkene tilføre betong bjelkene en last. Vi har her tillat en nedbøyning på maks 25 med mer.

Vi hadde et forslag fra noen konsulent tegninger fra OBC, men valgte å gå bort fra disse og vurderte et eget forslag istedenfor. Det forslaget vi kommer med er enklere å utføre på byggeplassen enn forslaget fra konsulenttegningene. Vi tror uten at vi har regnet på det, at det ville blitt billigere og gjennomføre vårt forslag i dette tilfelle.

Alternativet til vår løsning kan være å støpe et nytt dekke oppå det gamle, å bruke dette som en forskaling. Det må da tas hensyn til at betongbjelkene heller ikke klarer mer last.

## 5 Kontroll av gammel betong

Kontroll av eksisterende betong. Konstruksjonen ble gjort i henhold til NS 3473

"Prosjektering av betongkonstruksjoner" og ved hjelp av kompendium "dimensjonering av betongkonstruksjoner". Samt gamle lærebøker, betongkonstruksjoner Håndbok 40 og tillegg til håndbok 40 av Bernt finnesand. Vi har bare kontrollert dekke, bjelker og søyler over 3 etasje.

Da bygningen ble oppført i 1967 var det en snølast på 2,5 KN/m<sup>2</sup>, pr. dags dato er snølasten i Gjøvik 4,5 KN/m<sup>2</sup> i tillegg ble det brukt armering k400, mot det vi i dag bruker, B500C.

Armeringens flytegrense  $fsk$  500 N/mm<sup>2</sup> brukes i dag på armering B500C. Ved kontroll av gammel betong har vi brukt  $fsk$  400. Vi har også funnet noen andre dimensjoneringskonstanter for diverse M/N-diagrammer som vi har brukt.

Det som har vart lit vanskelig her er å finne armeringsmengder og bøyelister. Det ble armert på en annen måte da dette bygget ble bygget, en det blir gjort i dag.

### 5.1 Dekker

Referanse:

Vedlegg 1. Beregninger, betongdimensjonering. Side 38-45  
Vedlegg 4: Tegn.nr. 286-1A, 286-2A og bøyeliste

Etter beregninger på grunnlag av snølast viser det seg at armeringer tar for lite moment i feltene, men holder så vidt over støtte.

Det skal være terrasser på en del av det gamle taket. Fra toppetasjen er det ikke mulig å bli kvitt snøen på terrassene. Vi foreslår der for å legge varmekabler på terrasser.

Terrassene blir også bygd opp med lette materialer. Denne lasten på terrasser blir den dominerende lasten og vi har kontrollert etter dette. Da finner vi at armeringen i feltet har litt dårlig kapasitet, men over støtte er det mer enn nok. Derfor ser vi sammenheng mellom armering over støtte og i felt som sammen tar et moment som klarer lasten.



## 5.2 Bjelker

Referanse:

Vedlegg 1. Beregninger, betongdimensjonering. Side 46-48

Vedlegg 4: Tegn.nr. 286-1A, 286-2A og bøyeliste

Ved kontroll holder disse bjelkene for de lastene vi har tenkt oss, men det holder bare akkurat.

## 5.3 Søyler

Referanse:

Vedlegg 1. Beregninger, betongdimensjonering. Side 49-61.

Vedlegg 4: Tegn.nr. 286-1A, 286-2A og bøyeliste

Søylene i ytterkant dragere var firkantsøyler. Men midtsøylen var rund. Denne søylen var ikke armert som en rund søyle men som en firkantsøyle, derfor har vi behandlet denne som en firkantsøyle (se egen tegning).

Vi kontrollerte søylene først uten last fra ny 4 etasje og fant ut at disse holdt uten den armeringen som er i søylene.

Da kontrollerte vi søylene med lasten fra ny 4 etasje. Søylene holder med denne lasten i tillegg.

## 6. Tegninger

Det er utarbeidet tegninger av:

Bærende stålkonstruksjon for ny 4 etasje.

Forsterkning på dekke for 4 etasje.

2 snitt av stålkonstruksjonen.

5 detaljer

Det er også lagt med noen tegninger fra arkitekt og konsulent, samt gamle tegninger.

**TEGNINGSLISTE – TORDENSKJOLDSGATE 4B**

<b>Tegn.nr.:</b>	<b>Målestokk:</b>	<b>Tittel:</b>	<b>Dato:</b>
		<b>Egne tegninger</b>	
101	1:100	Ny plan 4	27.05.07
102	1:100	Forsterkning over 3 etasje	30.05.07
103	1:100	Snitt 1 og 2	30.05.07
104	1:10	Detalj tegninger	27.05.07
		<b>Tegninger fra OBC</b>	
B0400	1:100	Dekke over plan 4. Forslag prinsipløsninger bæresystem	10.05.06
B0300	1:100	Eksisterende dekke over plan 3. Forslag prinsipløsninger bæresystem	10.05.06
		<b>Arkitekt tegninger</b>	
A350		Isometri	31.05.06
		<b>Gamle tegninger</b>	
286-1A	1:20/1:50	2 Byggetrinn. Dekke over 3 etasje.	17.01.68
286-2A	1:50	2 Byggetrinn. Snitt akse C,2,3,4,5,6,7	11.01.68
		Bøyelister	18.01.68

## 7. Konklusjon

I forprosjektet satte vi oss mål for hovedprosjektet vi presenterte også en avgrensning ette hva vi synes var rimelig å gjennomføre.

Hovedmålet var å finne løsning på bærekonstruksjon for ny 4 etasje, se om eksisterende bygning kunne bære dette. Eventuelt legge inn forsterkninger. En kort beskrivelse I fokus og noen detaljtegninger.

Vi hadde ingen forutsetninger på forhånd til å kunne forutse hva vi kunne greie å gjennomføre innenfor gitte tidsramme vi skulle arbeide innenfor. Oppnåelse av målene vi satte oss i forkant av prosjektet er vi derfor veldig godt fornøyd med.

Det virket hele tiden under prosjektet at vi hadde rimelig god tid. Men på slutten ble det ganske hektisk allikevel.

Etter vår mening har vi klart å dimensjonere et hensiktsmessig bæresystem i stål, og fått kontrollert betongen på eksisterende bygning på bakgrunn av de rammer og avgrensninger som er satt.

Alle beregninger er dokumentert og etter vårt skjønn gjort forståelige ved hjelp av det som er skrevet i denne prosjektrapporten. I tillegg har vi utarbeidet tegninger og anbudsbeskrivelse av stål arbeidene som skulle gjøre det mulig å regne på og utføre jobben.

Jobben med hovedprosjektet har ført til at vi sitter igjen med et solid faglig utbytte innen konstruksjon, tegning på AutoCAD og anbudsbeskrivelse.

Prosjektarbeidet har vært et samarbeidsprosjekt hvor vi stort sett har sittet sammen og jobbet i fellesskap. Vi har prøvd å dele på oppgavene så vi har fått prøve oss alle sammen på de forskjellige delene i prosjektet.

Vi trur at vi har fått bra læringsutbytte av dette hovedprosjektet. Alle har vært sitt ansvar bevist og jobbet strukturert gjennom hele prosessen.

Vi har fått nyttige erfaringer gjennom dette prosjektet, ikke minst med hensyn til planleggings- og gjennomføringsfasen. Samt vurderingen av hva som er mest vesentlig å sette seg inni konstruksjonsløsninger.

Vi må få takke:

Oppdragsgiveren Syljuåsen AS for at de ga oss denne utfordringen.

Vår fabelaktig veileder Harald Fallsen.

Oppland Bygg Consult som lot oss få lette og kopiere gamle tegninger.

Arena eiendomsmegler som vi har fått noen opplysninger av og lot oss å komme inn i bygget så vi fikk se hvordan det så ut.

## 8. Litteraturliste

Dimensjonering av stålkonstruksjoner.

Kompendium etter Norsk Standard NS 3472 (3 utgave september 2001)

Harald B. Fallsen, Høgskolen i Gjøvik, Høgskolen i Gjøvik, januar 2006

Dimensjonering av betong konstruksjoner.

Kompendium etter Norsk Standard NS 3472 (6 utgave september 2003)

Harald B. Fallsen, Høgskolen i Gjøvik, Høgskolen i Gjøvik, januar 2006

Konstruksjonssikkerhet og belastning.

Kompendium i lastberegninger av Torald Rørvik (tidligere HIÅ)

Oppdatert og noe justert av Harald B. Fallsen , Høgskolen i Gjøvik, august 2006

Kompendium – Del 1 av 2 for emnet "Bygg2042 Statikk" høsten 2005

Leif Erik Storm, Høgskolen i Gjøvik, høsten 2005

Betongkonstruksjoner.

Dimensjonering av slakkarmerte betongkonstruksjoner etter NS3473

"Handbok 40"

Bernt Finnestad

Beregning og dimensjonering av slakkarmerte betongkonstruksjoner etter NS3473. Tillegg til Handbok 40. Tabeller og diagrammer.

Bernt Finnestad

Norges byggforskningsinstitutt.

Byggforskerien, byggdetaljer 471.031. 1997.

Egenlaster for bygningsmaterialer, byggevner og bygningsdeler.