



Storgata 42 borettslag  
Dokka

**Syljuåsen**



## Sammendrag av prosjektet

Tittel: Storgata 42 borettslag, Dokka

Et prosjekt i samarbeid med og for

**Syljuåsen**

Nr: 01HINBA gr 02

Dato: 19 mai 2004

Deltakere:

Morten Arnesen  
Morten Haraldsen  
Morten Hoelsveen  
Svein Erik Stutlien

Veileder: Harald Berg Fallsen

Oppdragsgiver:

**Syljuåsen**

Kontaktperson: Rune Andersen

Stikkord for prosjektet: 2 stk seksmannsboliger med bærende elementer i betong og stål

Antall sider: 24

Antall vedlegg: 8

Tilgjengelighet: Åpen

En kort beskrivelse av hovedprosjektet:

Vi har prosjektert og beregnet bærende elementer i 2 stk seksmannsboliger som skal oppføres i Storgata 42 på Dokka i Nordre Land i Oppland. Bygget er prosjektert for salg til privatpersoner med felleskostnader/ gjeld.

Konstruksjonsprinsippene er stripefundament med såle i betong og plate på mark. Stål er bærende konstruksjon sammen med betongdelevegg som opplegg for etasjeskiller og tak. Taket, som er et selvbærende lett tak, konstrueres som ubrennbart med klassifisert tekking. Bygget kles med utvendig stående falset panel på reisverksvegg.

Bygget, som er i to plan, inneholder 2 leiligheter på 58,3 m2 BRA og 1 leiligheter på 46,4 m2 BRA pr etasje. Det blir også en stk parkeringsplass pr leilighet og med felles utareal.



## Forord

Oppdragsgiver for dette prosjektet er Syljuåsen AS på Gjøvik, som er et lokalt firma i sterk vekst og med stor troverdighet og tillit i markedet.

Vi anser oss som utrolig heldige som fikk et så reelt prosjekt som Storgata 42 på Dokka. Prosjektet kunne ikke vært mer midt i blinken, da arbeidsoppgavene, prinsipper, variasjon og utførelse havnet i samme kategori som den teorien vi de siste tre år har jobbet med. Gruppen har under arbeidet benyttet flotte lokaler med tilgang til nett, skriver og telefon hos oppdragsgiver, samt benyttet seg av skolens fasiliteter.

Gruppen har hatt en lærerik og spennende prosess der vi virkelig har blitt satt på prøve ved flere anledninger. Vi har hele tiden hatt fokus på å gjøre ting så korrekt som mulig og alltid handlet demokratisk der det har vært flere valgmuligheter.

Vi er veldig godt fornøyd med resultatet.

Vi vil gjerne takke:

- Harald Berg Fallsen, veileder ved HIG
- Rune Andersen, Syljuåsen AS
- Arnt Hagen, Syljuåsen AS
- Steinar Sæteren, SBG
- JAF arkitektkontor AS

For samarbeidet under utførelsen av prosjektet.

HIG den 19/ 5- 2004.

Morten Arnesen

Morten Haraldsen

Morten Hoelsveen

Svein Erik Stutlien

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## Innhold

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1.0</b> | <b>Innledning</b> .....                      | <b>4</b>  |
| 1.1        | Organisering av rapporten.....               | 4         |
| 1.2        | Oppgaven.....                                | 4         |
| 1.3        | Målgruppen.....                              | 4         |
| 1.4        | Mål.....                                     | 5         |
| 1.5        | Rammer.....                                  | 5         |
| 1.6        | Problemstilling.....                         | 5         |
| <b>2.0</b> | <b>Strategiplan</b> .....                    | <b>6</b>  |
| 2.1        | Historikk.....                               | 6         |
| 2.2        | Situasjonsanalyse.....                       | 6         |
| 2.3        | Strategi.....                                | 7         |
| 2.4        | Mål.....                                     | 7         |
| 2.5        | Handlingsplan.....                           | 7         |
| <b>3.0</b> | <b>Teori- Prinsipp</b> .....                 | <b>8</b>  |
| <b>4.0</b> | <b>Apparater - Utstyr</b> .....              | <b>9</b>  |
| <b>5.0</b> | <b>Utførelse og resultater</b> .....         | <b>10</b> |
| 5.1        | Stabilitet.....                              | 10        |
| 5.2        | Lastberegning.....                           | 10        |
| 5.3        | Grunnforhold.....                            | 11        |
| 5.4        | Fundament.....                               | 11        |
| 5.5        | Gulv på grunn.....                           | 12        |
| 5.6        | Etasjeskiller.....                           | 12        |
| 5.7        | Balkongdekke.....                            | 13        |
| 5.8        | Stålsøyler.....                              | 14        |
| 5.9        | Skillevegg mellom leilighetene.....          | 14        |
| 5.10       | Betongvegg i Akse 2. på endeleiligheter..... | 14        |
| 5.11       | Lett- tak.....                               | 15        |
| 5.12       | Lyddokumentasjon.....                        | 15        |
| 5.13       | Brannokumentasjon.....                       | 17        |
| 5.14       | Energiramme.....                             | 19        |
| 5.15       | Mengdebeskrivelse.....                       | 19        |
| <b>6.0</b> | <b>Diskusjon av resultater</b> .....         | <b>20</b> |
| <b>7.0</b> | <b>Evaluerings</b> .....                     | <b>21</b> |
| <b>8.0</b> | <b>Oppsummering og konklusjon</b> .....      | <b>23</b> |
| 8.1        | Kilder.....                                  | 23        |
| 8.2        | Litteraturliste.....                         | 24        |



## 1.0 Innledning

### 1.1 Organisering av rapporten

Rapporten er bygget opp sånn at leseren raskt kan få oversikt over teorien rundt de momentene som vi har jobbet med, der vi også beskriver veien frem til de endelige løsningene.

Vi har videre diskutert våre løsninger kontra alternativer, evaluert arbeidsmetodikk, mål, rammer og begrensninger før vi avslutter rapporten med en konklusjon, litteraturliste og vedlegg. Da vi ønsker å lage en lettlest rapport, er det hyppig referert til vedleggene underveis, noe som forenkler det hele hvis man ønsker å kikke nærmere på kun deler av rapporten og dens dokumentasjon.

### 1.2 Oppgaven

Utgangspunktet for prosjektet er oppdragsgiver Syljuåsens ønske om å sette opp 2 stk seksmanns boliger for salg i storgata 42 på Dokka, Nordre Land. Utarbeidede rammer og krav har i utgangspunktet vært lagt til grunn, men gruppen har stått fritt med tanke på hvilke løsninger som er valgt, sett ut fra et bygnings og konstruksjonsmessig syn. Formålet med prosjektet er at oppdragsgiver skal kunne bruke vårt produkt i prosessen frem til ferdig bygg.

Oppgaven har bestått av innhenting av relevant data, vekt og last beregninger, dimensjonering av bærende konstruksjoner bestående av stål og betong, utarbeide detalj, armerings og arbeidstegninger, beregne stivhetssentre og finne gode løsninger på avstiving av bygget, samt produsere en oppdatert byggebeskrivelse som angår våre elementer. Kostnader er ikke beregnet, men alle materialvalg og konstruksjonsløsninger er nøye vurdert også sett med økonomiske øyne.

Ved dimensjonering har vi konsentrert oss om hovedbæresystemet med utgangspunkt rundt beregning av stivhetssentre, for hensiktsmessig og tilstrekkelig avstivning. Oppdragsgivers rammer og krav, der bærende konstruksjoner er valgt oppført i både betong og stål, gav oss en real utfordring med tanke på byggets totale stivhet med hensyn til byggets beregnede påkjenninger. Videre utarbeidet vi tegninger og bygge/ mengde beskrivelse i henhold til våre dimensjoneringer.

### 1.3 Målgruppen

Målgruppen er personer med noe byggteknisk bakgrunn, og ment lest av oppdragsgiver, veileder, sensor og andre interessenter. Totalt i gruppen finnes det ca 15 års erfaring fra bygg og anleggbransjen.

Oppgavene ble fordelt på en sånn måte, at alle var med på å gjøre noe av (nesten) alt og fikk mulighet til å følge progressen i sin helhet helt ned på detaljnivå, komme med forslag og innspill.

Et byggeprosjekt er en kompleks men interessant prosess, hvor viktigheten av generell forståelse av totalen er helt avgjørende for hver enkelts utvikling.



## 1.4 Mål

For aller første gang er det opp til oss som konsulenter å finne riktige forutsetningene. Dette er forutsetninger som er helt avgjørende for kvaliteten av det ferdige produktet. Hver enkelt del av prosjektet skal prosjekteres på en sånn måte at de oppfyller anbefalingene til de forskjellige Norske Standarder og plan og bygningsloven med veiledning.

Vi ønsker å utføre:

Lastberegninger basert på hvor i landet det skal bygges og hvilken grunn det skal bygges på. Hver enkelt av de bærende konstruksjoner må nøye analyseres for å finne de mest riktige verdiene.

Arbeidstegninger som bør omfatte alt fra fundamentplaner, søyleplassering og armeringsplassering. Der hvor det er nødvendig å vise detaljer, bør også disse tegnes og nummereres

Byggebeskrivelsen som beskriver mengde av materialer som blir brukt i konstruksjonene vi har beregnet.

Vi ønsker å dimensjonere:

Fundamenter i plasstøpt betong  
Punktfundamenter for søyler  
Grunnmur/ såle i plasstøpt betong  
Vegger i plasstøpt betong  
Stålsøyler i yttervegger i reisverk  
Etasjeskiller i plasstøpt betong  
Stålsøyler og bærende bjelker for veranda

Utover dette vil det overordnede målet være å produsere beregninger og tegninger som oppdragsgiver kan bruke ved produksjon av disse boligene.

## 1.5 Rammer

Konstruere, beregne, tegne og beskrive de valgte konstruksjonene og levere disse i henhold til fremdriftsplanen for byggeprosjektet. Våre arbeider skal være produsert etter enhver tids gjeldende regelverk og standarder, og være i en sånn forfatning at de kan brukes direkte i byggeprosjektet. Alle arbeider skal godkjennes av veileder Harald Fallsen, noe som vil øke troverdigheten av arbeidene betraktelig.

## 1.6 Problemstilling

Hvordan skal vi, som snart nyutdannede bachelor i ingeniørfag, ut fra gitte mål og rammer prosjektere Storgata 42 borettslag, Dokka



## 2.0 Strategiplan

### 2.1 Historikk

Gruppen har jobbet sammen om flere mindre prosjekter tidligere i forskjellige fag, og har fungert på en utmerket måte. Det ble etter hvert en selvfølge at det ble oss som skulle jobbe med hovedprosjektet sammen. Vi var så heldige å få kontakt med oppdragsgiver Syljuåsen, som er en sterk aktør i det lokale byggemarkedet. Syljuåsen hadde prosjektet som var midt i blinken for oss, der vi kunne bruke det meste av hva vi har lært disse tre årene.

### 2.2 Situasjonsanalyse

#### Sterke sider:

- 15 års erfaring fra byggebransjen
- Vet mye om hva dette omhandler
- Stå på vilje
- Unge og kreative
- Stoffet fra undervisningen er ferskt
- Godt innarbeidet gruppe
- Faglig dyktig veileder
- Faglig dyktig kontaktperson hos oppdragsgiver
- Egne grupperom hos oppdragsgiver
- Står fritt i henhold til løsninger og utforming

#### Svake sider

- Kan bli mer strukturert
- For dårlig tegningsbakgrunn
- IT tjenesten
- Planlegging

#### Kunde/ markedsforhold

Våre arbeider skal sikre at forbruker kjøper en bolig som tilfredsstillende alle krav til sikkerhet og bruk etter gjeldende regelverk. I tillegg skal boligene være enkle og rimelige å sette opp, basert på kjente løsninger som skal sikre lang levetid og minimale vedlikeholdskostnader.



## Muligheter

- Knytte kontakter med eksterne konsulenter og entreprenører
- Omsette teori i praksis
- Lettere å få reelle prosjekter for senere kull ved HIG
- Bli bedre på våre svake sider

## 2.3 Strategi

- Vise oss frem i arbeidsmarkedet
- Spille på reportasjen fra OA
- Veileder kvalitetssikrer våre arbeidere
- Spille på lag med oppdragsgiver
- Finne de aller beste løsningene sett ut fra et økonomisk, tidsmessig, estetisk og konstruksjonsmessig syn.

## 2.4 Mål

Gjennomføre prosjektet på en mest mulig riktig måte i henholdt til enhver tids gjeldende fremdriftsplan for byggeprosjektet

- Riktige beregninger og gode tegninger
- Karakteren B eller bedre
- Bli en bedre generell ingeniør
- Bli bedre på våre svake sider

## 2.5 Handlingsplan

Fremdriftsplanen som ble planlagt under forprosjektrapporten, ble overholdt nesten til minste detalj, og vi holdt oss godt innen tidsfrister innad i gruppen på arbeider individuelt.



### 3.0 Teori- Prinsipp

- Dimensjoneringen er basert på Norsk Standard og utført i bruddgrensetilstand.
- Lastberegninger er utført etter kompendium i lastberegning av Tarald Rørvik
- Alle beregninger av stål er utført etter elastisk teori.
- Plan- og bygningsloven er lagt til grunn for alt arbeid, TEK og REN (Teknisk Forskrift og veiledningen til den)
- Energirammen er utført etter NS 3031 og REN § 8-21
- Lydberegninger er utført etter NS 8175
- Brannberegninger er utført etter kompendier av Harald B Fallsen, og i samsvar med NS 3478
- Det er bare ført beregninger for de mest belastede stedene i bygget. Med det mener vi at vi undersøker de verst tenkelige tilfellene, og bestemmer løsninger ut ifra dette. Det gjøres for å legge mest mulig til rette for en effektiv og lønnsom utførelse av bygget.
- Under arbeidet med hovedprosjektet har vi lagt til grunn de kunnskaper vi har tilegnet oss gjennom de tre årene på Høgskolen i Gjøvik. Det være seg mekanikk, statikk, konstruksjonslære, autocad- kurs, bygningslære, energi- og miljøfag og prosjektadministrasjon.

Da ingen i prosjektgruppen har dimensjonert noe tidligere som faktisk har blitt produsert, har vi hele veien tatt våre forhåndsregler og dimensjonert så forsiktig vi kan. Det er altså ikke tatt noen sjanser som kan få konsekvenser selv ved feilproduksjon innen visse grenser. Vi har med andre ord vært forsiktige ingeniører og sover godt om natta.





## 4.0 Apparater - Utstyr

Alle beregninger er gjort for hånd etter maler fra Harald Fallsen sine forelesnings kompendier basert på gjeldende Norske standarder. Stålkonstruksjonene som får den største belastning er i tillegg kontrollert mot brudd i Focus konstruksjon (vedlegg F)

Underveis i hovedprosjektet har vi benyttet følgende dataprogrammer:

|                      |  |
|----------------------|--|
| Microsoft Word       | Rapport- skiving   |
| Microsoft Excel      | Diverse tabeller   |
| Microsoft Powerpoint | Framføring   |
| Microsoft Frontpage  | Hjemmeside   |
| AutoCad 2002         | Plan- armerings- og detaljtegninger                                  |
| Focus Anbud          | Mengdebeskrivelse  |
| Focus Konstruksjon   | Ståldimensjonering. Vår beregning er utført i S355, mot S235 manuelt |

I tillegg har vi brukt:

Kalkulatorer, standarder, lærebøker, skannere, skrivere, plotter og kaffetrakter



## 5.0 Utførelse og resultater

Oppdragsgiver ønsket et bæresystem av firkantede stålsøyler og HE-B bjelker i gavlveggene og betong i skilleveggene mellom leilighetene. Som etasjeskiller ønsket oppdragsgiver plaststøpt dekke eller prefabrikkerte betongelementer.

Vi har i stor grad etterkommet disse ønskene, men med noen små forandringer. I samråd med Steinar Sæteren hos SBG på Dokka, kom vi frem til at det var mer hensiktsmessig å benytte en UNP bjelke i dekkanten i gavlveggene i stedet for en HE-B bjelke. Vi har også konstruert en bjelke som blir armert i dekket.

Verandaen har vi valgt å konstruere som en frittstående konstruksjon for å forhindre en kuldebro til leilighetene. All dimensjonering av betong er utført i henhold til NS3473

### 5.1 Stabilitet

Byggets stabilitet var noe av det første vi så på når vi begynte med konstruksjonsberegningene. Det var beskrevet flatstål som avstiving. Dette lar seg vanskelig gjøre da det er mye vinduer og dører på langveggene.

Skilleveggene mellom leilighetene i 200mm betong vil derimot stabilisere bygget i den andre retningen. Vi valgte derfor å se på mulighetene for å plassere betongvegger parallelt med langveggene et sted i huset.

Vårt første forslag var å bytte ut ytterveggene i akse 3 med betong, men pga vinduer ville nytteverdien av disse veggene reduseres. Den endelige løsning ble 2 betongvegger på 2 meter som skillevegg mellom bad og soverom i akse 2.

Vi fant byggets stivhetssenter og vindlaster. Dette ga en sikkerhet mot velt på 2,4 ved vind på gavlveggene. Ref. vedlegg nr A.

### 5.2 Lastberegning

|                         |           |                       |
|-------------------------|-----------|-----------------------|
| Karakteristisk snølast  | $S_k$     | 4,5kN/m <sup>2</sup>  |
| Formfaktor (5°)         | $\lambda$ | 0,8                   |
| Egenvekt av lett tak    | EV        | 0,45kN/m <sup>2</sup> |
| Nyttelast etasjeskiller | NL        | 2,0kN/m <sup>2</sup>  |
| Egenvekt av søyler      | EV        | 0,178kN/m             |
| Nyttelast balkong       | NL        | 3,0kN/m <sup>2</sup>  |
| Egenvekt dekke          | EV        | 7kN/m <sup>2</sup>    |
| Vindforhold Dokka       | $v_{ref}$ | 22m/s                 |

**2.2.1 Snø:** Karakteristisk snølast på Dokka er 4,5 kN/m<sup>2</sup>. En takvinkel på 5° gir en formfaktor på 0,8.

**2.2.2Vind:** På taket vil det kun oppstå sug krefter. Det vil bare være interessant for beregning av innfesting av tak, og ikke videre lastberegninger ned i fundamentene.

Vind på langveggene er 60,7kN, som tas opp av skilleveggene av betong mellom leilighetene i akse C og akse D.

Vind på gavlveggene er 30kN og tas opp av betongveggene ved bad i akse 2.



### 5.3 Grunnforhold

Tomta ligger på et gammelt elveleie. Dette erfaringsmessig gode grunnforhold bestående av mye stein som gir god drenering og lite telefare. Byggekonseptet Steinar Sæteren hos SBG mente det var forsvarlig å bruke en  $\sigma_d$  på hele  $300\text{N/mm}^2$ . I henhold til REN (veiledning for teknisk forskrift TEK) anbefales det at alle nybygg bygges med forebyggende tiltak mot radon. Eksempler på tiltak er radonsperre eller ventilasjonstekniske tiltak.

### 5.4 Fundament

Vi har valgt å kjøre stripefundament med ringmur rundt hele bygget.

Her kunne vi regnet forskjellige fundamentbredder rundt hele bygget. For å gjøre det minst mulig kronglete bruker vi en sålebredde på 0,5m og høyde på 0,2m rundt hele bygget.

Ringmuren blir 0,2m bred. Dette blir også løsningen under skilleveggene mellom leilighetene. Fundamentsåla armeres med 4 stk Ø12 i lengderetningen. Siden sålen har liten bredde vil det bli lite behov for momentarmering. Dette behovet dekker vi ved å legge skjøtjern mellom ringmur og fundamentsåle Ø12 c/c 250. Det skal også legges skjøtjern mellom ringmur og gulv på grunn, Ø12 c/c 250.

I ringmuren blir det horisontal minimumsarmering som for yttervegger, Ø12 c/c 175. Det blir lagt 50mm ekspandert polysteren på innsiden av fundament og ringmur og 50mm under såla (se tegn nr 009).

Under søylene i B3 og E3 må vi utvide fundamentsåla til 0,8x0,8. Høyden er fortsatt 0,2m. Her legger vi inn 3 ekstra jern ( ref tegn. Nr 010). En alternativ løsning ville være å armere mer, slik at man hadde sluppet å utvide fundamentsåla.

De to betongveggene i akse 2 får påført punktlaster fra taket i endene mot gavlvegg. Ved beregning får vi et behov for en utvidelse av fundamentet til 600x600 i punkt A2 og F2. For å slippe å fikle med utvidelse av forskalinga i disse to punktene, utvider vi stripefundamentet under de to betongveggene til  $B=0,6\text{m}$ .

Vi mener dette er en tilfredsstillende løsning siden det er vanskelig å skissere et nøyaktig bilde av kraftfordelingen av denne punktlasten. Disse to stripefundamentene armeres likt som resten av stripefundamentene.

Ved balkongen drar vi fundamentsåla  $B=0,5\text{m}$  helt ut til akse 5, men ikke ringmuren. Balkongen vil da bæres av 8 pilastere på 200x200 som går ned i fundamentsålene.

I underkant av stålsøylene støpes det ned stålplater på 200x200x10 i ringmuren og søylepilastrene



## 5.5 Gulv på grunn

Det skal støpes 80mm gulv på grunn med fasthet B30 på 150mm ekspandert polysteren. Armeringen blir K189 med overdekning på 35mm

## 5.6 Etasjeskiller

Det brukes et plasstøpt dekke over 1.etg. Siden dette er innendørs med relativ tørr atmosfære får vi følgende data for våre beregninger:

|                    |      |
|--------------------|------|
| Eksponeringsklasse | X0   |
| Betongkvalitet     | B30  |
| Overdekning        | 35mm |
| Miljøklasse        | NA   |

Dekket går kontinuerlig over 3 spenn der vi har valgt å spenne lengdearmeringen mellom akse A/B, B/C, C/D, D/E og E/F. (Fra gavl til gavl)

I akse B og E har vi lagt inn en dekkedrager som tar lasten av halve lengden på hver side av sin akse. Dette vil minske belastningen på gavl veggene, redusere antall søyler og vi vil samtidig få mindre armering totalt sett i etasjeskiller.

Dekket blir på 280 mm for å tilfredsstille lydkravene i mellom boenheter ihht. NS8175. Det er ikke tatt hensyn til riss siden vi er i eksponeringsklasse X0. Med den innlagte armering får vi en maks nedbøyning på L/405 som er bedre enn minimumskravet på L/300 for innvendige konstruksjoner.

Dekkekant mot gavl stoppes av en UNP 280 som blir sveiset til topp av søyler. I overgangen UNP og dekke blir det sveiset et Ø12 jern oppe og nede til u-profilen. Disse jernene er 400 mm lange og monteres med C/C 400mm. (Se tegning nr. 008) . Dette er gjort for å forankre bjelken til dekket og forhindre at bjelken vipper.

Alle hjørner av UNP blir gjerdet og sveiset med en 5 mm kilsveis. En alternativ løsning vil være å legge hel ramme rundt på gavlveggene. Dette vil ha lettet den praktiske gjennomføringen, men ville ha resultert i søyleforflytning i forhold til nåværende løsning. Utenfor UNP- profilen legges 25mm brannisolasjon og 75 mm mineralull i utlektningen for å forhindre kuldebro.

### 5.6.1 Dekkearmering

| Mellom akse | Høyde dekke | Hovedarmering     | Svinn/fordeling  |
|-------------|-------------|-------------------|------------------|
| B/C og D/E  | 280 mm      | Ø12 c/c 200       | Ø10 c/c 175      |
| A/B og E/F  | 280 mm      | Ø12 c/c 250       | Ø12 c/c 200      |
| C/D         | 280 mm      | Ø12 c/c 200 OK/UK | Ø10 c/c 175OK/UK |



### 5.6.2 Armert bjelke integrert i dekke

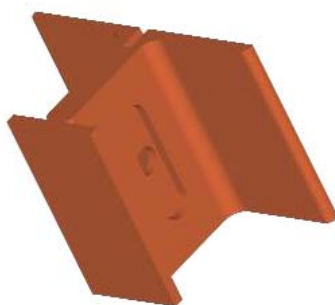
Strekkarmering legges inn med 3stk Ø16 over hele bjelkens lengde. Minimumsarmering trykkside legges 2stk Ø12 + 2stk Ø16 over støtte. Ved opplegg brukes bøylar Ø10 c/c 100 som skal legges 2,20 m ut fra opplegg. Ved søyleopplegg B3/E3 overlapper dekkebjelken med 500 mm mot aksepunkt B4. (Ref. tegning 004)

## 5.7 Balkongdekke

Balkongdekke er på 150 mm. Dette er valgt på grunnlag av byggherrens interesser. Dekkekant balkong flukter i underkant med dekkekant etasjeskiller. Hvis boligene hadde vært ment å være tilrettelagt for rullestolbrukere etc, er denne løsningen ugunstig. Men siden det ikke er heis i bygget så velger vi å se bort fra den problemstillingen.

På balkongdekket har vi regnet på riss. Dette fordi vi er i eksponeringsklasse XC3. Dette gir et krav om maks rissvidde på 0,4 mm som vi overholder. Det er kun regnet på riss over oppleggene fordi det er der eventuelt vann kan trenge inn og forårsake korrosjon av armeringen. Her blir det benyttet en RHS 120\*80\*6,3 som balkongdekket blir lagt på. I overkant RHS blir det sveiset på ører som blir utformet som vinkler og stikker 200 mm inn i balkongdekke. Dette fungerer som en tilfredsstillende forankring mellom bjelken og balkongen.

Innfestingen av balkongen til huset blir en glideforankring. På husveggen blir det festet 2 vinkeljern på 100\*100\*8 ved hjelp av forankringsstål inn i skilleveggen i 2.etasje. Søylen får påsveist en lask, som igjen blir boltet sammen med de nevnte 2 vinkeljernene. Denne løsningen er valgt fordi betongen i huset vil krype noe og stålsøylene vil reagere på temperatur. Se skissen under



### 5.7.1 Balkongarmering

| Mellom akse | Høyde dekke | Hovedarmering     | Svinn/fordeling   |
|-------------|-------------|-------------------|-------------------|
| B/C og D/E  | 150 mm      | Ø12 c/c 250       | Ø10 c/c 175       |
| C/D         | 150 mm      | Ø12 c/c 250 OK/UK | Ø10 c/c 175 OK/UK |

(Ref. tegning 004)



## 5.8 Stålsøyler

Vi har valgt å bruke HUP 80\*80\*6 mm stålsøyler konsekvent. Denne dimensjonen har stor nok kapasitet alle steder og dimensjonen er kurant lagervare hos stålforhandlere.

Søylene til verandaen og søylene i 2. etasje kunne vært noe mindre, men de aktuelle dimensjonene er bestillingsvare og leveringstiden er usikker.

Det er totalt 10 søyler i 1. etasje, 8 i 2. etasje og 8 søyler til verandaen.

Søylene i 1. etasje plasseres som vist på tegning nr. 002. Søylene sveises til de faststøpte stålplatene ved gulvet og sveises til UNP bjelken i etasjeskiller.

Søylene i 2. etasje plasseres som vist på tegning nr. 003. Søylene sveises til UNP bjelken ved etasjeskiller og sveises til HE 140B bjelken ved tak. Se tegning nr.014.

Alle søylene i veggene isoleres med 25mm brannisolasjon på alle sider. I tillegg skal det være minimum 25mm isolasjon mot utsiden for å hindre at det dannes kondens.

Søylene til verandaen plasseres som vist på tegning nr.002. Søylene føres kontinuerlig gjennom begge etasjer. På toppen av søylene sveises det på en bjelke (RHS 120\*80\*6,3) for bæring av tak. Under veranda dekket sveises det på en bjelke (RHS 120\*80\*6,3) mellom søylene. Se tegning nr. 017.

Søylene og bjelkene til verandaen skal males med brannhemmende maling.

## 5.9 Skillevegg mellom leilighetene

Som skillevegg mellom leilighetene har vi valgt å bruke 200mm tykke betongvegger. Disse veggene skal ta last fra taket, gulvlast fra leilighetene, vindlast fra langveggene og i tillegg tilfredsstillende krav til brann- og lydskille mellom leilighetene.

Statiske beregninger viser at veggene kan være uarmerte, men etter råd fra veileder har vi valgt å bruke minimumsarmering for dobbeltarmerte vegger. Dette resulterte i at veggene armeres med Ø12mm kamstål, senteravstand mellom jernene er 300mm.

Dette brukes både horisontalt og vertikalt. Det skal være 25mm overdekning med betong på jernene.

For å tilfredstille lydkrav skal veggene forskales og støpes kontinuerlig fra fundamentet og opp til underkanten av etasjeskilleren. Se tegning nr. 013.

De vertikale jernene føres gjennom etasjeskiller og 600mm over overkanten til etasjeskilleren. Se tegning nr. 007.

## 5.10 Betongvegg i Akse 2. på endeleiligheter

Som vegger mellom soverom og bad har vi valgt å bruke 180mm tykke betongvegger. Disse veggene skal ta last fra taket, gulvlast fra leilighetene og vindlast fra gavlveggene. Endene på veggene i 1. etasje er modellert som søyler for å ta imot lasten fra bjelken som er integrert i dekket. Enden på veggen armeres derfor med 6 stk Ø16mm og Ø8mm bøyler C/C 250mm.

Enden mot ytterveggene er også modellert som søyler for å ta i mot lasten fra dekket. Denne enden armeres med 4 stk Ø16mm og Ø8mm bøyler C/C 250mm. Ellers armeres veggen med





Ø10mm C/C 250mm vertikalt og horisontalt på begge sider. Veggene i 2 etasje armeres med Ø10mm C/C 250 mm vertikalt og horisontalt på begge sider.

For på best mulig måte unngå kuldebro rundt disse veggene har vi valgt å flytteveggene 100mm inn fra dekkkanten, og konstruere en konsoll under dekket og taket. Konsollen har 2 Ø16mm jern som strekkarmering. Disse jernene sveises til stålplaten i fremkant av konsollen. Som trykkarmering benyttes det 2 Ø12mm, og som bøylar benyttes 4 Ø8mm. Konsollen utføres likt i 1. og 2. etasje.

Armering av vegg og konsoll er vist på tegning nr. 007 og 008.

## 5.11 Lett- tak

Taket som er valgt er et såkalt lett-tak produsert av Lett-Tak Systemer AS i Larvik.

Dette taket kommer som flak og er ferdige elementer med tekking og innfesting systemer tilpasset våre materialvalg.

På boligene blir det lagt 5 elementer som spenner fra gavlvegg til gavlvegg. Ved bestilling blir det lagt ved en plantegning slik at produsenten velger riktige elementer. Dette produktet er raskt og legge, har god lydabsorbering og U-verdi og samtidig en lav egenvekt på 0,35-0,50 kN/m<sup>2</sup>. I tillegg har produsenten egne montører som alltid monterer elementene selv slik at det totale ansvar ligger hos produsenten.

Lett-taket blir liggende på en HE 140 B profil som er sveiset fast på topp av søylene på gavlveggene.

## 5.12 Lyddokumentasjon

Boligenes standard som har betydning for vår lydberegning:

- Alle innvendige vegger er kledd med gips og malt strie.
- Alle gulv blir lagt med vinylbelegg.
- Nedlektede innvendige himlinger med malte gipsplater.
- Etasjeskilleren har en høyde på 280 millimeter.
- Den branngrensende konstruksjonen mellom leilighetene har en tykkelse på 200 millimeter.

Til bygningsmyndighetenes krav til å tilfredsstillende lydforhold legger vi grenseverdier i NS 8175 til grunn som dokumentasjon.

Ut fra NS 8175 er kravet for boliger lydklasse C, men vi øker kravene noe og velger at boligene skal tilfredsstillende lydklasse B som er en god lydstandard mellom boenhetene.

Dette gjør at vi får kravene:

|                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| $R'_{w} + C_{50-5000}$     | $\geq 58 \text{ dB.}$ |
| $L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$ | $\leq 48 \text{ dB}$  |



$R'w$  = Feltmålt lydreduksjonstall målt i dB

$L'n,w$  = Feltmålt trinnlydreduksjonstall målt i dB.

**NB!** Men her får vi en reduksjon på  $-4$  dB for  $C_{1,50-2500}$ , dermed blir kravet **44 dB** for trinnlydreduksjonstall ihht tabell 124.

Derpå ligger boligene innenfor normal/ stor flankeoverføring:

|                           |   |   |
|---------------------------|---|---|
| $L'n,w = 70$ dB i luftlyd | } | for betongdekke 280 millimeter<br>Flatemasse 650kg/m <sup>2</sup> ( Tabell 322 og 33 i NS 8175) |
| $R'w = 55$ dB i trinnlyd  |   |   |

- Vinyl med bakside av polyesterfilt gir et trinnlydsfordelingstall på  $L'n,w = -20$  dB.
- Lydhimling i elastiske bøyler gir  $L'n,w = -2$  dB og  $R'w = 8$  dB.
- Dette gir følgende lydisolasjoner for de ulike bygningsdelene:

#### Krav til etasjeskiller

Etasjeskilleren består av et vinylbelegg på gulv og lydhimling i bøyler.

Dette gir i vårt tilfelle ut tabell 2a og tabell 57 i byggdetaljblad 522.513 følgende :

| Materiale                       | $L'n,w$   | $R'w$     |
|---------------------------------|-----------|-----------|
| 280 millimeter etasjeskiller    | 70        | 55        |
| Vinyl med polyesterfilt         | -20       | 0         |
| Lydhimling med elastiske bøyler | -2        | 8         |
| Samlet lydisolasjon             | <b>48</b> | <b>63</b> |

Dette ligger innenfor kravene i lydklasse B – **Lydkravene er tilfredsstilt !**

#### Krav til bærende skillevegger i betong

I NS 8175 settes det et minimumskrav til at betongveggene mellom boligene må ha en tykkelse på 200 millimeter, noe som er tilfredsstilt i denne prosjekteringen. Det er også lagt inn svinn/fordelingsarmering noe som er anbefalt. Blir det noen hull fra forskalingsbindere, hylser etc. skal disse tettes i en dybde på ca. 30 mm fra overflaten. Ønsker byggherren å gå over minimumskravet er det gunstig med frittstående bindingsverk med 48mm\*73mm stendere, c/c 600 mm avstand med isolering og gips på 13 mm.

#### Våtrom

Vurdering av grenseverdier for trinnlyd i baderom med størrelse 4 – 5 m<sup>2</sup> er behovet for trinnlyddemping begrenset. NS 8175 sier at grenseverdien  $L'n,w < 63$  dB i boliger etter Byggeforskriften fra 1987 fungerte tilfredsstillende. Siden boligene har et mindre spenn på våtrommene enn ellers i huset er forskriftkravene allerede etterkommet. Dette fordi verdiene vil synke ved mindre spenn.





#### Tilslutning mot yttervegg

For å unngå kuldebroer må skillevegger av betong isoleres med minst 50 mm mineralull ved yttervegg. Samtidig må skilleveggen gå ca. 100 mm ut i ytterveggen for å redusere flanketransmisjonen av lyd mest mulig.

#### Vegg av betong mot lettak

Den branncelle hemmende konstruksjonen må utformes på en slik måte at veggen blir jevn og følger vinkelen på lett taket. Det må sørges for at det blir tettet med mineralull i alle hulrom.

#### Tilslutning mot fundament

Skilleveggen fundamenteres på betongsåle. For å hindre lydgjennomgang ved støpt golv på grunnen må betongplaten alltid brytes ved skilleveggen. (Se tegning nr 013)

#### Annet

I rom med areal  $< 2,5 \text{ m}^2$  er det ikke krav til trinnlydnivå i det hele tatt. Krav til luftlydisolasjon opprettholdes uansett areal. Dette vil her gjelde bod og gang. For innvendige skillekonstruksjoner internt i en og samme bolig stilles det ingen krav. Men det vil allikevel være gunstig å legge vekt på lydisolerende tiltak for å bedre trivselen. Ref. NS 8175.

### 5.13 Brannokumentasjon

Vårt bygg: Risikoklasse 4  
Brannklasse 1

Da dette er boliger i to etasjers bygg, beregnes den spesifikke brannbelastningen til å være mellom 50 og 400 MJ/m<sup>2</sup>. Vi slipper da å beregne brannseksjonering, da arealet på hver seks manns bolig ikke overstiger 1200 m<sup>2</sup> i grunnflate.

#### Bæreevne og stabilitet.

Bærende hovedsystem R 30

Stålsøyler er primærbæresystemet i bygget (beregnet med brannisolasjon 25 mm, se vedlegg C) sammen med vegger, utført som branncellebegrensede konstruksjon oppført i 200 mm, plass støpt betong i kvalitet B30 og med overdekning på 35 mm.

Etasjeskiller R 30

Beregnet med en tykkelse på 280 mm plass støpt betong i kvalitet B30 og med overdekning på 35 mm. Dette er en branncellebegrenset konstruksjon.



## Tak

Taket er selvbærende i ubrennbart materiale, og sikret mot brannspredning med brannvegg som anslutter helt tett mot taket. For spesifikasjoner henvises til takets produktblad, på nettstedet [www.lett-tak.no](http://www.lett-tak.no). Kraftoverføring fra tak via stålbjelke HE 140 B (se brannberegningene vedlegg C ) til stålsøyler

## Branncellebegrensende konstruksjoner

Utføres i plasstøpt betong med kvalitet B30, med overdekning på 35 mm og med en tykkelse på 20 mm.

Tabell 31 (utdrag fra byggforsk)

| Brann-<br>motstand | Dekketykkelse<br>d<br>(mm) | Armeringsdybde a (mm) |                |                    |
|--------------------|----------------------------|-----------------------|----------------|--------------------|
|                    |                            | Enveis-<br>plater     | Toveisplater   |                    |
|                    |                            |                       | $l_x \leq 1,5$ | $1,5 < l_x \leq 2$ |
| REI 30             | 60                         | 10*                   | 10*            | 10*                |
| REI 60             | 80                         | 20                    | 10*            | 15*                |
| REI 90             | 100                        | 30                    | 15*            | 20                 |
| REI 120            | 120                        | 40                    | 20             | 25                 |
| REI 180            | 150                        | 55                    | 30             | 40                 |
| REI 240            | 175                        | 65                    | 40             | 50                 |

Minste platetykkelse på betongplater til bruk i både dekker og vegger og som beskriver minste armeringsdybde, avhengig av kravet til brannmotstand.

## Overflater og kledninger

I henhold til § 7-24 tabell 1A i REN/ TEK til Pbl. Alle innvendige veggflater blir kledd med gips.

Avstanden mellom disse to seksmannsboligene er min 8 meter, og tilfredstiller dermed kravet til uklassifisert tak tekking.

## Svalgang

Gulvet, som er i plasstøpt betong, kvalitet B30, med overdekning på 35 mm og med en tykkelse på 150 mm, er utført som en branncellebegrenset konstruksjon. Svalgangen er bredere enn anbefalte 1,2 m, og har tak (noe som ikke anbefalt) men, tilstrekkelig hvis tak og yttervegger blir utført med gode branntekniske egenskaper (tilsvarende brannklasse som for rømningsvei). Den åpne delen er 50% av totale veggflaten. Svalgangen blir utført med to trapper, en i hver ende, og blir beskyttet mot strålevarme fra en evt brann, da trappene utføres i plass støpt betong som en branncellebegrenset konstruksjon i kvalitet B20.



Bindingsverk. Utføres i henhold til brannkravet R 30.

Brannmur i leca. Bruk av godkjente leca elementer.

#### Generelt

Planløsning og planlegging av bygget tilfredstiller kravene til rømning, både når det gjelder antall nød utganger, avstander og sikkerhet i rømningsvei til sikkerhet i henhold til kravet REI 30. Det skal i henhold til REN/ TEK monteres godkjente røykvarslere i hver enkelt bolig.

### 5.14 Energiramme

Vi ønsker å undersøke om bygget oppfylder forskriftens (TEK) spesifikke energikrav. Vi har valgt å bruke metoden med energiramme.

Med dette finner vi bygningens netto energibehov for å dekke varmetap gjennom bygningsdeler (transmisjon), utettheter (infiltrasjon) og ventilasjonsluft som ikke skal overstige en utregnet energiramme.

Det gjøres fratrukk for energi- tilskudd fra belysning, utstyr, personer og solstråling. Energirammen tilsvarer energibehovet i en tenkt bygning av samme størrelse, fornuftig innrettet mht. isolasjonsnivå, vindusareal- og fordeling, ventilasjonsomfang og varmegjenvinning av ventilasjonsluft.

Energirammen regnes ut i samsvar med REN (veiledningen til TEK) § 8-21. Vi får da at hvert hus ikke skal overskride et energiforbruk til oppvarming på 40100kWh per år.

#### Kontroll mot energirammen

For å kontrollere at energirammekravet er oppfylt, beregnes netto energibehov til oppvarming av den aktuelle bygningen. Alle tilskudds- og tapsposter tas med i regnestykket. Regnestykket baseres på virkelige verdier for varmegjennomgangskoeffisienter (U-verdier), vindusareal og -fordeling, luftmengder, internvarmeforhold, solfaktor osv. Det benyttes samme klimadata som ved beregning av rammen. Kontrollen på energirammen regnes ut i samsvar med NS 3031. Vi får da at hvert hus må beregne ca 31500kWh per år til oppvarming, og kommer innenfor kravet (energirammen). For å kunne gjøre disse beregningene har vi måttet tatt noen forutsetninger. Blant annet så har vi gått ut fra vinduer med to lags isolerglass med argongass og U-verdier for en standard trevegg.

### 5.15 Mengdebeskrivelse

Prosjektet vårt blir prosjektert for og utført av Syljuåsen AS som bygger i egen regi for salg. I denne forbindelse blir det da for oss kun nødvendig og produsere en mengdebeskrivelse for de arbeidene som innbefatter stål og betong samt en oversikt over tegninger. (se vedlegg D) Anbud som sin helhet er utarbeidet på et tidligere stadium av oppdragsgiver, som selv utfører stål, tre og betongarbeider samt innvendige arbeider som gulvlegging, maling etc selv. Eksterne arbeider som graving, VVS og elektrisitet har det allerede vært en anbudsrunde på, og det er ut fra dette grunnlaget valgt leverandører på disse områdene.



## 6.0 Diskusjon av resultater

### **Vi har valgt plasstøpte dekker med innstøpt UNP profil.**

Fordeler: Bestemmer tykkelse til 280mm sånn at lydkrav oppfylles direkte. Står da friere i valg av både himling og innegulv. UNP profilen sveises direkte på søylene, og er konstruert med stegforsterkning for å oppta gjeldene krefter samt nedbøyning.

Ulemper: Tar lenger tid enn alternativet, og det blir noe mer jobb med forskaling og armering.

Alternativer: Ferdigelementer både komplett ferdig og halvfabrikatet med ferdig innlagt strekkarmering. (ex plattendekker)

### **Vi har valgt plasstøpte vegger som avstiving i lengderetning.**

Fordeler: En mer robust løsning som er lettere å utføre og som samtidig blir bærende, noe som fører til færre stålsøyler i gavlveggene da denne blir armert opp som søyler i hver ende. Denne løsningen er garantert å oppta kreftene som kan oppstå og vil gjøre bygget veldig stabilt.

Ulemper: Mer jobb enn med alternativet, og tar noe mer plass enn en lettvegg.

Alternativer: Avstivingsstag montert mellom stålsøyler og dekke.

### **Vi har valgt frittstående veranda**

Fordeler: Løsning av kuldebro løst direkte, da verandaen kun blir lagt innpå yttervegg. Når verandaen er frittstående kan disse to bevege seg fritt i forhold til hverandre ved betongkryp.

Ulemper: Dobbelt så mange søyler som ved alternativet, og litt dyrere løsning ved innfesting av søyler til vegg da disse krever en slidespor å vandre i. (se side 14)

Alternativer: Helstøpt sammen med dekke og med innlagt kuldebryter el lign.

### **Vi har valgt stripefundament og såle rundt hele bygget**

Fordeler: Lik løsning er tidsbesparende ved utførelse, og er dimensjonert med kun to unntak å oppta all søylelast. Forhindrer samtidig muligheten for feil utførelse. Fundamentet føres også helt ut til søylene til veranda og svalgang.

Ulemper: Mer materiell

Alternativer: Punktfundamenter med plasstøpte såler som armeres som bjelke mellom disse punktene.



## 7.0 Evaluering

Evalueringen bygger på arbeidsmetodikk under prosjektet og mål, rammer og avgrensning i forhold til oppgaven. Vi har bevisst prøvd å holde oss til fremdriftsplanen for å unngå overraskelser underveis og tidsnød ved avslutningen.

Målet var å konstruere, tegne og beskrive bærende elementer utført i stål og betong for Storgata 42 borettslag på Dokka

Storgata 42 ble valgt fordi denne passet oss midt i blinken, og inneholdt det vi har jobbet mest med de siste tre årene. I tillegg var dette et bygg som skulle bygges, noe som la ytterligere prestisje i å løse denne så praktisk, økonomisk og konstruksjonmessig korrekt som overhode mulig.

I forkant av prosjektet, fikk vi skisser, mengdebeskrivelse og informasjon av oppdragsgiver Syljuåsen, noe som ble til uvurderlig hjelp for å komme i gang og som ble lagt til grunn for forprosjektsrapporten.

Den første perioden gikk med på å planlegge hver enkelt oppgaver i forhold til en god fremdrift totalt sett for prosjektet. Vi har bevisst prøvd å utnytte hver enkelt sine sterke sider ved arbeidsfordeling, noe som vil øke kvaliteten på resultatet totalt sett. Vi ser likevel i ettertid at man aldri kan planlegge godt nok, og vi ble nok bedre og bedre strukturert underveis i arbeidet. Selv om vi mente vi hadde tatt høyde for det meste, dukket det likevel opp nye interessante problemstillinger som krevde gode løsninger.

Spesielt løsningen der vi har armert inn en bjelke i dekket, og at vi faktisk ikke hadde godt nok grunnlag for alle typer tegninger som vi faktisk måtte produsere.

Vi startet med å se på byggets stivhetssenter, og for å finne en god løsning på dette da bygget kun hadde betong vegger som leilighetskiller. Vi valgte til slutt å plasstøpe veggene mellom bad og soverom istedenfor avstivingsjern.

Videre ble alle laster beregnet nedover i konstruksjon med gode sikkerhetsfaktorer sånn at vi alltid skulle havne på trygg side. At vi tidlig fikk disse tingene på plass var helt avgjørende for beregninger av de enkelte bygningsdelene i bæresystemet.

Vi valgte å konsentrere oss om å konstruere de bærende elementene i stål og betong, fundamenter og såle, samt verandaen. Vi valgte å se bort fra svalgangen, selv om de fleste konstruksjonsprinsippene her er helt identiske som for verandaen.

Beregningene er alle basert på gjeldene norske standarder, og følger prinsipper fra kompendier produsert av veileder Harald B Fallsen. Vi ønsket å levere et produkt som langt på vei var komplett for bæresystemet, og inneholder forutsetninger, beregninger, skisser, tegninger både detalj, snitt og plan.

Våre beregninger og forutsetninger er diskutert med Fallsen, som vi ukentlig hadde faste fremdriftsmøter med. Fallsen har også vært en inspirator ved valg av alternative løsninger og vært til stor hjelp da gruppen har støtt på uventede problemer.



Vi skjønnte tidlig at detaljerte tegninger aldri kan bli detaljerte nok og at antall tegninger aldri blir mange nok, men vi valgte å begrense produksjonen til det som beskriver våre arbeider i forhold til oppgavens mål og rammer.

En av fallgruvene vi kunne gå i var ineffektive perioder, da det er vanskelig å ha nok arbeid til alle til enhver tid.

Ble det ledig tid, ble denne brukt på planlegging og skriving av rapport noe som også sikret riktigheten av avgjørelser og løsninger, og at ingenting av betydning ble avglemt. Vi var bevisste på å kjøre fulle arbeidsdager, med start 8 til minimum 16 hver dag.

Dette viste seg å være en god løsning, og kun den siste uken ble dagene en del lengre. Ved å løse arbeidsfordelingen og arbeidstiden på en sånn måte, sikret at ingen ble sittende nevneverdig mer enn andre, og vi var effektive uten å bli utslitte og leie underveis.

Det ble også innført som en rutine å starte dagen med et statusmøte, både for å diskutere fremdriften og evt luften problemstillinger i plenum.

Motivasjonen var hele tiden god, da vi alle følte at vi endelig produserte noe.

Vi har underveis lært utrolig mye, også om det å jobbe i gruppe. Hver dag byr på nye utfordringer og oppgavene blir sjeldent slik man forventer. Det dukker stadig opp nye byggtekniske problemstillinger som er utrolig interessante å jobbe med, og som virkelig er lærerike.

Gruppe har stadig blitt bedre til å jobbe sammen og blitt langt mer strukturert underveis i prosessen. Vi har alle hatt det samme målet for øyet og dratt lasset i samme retning, noe som vi mener gjenspeiler seg i et resultat vi er veldig godt fornøyd med.



## 8.0 Oppsummering og konklusjon

Vi føler at vi har kommet bra i mål, og prosjektert med gode løsninger på bygget innenfor de rammer og begrensninger som vi satte oss. Det har vært spennende å starte helt fra grunnen av og planlegge bygget, og det viste seg at prosjektet utviklet seg litt annerledes enn hva vi først trodde. Grappa som enhet har lært utrolig mye av dette prosjektet, ikke minst med hensyn på planlegging. Vi har gjort en del ting både to og tre ganger som følge av for dårlig planlegging fra starten av, og brukt mye tid på å finne frem til og få tilgang til de nødvendige Norske standarder. Vi oppdaget også ganske tidlig at vi har svært begrensede kunnskaper i tegning av arbeidstegninger, noe som ble en atskillig større del av prosjektet enn først antatt. Dette førte til at vi har brukt svært mye av tiden til å produsere tegninger. Vi har også slitt med at skolens printere ikke har fungert eller fungert dårlig.

Til tross for våre begrensninger og problemer har grappa vært preget av pågangsmot og en positiv stemning. Alle har vært sitt ansvar bevisst og jobbet strukturert gjennom hele prosjektperioden. Vi har prøvd i størst mulig grad å la alle gruppemedlemmene ta del i de forskjellige prosessene, samtidig som vi har prøvd å utnytte de sterkeste sidene til hvert enkelt gruppemedlem.

Det at alle har bidratt med å dra lasset i samme retning, og jobbet målbevisst med sine oppgaver, har vært helt avgjørende for den gode følelsen vi sitter igjen med når vi endelig kan si oss ferdig med og levere fra oss denne hovedoppgaven.

Vi føler oss trygge på at bygget er prosjektert på en riktig, sikker og god måte, med solide preaksepterte løsninger.

### 8.1 Kilder

- Veileder Harald B Fallsen ved HIG
- Bks.byggforsk.no
- Steinar Sæteren hos SBG
- Rune Andersen hos Syljuåsen
- Arnt Hagen hos Syljuåsen
- JAF arkitektkontor
- [www.lett-tak.no](http://www.lett-tak.no)
- [www.leca.no](http://www.leca.no)
- Arne Petersborg ved HIG
- [www.be.no](http://www.be.no)
- Biblioteket ved HIG





## 8.2 Litteraturliste

| Tittel  | Forlag/forfatter                              | Utgivelse<br>Sted | Årstall | Referanse       |
|---|---|-------------------|---------|-----------------|
| NS 3400   | Norges<br>Standardiseringsforbund             | Oslo              | 1972    | NS 3400         |
| NS 3472   | Norges<br>Standardiseringsforbund             | Oslo              | 2001    | NS 3472         |
| NS 3473   | Norges<br>Standardiseringsforbund             | Oslo              | 1998    | NS 3473         |
| NS 3490   | Norges<br>Standardiseringsforbund             | Oslo              | 1998    | NS 3490         |
| NS 3491-1   | Norges<br>Standardiseringsforbund             | Oslo              | 1998    | NS 3491-1       |
| NS 3491-3   | Norges<br>Standardiseringsforbund             | Oslo              | 2001    | NS 3491-3       |
| NS 3491-4   | Norges<br>Standardiseringsforbund             | Oslo              | 2002    | NS 3491-4       |
| NS 8175   | Norges<br>Standardiseringsforbund             | Oslo              | 2002    | NS 8175         |
| NBI byggforsk.<br>serien                                  | Norges<br>Byggforskningsinstitutt             | Oslo              | 2001    | NBI             |
| REN veil. til TEK   | Norsk Byggtjenestes<br>Forlag                 | Oslo              | 1997    | REN             |
| Kompendium i<br>Dimensjonering av<br>stålkonstruksjoner   | Høgskolen i Gjøvik<br>v.<br>Harald B. Fallsen | Gjøvik            | 2002    | Komp. stål      |
| Kompendium i<br>Dimensjonering av<br>betongkonstruksjoner | Høgskolen i Gjøvik<br>v.<br>Harald B. Fallsen | Gjøvik            | 2002    | Komp.<br>betong |
| Kompendium i<br>lastberegninger                           | Høgskolen i Ålesund<br>v.<br>Tarald Rørvik    | Ålesund           | 2002    | Komp. last      |
| Byggstatikk   | Knut Røhne<br>og<br>Kjell Vangestad           |                   | 1997    |                 |
| Mekanikk for<br>ingeniører                                | Øystein Vollen                                |                   |         | NKI             |
| Hvordan<br>organisasjoner<br>fungerer                     | Dag Ingvar Jacobsen<br>og<br>Jan Thorsvik     | Oslo              | 2002    |                 |
| Tekniske tabeller   | Jarle Johannessen                             | Oslo              | 2001    | Tabeller        |
| Trehus  | Norsk<br>byggforskningsinstitutt              | Oslo              | 2000    |                 |

NS = Norsk Standard.